

TR-IEEE802.3:2002

100BASE-FX/TX および 1000BASE-LX/TX に関する技術レポート

Technical Report on
100BASE-FX/TX and 1000BASE-LX/TX

第 1 版

2003 年 1 月 29 日制定

社団法人
情報通信技術委員会

THE TELECOMMUNICATION TECHNOLOGY COMMITTEE

本書は、（社）情報通信技術委員会が著作権を保有しています。

内容の一部又は全部を（社）情報通信技術委員会の許諾を得ることなく複製、転載、改変、転用及びネットワーク上での送信、配布を行うことを禁止します。

付録 1 の IEEE Std 802.3-2002[®] Clause 3,4,24,25,26,36,38 の日本語への翻訳は IEEE[®]の許可を得ています。本翻訳に関して TTC が責任を負うものではありませんので、もし翻訳に関して疑義がある場合は、原文を参照願います。

尚、IEEE は、IEEE ドキュメントに関する出版、使用および参照した者がいかなる損害あるいは権利侵害問題を負ったとしても、いかなる責めも負いません。

Appendix 1 in this report reprinted with permission from “IEEE Std 802.3-2002” “Carrier sense multiple access with collision detection (CSMA/CD) access method and physical layer specifications” Copyright 2002, by IEEE. The IEEE disclaims any responsibility or liability resulting from the placement and use in the described manner.

付録 2 の翻訳に関しても TTC が責任を負うものではありませんので、もし翻訳に関して疑義がある場合は、原文を参照願います。

目 次

1. はじめに.....	4
2. 調査報告の概要.....	4
3. 国内の状況.....	5
4. 今後の国内標準化.....	5
5. おわりに.....	5
付録1	6
付録2	192

1 . はじめに

近年、IP系インタフェースを用いた事業者間接続の要求が高まって来ている背景により、IP系フレーム関連する国内標準の整備が必要となって来ている。特に、100BASE-FX/TX、1000BASE-LX/TXで事業者間接続をする場合、IEEE802.3を参照する必要があるが、我が国の網間インタフェースをして必要な規定がなされているかどうかを確認することは非常に重要である。TTCでは、以上の要望・動向を踏まえ、IEEE802.3の調査を実施した。

本報告書は調査結果をまとめたものであり、以下の内容を記述している。

- ・ 調査勧告の概要
- ・ 国内の状況
- ・ 今後の国内の標準化
- ・ 調査勧告の要約

2 . 調査勧告の概要

調査標準は、IP系インタフェースに関する標準であるIEEE802.3である。

IEEE Std 802.3 (Information technology-Telecommunications and information exchange between systems-Local and metropolitan area networks-Specific requirements-Part3:Carrier sense multiple access with collision detection(CSMA/CD) access method and physical layer specifications 2002 Edition)

本標準は、100BASE-FX/TX、1000BASE-LX/TXの規定の大部分（媒体アクセス方式のアーキテクチャ、サービス仕様、フレーム構成、および媒体仕様等）を含んでいる。今回は、100BASE-FX/TX、1000BASE-LX/TXに関連する部分のみ（IEEE Std 802.3 Clause3、4、24、25、26、36、38）を抽出し、技術調査を実施した。また、関連するRFCである、IETF RFC894の技術調査を実施した。

3．国内の状況

IP 系フレーム等の高位レイヤのクライアント信号を伝送する仕組みに関する国内の TTC 標準は、現状存在していない。しかしながら、世界的に IEEE802.3 に準拠した IP 系インタフェースを搭載した市場製品がリンク網内に組み込まれ始めている。実際、TTC サブワーキング活動、専門委員会での活動を通じて、100BASE-FX/TX、1000BASE-LX/SX を用いた異ベンダ間接続および他事業者間接続を求める要望が強かった。

4．今後の国内標準化

IEEE802.3 の該当部分の内容、及び我が国の現状を考慮すると、TTC 標準化が早急に必要であると判断する。

今年度の技術調査を実施にあたり、まず、100BASE-FX/TX、1000BASE-LX/SX のフレーム構成等の定義が行われている国際標準である IEEE802.3 の内容理解に務めた（本調査報告書の付録を参照のこと）。次に、最新技術、キャリア・ベンダ動向の把握を実施した。

IEEE802.3 の技術調査によれば、異ベンダ・異キャリア対向での 100BASE-FX/TX、1000BASE-LX/SX インタフェースの実装について、大きな技術的課題は存在しないことが判明した。パラメータ定義およびパラメータ値について、実装可能なレベルであり、現在の時点で我が国の網に組み込んだ場合に特に問題がないことを会員間で確認した。次に、TTC サブワーキング活動、専門委員会での活動を通じて、100BASE-FX/TX、1000BASE-LX/SX を用いた異ベンダ間接続および他事業者間接続を求める要望が強い。

以上のような我が国の現状を考慮すると、TTC での標準化が必要であると考え。TTC としては、国内における標準化要求や国際標準動向を継続的に調査し、国内標準化を達成したい。

5．おわりに

100BASE-FX/TX、1000BASE-LX/SX に関する国際標準である IEEE802.3 の技術調査を行った。本標準の調査に基づき、国内の状況を踏まえて、国内標準化についての考え方をまとめた。本報告書が、今後の TTC 標準化活動の一助となれば幸いである。

IEEE802.3 和訳 (3, 4, 24, 25, 26, 36, 38章)

付録 1 の IEEE Std 802.3-2002[®] Clause 3,4,24,25,26,36,38 の日本語への翻訳は IEEE[®]の許可を得ています。本翻訳に関して TTC が責任を負うものではありませんので、もし翻訳に関して疑義がある場合は、原文を参照願います。

尚、IEEE は、IEEE ドキュメントに関する出版、使用および参照した者がいかなる損害あるいは権利侵害問題を負ったとしても、いかなる責めも負いません。

Appendix 1 in this report reprinted with permission from “IEEE Std 802.3-2002” “Carrier sense multiple access with collision detection (CSMA/CD) access method and physical layer specifications” Copyright 2002, by IEEE. The IEEE disclaims any responsibility or liability resulting from the placement and use in the described manner.

3. 媒体アクセス制御(MAC)フレーム構造

3.1 概要

この章では、衝突検出機能付キャリア感知多重アクセス(CSMA/CD MAC)を使用したデータ通信システムの為のフレーム構造を詳しく定義し、MAC フレームの種々の構成要素のシンタックスと意味を定義する。

この節において、二つのフレームフォーマットが規定される。

- a) 基本 MAC フレームフォーマット
- b) タグ付き MAC フレーム (すなわち、QTag プリフィックスを運ぶフレーム) の為の基本 MAC フレームの拡張

3.1.1 MAC フレームフォーマット

図 3-1 は、フレームの 9 つのフィールドを示す： プリアンブル、フレーム開始デリミタ、フレームの宛先アドレス、発信元アドレス、MAC クライアント(ユーザ)データを含むのデータ長、プロトコルタイプを示す為のレングスとタイプフィールド、要求によるパッドを含むフィールド、受信フレーム中のエラーを検出する為の CRC 値を含むフレーム誤り検査フィールド、そして(1000Mb/s 半二重運用のみの為)要求による拡張フィールドを示す。これらの 9 つのフィールドにおいて、データ、パッドそして拡張フィールドを除くフィールドはすべて固定サイズである。それらのフィールドは、CSMA/CD MAC の具体的な実装によって定義される最小と最大値の間のオクテットの整数倍を含むデータとなりうる。特定の実装に関しては 4.4 を参照。

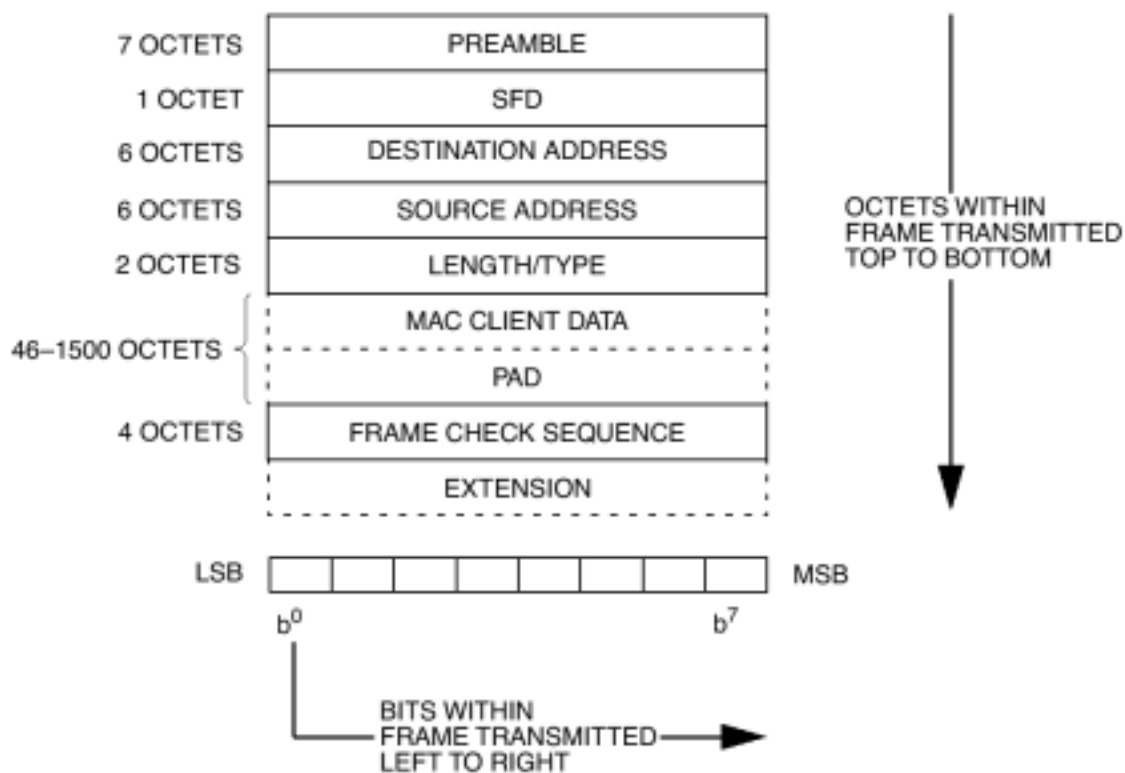


図 3-1 MAC フレームフォーマット

4.4 の中で制限する最小フレーム長と最大フレーム長は、宛先アドレスフィールドからフレーム誤り検出フィールドまでの箇所を参照する。

図 3-1 に関連して、フレームを構成するオクテットは上から下へ送信され、そして各オクテットを構成するビットは、左から右へ送信される。

3.2 MAC フレーム構成要素

3.2.1 プリアンブルフィールド

プリアンブルフィールドは、7 オクテットのフィールドであり、それは物理信号制御(PLS)回路が受信フレームのタイミングで定常同期に到達する為に使用される。(4.2.5 参照)

3.2.2 フレーム開始デリミタ(SFD)フィールド

SFD フィールドは、10101011 のビットシーケンスである。それは、プリアンブルパターンのすぐ後に続き、フレームの開始を示す。

3.2.3 アドレスフィールド

各 MAC フレームは、二つのアドレスフィールドを含む。それは、順番に宛先アドレスと送信元アドレスである。宛先アドレスは、フレームが向かう先の宛先アドレスを指定する。発信元アドレスは、フレームを送出するステーションを指定する。各アドレスフィールドの表記法は以下の通りとする(図 3-2 参照)。

- a) 各アドレスフィールドは 48 ビットの長さをもつ。IEEE802 では、16 又は 48 ビットアドレスの両方を明記しているが、IEEE802.3 の規定外の実装が 16 ビットアドレスを使用する。16 ビットアドレスの使用は、この標準によって、明確に除外される。
- b) 最初のビット(LSB:最下位ビット)は、宛先アドレスが、個別アドレス又はグループアドレスの一方であるかを明らかにするためのアドレスタイプ指定ビットとして宛先アドレスフィールドの中で使用される。もしこのビットが「0」の場合、このアドレスフィールドが個別アドレスであることを示し、もしこのビットが「1」なら、0、1 かそれ以上、それともすべてのステーションが LAN に接続されていることを明らかにするグループアドレスであることを示す。発信元アドレスフィールドにおいて、最初のビットは予約され「0」に設定される。
- c) 第 2 のビットは、ローカルで管理されるアドレス同士か又はグローバルで管理されるアドレス同士であるかを区別するために使用される。グローバル(U、ユニバーサル)に管理されるアドレスとして、ビットは「0」に設定される。もし、アドレスがローカルに割り当てられたものなら、このビットは 1 に設定される。ブロードキャストアドレスの場合は、このビットはまた「1」に設定されるということに注意。



I/G = 0 INDIVIDUAL ADDRESS
I/G = 1 GROUP ADDRESS
U/L = 0 GLOBALLY ADMINISTERED ADDRESS
U/L = 1 LOCALLY ADMINISTERED ADDRESS

- d) 各アドレスフィールドの各オクテットは、最下位ビット(LSB)から先に送信される。

図 3-2 アドレスフィールドフォーマット

3.2.3.1 アドレス指定

MAC 副層アドレスは以下の 2 タイプのどちらかである。

- a) 個別アドレス - アドレスはネットワーク上の特定のステーションと関連する。
- b) グループアドレス - 複数の宛先アドレスであり、あるネットワーク上の 1 つ又はそれ以上のステーションと関連する。

2 種類のマルチキャストアドレスがある。

- 1) マルチキャスト - グループアドレス 論理的に関係のあるステーションの一群との高位の取り決めによって関連付けられたアドレス。

- 2) ブロードキャスト(一斉同報)アドレス ある LAN 上のすべてのステーションの組をいつも示す、区別され事前定義されたマルチキャストアドレス。

宛先アドレスフィールドがすべて「1」の場合は、ブロードキャストアドレスとして、あらかじめ定義される。このグループは媒体に接続される活動中のすべてのステーションからなる各通信媒体に対してあらかじめ定義される。それはその媒体上のすべての活動中のステーションにブロードキャスト(同報)する為に使用される。すべてのステーションは、ブロードキャストアドレスを認識することが出来る。ステーションがブロードアドレスを生成する機能をもつ必要はない。

アドレス空間はまた、ローカルに管理されるアドレスとグローバルに管理されるアドレスに分割される。グローバル(U)アドレスを管理する機構及び手続き方法は、この標準の範囲外である¹²。

3.2.4 宛先アドレスフィールド

宛先アドレスフィールドは、フレームを受信するステーションを指定する。それは、個別またはマルチキャスト(ブロードキャスト含む)アドレスでありうる。

3.2.5 発信元アドレスフィールド

発信元アドレスフィールドは、フレームを送出するステーションを指定する。発信元アドレスは、CSMA/CD MAC 副層によって解釈はされない。

3.2.6 長さ/タイプフィールド

この2オクテットフィールドは、その数値次第で2つの意味の内の1つをとる。数の評価において、最初のオクテットは、このフィールドのもっとも重要なオクテットである。

- a) もしこのフィールドの値が、maxValidFrame(4.2.7.1にて記される)の値以下の場合、そのときは、長さ/タイプフィールドは、フレーム内の次に来るデータフィールドに含まれるMACクライアントデータオクテットの数を示す。(長さ解釈)
- b) もしこのフィールドの値が、10進数で1536(16進数で0600)以上の場合、そのときは、長さ/タイプフィールドは、MACクライアントプロトコルのタイプを示す。(タイプ解釈)¹³このフィールドの長さ/タイプの解釈は相互に排他的である。

タイプフィールドとして使用される場合、3.2.7で論議される様に、MAC副層が供給されたデータを詰める時、MACクライアントが正しく働くということを保証することはMACクライアントの責任である。

長さ/タイプフィールドの解釈にもかかわらず、もしデータフィールドの長さが、プロトコルが正しく働くのに要求される最小値以下の場合、PADフィールド(オクテットの連続)がデータフィールドの最後、FCSフィールドの前に追加される。PADフィールドのサイズを決定する手順は、4.2.8に記される。長さ/タイプフィールドは、高位オクテットが最初に送受される。

¹² MACアドレスの利用方法に関する情報は、IEEE Std 802-2001、概要とアーキテクチャを参照。MACアドレス構築の為の組織的な固有識別子への申込みは、Registration Authority, IEEE Standards Department, P.O. Box 1331, 445 Hoes Lane, Piscataway, NJ 08855-1331, UAS; +1 732 562 3813; fax +1 732 562 1571 に連絡。
[URL:http://standards.ieee.org/](http://standards.ieee.org/).

¹³ タイプフィールド値の割当ては、Registration Authority, IEEE Standards Department によって管理されている。

3.2.7 データとPADフィールド

データフィールドはn個のオクテットの連続を含む。データの完全な透過性は、どの任意のオクテット値の連続が、使用される標準の実装によって指定される最大値までデータフィールドに出現するという意味で与

えられる。最小フレームサイズは正しい CSMA/CD プロトコルの動作の為に要求される。そして、それは、標準の特定の実装によって指定される。必要に応じて、データフィールド後、FCS の計算及び FCS の付加の前にオクテット単位でエキストラビット(つまりパッド)を付加することによってデータフィールドは拡張される。パッドのサイズの定義がもしあるなら、MAC クライアントによって提供されるデータフィールドのサイズと最小フレームサイズと特定の実装におけるアドレスサイズパラメータによって決定される。データフィールドの最大値は、特定の実装の最大フレームサイズとアドレスサイズパラメータによって決定される。

n オクテット長の MAC クライアントデータに対して要求されるパッド長は、 $\max [0, \text{minFrameSize} - (8 \times n + 2 \times \text{addressSize} + 48)]$ ビットである。データフィールドの可能な最大値は、 $\text{maxUntaggedFrameSize} - (2 \times \text{addressSize} + 48) / 8$ オクテットである。実装パラメータの議論は 4.4 を参照。minFrameSize の議論については、4.2.3.3 を参照。

3.2.8 フレーム誤り検査(FCS)フィールド

FCS フィールドの CRC 値を生成する為に送受のアルゴリズムによって巡回演算が使用される。FCS フィールドは、4 オクテット(32 ビット)の巡回演算(CRC)値を含んでいる。この値は、発信元アドレス、宛先アドレス、データ長、LLC(論理リンク制御)データそしてパッド(すなわち、プリアンプル、SDF、FCS そして拡張フィールドを除くすべての固定フィールド)の内容の関数として計算される。符号化は、次の生成多項式によって決定される。

$$G(x) = X^{32} + X^{26} + X^{23} + X^{22} + X^{16} + X^{12} + X^{11} + X^{10} + X^8 + X^7 + X^5 + X^4 + X^2 + X + 1$$

数学的に、あるフレームに相当する CRC 値は、次の手順により決定される。

- フレームの最初の 32 ビットが、反転される。
- フレームの n 個のビットは、その後 n-1 次の多項式 M(X) の係数となる。(宛先アドレスフィールドの最初のビットは、 $X^{(n-1)}$ 項に相当する。そしてデータフィールドの最後のビットが X^0 項に相当する。)
- M(X) に X^{32} を乗じ、そして G(X) によって割られ、31 次以下の余りが出る。
- R(X) の係数は 32 ビット列となる。
- ビット列は、反転され、結果が CRC となる。

CRC 値の 32 ビットは、フレーム誤り検査フィールドに置かれる。 X^{31} 項は、最初のオクテットの最も左のビットで、そして X^0 項は、最後のオクテットの最も右のビットである。(CRC のビットはそれゆえ、 $X^{31}, X^{30}, \dots, X^1, X^0$ の順で送信される) 参照[B37]

3.2.9 拡張フィールド

拡張フィールドは、FCS フィールドの次に来る。そしてデータビットから簡単に区別される拡張ビットの連続から構成される。フィールドの長さは、ゼロから (slotTime - minFrameSize) ビットを含む範囲である。拡張フィールドの内容は、FCS 演算に含まれない。

拡張フィールドは、4.2.3.4 で詳述される条件のもとでは、ゼロ以上の長さを持ちうる。その他の条件下では、拡張フィールドの長さはゼロである。たとえ slotTime パラメータのビット数が、minFrameSize のビット数と等しくても、4.4.2 で定義される実装では、このフィールドは無視されうる。

3.3 ビット送出順序

FCS を除いて、MAC フレームの個々のオクテットは、低次ビットから最初に送信される。

3.4 無効な MAC フレーム

少なくとも、次の条件の一つに合致するものとして無効な MAC フレームが定義される。

- フレーム長が、長さ/タイプフィールドで規定される長さと不一致である場合。もし長さ/タイプフィールドが、3.2.6 で定義されたタイプ値を含む場合は、フレーム長は合致しているものと仮定され、この点では、無効フレームとは考慮されない。
- 長さにおいて、オクテットの整数倍でない場合。
- 入力フレームのビット (FCS フィールドは除く) が受信したものと同一な CRC 値を生成しない場合。

無効な MAC フレームの内容は、LLC または MAC 制御副層へは送られない。無効な MAC フレームの発生は、ネットワーク管理部への通知される。

3.5 タグ付き MAC フレームの要素

図 3-3 は、タグ付き MAC フレームのフォーマットを示す。このフォーマットは、3.1.1 そして 3.2 で記した MAC フレームの拡張である。フィールドのオクテットとビット順位は、3.1.1 そして 3.3 で記されたものと同一である。タグの為の拡張は次の様である。

- 4 オクテット QTag プレフィックスが、MAC フレームの送信元アドレスと MAC クライアントデータ長さ/タイプフィールドの間に挿入される。QTag のプレフィックスは、2つのフィールドから成る。
 - 2 オクテットの一定な長さ/タイプフィールド値は、タイプ解釈と合致し、802.1Q タグプロトコルタイプの値と等しい。(802.1Q TagType, 3.5.4 参照)
 - タグ制御情報を含む 2 オクテット
- QTag プレフィックスに続いて、基本 MAC フレームの MAC クライアント長さ/タイプフィールド、MAC クライアントデータフィールド、パッド(もし必要なら)、FCS、そして拡張フィールド(もし必要なら)である。
- フレームの長さは、QTag プレフィックスの 4 オクテットによって伸張される。

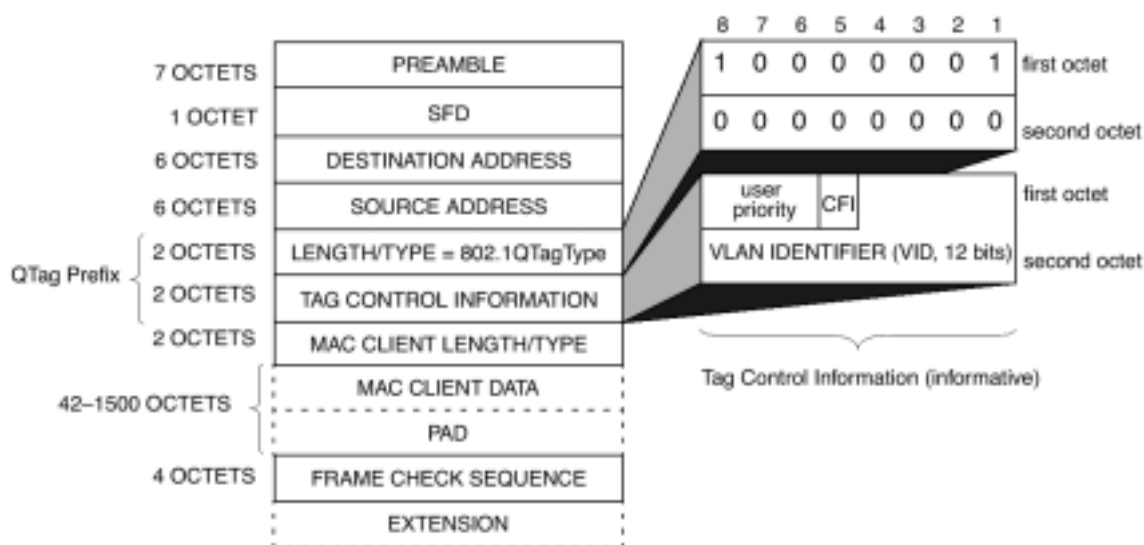


図 3-3 タグ付き MAC フレームフォーマット

注) 図 3-3 に示されるタグ制御情報フィールドの定義は、IEEE802.1Q にある。また、図 3-1 では、オクテットの最も重大なビットは、もっとも右のビットという慣例を使うが、図 3-3 では、反対の慣例を使う。すなわち、もっとも重大なビットは、もっとも左の位置に示される。あとの慣例は、IEEE802.1Q の詳述と合致する。これは、図上の違いのみである。LAN 上のビット送信の実際の順番においての違いは無い。

3.5.1 プリアンブルフィールド

プリアンブルフィールドは、構成と意味において 3.2.1 で記述される基本 MAC フレームのプリアンブルフィールドと同一である。

3.5.2 開始フレームデリミタ(SFD)フィールド

SFD フィールドは、構成と意味において 3.2.2 で記述される基本 MAC フレームの SFD フィールドと同一である。

3.5.3 アドレスフィールド

アドレスフィールド(宛先と発信元アドレスに両方)は、構成と意味において 3.2.3, 3.2.4 そして 3.2.5 で記述される基本 MAC フレームのアドレスフィールドと同一である。

3.5.4 長さ/タイプフィールド

タグ付き MAC フレームの長さ/タイプフィールドは、いつもタイプ解釈を使う。そして 802.1Q タグプロトコルタイプ : 0x81-00 に等しい定数を含む。

3.5.5 タグ制御情報フィールド

タグ制御情報フィールドは、次の様に分割される。

- a) 3 ビットのユーザ優先権フィールド
- b) キャノニカル形式表示 (CFI)
- c) 12 ビットの VLAN 識別子

タグ制御情報内の構成と意味は、IEEE802.1Q において定義される。

3.5.6 MAC クライアント長さ/タイプ

MAC クライアント長さ/タイプフィールドは、QTag プリフィックスの挿入前の MAC フレームの長さ/タイプフィールドを含む。QTag プリフィックスは、タグ無し MAC フレームのその位置から正確に 4 オクテット、このフィールドを相殺する。

3.5.7 データとパッドフィールド

データとパッドフィールドは、構成と意味において 3.2.7 で記述される基本 MAC フレームのデータとパッドフィールドと同一である。ただし次の点を除く。タグ付き MAC フレームに対して、パッドフィールド計算における n の値は、MAC クライアントデータの長さか、MAC クライアントデータと QTag プリフィックスの長さの混合値のどちらか一方である。

3.5.8 フレーム誤り検査(FCS)フィールド

FCS フィールドは、構成と意味において 3.2.8 で記述される基本 MAC フレームの FCS フィールドと同一である。

3.5.9 拡張フィールド

拡張フィールドは、構成と意味において 3.2.8 で記述される基本 MAC フレームの拡張フィールドと同一である。

4. 媒体アクセス制御

4.1 MAC 手法の機能モデル

4.1.1 概要

1章にて記述されるアーキテクチャモデルは、この章にて、LAN CSMA/CD MAC 副層の機能の説明を提供するのに使用される。

MAC 副層は媒体に依存しない機能を定義する。それは物理層によって提供される媒体に依存した物理機能の上に作られ、アクセス層に依存しない LANLLC 副層(それとも他の MAC クライアント)下に位置する。それは、衝突検知機能を持ったキャリア感知多重アクセス(CSMA/CD)として知られる媒体アクセス方式の使用に適したローカルエリアブロードキャスト(一斉同報)媒体の一般的クラスに適用される。

LLC 副層と MAC 副層は共に、OSI 参照モデルにて記述されるデータリンク層の機能と同様な機能を持つことが意図される。ブロードキャストネットワークにおいて、2つのネットワークエンティティ間のデータリンクの考えは、直接に明白な物理接続に相当しない。それにもかかわらず、この標準において示される機能分割は、MAC 副層において実行されるデータリンク制御手順と一般に関連した2つの主な機能を要求する。それらは次の様である。

- a) データのカプセル化 (送信と受信)
 - 1) フレーミング (フレーム境界の決定、フレーム同期)
 - 2) アドレッシング (発信元と宛先アドレスの取扱い)
 - 3) 誤り検出 (物理媒体送信誤りの検出)
- b) 媒体アクセス管理
 - 1) 媒体の割当て (衝突の回避)
 - 2) 競合の解決 (衝突の処理)

オプション的な MAC 制御副層は構成的に LLC(又は他の MAC クライアント)と MAC の間に位置しており、31章で明記される。この MAC 制御副層は、その下にある MAC とそのクライアント(典型的な LLC)の両方に対して透過である。MAC 副層は、そのクライアントとは独立的に働く。すなわち、クライアントが LLC かそれとも MAC 制御副層であるかどうか気づかないということである。MAC 制御副層が実行されるかどうか、これは MAC に一つの方式で規定されそして実行されることを認める。

もし実装される場合、テキストや図の中の MAC クライアントとしての LLC への参照は MAC 制御副層に等しく適応される。

この標準は、MAC 副層の働きについて2つのモードを与える。

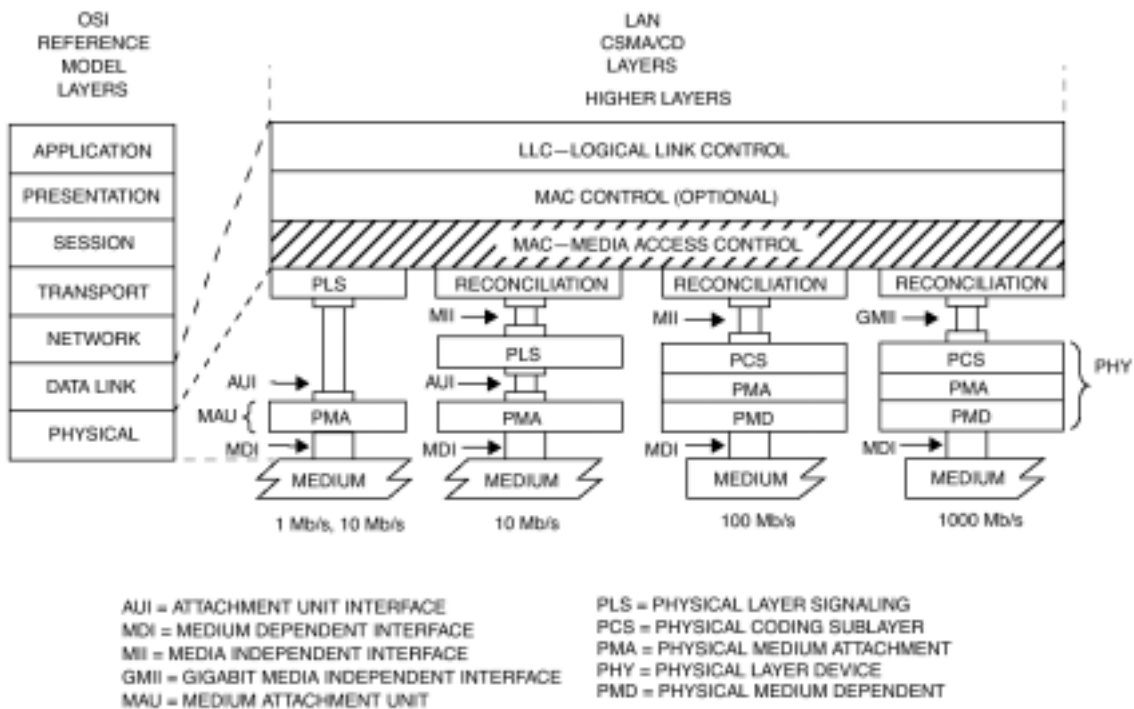
- a) 半二重モードにおいて、物理媒体の使用に対して競合するステーションは、規定される CSMA/CD のアルゴリズムを使用している。双方向通信は、全二重運用よりむしろ、素早いフレーム交換により成し遂げられる。半二重運用は、すべてのサポートされた媒体上で可能である。それは、同時送信と妨害の無い受信をサポートする能力のないそれらの媒体上で要求される。たとえば、10BASE2 と 100BASE-T4 である。
- b) 全二重モードの運用は、以下のすべてが真の場合に使用される。
 - 1) 物理媒体が、同時伝送と妨害の無い受信をサポートする能力を持つ。(たとえば、10BASE-T、10BASE-FL、そして 100BASE-TX/FX)

- 2) LAN 上に明確に 2 つのステーションがある。これは、物理媒体に、ステーション間の全二重 1 対 1 リンクとして扱われることを認める。共有媒体の使用に対して競合がないので、多重アクセス(すなわち CSMA/CD)のアルゴリズムは不必要である。
- 3) LAN 上の両ステーションが、全二重運用の能力があり、全二重運用を使用する為に設定されている。

全二重運用の為に描かれたもっとも共通な構成は、各ブリッジポートが単体装置と接続している専用 LAN と繋がった中央ブリッジ(スイッチとして知られる)から成る。4.2 の MAC の正式な詳述は、運用の半二重と全二重モードの両方を含む。この章の残り部分は、CSMA/CD MAC 手法の機能的モデルを提供する。

4.1.2 衝突検出機能付きキャリア感知多重アクセス(CSMA/CD)運用

この節は、構成の機能モデルに関して、フレーム送信と受信の概要を提供する。この概要は、定義的よりむしろ記述的である。ここで記述される動作の正式な詳述は、4.2 と 4.3 で与えられる。この標準に合致する CSMA/CD メカニズムの特定の実装は、4.4 において与えられる。図 4-1 は、続く副節の中で機能的に記述さ



れるアーキテクチャモデルを提供する。

図 4-1 MAC 副層分割、ISO/IEC 開放型システム間相互接続(OSI)参照モデルとの関係

物理層の物理信号制御(PLS)コンポーネントは、物理媒体上のビットの連続的な送信に対して MAC 副層へのインタフェースを提供する。完全性を期す為に、これらの機能の幾つかは記述的材料として続く運用上の詳述に含まれる。これらの機能の簡潔な記述は、MAC 機能については、4.2 で与えられ、PLS については、7 章にて与えられる。

送信フレームの動作は、受信フレームの動作とは独立である。発信元ステーションに宛てられた送信されたフレームは、受け取られ、そしてそのステーションで MAC クライアントへ渡される。この MAC 副層の特

性は、MAC 副層自身の機能それとも下位層の部分の全二重特性によって実装されるだろう。

4.1.2.1 一般的運用

4.1.2.1.1 競合無しの送信

MAC クライアントがフレームの送信を要求したとき、CSMA/CD MAC 副層の送信データカプセル化コンポーネントは、クライアントが供給するデータからフレームを作成する。それは、フレームの先頭に、プリアンブルとフレーム開始デリミタを付加する。クライアントによって提供される情報を使って、CSMA/CD MAC 副層はまた最小フレームサイズ要求(4.2.3.3 参照)を満足する送信フレーム長を保証するのに十分な長さの MAC 情報フィールドの最後にパッドを付ける。また、宛先と発信元アドレス、長さ/タイプフィールドを付け加え、そして誤り検出の為にフレーム誤り検査を付ける。フレームはその後、送信の為に MAC 副層にある送信媒体アクセス管理部に渡される。

半二重モードにおいて、送信媒体アクセス管理は、物理信号制御(PLS)コンポーネントによって提供されるキャリア感知信号を監視し、また通過中トラヒックに譲ることによって媒体上のほかのトラヒックとの争いを避けようと試みる。媒体がクリアな時、フレーム送信が開始される(他の CSMA/CD MAC 副層と物理層に復旧時間を提供する為の短時間のフレーム間遅延の後)。MAC 副層は、その後、送信の為に物理層へ連続したビットの流れを提供する。

動作速度が 100Mb/s 以上の半二重モードの場合、最小フレームサイズが、要求されたネットワークポロジに対して CSMA/CD プロトコルの正しい動作を保証するのに不十分となる。この問題を阻止する為に、MAC 副層は、長さにおいて SlotTime ビット以下のフレームに対して拡張ビットの連続を加える。それは、結果としての送信の持続時間は、CSMA/CD プロトコルの正しい動作を保証するのに十分である。

動作速度が 100Mb/s 以上の半二重モードの場合、規定された限度まで、伝送媒体の制御を放棄すること無しに、CAMA/CD は、オプション的に追加のフレームを送信する。

全二重モードにおいて、送信媒体アクセス管理が、媒体上の他のトラヒックとの競合を避けることは必要無い。受信中にもかかわらず、フレーム間遅延の後、フレーム伝送は開始される。全二重モードでは、MAC 副層はキャリア伸長とフレームバーストの両方を実行しない。

物理層は、フレームのビットを表す媒体上の信号を生成する仕事を実行する。同時に、それは媒体を監視し、衝突検出信号を生成する。そして、議論下にある競合の無い場合においては、衝突検出信号はフレーム送信の間オフのままとなる。物理層の機能詳述は 7 章そしてさらにそれ以降で与えられる。

競合無しに送信が完了した時、CSMA/CD MAC 副層は MAC クライアントにその旨通知し、フレーム送信の次の要求を待つ。

4.1.2.1.2 競合無しの受信

各受信ステーションで、フレームの到着は最初に物理層により検出される。そして物理層は、入力プリアンブルとの同期によって反応し、receiveDataValid 信号のスイッチを入れる。符号化されたビットは媒体から到着したとき、それらは、復調され 2 進データにもどされる。物理層は、その後のビットを MAC 副層に渡す。そこで、プリアンブルとフレーム開始デリミタの終わりを含む部分までの冒頭ビットを破棄する。

一方、MAC 副層の受信媒体アクセス管理部は、receiveDataValid を監視し、配達されるべき入力ビットを待ち続けている。受信媒体アクセス管理は、receiveDataValid 信号が ON である限り、物理層からビットを収集する。receiveDataValid 信号が取り除かれたとき、必要に応じて、フレームはオクテット境界で断ち切られる。そして、信号処理の為に受信データデカプセル化へ送られる。受信データデカプセル化は、このステーションによって受け取られるべきフレームかどうかを決定する為に、フレームの宛先アドレスを確認する。もしそうなら、それは、宛先アドレス (DA)、送信元アドレス (SA)、タイプ/長さフィールド、そしてデータを MAC クライアントに reception_complete それとも reception_too_long の表示のついた適当な状態コードを付けて送る。そしてまた、フレームへのいかなるダメージを検出するフレーム誤り検査を調査し、かつフレームの最後の正しいオクテット境界整合を調査することによって無効 MAC フレームを確認する。有効な FCS を持つフレームもまた、正しいオクテット境界整合に対して確認される。

動作速度が 100Mb/s 以上の半二重モードの場合、フレームは、4.2.3.4 で説明される条件下で送信ステーションによって拡張される。拡張部分は、4.2.9 の手法モデルでの定義の様に、受信ステーションの MAC 副層によって廃棄される。

4.1.2.2 アクセスインタフェースと回復

半二重モードにおいて、もし同時に複数のステーションが送信を試みる場合、送信延期で同時送信を回避する試みにも関わらず、複数のステーションがお互いの送信で干渉することは可能である。2 つのステーションからの送信が重なったとき、結果としての競合は衝突と呼ばれる。衝突は、半二重モードのみで発生し、衝突は、共有された物理媒体を使用しようと試みている 2 つ以上のステーションが存在するというを示す。全二重モードでは、2 つにステーションは同時に干渉なくお互いに送信する。物理層は、衝突表示を生成するが、これは全二重の MAC では無視される。

あるステーションは、送信された信号が CSMA/CD 媒体上のすべてのステーションへ伝わる為の時間が経過する前に、その送信の初期部分(衝突ウィンドウ)の間に衝突を経験することが出来る。一度、衝突ウィンドウが経過したなら、送信を行っているステーションは、媒体を獲得したとされる。すべての他の(正しく機能している)ステーションは、その信号に気づき、その為に送信延期していると仮定されるので、その後の衝突は避けられる。媒体を獲得する為の時間は、それゆえ、PLS、PMA を含むエンティティの物理層と物理媒体の往復伝達時間が基になる。

衝突発生時、送信ステーションの物理層は、最初、媒体上の干渉に検出する。そしてその後衝突検知信号を発する。半二重モードでは、これは MAC 副層の送信媒体アクセス管理コンポーネントによって順番に通知される。そして、衝突処理が開始する。最初、送信媒体アクセス管理は、ジャムと呼ばれるビット連続を送信することによって、衝突状態を強制する。4.4 節において、この強制手順を使用する実装が提供される。これは、衝突の持続期間がこの衝突に含まれる他の送信ステーションによって気づかれるのに十分であることを保証する。ジャムが送られた後、送信媒体アクセス管理は、送信を終了し、ランダムに選ばれた時間間隔の後、他の送信試行を予定する。再送信は再衝突にもかかわらず再度試される。しかしながら、繰り返される衝突は、媒体が占有されていることを示すので、送信媒体アクセス管理はバックオフ処理(媒体の負荷を軽減する為に、自発的にそれ自身の再送信を遅らせること)によって媒体負荷を調節することを試みる。これは、ランダムな再送信時間間隔を拡張することによって実施される。ランダムな再送信時間は、成功した送信試行の間隔から選択される。最終的に、媒体が故障又は過負荷という仮定の基に、送信が成功するか、試みが放棄されるのどちらか一方である。

全二重モードにおいて、ステーションは物理層によって生成されたとの衝突検知信号をも無視する。全二重ステーションの送信媒体アクセス管理は、いつも競合無しにそのフレームを送信することができる。そんな訳で、決してジャム又は再予定送信の必要はない。

受信側では、有効なフレームのビットとして、衝突によって生ずるビットが受信され、PLSによって復号化される。衝突の間に受信した断片的なフレームは、MAC 副層の受信アクセス管理コンポーネントによって有効な送信から区別される。

4.1.3 MAC クライアントと物理層の関係

CSMA/CD MAC 副層は、フレームの送信と受信を要求される MAC クライアントにサービスを提供する。これらのサービスへのアクセスは、4.3 に規定される。CSMA/CD MAC 副層は、媒体を獲得する為と物理層に連続的なビットの流れを運ぶ為に最善を尽くす。一定の誤りは、クライアントに報告されるが、誤り回復は MAC により提供はされない。誤り回復は、MAC クライアント又はそれ以上の (副) 層によって提供される。

4.1.4 CSMA/CD アクセス手法の機能的な能力

次の CSMA/CD MAC 副層の機能的な能力の概要は、図4-2に示される様に、標準の能力に対するクイックリファレンスガイドとして示される。

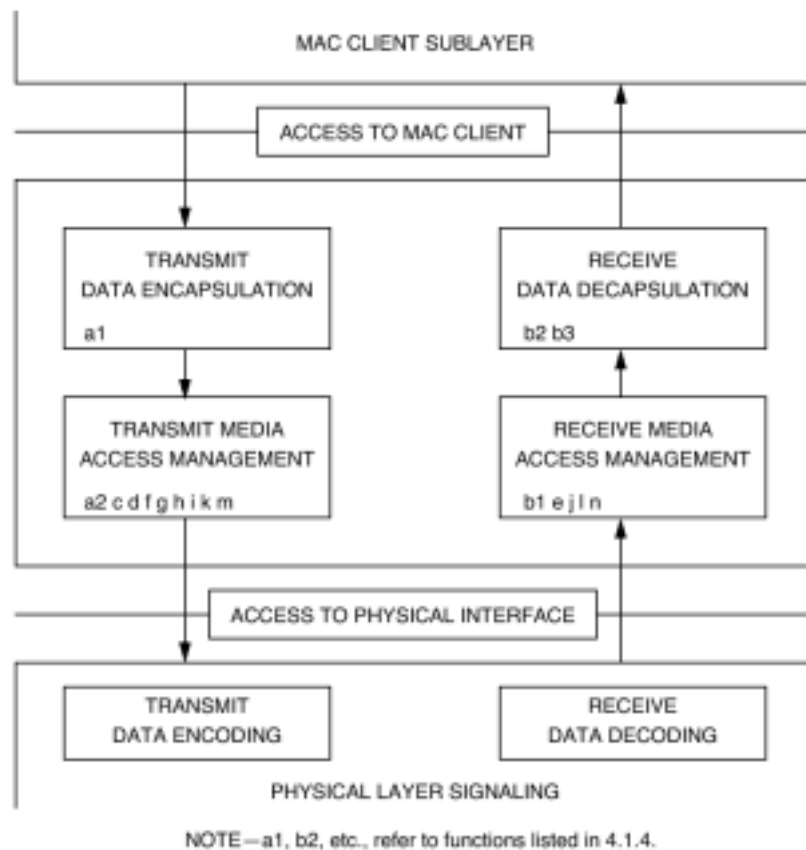


図 4-2 CSMA/CD 媒体アクセス制御機能

- a) フレームの送信
 - 1) MAC クライアントからデータを受け取り、フレームを構成。
 - 2) 媒体上の送信の為に、物理層へ連続的なビット列を提供。
注) クライアント副層から渡されたデータはオクテットの整数倍と仮定。
- b) フレームの受信
 - 1) 物理層から連続的なビット列の受信。
 - 2) ブロードキャストフレーム又はローカルステーションの直接アドレスのどちらか一方であるフレームを MAC クライアント副層へ提供。
 - 3) 受信ステーション宛てでないすべてのフレームの廃棄それともネットワーク管理へ渡す。
- c) 半二重モードにおいて、物理媒体が占有されているのときはいつでも、連続的なビット列の送信は延期。
- d) 出力フレームへの正しい FCS の付加と全オクテット境界の確認。
- e) FCS による送信誤りに対する入力フレームの確認とオクテット境界の確認。
- f) フレーム間ギャップ期間に対するフレームビット列送信の遅延。
- g) 半二重モードにおいて、衝突が検知されたとき、送信は中断。
- h) 半二重モードにおいて、再実行制限到達まで、衝突後の再送信を予定。
- i) 半二重モードにおいて、ジャムメッセージを送ることによって、ネットワークを通して伝達を保証する為に衝突を強制する。
- j) 最小長以下の受信は、廃棄。
- k) プリアンブル、フレーム開始デリミタ、DA、SA、レンジス/タイプフィールド、そして FCS をすべてのフレームに付加。そして、データ長が、最小値以下のフレームに対してはパッドフィールドを挿入する。
 - 1) プリアンブル、フレーム開始デリミタ、DA、SA、レンジス/タイプフィールド、FCS そしてパッドフィールド（必要に応じて）を受信フレームから削除。
- m) 100Mb/s 以上のスピードの半二重モードの場合、長さにおいて slotTime ビット以下ならば、バーストの最初のフレーム(又はそのフレームだけ)に拡張ビットを付加。
- n) 100Mb/s 以上のスピードの半二重モードの場合、受信フレームから拡張ビットを除去。

4.2 CSMA/CD メディアアクセス制御 (MAC) 方式：詳細仕様

4.2.1 概要

この副節では、厳密なアルゴリズム的定義を行うことにより、コンピュータ言語 PASCAL を用いたプログラムによって CSMA/CD MAC プロセスについての手順モデルを提示する。参考資料については、引用規格 [B11] 及び [B34] を参照。CSMA/CD MAC 方式の定義に関して不明確な点がある場合には、4.2.5～4.2.10 に示す PASCAL 手順の仕様を参照。副節 4.2.2～4.2.6 では、以下の副節で用いる正式な用語によって、アクセス機構について述べる。

4.2.2 手順モデルの概要

コンピュータ言語 PASCAL によって書かれたプログラムとしてモデル化された CSMA/CD 方式の機能を以下に示す。この手順モデルは、CSMA/CD MAC 副層を実現するときに提供しなければならない機能の基本仕様とする。しかし、このモデルと実際の実行とは区別することが重要である。このモデルでは、表現の単純化と明確化を目的として最適な形で記述するが、実際に実行する際には、特定の実行技術またはコンピュータ構造に対する効率や適合性に重点を置かなければならない。このため幾つかの手順モデルの特性を考慮しなければならない。

4.2.2.1 手順モデルの基礎ルール

- a) 最初に、コンピュータ言語では、MAC 副層は、MAC 副層の手順をコンピュータで実行されるプログラムとして実行されることを意図して記述されているのではないことを強調しておかなければならない。その実行はハードウェア、ファームウェア、ソフトウェア、またはこれらを適切に組み合わせることから成る。
- b) 同様に、この国際規格の規定に合致しなければならないのは、MAC 副層の内部構造ではなく、あらゆる MAC 副層の実現の行動であるということも強調しておかなければならない。手順モデルの内部の記述は、動作を明確かつ正確に規定するための手段にすぎない。
- c) この手順モデルでは、フレームの処理方法を単純化するために、大部分の MAC 副層がフレームをまとまったエンティティとして処理し、物理層に対するプレゼンテーションに対してのみ直列に処理するように記述している。実際に、多くの実現仕様では、代わりに、ビット、オクテット、あるいはワード単位に連続してフレームを処理する。しかし、この処理方法では機能の記述を複雑化するだけなので、手順モデルには反映していない。
- d) このモデルは、多数の並行プロセスによって実行されるように設計されたアルゴリズムから成っており、これらのアルゴリズムが集まって CSMA/CD の手順が実行される。並行動作を行う上でのタイミング上の問題は、次の 2 つにより解決される。
 - 1) 外部事象に対するプロセス
このアルゴリズムは、外部事象発生間隔と比較して高速に処理を完了できるものとする。すなわち、プロセスは外部事象に対していかなる時でも即座に応答できることを意味する。例えば、フレーム受信では、媒体アクセス手続き (ReceiveFrame) は、常に問題のフレームが到着する前に呼び出されていると仮定される。
 - 2) プロセス間
プロセス間には、お互いの相対的な実行速度についての仮定はない。すなわち、2 つのプロセスの間の相互動作は、それぞれの実行速度とは無関係に正しく動作しなければならない。しかし、プロセス間の相互動作のタイミングは、外部事象のタイミングが間接的に関わってくることもあるため注意が必要である。このような場合にも適切なタイミングを仮定できるものとする。

4.2.2.2 手順モデルの中の PASCAL の使用

モデルについて PASCAL を用いる場合には、次の点に注意しなければならない。

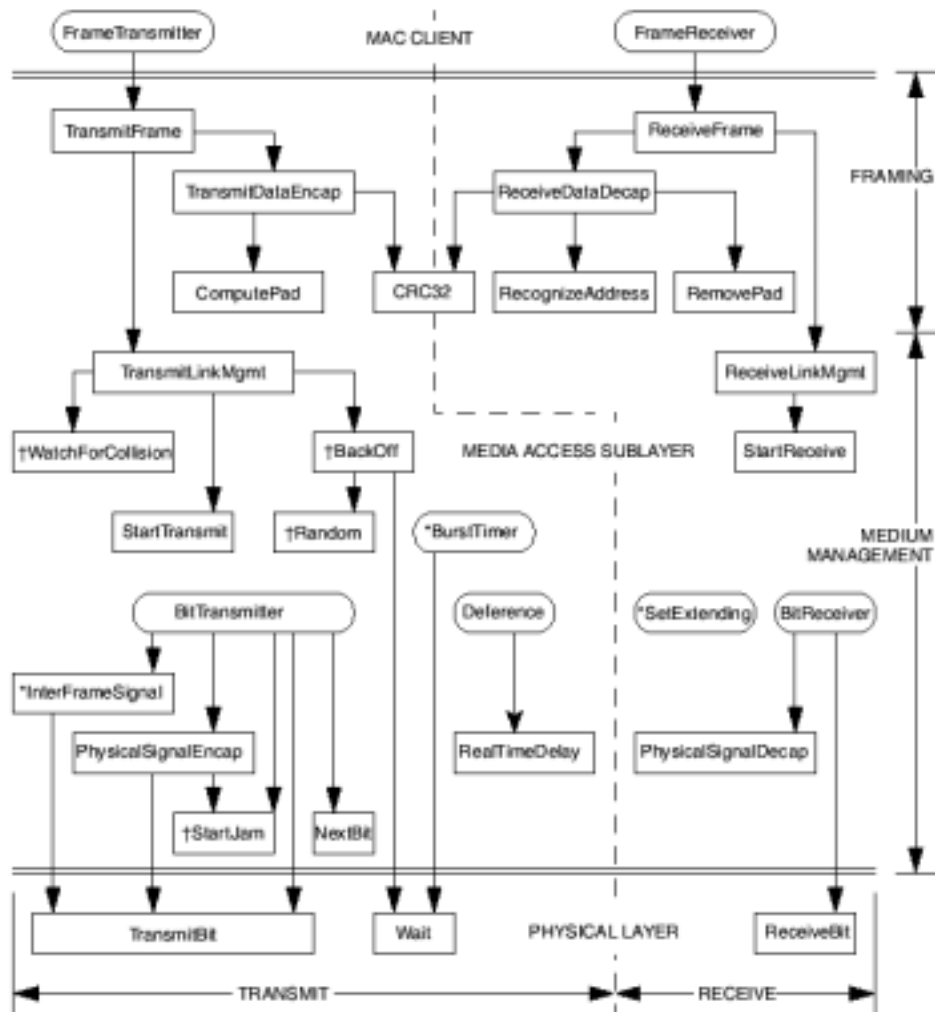
- a) 仕様を単純化するために、言語上の制限に必ずしも従っていない。
 - 1) プログラムの構成要素（例えば変数、手続きなど）は、論理的なグループ分けまたはトップダウンの順序で記述される。PASCAL の順序についての制約は、このように、読みやすくするため必ずしも従っていない。
 - 2) コンカレント PASCAL の“プロセス”及び“サイクル”は、それぞれ独立して並行動作を行うことを示す。ここではプロセスを単純なパラメータなしの手順とし、手順の呼び出しによって実行されるものではなく、特定の時間の開始と共に実行されるものとする。サイクルは、1つのプロセスの本体として、永久に実行を繰り返すものとする。
 - 3) この言語では、配列の境界をなくし、フレームを常に単一の固定長であるかのように取扱っている。実際には、フレーム長はそのデータの長さによって異なるので、フレーム長の値は、所定のフレームでは固定長であっても変化するとみなされる。
 - 4) フレームを表現するために異なるレコードタイプ（フィールド列及びビット列）を使用しているのは、PASCAL リポートの表示ではなく、その意味によっている。そのため、2つの異なったデータ型の表現を行っている。
- b) このモデルでは、プロセス間の同期をとるためにプリミティブを用いずに、すべてのプロセス間の相互動作を共有変数の操作に同期して行うものとする。例えば、1つのプロセスだけがある変数を設定して他の1つのプロセスに知らせることを、実際の実行速度とは無関係に行う。このような方法は、大きな並行処理プログラムを作成するには一般的に適していないが、モデルを単純化する。また、よくある実現技術（マイクロコードやハードウェア状態機器など）に適した方法とよく似ている。

4.2.2.3 手順モデルの構成

ここで使用する手順モデルは、7つの並行プロセスをベースにしている。フレーム送信プロセス及びフレーム受信プロセスは MAC 副層（LLC 副層を含む場合がある）のクライアントによって与えられ、MAC 副層によって与えられるインタフェース動作を利用する。他の5つのプロセスは MAC 副層の中に属するよう定義されている。7つのプロセスは以下のとおりである。

- a) フレーム送信プロセス
- b) フレーム受信プロセス
- c) ビット送信プロセス
- d) ビット受信プロセス
- e) ディフェレンスプロセス
- f) バーストタイマープロセス
- g) セットイクステンディングプロセス

このモデルの構成を図 4-3 に示す。この構成は、MAC 副層のクライアントの指示で、すべてのフレーム通信処理が開始されることと、衝突バックオフ及び個々のビットの転送タイミングが MAC 副層と物理層に依存するビット時間の間に相互動作に基づくことを反映している。



† Not applicable to full duplex operation
 * Applicable only to half duplex operation at > 100 Mb/s

図 4-3 CSMA/CD 手順における関係

図 4-3 は手順モデルの静的構造を示す。ここでは、様々なプロセスや手順の相互作用が示されている。図 4-4 a, 4-4 b, 4-5 a 及び 4-5 b では、モデルの各プロセスについて、実行手順ではなく、実行されるべき手順に注目した送信及び受信間の動作の概要を示す。ここでは、共有状態変数の使い方は示さず以下の節で示す。

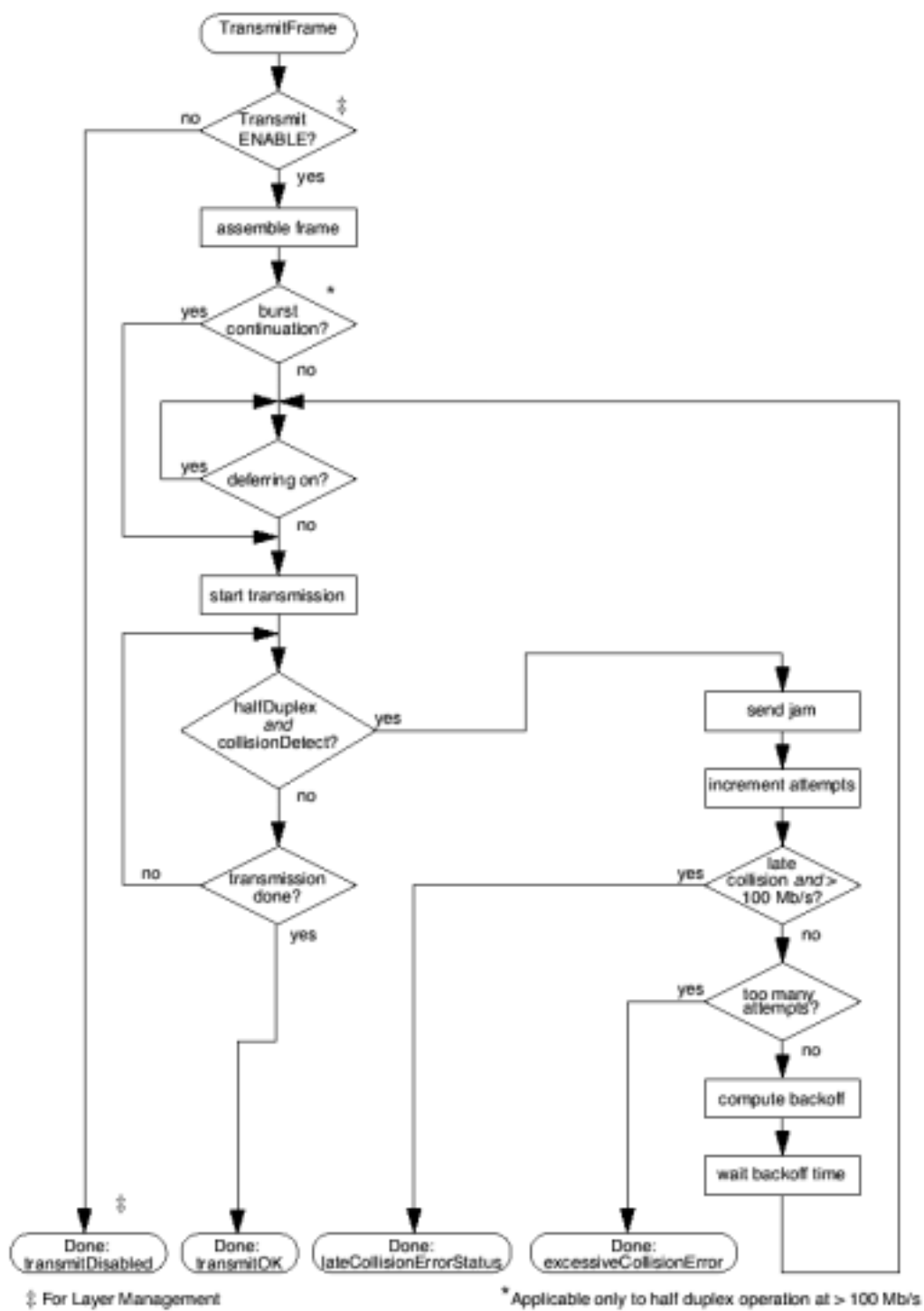


図 4-4 a 制御フロー概要 送信フレーム

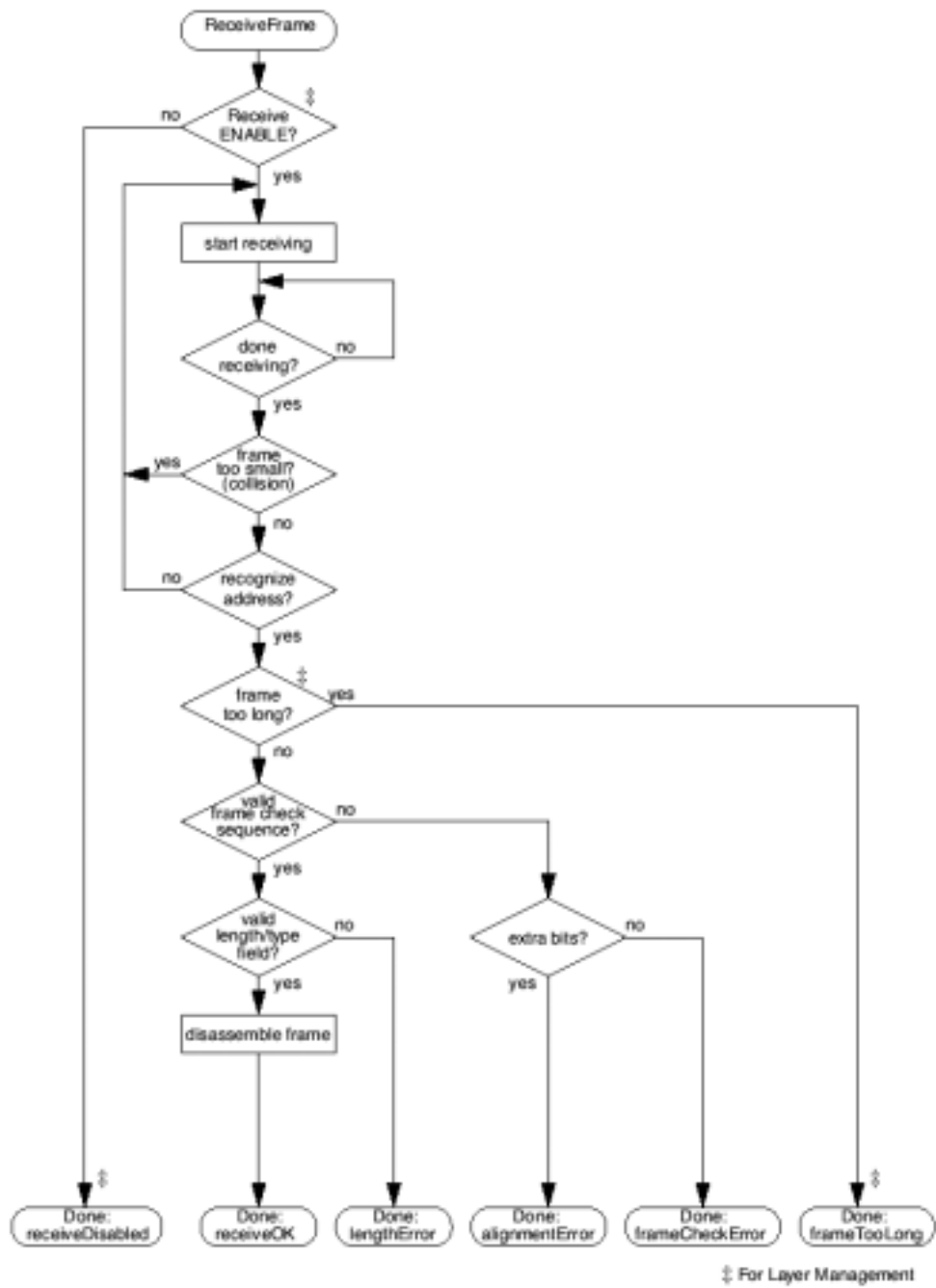


図 4-4 b 制御フロー概要 受信フレーム

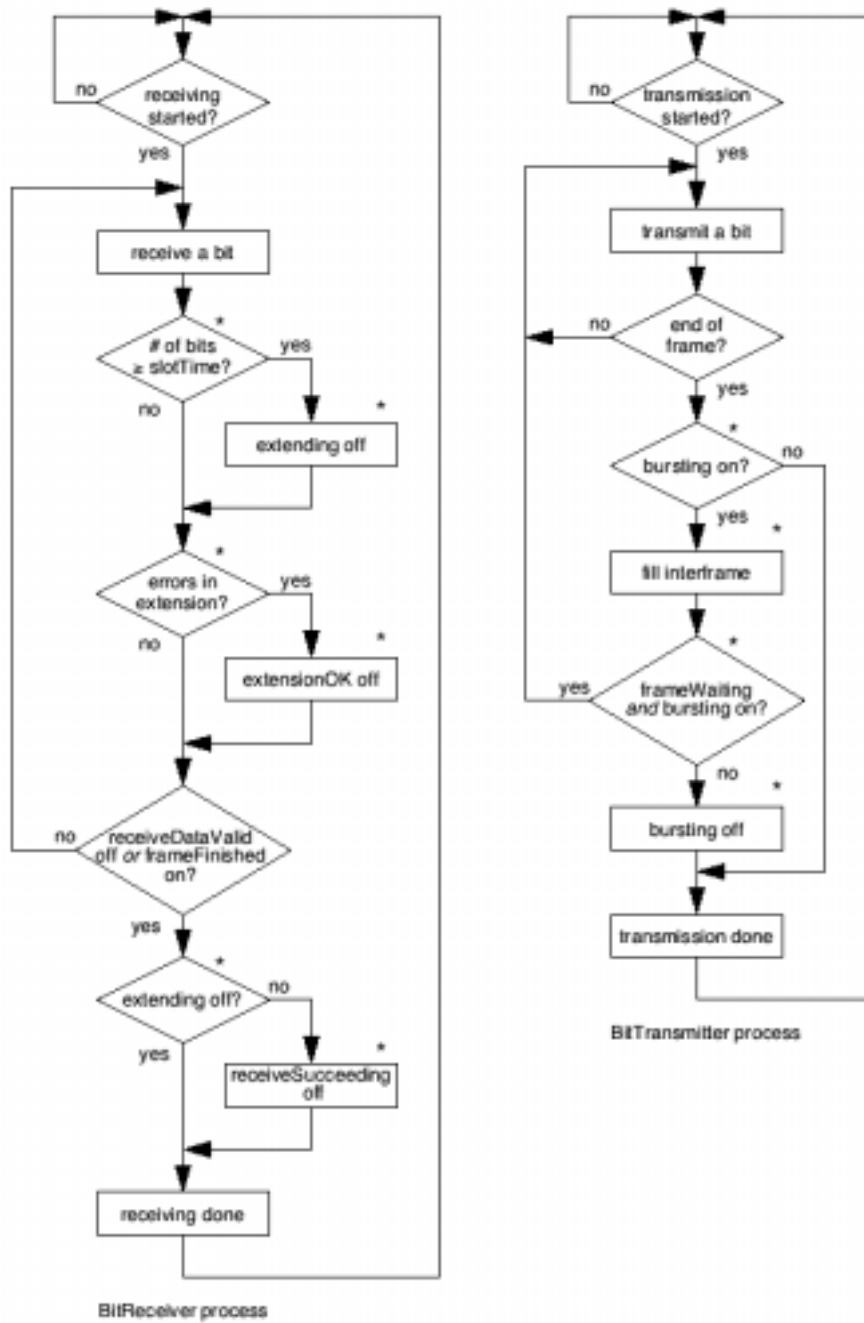
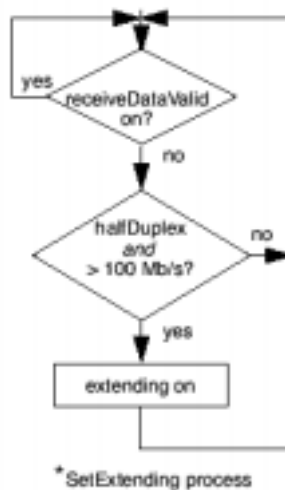
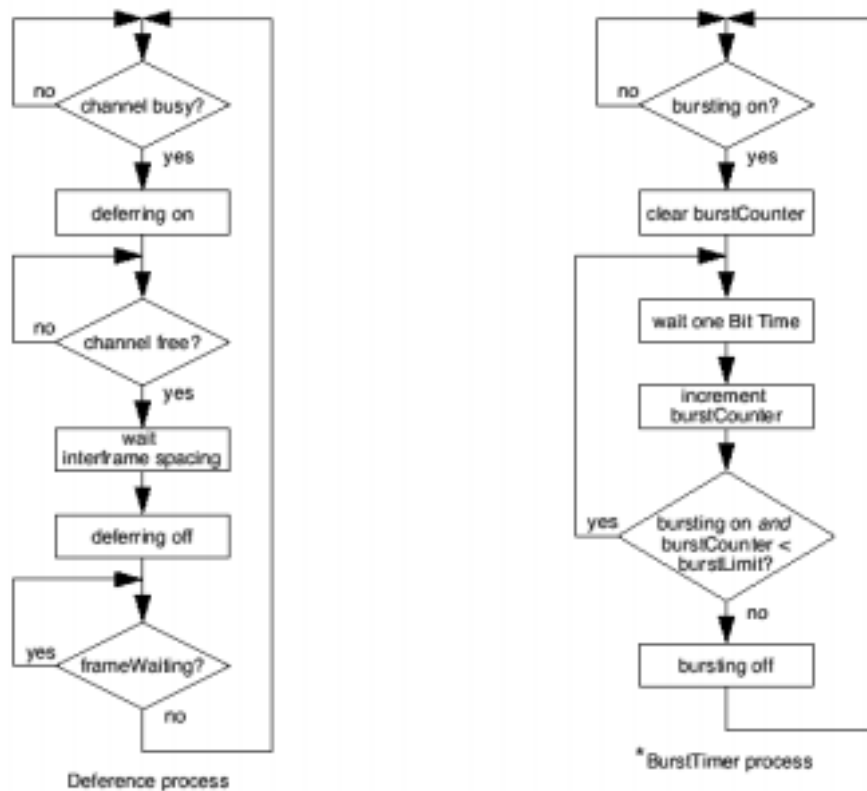


図 4-5 a 制御フロー概要 MAC 副層



*Applicable only to half duplex operation at > 100 Mb/s

図 4-5 b 制御フロー概要 MAC 副層

4.2.2.4 手順モデルに対するレイヤマネジメントの拡張

ネットワークマネジメント機能を組み入れるために、この手順モデルは 1990:ISO/IEC 8802-3 から拡張されている。ネットワークマネジメント機能は、次の 2 通りの方法によって組み入れられている。まず 4.2.7 ~ 4.2.10、4.3.2、図 4-4 a 及び図 4-4 b について変更し、マネジメントサービスを提供するために拡張した。次に、レイヤマネジメント手順を 5.2.4 として追加した。PASCAL 変数は 4 章、5 章に分かれている。4 章の PASCAL についての記述では、左余白の “‡” はマネジメントサービスをサポートするために追加された行を示している。これらの行はレイヤマネジメントが実行される場合のみ必要になる。これらの変更

は 1990:ISO/IEC 8802-3 の MAC-PLS 及び LLC-MAC のインタフェースにおける、MAC 副層の動作の状態に何ら影響を与えない。

4.2.3 フレーム伝送モデル

フレーム伝送はデータカプセル化とメディアアクセス管理から成る。

- a) 送信データカプセル化は出力フレームと FCS 生成のアセンブリを含む。
- b) 送信メディアアクセス管理はキャリアディフェレンス、フレーム間スペーシング、衝突検出及び強制、衝突バックオフ及び再送信、キャリアイクステンション及びフレームパースティンクを含む。

4.2.3.1 送信データカプセル化

4.2.3.1.1 フレームアセンブリ

CSMA/CD MAC フレームのフィールドは次のものを除く送信フレーム動作 (4.3 参照) という論点において、MAC クライアントによって与えられた値に設定される。パディングフィールド、イクステンションフィールド、及び FCS である。パディングフィールドは最小フレームサイズを実行するために必要である。イクステンションフィールドは 100Mb/s より上の速度で動作している半二重モードの中の媒体の最小キャリアイベント期間を実行するために必要である。FCS は MAC 副層によって生成された CRC の値に設定される。

4.2.3.1.2 FCS 生成

3.2.8 で定義される CRC の値は FCS フィールドで生成、挿入され MAC クライアントによって提供されるフィールドに従う。

4.2.3.2 送信メディアアクセス管理

4.2.3.2.1 ディフェレンス

MAC クライアントによってフレームが送信される際、送信は可能な限りすぐに始めらる。しかし下記のディフェレンス状態の規則に適応している。このディフェレンス規則は半二重モードと全二重モードでは異なる。

a) 半二重モード

送信するものが何もない時でも、CSMA/CD MAC 副層は PLS によって与えられるキャリアセンス信号をみることにより、トラフィックに対する物理媒体を監視する。媒体がビジーの時は常に、CSMA/CD MAC はそれ自体のペンディングの送信を遅らせることによって通過中のフレームを延期する。通過中のフレーム (キャリアセンスが真から偽に変化する時) の最後のビットに後、インターフレームスペーシングに対して CSMA/CD MAC は適切な延期を継続する。(4.2.3.2.2 参照) インターフレームスペーシングの最後で、フレームが送信されるのを待っている場合は、キャリアセンスの値とは関係なく送信を開始する。送信が完了した時 (または何も送信しなかった場合はただちに)、CSMA/CD MAC 副層はその固有のキャリアセンスの監視を再び開始する。

注意：媒体が衝突の間に PLS キャリアセンスの指示が簡単に断定されないことがあり得る。ディフェレンスプロセスが簡単にこの指示に基づくフレーム間ギャップを調整する場合、フレームのポテンシャル受信故障の先に、短いフレーム間ギャップを生成することが可能である。インターフレームスペーシングがパート 1 が 1 以外の時、4.2.8 に記述されているように、システムを安定させるために次の任意の測定が推奨される。インターフレームスペーシングのタイミングは送信とキャリアセンスが共に失敗し

てから可能な限りすぐに開始する。キャリアセンスが真の場合、インターフレームスペーシングタイミ
ングインターバルの最初の 2/3 の間にインターフレームスペーシングタイマーをリセットする。媒体に
対する公平なアクセスを確保するために、インターバルの最後の 1/3 の間は、タイマーはリセットして
はならない。インターバルの 2/3 よりも短い最初の期間は 0 を含んでもよい。

b) 全二重モード

全二重モードでは、CSMA/CD MAC は PLS からのキャリアセンス信号に基づいたペンディングの送信を延
期しない。代わりに送信中は適切な MAC 状態を維持するために送信している内部の変数を使用する。送
信フレームの最後のビットの後に（送信が真から偽に変化する時）インターフレームスペーシングのに
対して、MAC は適切な延期を継続する。（4.2.3.2.2 参照）

4.2.3.2.2 フレーム間スペーシング

4.2.3.1.1 に定義されているように、通過しているフレームを延期するための規則は、インターフレームス
ペーシングセカンドの最小のフレーム間スペーシングを保証する。これは他の CSMA/CD 副層と物理媒体に対
してフレーム間回復時間を供給することを意図する。

注意：インターフレームスペーシングはフレーム間スペーシングの最小値である。実行上の理由が必要であ
れば、送信副層は結果としてスループットを低下させるが、大きな値を使用してもよい。この大きな値は実
行パラメーターによって決定される。4.4 参照

4.2.3.2.3 衝突の処理（半二重モードのみ）

一度 CSMA/CD 副層が送信延期を終了し送信を開始しても、媒体上で衝突の発生する可能性が残る。他のすべ
てのステーションの CSMA/CD 副層が送信延期状態に入り、そのステーションだけが媒体を獲得できるまで、
衝突は起こりうる。スロット時間と呼ばれるひとつのパラメーターが衝突処理上の重要事項を決定する。こ
のひとつのパラメータは衝突処理の次の 3 つの重要な事項を決定する。

- a) 送信ステーションの媒体使用時間の上限値
- b) 衝突によって生じたフレーム長の上限値
- c) 再送信の契機を決定する。

この 3 つの機能を満たすために、スロット時間は物理レイヤの往復伝搬時間とメディアアクセスレイヤの最
大ジャム時間の合計よりも大きく設定しなければならない。スロット時間は実行の際のパラメーターによっ
て決定される。4.4 参照

4.2.3.2.4 衝突検知及び強制衝突（半二重モードのみ）

衝突は物理レイヤからの衝突検知信号を監視することによって検知される。フレーム送信中に衝突を検知し
ても、送信を直ちに停止せずに、衝突検知後ジャム長で規定される長さのビットが送信される（衝突が検知
されてからカウントする）まで送信を継続する。この強制衝突またはジャムは、ネットワーク上のすべての
送信ステーションが必ず衝突を検知するための時間を保証する。ジャムの内容は規定されていない。ジャム
の内容は、メディアアクセスの実行に適していれば、どのような固定値または可変値でもよい。ただし、ジャ
ムの送信以前に送信したフレーム部分に対応する 32 ビット CRC 値と意図的に一致させてはならない。

4.2.3.2.5 衝突バックオフ及び再送信（半二重モードのみ）

衝突のために送信動作を中止した場合、CSMA/CD 副層は、送信が成功するか、または最多試行回数

(attemptLimit) に到達し、衝突のために終了させられるまで送信を繰り返す。1 つのフレームに対して送信動作がすべて完了するまで、次のフレームを送信してはならない。再送信の契機はトランケート 2 進指数バックオフと呼ばれる制御されたランダムプロセスによって決定される。強制衝突（ジャム送信）が終了すると、CSMA/CD 副層は、フレーム再送信する前に遅延時間をとる。この遅延時間はスロット時間の整数倍である。n 回目の再送信の前の遅延スロット時間数は、次式の範囲の中で一様に分布するランダム整数 r として選択される。

$$0 \leq r < 2k$$

ただし、

$$k = \min(n, 10)$$

最大送信試行回数の送信試行がすべて失敗した場合、この事象は誤りとして報告される。整数 r を生成するために使用するアルゴリズムは、ある時刻で見て任意の 2 つのステーションで生成される数値の間の相関関係が最小になるように設定されなければならない。

この値は、衝突の後、最も効果的な再送信の時期を規定する。再送信契機の決定手順を実行する場合、ステーションはそれ自体のスループットを低下させる特別に長い遅延を導入してもよい。ただし、決して上記で定義された手順よりも再試行感覚の平均遅延時間を短くしてはならない。

4.2.3.2.6 全二重送信

全二重モードでは物理媒体に対する取り合いは有り得ない。物理レイヤは MAC に対して両方のステーションで同時に送信を指示することが可能である。しかしこれらの送信はお互いに妨げることなく、全二重モードの MAC 動作はそのような物理レイヤの指示と相反することはない。全二重モードのステーションは受信トラフィックを遅らせことはなく、送信メディアアクセスマネージメントの一部としての送信、ジャム、バックオフ及び送信再予定を破棄することもない。ステーションに順番待ちフレームがある時は直ちに送信を開始し、他の副層や物理媒体に対して復旧を許可するのに必要となる、フレーム間スペーシングのみに従う。

4.2.3.2.7 フレームバースティング (半二重モードのみ)

100Mb/s より上の動作速度において、実行は送信媒体の制御を放棄しないフレームの連続を任意に送信することができる。この動作モードはバーストモードと呼ばれる。一度フレームを正常に送信すると、送信ステーションは媒体を取り合うことなしに他のフレームの送信を始める。なぜなら媒体がフレームの間で、アイドル状態をとることは許されないため、ネットワーク上の他のすべてのステーションはその送信を延期し続けるからである。送信ステーションはフレーム間スペーシングを拡張ビットで満たし、それは受信ステーションにおいてデータビットからたやすく識別され、受信ステーションでのキャリア検知を維持する。送信ステーションはバーストリミットと呼ばれる規定された限界までフレーム送信を開始することを許され、到着する。バーストリミットの値は 4.4.2.4 に規定されている。図 4-1 はフレームバースティング付の送信の例を表している。必要であればバーストの最初のフレームは 4.2.3.4 の記述のように拡張される。バーストの次のフレームは拡張する必要はない。正確に設計された、または誤りのないネットワークの中では、最初のバーストフレーム（拡張を含む）が送信された後、バーストの間はどんな時も衝突は起こり得ない。それゆえ MAC は最初のバーストフレームの後に起こる、または最初のバーストフレームの中で、スロット時間が到着した後に起こるどんな衝突も遅れた衝突として扱う。

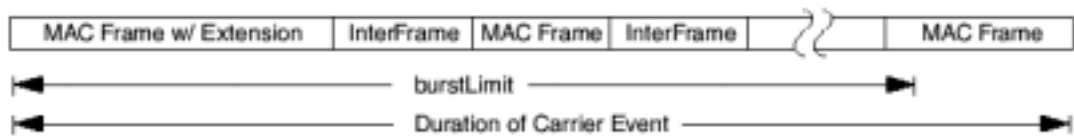


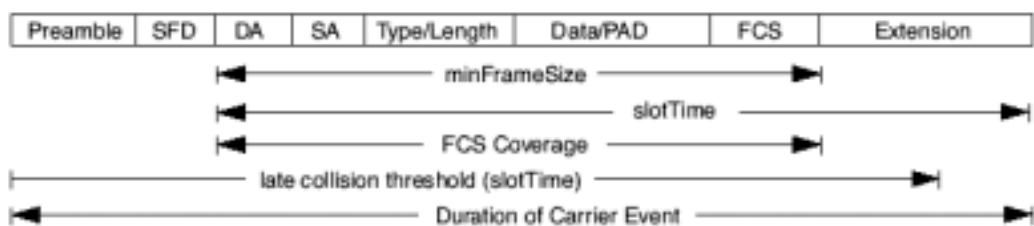
図 4-1 フレームバースティング

4.2.3.3 最小フレーム長

CSMA/CD メディアアクセスメカニズムでは、送信フレームは、発信時に minFrameSize ビットの最小フレーム長で規定するフレーム長以上でなければならない。フレームサイズが minFrameSize より短い場合は、CSMA/CD MAC 副層は、オクテットの整数倍の余分なビット（パッド）を、MAC クライアントデータフィールドの後に、FCS の計算および付加に先だって、付加しなければならない。付加するパッドの長さは、あて先アドレス部（DA フィールド）から FCS フィールドまでのフレーム長が少なくとも最小フレーム長になるようにしなければならない。パッドの中身は規定されていない。

4.2.3.4 キャリアイクステンション（半二重モードのみ）

100Mb/s より上の動作速度において、低い速度で使用されるスロット時間は物理的拡張が要求されるネットワークポロジに適應するには不十分である。キャリアイクステンションはスロット時間が要求されるトポロジに対して十分な値まで増加する方法を提供し、minFrameSize パラメーターが増加しないことは有害な結果をもたらすだろう。イクステンションビットと呼ばれるデータのないビットは、送信結果が少なくとも期間中にひとつのスロット時間になる長さより小さいフレームに付加される。キャリアイクステンションは、ブロックエンコーディング/デコーディング設計を使用するほとんどの場合の物理レイヤのような、基盤にある物理レイヤがデータ符号からたやすく識別される符号を送受信する能力がある場合のみ実行される。MAC はイクステンションビットを送信している間、媒体上の衝突を監視し続け、しきい値（スロット時



間) の後に起こるすべての衝突を遅れた衝突として扱う。

図 4-2 キャリアイクステンション付のフレーム

4.2.4 フレーム受信モデル

CSMA/CD MAC 副層のフレーム受信機能は、次のデータデカプセル化及びメディアアクセス管理機能から成る。

- a) 受信データデカプセル化は、アドレスの識別、FCS の検査、及び受信フレームのフィールドを MAC クライアントへ通過させるためのフレーム分解から成る。
- b) 受信メディアアクセス管理は入力フレームからの衝突断片の認識及びオクテット境界へのフレームの廃棄から成る。

4.2.4.1 受信データデカプセル化

4.2.4.1.1 アドレスの識別

CSMA/CD MAC 副層は、次の個別アドレス及びグループアドレスを識別する。

- a) 個別アドレス。CSMA/CD MAC 副層は、あて先アドレス部 (DA フィールド) にそれ自体のステーションの個別アドレスを持つフレームも識別し、受け取る。
- b) グループアドレス。CSMA/CD MAC 副層は、あて先アドレス部 (DA フィールド) にブロードキャストアドレスを持つフレームも識別し、受け取る。

CSMA/CD MAC 副層は、上位レイヤの指定に従い、グループアドレスを有効または無効にする機能を持つ。CSMA/CD MAC 副層はあて先アドレス部 (DA フィールド) に有効なグループアドレスを持つフレームすべてを認識し、受け取る。有効なグループアドレスは無効にすることができる。

4.2.4.1.2 FCS の検査

FCS の検査は本質的に FCS の生成と同一である。入力フレームのビット列 (FCS フィールドそれ自体を除く) によって生成した CRC 値と受信した値が一致しない場合、誤りとしてそのフレームを無効とする。

4.2.4.1.3 フレームの分解

プリアンブルシーケンスの最後にフレーム開始デリミタを認識した後、CSMA/CD MAC 副層はフレームを受け入れる。誤りがない場合、フレームを分解し、フィールドは受信フレーム動作の出力パラメーターを用いて MAC クライアントに渡される。

4.2.4.2 受信メディアアクセスマネージメント

4.2.4.2.1 フレーミング

CSMA/CD 副層は入力フレームの境界を物理レイヤによって与えられる receiveDataValid 信号をモニタすることにより認識する。2 つの長さの誤りが起こり得る。それは不都合なフレームデータ：フレーム長が長すぎる、またはその長さがオクテットの整数倍になっていないことを示す。

a) 最大フレーム長誤り

受信 CSMA/CD 副層はフレーム長の限界を守ることを義務付けられてはいないが、maxUntaggedFrameSize オクテットより長いフレームを受信した場合、これを切り捨て、このイベントを誤りとして報告してもよい。タグ付の MAC フレーム (3.5 参照) をサポートする受信 CSMA/CD 副層は同様に長さがオクテット (maxUntaggedFrameSize+qTagPrefixSize) より長いフレームを切り捨て、このイベントを誤りとして報告する。

b) オクテットの整数倍のフレーム長誤り

有効なフレームの形式はオクテットの整数倍なので、8 ビットの整数倍でない長さのフレームは衝突または誤りのみによって生じる。完全なフレーム (すなわち、衝突の結果生じた断片として捨てられなかったフレーム 4.2.4.2.2 参照) で、その長さが整数倍でないものは、フレームの最終のオクテット境界で切り、それ以降は捨てる。この場合、FCS の検査で誤りを検知したら、ステータスコード alignmentError が報告される。

100Mb/s より上の速度において半二重モード動作中にフレームバーストを受信した時、バースト中の個々のフレームはインターフレームフィル符号のシーケンスによって範囲を定められ、それらは拡張ビットとして受信 MAC 副層まで運ばれる。4.2.4.2.2 に記述されているように、与えられたフレームに対して一度衝突フィ

ルタリング要求が満たされると、拡張ビットを受信したことはフレームのすべてのデータビットを受信したことを示すものとして使用することが出来る。

4.2.4.2.2 衝突フィルタリング

衝突のない場合、半二重モードの最小有効伝送は少なくとも1スロット時間でなければならない。フレームバースト中で、バーストの最初のフレームは受信部で容認されるために、少なくともスロット時間ビットの長さでなければならない。一方でバースト中のその次のフレームは少なくとも minFrameSize の長さでなければならない。それより小さいものは衝突による断片と想定され、受信部で破棄される。半二重モードにおいて、時々発生する衝突はメディアアクセスマネジメント過程の正常な動作の一部であり、断片の破棄は MAC に対し、誤りとして報告しない。

全二重モードの最小有効伝送は少なくとも minFrameSize でなければならない。全二重モードの MAC では衝突は発生しないが、それでもやはり全二重モードの MAC は minFrameSize ビットより小さい受信フレームを破棄する。フレームの破棄は MAC に対し、誤りとして報告しない。

4.2.5 プリアンブル生成

実際の LAN では、物理レイヤの機能のほとんどは、有効な入力信号が現れた後、数ビット時間後までに、有効な出力を出さなければならない。このため、プリアンブルをデータの開始前に送信し、PLS を安定状態にしておかなければならない。新しいフレームの最初のビットを送信するための TransmitLinkMgmt による要求に基づいて、PhysicalSignalEncap は最初に、物理媒体の安定化と同期化のためのビットシーケンスとしてプリアンブルを送信し、続いてフレーム開始デリミタを送信する。プリアンブルまたはフレーム開始デリミタを送信している間、もし衝突検知変数が真になっても、残りのプリアンブルまたはフレーム開始デリミタの送信を継続する。プリアンブルのパターンは

```
10101010 10101010 10101010 10101010 10101010 10101010 10101010
```

である。このビットは左から右に順番に送信する。このパターンは、マンチェスター符号によって、ビット同期を可能にする周期的な波形を媒体上に示す。プリアンブルは最後が”0”で終わる。

4.2.6 フレーム開始シーケンス

receiveDataValid 信号は MAC に対して、フレーム受信プロセスを開始すべきであることを指示する。receiveDataValid の後の 10101011 シーケンスを受信すると、PhysicalSignalDecap は、ReceiveLinkMgmt に続くビットを MAC クライアントへ渡す。

4.2.7 大域的宣言

この節ではCSMA/CD MAC副層の仕様について規定する。これは、この媒体アクセス方法を実装するシステムにおいて利用される、一般的な特徴及び、パラメータの仕様である。4.4節に媒体アクセスメカニズムの推奨される実行パラメータを示す。

4.2.7.1 共通の定数及び型

次に示す定数、型、変数は、各々のCSMA/CD副層のフレーム送信及び、フレーム受信セクションで共通に使用される。:

const

```
addressSize = ... ; {48 bits in compliance with 3.2.3}
lengthOrTypeSize = 16; {in bits}
clientDataSize = ... ; {in bits, MAC client Data, see 4.2.2.2, (1)(c)}
padSize = ... ; {in bits, = max (0, minFrameSize - (2 x addressSize + lengthOrTypeSize + clientDataSize
+ crcSize))}
dataSize = ... ; {in bits, = clientDataSize + padSize}
crcSize = 32; {32 bit CRC = 4 octets}
frameSize = ... ; {in bits, = 2 x addressSize + lengthOrTypeSize + dataSize + crcSize, see 4.2.2.2,
(1)}
minFrameSize = ... ; {in bits, implementation-dependent, see 4.4}
maxUntaggedFrameSize = ... ; {in octets, implementation-dependent, see 4.4}
qTagPrefixSize = 4; {in octets, length of QTag Prefix, see 3.5}
extend = ... ; {Boolean, true if (slotTime - minFrameSize) > 0, false otherwise}
extensionBit = ... ; {a nondata value which is used for carrier extension and interframe during bursts}
extensionErrorBit = ... ; {a nondata value which is used to jam during carrier extension}
minTypeValue = 1536; {minimum value of the Length/Type field for Type interpretation}
maxValidFrame = maxUntaggedFrameSize - (2 x addressSize + lengthOrTypeSize + crcSize) / 8;
{in octets, the maximum length of the MAC client data field. This constant is defined for editorial
convenience, as a function of other constants}
slotTime = ... ; {unit of time for collision handling, implementation-dependent, see 4.4}
preambleSize = ... ; {56 bits, see 4.2.5}
sfdSize = 8; {8 bit start frame delimiter}
headerSize = ... ; {64 bits, sum of preambleSize and sfdSize}
```

type

Bit = 0..1;

PhysicalBit = 0,1, extensionBit, extensionErrorBit; {bits transmitted to the Physical Layer can be either 0, 1, extensionBit or extensionErrorBit. Bits received from the Physical Layer can be either 0, 1 or extensionBit.}

AddressValue = *array* [1..addressSize] of Bit;

LengthOrTypeValue = *array* [1..lengthOrTypeSize] of Bit;

DataValue = *array* [1..dataSize] of Bit;

CRCValue = *array* [1..crcSize] of Bit;

```

PreambleValue = array [1..preambleSize] of Bit;
SfdValue = array [1..sfdSize] of Bit;
ViewPoint = (fields, bits); {Two ways to view the contents of a frame}
HeaderViewPoint = (headerFields, headerBits);
Frame = record {Format of Media Access frame}
  case view: ViewPoint of
  fields: (
  destinationField: AddressValue;
  sourceField: AddressValue;
  lengthOrTypeField: LengthOrTypeValue;
  dataField: DataValue;
  FCSField: CRCValue);
  bits: (contents: array [1..frameSize] of Bit)
  end; {Frame}

Header = record {Format of preamble and start frame delimiter}
  case headerView : HeaderViewPoint of
  headerFields : (
  preamble : PreambleValue;
  sfd : SfdValue);
  headerBits : (
  headerContents : array [1..headerSize] of Bit)
  end; {defines header for MAC frame}

var
halfDuplex: Boolean; {Indicates the desired mode. halfDuplex is a static variable; its value does
not change between invocations of the Initialize procedure}

```

4.2.7.2 送信状態変数

以下の項目は送信フレームに特有のものとする。（4.4 参照）

```

const
interFrameSpacing = ... ; {minimum time between frames. Equal to interFrameGap, see 4.4}
interFrameSpacingPart1 = ... ; {duration of first portion of interFrameSpacing. In range 0
up to 2/3 interFrameSpacing}
interFrameSpacingPart2 = ... ; {duration of remainder of interFrameSpacing. Equal to
interFrameSpacing -interFrameSpacingPart1}
interFrameSize = ... ; {in bits, length of interframe fill during a burst. Equal to
interFrameGapdivided by the bit period}
attemptLimit = ... ; {Max number of times to attempt transmission}
backOffLimit = ... ; {Limit on number of times to back off}
burstLimit= ... ; {in bits: Limit for initiation of frame transmission in Burst Mode,
implementation dependent, see 4.4}

```

```

jamSize = ... ; {in bits: the value depends upon medium and collision detect implementation}

var
outgoingFrame: Frame; {The frame to be transmitted}
outgoingHeader: Header;
currentTransmitBit, lastTransmitBit: 1..frameSize;
{Positions of current and last outgoing bits in outgoingFrame}
lastHeaderBit: 1..headerSize;
deferring: Boolean; {Implies any pending transmission must wait for the medium to clear}
frameWaiting: Boolean; {Indicates that outgoingFrame is deferring}
attempts: 0..attemptLimit; {Number of transmission attempts on outgoingFrame}
newCollision: Boolean; {Indicates that a collision has occurred but has not yet been jammed}
transmitSucceeding: Boolean; {Running indicator of whether transmission is succeeding}
wasTransmitting: Boolean; {Indicates transmission in progress or just completed}
burstMode: Boolean; {Indicates the desired mode of operation, and enables the transmission of multiple
frames in a single carrier event. burstMode is a static variable: its value does not change between
invocations of the Initialize procedure.}
bursting: Boolean; {In burstMode, the given station has acquired the medium and the burst timer has
not yet expired}
burstStart: Boolean; {In burstMode, indicates that the first frame transmission is in progress}
extendError: Boolean; {Indicates a collision occurred while sending extension bits}

```

4.2.7.3 受信状態変数

以下の項目は、フレーム受信に特有のものとする。(4.4.参照)

```

var
incomingFrame: Frame; {The frame being received}
receiving: Boolean; {Indicates that a frame reception is in progress}
excessBits: 0..7; {Count of excess trailing bits beyond octet boundary}
receiveSucceeding: Boolean; {Running indicator of whether reception is succeeding}
validLength: Boolean; {Indicator of whether received frame has a length error}
exceedsMaxLength: Boolean; {Indicator of whether received frame has a length longer than the maximum
permitted length}
extending: Boolean; {Indicates whether the current frame is subject to carrier extension}
extensionOK: Boolean; {Indicates whether any bit errors were found in the extension part of a
frame, which is not checked by the CRC}

```

4.2.7.4 層間インタフェースの概要

a) 4.3.2で定義するMACクライアントのインタフェースの概要を以下に示す:

type

```

‡ TransmitStatus = (transmitDisabled, transmitOK, excessiveCollisionError,

```

```

lateCollisionErrorStatus);
{Result of TransmitFrame operation, reporting of lateCollisionErrorStatus is
optional for MACs operating at speeds at or below 100 Mb/s}
‡ ReceiveStatus = (receiveDisabled, receiveOK, frameTooLong, frameCheckError, lengthError,
alignmentError); {Result of ReceiveFrame operation}
function TransmitFrame (
destinationParam: AddressValue;
sourceParam: AddressValue;
lengthOrTypeParam: LengthOrTypeValue;
dataParam: DataValue): TransmitStatus; {Transmits one frame}
function ReceiveFrame (
var destinationParam: AddressValue;
var sourceParam: AddressValue;
var lengthOrTypeParam: LengthOrTypeValue;
var dataParam: DataValue): ReceiveStatus; {Receives one frame}

```

b) 4.3.3で定義する物理層のインタフェースの概要を以下に示す。:

```

var
receiveDataValid: Boolean; {Indicates incoming bits}
carrierSense: Boolean; {In half duplex mode, indicates that transmissions should defer}
transmitting: Boolean; {Indicates outgoing bits}
collisionDetect: Boolean; {Indicates medium contention}
procedure TransmitBit (bitParam: PhysicalBit); {Transmits one bit}
function ReceiveBit: PhysicalBit; {Receives one bit}
procedure Wait (bitTimes: integer); {Waits for indicated number of bit-times}

```

4.2.7.5 状態変数の初期化

MAC副層が動作を開始する時には、何らかのプロセスが実行される前に、初期化手続きが行われなくてはならない。初期化では状態変数を初期値に設定する。

(全てのグローバル変数は、それぞれ使用する前に適切に再初期化する。)初期化で媒体がアイドル状態になった時に、種々のプロセスを開始する。

補足—初期化プロセスの完了から最初のパケット送信の開始までに、少なくともinterFrameGapの時間を保証することに注意すべき。

レイヤマネジメントが実装されるならば、初期化手続きはinitializeMAC動作の結果としてのみ呼び出される。

```

procedure Initialize;
begin
frameWaiting := false;
deferring := false;

```

```

newCollision := false;
transmitting := false; {In interface to Physical Layer; see below}
receiving := false;
halfDuplex := ...; {true for half duplex operation, false for full duplex operation. halfDuplex is
a
static variable; its value does not change between invocations of the Initialize
procedure}
bursting := false;
burstMode := ...; { true for half duplex operation at speeds above 100 Mb/s when multiple frames'
transmission in a single carrier event is desired, false otherwise. BurstMode is a static variable;
its value does not change between invocations of the Initialize procedure.}
extending := extend and halfDuplex;
while carrierSense or receiveDataValid do nothing
{Start execution of all processes}
end; {Initialize}

```

4.2.8 フレーム送信

この節ではMAC副層のフレーム送信のアルゴリズムを定義する。TransmitFrame機能は、MACクライアントからの送信要求に基づいてフレーム送信動作を実行する。:

```

function TransmitFrame (
destinationParam: AddressValue;
sourceParam: AddressValue;
lengthOrTypeParam: LengthOrTypeValue;
dataParam: DataValue): TransmitStatus;
procedure TransmitDataEncap; ... {nested procedure; see body below}
begin
if transmitEnabled then
begin
TransmitDataEncap;
TransmitFrame := TransmitLinkMgmt
end
else TransmitFrame := transmitDisabled
end; {TransmitFrame}

```

送信が可能ならば、TransmitFrameがTransmitDataEncapを呼び出してフレームを組み立てる。次に、TransmitLinkMgmtが呼び出され送信を実行する。戻されたTransmitStatusは、送信試行の成功/失敗を示す。

TransmitDataEncapはフレームを組み立て、FCSフィールドに32-bitCRCを設定する。:

```

procedure TransmitDataEncap;
begin

```

```

with outgoingFrame do
begin {assemble frame}
view := fields;
destinationField := destinationParam;
sourceField := sourceParam;
lengthOrTypeField := lengthOrTypeParam;
dataField := ComputePad (dataParam);
FCSField := CRC32(outgoingFrame);
view := bits
end {assemble frame}
with outgoingHeader do
begin
headerView := headerFields;
preamble := ...; {* '1010...10,' LSB to MSB*}
sfd := ...; {* '10101011,' LSB to MSB*}
headerView := headerBits
end
end; {TransmitDataEncap}

```

ComputePad はMACクライアントデータが最小フレームサイズとなる様、任意のビットを加える。

```

function ComputePad(
var dataParam: DataValue): DataValue;
begin
ComputePad := {Append an array of size padSize of arbitrary bits to the MAC client dataField}
end; {ComputePadParam}

```

TransmitLinkMgmtがフレーム送信を試みる。半二重モード時は、最初に通過トラフィックを待つ。半二重モードで衝突が発生した時は、送信を終了し、適切なバックオフ時間の後に再送が行われる。:

```

function TransmitLinkMgmt: TransmitStatus;
begin
attempts := 0;
transmitSucceeding := false;
lateCollisionCount := 0;
deferred := false; {initialize}
excessDefer := false;
while (attempts < attemptLimit) and (not transmitSucceeding)
and (not extend or lateCollisionCount = 0) do
{no retransmission after late collision if operating at > 100 Mb/s}
begin {loop}
if bursting then {this is a burst continuation}

```

```

frameWaiting := true {start transmission without checking deference}
else {non bursting case, or first frame of a burst}
begin
if attempts>0 then BackOff;
if halfDuplex then frameWaiting := true;
while deferring do {defer to passing frame, if any15}
begin
nothing;
‡ if halfDuplex then deferred := true
end;
burstStart := true;
if burstMode then bursting := true
end;
lateCollisionError := false;
StartTransmit;
if halfDuplex then
begin
frameWaiting := false;
while transmitting do WatchForCollision;
if lateCollisionError then
lateCollisionCount := lateCollisionCount + 1;
attempts := attempts + 1
end {half duplex mode}
else while transmitting do nothing {full duplex mode}
end; {loop}
LayerMgmtTransmitCounters; {update transmit and transmit error counters in 5.2.4.2}
if transmitSucceeding then
begin
if burstMode then burstStart := false; {Can' t be the first frame anymore}
TransmitLinkMgmt := transmitOK
end
else if (extend and lateCollisionCount > 0) then
TransmitLinkMgmt := lateCollisionErrorStatus;
else TransmitLinkMgmt := excessiveCollisionError
end; {TransmitLinkMgmt}

```

フレーム送信が初期化されるたびに、StartTransmitが呼び出され、ビット送信を開始するためのBitTransmitterプロセスに通知をする。:

```

procedure StartTransmit;
begin
currentTransmitBit := 1;

```

```

lastTransmitBit := frameSize;
transmitSucceeding := true;
transmitting := true;
lastHeaderBit := headerSize
end; {StartTransmit}

```

半二重モードの場合、TransmitLinkMgmtはWatchForCollisionを繰り返し呼び出すことにより媒体の競合をモニターしており、一回フレーム送信は初期化される：

```

procedure WatchForCollision;
begin
  if transmitSucceeding and collisionDetect then
    begin
      if currentTransmitBit > (slotTime - headerSize) then
        lateCollisionError := true;
        newCollision := true;
        transmitSucceeding := false;
        if burstMode then
          begin
            bursting := false;
            if not burstStart then
              lateCollisionError := true {Every collision is late, unless it hits the first frame in a burst}
            end
          end
        end; {WatchForCollision}

```

衝突を検出すると、WatchForCollisionは、直ちにBitTransmitterプロセスによるジャミングを保証するために、newCollisionの値を更新する。遅延された衝突なのか確認する為に、現在のトランスミットビット値が確認される。パケットのslot時間ビットの衝突ウィンドウより遅く衝突が発生した場合は、遅延された衝突の証拠とみなす。衝突の受信ポイントはネットワーク媒体の伝搬時間によって、また、遅延時間はステーションによって、それぞれ決定される。また、これらは実現方法に依存している。(4.1.2.2 参照) 100Mb/s 又はそれ以下のスピードで稼働している間は、オプションとして、遅延された衝突が検出された後に再送信を終了することを任意に決定することができる。100Mb/sを越えるスピードで稼働している間は、遅延された衝突が検出された後には再送信を終了しなくてはならない。

ジャム信号の送信完了の後に、TransmitLinkMgmtがさらに試行を繰り返すべきであると決定した場合、BackOffが呼び出され、フレーム再送信のスケジューリングが行われる。

```

function Random (low, high: integer): integer;
begin
  Random := ... {uniformly distributed random integer r such that low ≤ r < high}
end; {Random}

```


BackOff は、限定された2のべき乗の範囲から選択する計算を行って、その計算値にスロット時間を乗じた値の時間だけ送信を見合わせる。

```
var maxBackOff: 2..1024; {Working variable of BackOff}
procedure BackOff;
begin
  if attempts = 1 then maxBackOff := 2
  else if attempts ≤ backOffLimit then maxBackOff := maxBackOff x 2;
  Wait(slotTime ≤ Random(0, maxBackOff))
end; {BackOff}
```

BurstTimer はバースト変数が真でなければ何も行わない。バーストが真の時に、BurstTimer はburstLimitの限界までburstCounterを増加させる。すると、BurstTimerは値を偽に設定する。

```
process BurstTimer;
var burstCounter: integer;
begin
  cycle
  while not bursting do nothing; {wait for a burst}
  burstCounter := 0;
  while bursting and (burstCounter < burstLimit) do
  begin
    Wait (1);
    burstCounter := burstCounter +1
  end;
  bursting := false
end {burstMode cycle}
end; {BurstTimer}
```

Deferenceプロセスは非同期に動作し、適切な遅延変数値を連続的に計算する。半二重のバーストモードの場合は、全部のバーストが通過するまで遅らせる。

```
process Deference;
begin
  if halfDuplex then cycle{half duplex loop}
  while not carrierSense do nothing; {watch for carrier to appear}
  deferring := true; {delay start of new transmissions}
  wasTransmitting:=transmitting;
  while carrierSense or transmitting do
  wasTransmitting: = wasTransmitting or transmitting;
  if wasTransmitting then
  begin
```

```

StartRealTimeDelay; {time out first part interframe gap}
while RealTimeDelay(interFrameSpacingPart1) do nothing
end
else
begin
StartRealTimeDelay;
repeat
while carrierSense do StartRealTimeDelay
until not RealTimeDelay(interFrameSpacingPart1)
end;
StartRealTimeDelay; {time out second part interframe gap}
while RealTimeDelay(interFrameSpacingPart2) do nothing;
deferring := false; {allow new transmissions to proceed}
while frameWaiting do nothing {allow waiting transmission if any}
end {half duplex loop}
else cycle {full duplex loop}
while not transmitting do nothing; {wait for the start of a transmission}
deferring := true; {inhibit future transmissions}
while transmitting do nothing; {wait for the end of the current transmission}
StartRealTimeDelay; {time out an interframe gap}
while RealTimeDelay(interFrameSpacing) do nothing;
deferring := false {don' t inhibit transmission}
end {full duplex loop}
end; {Deference}

```

```

procedure StartRealTimeDelay

```

```

begin

```

```

{reset the realtime timer and start it timing}

```

```

end; {StartRealTimeDelay}

```

```

function RealTimeDelay (• sec:real): Boolean;

```

```

begin

```

```

{return the value true if the specified number of microseconds have
not elapsed since the most recent invocation of StartRealTimeDelay,
otherwise return the value false}

```

```

end; {RealTimeDelay}

```

BitTransmitterプロセスは非同期に動作し、物理層のTransmitBit操作により決められた速度でビットを送信する。

```

process BitTransmitter;

```

```

begin

```

```

cycle {outer loop}

```

```

if transmitting then
begin {inner loop}
extendError := false;
PhysicalSignalEncap; {Send preamble and start of frame delimiter}
while transmitting do
begin
if (currentTransmitBit > lastTransmitBit) then TransmitBit(extensionBit)
else
if extendError then
TransmitBit(extensionErrorBit) {jam in extension}
else
TransmitBit(outgoingFrame[currentTransmitBit]); {send next bit to Physical Layer}
if newCollision then StartJam else NextBit
end;
if bursting then
begin
InterFrameSignal;
if extendError then
if transmitting then transmitting := false {TransmitFrame may have been called during
InterFrameSignal}
else
IncLargeCounter(lateCollision); {count late collisions which were missed by TransmitLinkMgmt}
bursting := bursting and (frameWaiting or transmitting)
end
end {inner loop}
end {outer loop}
end; {BitTransmitter}

```

物理層へのビット送信は4つの値を取ることが出来る：data zero (0), data one (1), extension Bit (EXTEND), or extensionErrorBit (EXTEND_ERROR)。ExtensionBitとextensionErrorBitはどんな状況でも、最初のプリアンプルビットと最後のデータビットの間には送信されない。BitTransmitterは、bitParamを含むTransmitBit処理を呼び出す。つまりExtensionBitは全てのデータビットが送信された後にキャリアエクステンションを実行する時にのみ必要となる。BitTransmitterは、bitParamを含むTransmitBit処理を呼び出す。つまりextensionErrorBitはキャリアエクステンション間のジャムの場合のみ必要となる。

```

procedure PhysicalSignalEncap;
begin
while currentTransmitBit ≤ lastHeaderBit do
begin
TransmitBit(outgoingHeader[currentTransmitBit]); {transmit header one bit at a time}
currentTransmitBit := currentTransmitBit + 1
end;

```

```

if newCollision then StartJam else
currentTransmitBit := 1
end; {PhysicalSignalEncap}

```

InterFrameSignal処理は、extensionBitによりフレームバースト間インターバルを埋める。InterFrameSignalは、フレームバースト間インターバルの間もcollisionDetectの変化をモニタしており、もしフレーム間インターバルに衝突が発生した場合は、バーストを終わらせる。実行モデルはinterFrameSize extensionBitsの連続を発生させるburstModeにおけるMAC処理から定義される。InterFrameSignalが返った後に送信準備されるフレームはない。利用できる実装モデルから推定できない場合に（送信列の占有の様な）、extensionBitsの外部への連続送信を避ける事が出来る。

```

procedure InterFrameSignal;
var interFrameCount, interFrameTotal : integer;
begin
interFrameCount := 0;
interFrameTotal := interFrameSize;
while interFrameCount < interFrameTotal do
begin
if not extendError then
TransmitBit(extensionBit)
else
TransmitBit(extensionErrorBit);
interFrameCount := interFrameCount + 1;
if collisionDetect and not extendError then
begin
bursting := false;
extendError := true;
interFrameCount := 0;
interFrameTotal := jamSize
end
end
end; {InterFrameSignal}
procedure NextBit;
begin
currentTransmitBit := currentTransmitBit+1;
if halfDuplex and burstStart and transmitSucceeding then {carrier extension may be required}
transmitting := (currentTransmitBit ≤ max(lastTransmitBit, slotTime))
else
transmitting := (currentTransmitBit ≤ lastTransmitBit)
end; {NextBit}
procedure StartJam;
begin

```

```

extendError := currentTransmitBit > lastTransmitBit;
currentTransmitBit := 1;
lastTransmitBit := jamSize;
newCollision := false
end; {StartJam}

```

新しいコリジョンを検出すると、BitTransmitterはすぐにStartJamを呼び出し、ジャム送信を始める。ジャムは任意のデータで、両方の通信ステーションが衝突を検出することを保証するように、十分な長さを含むべきだ。StartJamはこのプログラムを簡素化するために、フレームの始めの部分のビット値を送信データとして使用する。

4.2.9 フレーム受信

この節のアルゴリズムでは、CSMA/CD媒体アクセス副層のフレーム受信を定義する。

ReceiveFrame機能は、MACクライアントへ渡されたフレームの受信処理を実行する。:

```

function ReceiveFrame (
var destinationParam: AddressValue;
var sourceParam: AddressValue;
var lengthOrTypeParam: LengthOrTypeValue;
var dataParam: DataValue): ReceiveStatus;
function ReceiveDataDecap: ReceiveStatus; ... {nested function; see body below}
begin
if receiveEnabled then
repeat
ReceiveLinkMgmt;
ReceiveFrame := ReceiveDataDecap;
until receiveSucceeding
else
ReceiveFrame := receiveDisabled
end; {ReceiveFrame}

```

ReceiveFrameは次のフレームを受信するために、ReceiveLinkMgmtを呼び出す。そして、フレームのアドレスが自らのステーションを示している場合は、MACクライアントにフレームの各部を渡すために、内部のReceiveDataDecap機能呼び出す。戻されたReceiveStatusは、フレームに誤りがあるか否かを示す。

```

function ReceiveDataDecap: ReceiveStatus;
‡ var status : ReceiveStatus; {holds receive status information}
begin
‡ with incomingFrame do
‡ begin
‡ view := fields;
receiveSucceeding := RecognizeAddress (incomingFrame, destinationField);

```

```

‡ receiveSucceeding := LayerMgmtRecognizeAddress (destinationField);
if receiveSucceeding then
begin {disassemble frame}
destinationParam := destinationField;
sourceParam := sourceField;
lengthOrTypeParam := lengthOrTypeField;
dataParam := RemovePad (lengthOrTypeField, dataField);
exceedsMaxLength := ...; {{Check to determine if receive frame size exceeds the maximum
permitted frame size. MAC implementations may use either maxUntaggedFrameSize or
(maxUntaggedFrameSize + qTagPrefixSize) for the maximum permitted frame size, either
as a constant or as a function of whether the frame being received is a basic or tagged frame
(see 3.2, 3.5). In implementations that treat this as a constant, it is recommended that the
larger value be used. The use of the smaller value in this case may result in valid tagged
frames exceeding the maximum permitted frame size.}}
if exceedsMaxLength then status := frameTooLong
else
if FCSField = CRC32 (incomingFrame) and extensionOK then
begin
‡ if validLength then status := receiveOK
‡ else status := lengthError
end
else
begin
‡ if excessBits = 0 or not extensionOK then status := frameCheckError
‡ else status := alignmentError
end;
‡ LayerMgmtReceiveCounters(status);
{update receive and receive error counters in 5.2.4.3}
view := bits
end {disassemble frame}
‡ end; {with incomingFrame}
‡ ReceiveDataDecap := status
end; {ReceiveDataDecap}
function RecognizeAddress (address: AddressValue): Boolean;
begin
RecognizeAddress := ... {Returns true for the set of physical, broadcast, and multicast-group
addresses corresponding to this station}
end; {RecognizeAddress}

```

RemovePad機能は、minFrameSizeにする為に付加されたパッドを取り外す。長さのチェックはレングス/タイプフィールドのレングス解釈によって行われる。MaxValidFrameとminTypeValueの間にあるレングス/タイプフィールドの値によりRemovePad機能の振る舞いが特定される。

```

function RemovePad(
var lengthOrTypeParam:LengthOrTypeValue; dataParam:DataValue):DataValue;
begin
if lengthOrTypeParam  $\geq$ minTypeValue then
begin
validLength:= true; {Don' t perform length checking for Type field interpretations}
RemovePad := dataParam
end
else
begin
if lengthOrTypeParam  $\leq$ maxValidFrame then
begin
validLength := {For length interpretations of the Length/Type field, check to determine if
value represented by Length/Type field matches the received clientDataSize};
if validLength then
RemovePad:={truncate the dataParam (when present) to value represented by lengthOrTypeParam (in
octets) and return the result}
else
RemovePad:=dataParam
end
end
end; {RemovePad}

```

ReceiveLinkMgmtはフレームのビットの受信を繰り返し試みて、最小フレームサイズと比較し、衝突による断片フレームの場合には破棄する。:

```

procedure ReceiveLinkMgmt;
begin
repeat
StartReceive;
while receiving do nothing; {wait for frame to finish arriving}
excessBits := frameSize mod 8;
frameSize := frameSize - excessBits;{truncate to octet boundary}
receiveSucceeding := receiveSucceeding and (frameSize  $\geq$ minFrameSize)
{reject collision fragments}
until receiveSucceeding
end; {ReceiveLinkMgmt}

procedure StartReceive;
begin
receiveSucceeding := true;
receiving := true

```

```
end; {StartReceive}
```

BitReceiverプロセスは非同期に動作し、物理層のReceiveBit操作によって決まる伝送速度で媒体からビットを受信し、フレーム中のパーティショニングを行い、オプションの受信をする：

```
process BitReceiver;
var b : PhysicalBit;
incomingFrameSize: integer; {count of all bits received in frame including extension}
frameFinished: Boolean;
enableBitReceiver: Boolean;
currentReceiveBit: 1..frameSize; {Position of current bit in incomingFrame}
begin
  cycle {outer loop}
  if receiveEnabled then
    begin {receive next frame from physical layer}
      currentReceiveBit := 1;
      incomingFrameSize := 0;
      frameFinished := false;
      enableBitReceiver := receiving;
      PhysicalSignalDecap; {Skip idle and extension, strip off preamble and sfd}
      if enableBitReceiver then extensionOK := true;
      while receiveDataValid and not frameFinished do
        {inner loop to receive the rest of an incoming frame}
        begin
          b := ReceiveBit; {next bit from physical medium}
          incomingFrameSize := incomingFrameSize + 1;
          if b=0 or b= 1 then {normal case}
            if enableBitReceiver then {append to frame}
            begin
              if incomingFrameSize > currentReceiveBit then extensionOK := false;
              {Errors in the extension get mapped to data bits on input}
              incomingFrame[currentReceiveBit] := b;
              currentReceiveBit := currentReceiveBit + 1
            end
          else {b must be an extensionBit}
            if not extending then frameFinished := true;
            if incomingFrameSize ≥ slotTime then extending := false
          end; {inner loop}
          if enableBitReceiver then
            begin
              frameSize := currentReceiveBit - b1;
              receiveSucceeding := not extending;
```



```

receiving := false
end
end {enabled}
end {outer loop}
end; {BitReceiver}

```

物理層から受信したビットは3つの値を取る事ができる。: data zero (0), data one (1), or extensionBit (EXTEND)。通常状態のフレームでは、エクステンションビットはプリアンプルの始めとデータの最後の間には生じない。エクステンションビットはBitReceiverにより計算されているが入力フレームに付け加えられる事はない。BitReceiverは、物理層から受信したビットがデータビットなのか、フレームに付加されたエクステンションビットなのかをチェックする。この様に、入力フレームのビット列はデータビットのみを含む。Reconciliation副層は入力EXTEND_ERRORビットを通常データビットに配置する。この様に、フレームエクステンション開始後の付加データビットの受け渡しは破棄されるべきフレームを示す。

```

procedure PhysicalSignalDecap;
begin
{Receive one bit at a time from physical medium until a valid sfd is detected,
discard bits and return.}
end; {PhysicalSignalDecap}

```

SetExtendingプロセスはビット拡張変数をコントロールし、受信したフレームが少なくともslot時間ビットなくてはならないのか、BitReceiverによる適当な長さのminFrameSizeなのか、を決定する。100Mb/sを越えるスピードで半二重モードの間、receiveDataValidがデアサートの時はいつも、SetExtendingは拡張変数を真に設定する

```

process SetExtending;
begin
cycle {loop forever}
while receiveDataValid do nothing;
extending := extend and halfDuplex
end {loop}
end; {SetExtending}

```

4.2.10 共通手続き

CRC32機能は32ビットのCRC値を生成する為に、送信と受信の両方に用いられる。:

```

function CRC32 (f: Frame): CRCValue;
begin
CRC32 := {The 32-bit CRC}
end; {CRC32}

```

読みやすくする為、次の手続きを定義します。

procedure nothing; *begin end*;

プロセスがアイドル状態(何らかの事象待ちの状態)になっている間、この手続きが繰り返し呼び出される。

4.3 隣接する層とのインタフェース

4.3.1 概要

この節では、2章の媒体アクセスサービス仕様に従って、1章に示すアーキテクチャ上の層間インタフェースを精密に定義する。さらに、物理媒体に必要なサービスについても規定する。

ここで使用する表記法は、PASCAL言語とし、精密なMAC副層の仕様に基づいている。(4.2参照) 各インタフェースは、手続き、共有変数、もしくはその両方の組合せで記述され、層間の適切な相互作用を示す。付記された文章は、各手続きや変数の意味を説明し、それらの間の相互作用について示す。

インタフェースをPASCALで記述したことは表記上の問題で、このソフトウェアにおいて実現すべき、実現できると示唆しているわけではない。この点は4.2において十分に記述されており、この節で使用する完全なPASCALのデータ型についての宣言を示している。フレーム送信と受信動作との同期(同時に1フレーム)は、MACクライアントとMAC副層の間のインタフェースアーキテクチャの特徴であり、ステーションとその副層の間のインタフェースに反映する必要がない。

4.3.2 MAC 副層のサービス

MAC副層がMACクライアントに供給するサービスは、フレームの送受信だ。MACクライアントがMAC副層の機能を使うためのインタフェースは、次の二つの関数で構成する。

Functions:

TransmitFrame

ReceiveFrame

各々の関数は、フレームの構成要素をパラメータ(入力と出力)として持ち、また状態コードをその結果として返す。2.3.1で定義されたサービスクラスはCSMA/CD MACにより無視される。

MACクライアントはTransmitFrameを呼び出してフレームを送信する。:

```
function TransmitFrame (  
  destinationParam: AddressValue;  
  sourceParam: AddressValue;  
  lengthOrTypeParam: LengthOrTypeValue;  
  dataParam: DataValue): TransmitStatus;
```

TransmitFrameは同期動作とし、フレームの再送を実行している間動作を継続する。動作が完了した後、送信が成功したか失敗したかを状態コードで表示する。:

```
type TransmitStatus = (transmitOK, excessiveCollisionError, lateCollisionErrorStatus);  
‡ type TransmitStatus = (transmitDisabled, transmitOK, excessiveCollisionError,  
lateCollisionErrorStatus);
```

transmitDisabledは、送信が失敗した事を示す。送信の成功はtransmitOKで示される。

ExcessiveCollisionErrorは、トラフィック過多かネットワーク障害が原因で多量の衝突が発生し、送信が

不成功に終わった事を示す。速度が100Mb/sを越えるMAC操作は、遅れた衝突である
lateCollisionErrorStatus結果が要求される。速度が100Mb/s又はそれより下のMAC操作では、要求されない。

MACクライアントはReceiveFrame関数を起動して入力フレームを受け取る：

```
function ReceiveFrame (
var destinationParam: AddressValue;
var sourceParam: AddressValue;
var lengthOrTypeParam: LengthOrTypeValue;
var dataParam: DataValue): ReceiveStatus;
```

ReceiveFrameは同期動作とし、1フレームの受信動作が完了するまでの間、動作を継続する。フレームは出力パラメータを経由して、状態コードとともに渡される：

```
type ReceiveStatus = (receiveOK, lengthError, frameCheckError, alignmentError);
‡ type ReceiveStatus = (receiveDisabled, receiveOK, frameTooLong, frameCheckError,
lengthError, alignmentError);
```

receiveDisabledは受信部が使用不可であることを示す。受信の成功はreceiveOK状態コードで示される。
FrameTooLongエラーは、フレーム長の許容範囲の上限を超えたフレームを受信したことを示す。
FrameCheckErrorコードは、受信したフレームに伝送エラーがある事を示す。LengthErrorはlengthOrTypeParamの値がこのフィールドの長さ解釈である事と、受信フレームのframeSizeに一致しない事の両方があった事を示す。AlignmentErrorは、受信フレームに誤りが有り、さらにフレーム長がオクテットの整数倍になっていないことを示す。

MaxValidFrameはフレームのMACクライアントのデータフィールドが送信される時の最大オクテット数を示し、一定である。フレームは基本又はタグ付きのどちらかを意識しない。(3.2、3.5を参照) フレームの最大長(宛先アドレスからFCSまでの全てのフィールドを含む)は、maxUntaggedFramesize(for basic frames)か、タグ付きフレームの(maxUntaggedFrameSize +qTagPre. xSize)かのどちらかだ。

4.3.3 物理層のサービス

CSMA/CD MAC副層が物理層の機能を利用するためのインタフェースは次に示す関数、2つの処理、及び4つのブール変数からなる。：

Function	Procedures	Variables
ReceiveBit	TransmitBit	collisionDetect
	Wait	carrierSense
		receiveDataValid
		transmitting

フレーム送信中、MAC副層はTransmitBit処理を繰り返し行い、出力フレームの内容を物理層に渡す。

```
procedure TransmitBit (bitParam: PhysicalBit);
```

TransmitBit処理を起動するごとに出力フレームの内容の新しい1ビットを物理層に渡す。TransmitBit処理は同期している。その動作が完了すると、物理層は次のビットの受け入れが可能となり、MAC副層に制御を戻す。

データ送信中という事象は、transmitting変数によって、物理層に通知する。

```
var transmitting: Boolean;
```

フレームの先頭ビットを送信する前に、MAC副層はtransmitting変数を真にする事によって、PMA副層に対してTransmitBit処理でビット列を送る事を通知する。フレームの最後のビットの送信が完了した後、MAC副層はフレームの終わりを表示するために、transmitting変数を偽にする。

物理媒体上での衝突の発生は、collisionDetect変数によりMAC副層に通知する。

```
var collisionDetect: Boolean;
```

collisionDetect信号は衝突が持続している間、真の状態を保持する。

補足—全二重モードにおいて、物理層によって衝突表示が示されるかもしれないが、それらは全二重MACにより無視される。

CollisionDetect信号は送信中だけ生成し、それ以外に真になることはない。従って、フレームを受信している間は、複数の他ステーションからの送信の重複による衝突検出はできない。

フレームを受信している間、MAC副層はReceiveBit動作を繰り返し行い、入力フレームを物理層から受け取る。:

```
function ReceiveBit: PhysicalBit;
```

ReceiveBitを呼び出すたびに、物理層から受信フレームの内容を1ビット受け取る。ReceiveBit動作は同期動作であり、ビットの受信が完了するまで動作を継続する。MAC副層は、受信フレームの全てのビット受信が完了するまで、1ビットを受信するごとに直ちに次のビットの受信を要求しなければならない。(4.2参照)

データ受信中という状態は、receiveDataValid変数によりMAC副層に通知される。

```
var receiveDataValid: Boolean;
```

物理層がreceiveDataValidを真にすると、MAC副層は直ちにReceiveBit動作を起動して、入力ビット列の受

け取りを開始しなければならない。その後ReceiveDataValidが偽になった時に、MAC副層は受信したビット列が完結したフレームであるとして処理を開始することができる。ReceiveDataValidが偽になってReceiveBit動作が中断した場合には、ReceiveBitは不定値を返すため、MAC副層ではそのビットを捨てなければならない。(4.2参照)

半二重モードで100Mb/sを越える速度でフレームを受信している時には、ReceiveDataValid変数はフレーム過ぎた後も真のままとなる。その上、あらゆる拡張フィールドにおいてReceiveDataValid変数は真のままとなる。この点で、ReceiveDataValid変数の振る舞いはGMII signal RX_DVによるものと違う。

35.2.1.7参照

物理媒体上の全てのイベントは、carrierSense変数によりMAC副層へ通知される

```
var carrierSense: Boolean;
```

半二重モード時、MAC副層はcarrierSenseの値をモニターし、媒体がビジーの時には送信を遅らせる。物理層は物理媒体の動作を即座に探知して、carrierSenseを真にセットする。物理媒体が動作を止めた後に、carrierSenseは偽にセットされる。CarrierSenseの真/偽の変化は、フレームの開始と終了に正確に同期されるわけではなく、開始より早まったり、終了より遅れたりするかもしれない。(4.2項参照)

全二重モードでは、carrierSenseは定義されない。

物理層もまた処理待ちを行う。

```
procedure Wait (bitTimes: integer);
```

この処理は、ビット時間で規定された時間を待つ。これは、MAC副層が時間インターバルを(物理媒体依存)ビット時間で測定する事を許可する。

4.4 実現時の仕様

4.4.1 互換性の概要

標準の全てのレベルで全体的な互換性をもたせるためには、CSMA/CD MAC副層を実現するネットワークの各構成要素は、これらの仕様に厳しく従っていなければならない。4.4.2項で、アクセス手法の実行仕様のためのデザインパラメータの情報を供給する。これらの値から外れる事は、標準に合わない実行をする事となる。

DTEは半二重モード、全二重モードの両方で稼働できるべきである。ネットワークがこの標準に従っているいかなる裏付けがあっても、全てのステーションは半二重又は、全二重のどちらかの同じモードに設定すべきだ。

リピータ又はミキシングセグメントに接続している全てのDTEは、半二重モードで運用されるべきだ。2つのDTEが1つのリンクセグメントに接続されている時は、両方のデバイスは半二重又は全二重のどちらかの同じモードに設定して使うべきだ。

4.4.2 許容される実現仕様

4.4.2.1 パラメータ値

次の表は、CSMA/CD MACの実現で10Mb/sで使われている場合のパラメータ値を示す：

Parameters	Values
slotTime	512 bit times
interFrameGap	9.6 μ s
attemptLimit	16
backoffLimit	10
jamSize	32 bits
maxUntaggedFrameSize	1518 octets
minFrameSize	512 bits (64 octets)
burstLimit	not applicable

備考—衝突を起こさない、2つの連続したパケットの、最初のパケットの直後のアイドル状態の開始から次のパケットのプリアンブルの時間までの間隔は、DTEのAUI受信ラインで最低47ビット時間まで許容される。InterFrameGapがこのように短縮されるのは、ネットワーク遅延の変動、プリアンブルビットの付加、クロックのずれが原因である。

警告

10Mb/sのシステムのこの規定を逸脱すると、LANの正常動作に影響を与える可能性がある。

4.4.2.2 パラメータ値

以下のパラメータ値は1BASE5実行の為に使われるパラメータ値である：

Parameters	Values
slotTime	512 bit times
interFrameGap	96 μ s
attemptLimit	16
backoffLimit	10
jamSize	32 bits
maxFrameSize	1518 octets
minFrameSize	512 bits (64 octets)
burstLimit	not applicable

12.9.2項のDTE時間調整を参照。

警告

この値を逸脱すると、ネットワークの正常動作に影響を与える可能性がある。

4.4.2.3 パラメータ値

以下のパラメータ値は100Mb/sの実行の為に用いられるパラメータ値である：

Parameters	Values
slotTime	512 bit times
interFrameGap	0.96 μ s
attemptLimit	16
backoffLimit	10
jamSize	32 bits
maxUntaggedFrameSize	1518 octets
minFrameSize	512 bits (64 octets)
burstLimit	not applicable

警告

この値を逸脱すると、ネットワークの正常動作に影響を与える可能性がある。

4.4.2.4 パラメータ値

以下のパラメータは1000Mb/sの実行に用いられるパラメータ値である：

Parameters	Values
slotTime	4096 bit times
interFrameGap	0.096 μ s
attemptLimit	16
backoffLimit	10
jamSize	32 bits
maxUntaggedFrameSize	1518 octets
minFrameSize	512 bits (64 octets)
burstLimit	65 536 bits

備考—衝突を起こさない、2つの連続したパケットの、最初のパケットのFCSフィールドの最後のビットから、次のパケットのプリアンブルの最初のビットまでの間隔は、DTEのGMII受信信号で測定して、64BT (bittimes) まで許容される。このInterFrameGap収縮はネットワーク遅延の変動、プリアンブルビットの付加、クロックのずれが原因である。

警告

この値を逸脱すると、ネットワークの正常動作に影響を与える可能性がある。

4.4.3 ガイドライン

MACの動作モードは、28章と37章で規定されるオートネゴシエーション機能によって決められるか、又は手動設定により決められる。手動設定時は、適切な動作を保証する為にリンクセグメントの両端のデバイスが同じモードに設定されなくてはならない。オートネゴシエーション機能が使われた時は、MACは通常動作に入る前に、オートネゴシエーションにより定められたモードに設定されなくてはならない。

備考—全二重モードでの不適切な設定はネットワークの振る舞いを不適切にする。

24 100BASE-X の物理符号化副層(PCS)と物理媒体アタッチメント(PMA)副層

24.1 概要

24.1.1 範囲

この章は、100BASE-Xとして集合的に知られている100Mb/sの物理層実装の一群に共通の、物理符号化副層(PCS)と物理媒体アタッチメント(PMA)副層を記述する。現在、この一群内に2つの形体がある。それは100BASE-TXと100BASE-FXである。100BASE-TXは、2種類の銅媒体上のオペレーションを記述している。それらは、2対のシールドよ(撚)り対ケーブル(STP)と2対の非シールドよ(撚)り対ケーブル(カテゴリ5 UTP)⁵である。100BASE-FXは、2本の光ファイバー上のオペレーションを記述している。100BASE-TXおよび100BASE-FXの両方に共通の問題に言及する場合、用語100BASE-Xが使用される。

100BASE-Xは、媒体依存インタフェース(MDI)を含んだ物理媒体依存(PMD)副層の使用を通してISO/IEC 9314やANSI X3T12(FDDI)の物理層標準に影響を与える。例えば、ANSI X3.263-1995 (TP-PMD)は25章に定義されているような100BASE-TXの根拠を形成するツイストペアケーブルのための125Mb/s全二重信号システムを定義する。同様に、ISO/IEC 9314-3:1990は、26章に定義されるような100BASE-FXの根拠を形成する光ファイバ上の送信用のシステムを定義する。

100BASE-Xは、CSMA/CD MACによって期待されたサービスにFDDI PMD副層(MDIを含んで)のインタフェース特性をマッピングする。100BASE-Xは、媒体がPMD準拠であることだけを必要とする他の全二重媒体をサポートするために拡張することができる。

24.1.2 目的

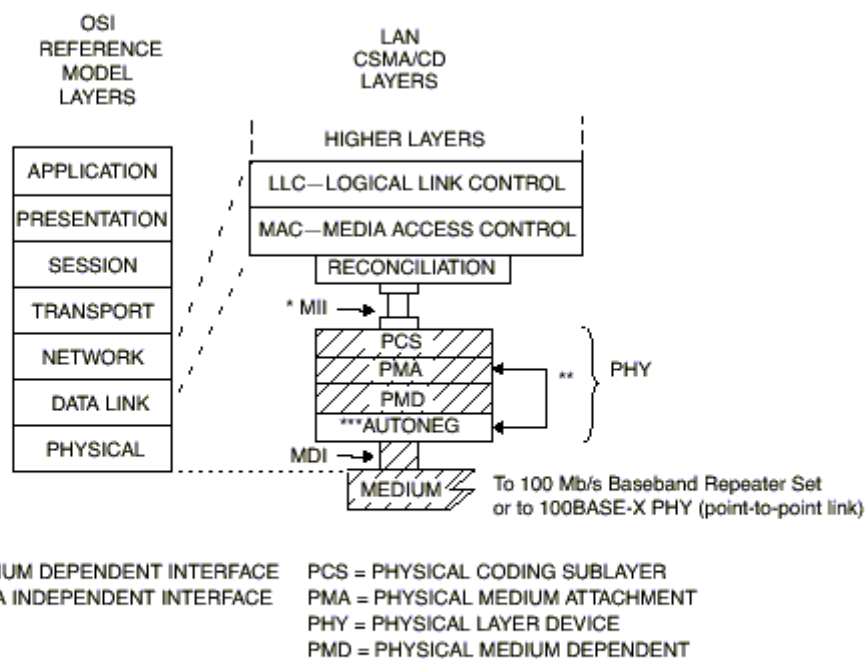
下記は100BASE-Xの目的である。

- a) 半二重と全二重のオペレーションモードでCSMA/CD MACをサポートする。
- b) 100BASE-T MIIとリピータとオプションのオートネゴシエーションをサポートする。
- c) MIIで100Mb/sのデータ速度を供給する。
- d) カテゴリ5UTPケーブル、150ΩSTPケーブルまたはISO/IEC11801に準拠した光ファイバケーブルの使用をサポートする。
- e) 下記を含む、200-400mの公称のネットワーク範囲を考慮に入れる。
 - 1) 100mの非シールドよ(撚)り対リンク
 - 2) 約200m間の2つのリピータ・ネットワーク
 - 3) 約300m間(光ファイバ利用)の1つのリピータ・ネットワーク
 - 4) 約400m(光ファイバを利用した半二重モード)、および約2km(マルチモード光ファイバを利用した全二重モード)のDTE/DTEリンク
- f) 下層のPMDチャネルの全二重通信を維持する。

24.1.3 100BASE-X と他の標準との関係

図24-1は100BASE-X副層(斜線で表示)と他の100BASE-T副層、CSMA/CD MAC及びIEEE802.2LLC間の関係を示している。

⁵ ISO/IEC 11801 はシールドよ(撚)り対ケーブルと非シールドよ(撚)り対ケーブルの両方をバランスケーブルと呼んで、区別をしない。



* MII is optional.
 ** AUTONEG communicates with the PMA sublayer through the PMA service interface messages PMA_LINK.request and PMA_LINK.indicate.
 *** AUTONEG is optional.

図24-1 100BASE-X型 PHYのISO/IEC 開放型システム間相互接続(OSI)参照モデルと IEEE 802.3⁶ CSMA/CD LANモデルとの関係

24.1.4 100BASE-X 副層の要約

次に、100BASE-Xの物理副層(PHY)⁶で具体的に表現される100BASE-X副層の概観を記述する。

24.1.4.1 物理符号化副層(PCS)

PCSインタフェースは、すべての100BASE-T PHY実装(例えば100BASE-Xおよび100BASE-T4)のためにリコンサイレーション副層に画一的なインタフェースを提供する媒体独立インタフェース(MII)である。100BASE-Xは他の100BASE-T PHYとして、MIIにサービスを提供するものとしてモデリングされている。これは、AUIインタフェースを用いることと似ている。

100BASE-X PCSは、次のものを含むMIIによって要求されたサービスをすべて実現する。

- MIIデータの符号化(復号化)は5ビットのコードグループ(4B/5B)へ(から)変換される。
- キャリア感知や衝突検知の指示を発生させる。
- 下層のシリアルPMA上の送信(受信)のためのコードグループの連続(不連続)
- MIIと下層のPMAとの間の送信、受信、キャリア感知および衝突検知をマッピングする。

24.1.4.2 物理媒体アタッチメント(PMA)副層

PMAは、一連の物理的な媒体の使用を支援するためにPCSのための中間の独立した手段、およびビットオリ

⁶ 100BASE-X PHY は、100BASE-T PCS に機能的に準拠させた副層である FDDI PHY と混同してはいけない。

エンテッドの他のクライアント(例えばリピータ)を提供する。100BASE-X PMAは下記機能を実行する。

- a) PMAのクライアントと下層のPMDとの間の送信と受信のコードビットのマッピング。
- b) PCSあるいは他のクライアントへPMDの有効性を示すコントロール信号の生成し、さらに実装された時にオートネゴシエーションで同期すること。
- c) 任意に、下層のPMDからの活動(キャリア)およびキャリア・エラーの表示を生成すること。
- d) 任意に、受信チャネルフェイルを検知して遠端のフォルト表示を送信し、遠端のフォルト表示を検知する。また、
- e) PMDによって供給されたNRZIデータからのクロックの抽出。

24.1.4.3 物理媒体依存(PMD)副層

100BASE-XはFDDIシグナリング標準ISO/IEC 9314-3:1990およびANSI X3. 263-1995(TP-PMD)を使用する。PMD副層と呼ばれるこれらのシグナリング標準は、マルチモード光ファイバ、STPおよびUTP配線を収容できる125Mb/s、全二重シグナリングシステムを定義している。100BASE-Xは、24. 4. 1に記述されているPMDサービスインタフェースを備えたこれらの標準の中で記述されているPMDを使用する。

PMDの内に論理上入れられたMDIは、様々な媒体をサポートするためにコネクタを含む実際の媒体アタッチメントを提供する。

100BASE-Xは、100BASE-Xに必要なマイナーな適合品と共に参考資料によって適切な標準を含んでいること以外にPMDおよびMDIを指定しない。図24 - 2は、100BASE-XとISO/IEC 9314-3:1990(100BASE-FXのための)のPMD、ならびにANSI X3. 263-1995(100BASE-TXのための)の関係を表している。100BASE-TXと100BASE-FXのためのPMD(またMDI)はこの標準の後の章で記述されている。

24.1.5 相互副層インタフェース

100BASE-Xで使用されている多くのインタフェースがある。そのいくつか(PMAとPMDのインタフェースのような)は、インタフェースのオペレーションを定義するために抽象的なサービスモデルを使用する。PCSインタフェースは媒体独立手法(MII)で、1セットの物理的な信号として定義される。図24 - 3は、100BASE-Xに適切なインタフェースのすべてによって提供されるサービスの関係およびマッピングを表している。

この仕様がビット、ニブルおよびコードグループでのインタフェースを定義している一方、実装が実装便宜用の他のデータパス幅を選んでよいことに注目することは重要である。唯一の例外は、a) 実装された時、22章の中で指定されるようなニブル全体に渡るデータパスを使用するMIIと、b) シリアル物理インタフェースを使用するMDIである。

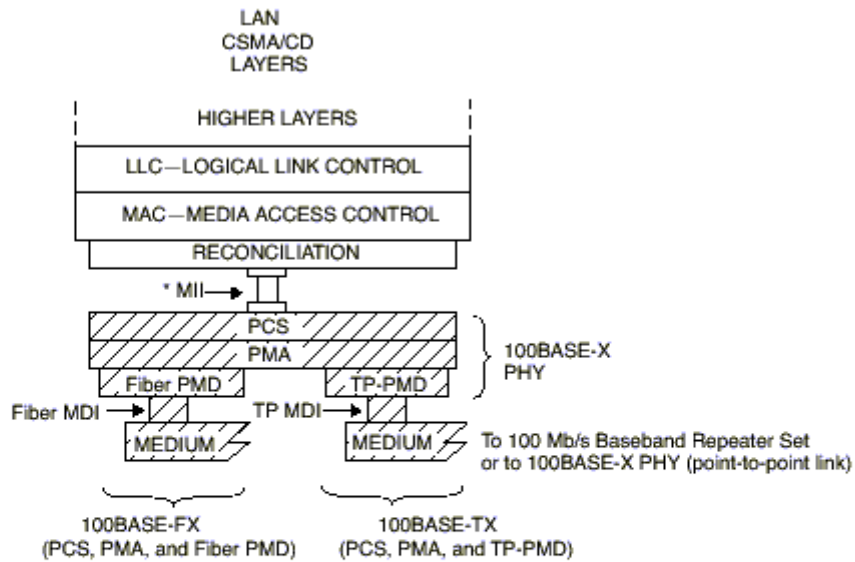
24.1.6 機能ブロック図

図24 - 4は、100BASE-X PHYの機能ブロック図を表している。

24.1.7 状態遷移図規約

この標準の主要部は、変数、定数および機能の関連する定義を含む状態遷移図で構成される。状態遷移図と記述的なテキストとの間に相違があるが、状態遷移図が普及している。

状態遷移図の中で使用される記法は、21.5の規定に従っている。状態遷移図タイマーは、14.2.3.2の規定に従っている。



MDI = MEDIUM DEPENDENT INTERFACE PMA = PHYSICAL MEDIUM ATTACHMENT
 MII = MEDIA INDEPENDENT INTERFACE PHY = PHYSICAL LAYER DEVICE
 PCS = PHYSICAL CODING SUBLAYER Fiber PMD = PHYSICAL MEDIUM DEPENDENT SUBLAYER FOR FIBER
 TP-PMD = PHYSICAL MEDIUM DEPENDENT SUBLAYER FOR TWISTED PAIRS

NOTE—The PMD sublayers are mutually independent.
 * MII is optional.

図 24-2 100BASE-X と PMD の関係

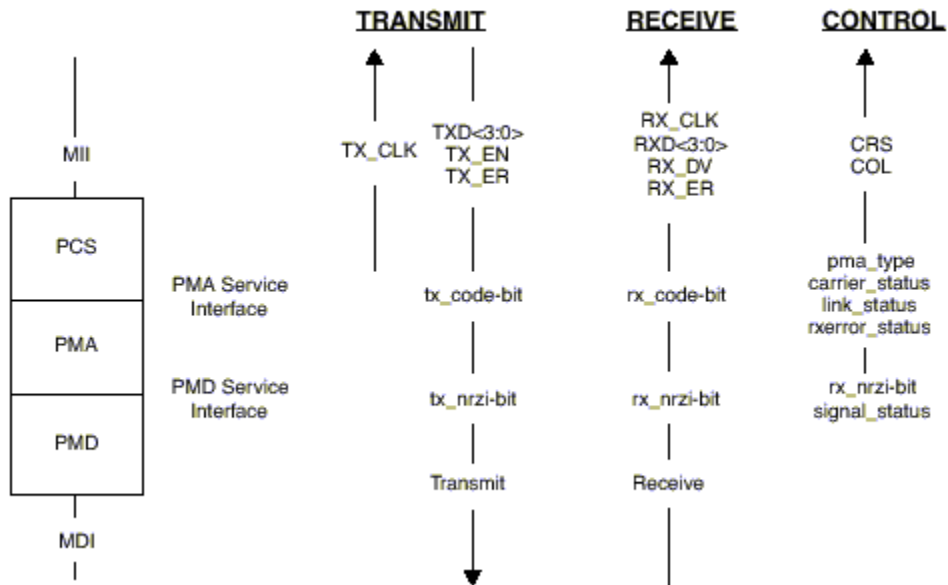


図 24 - 3 インタフェース・マッピング

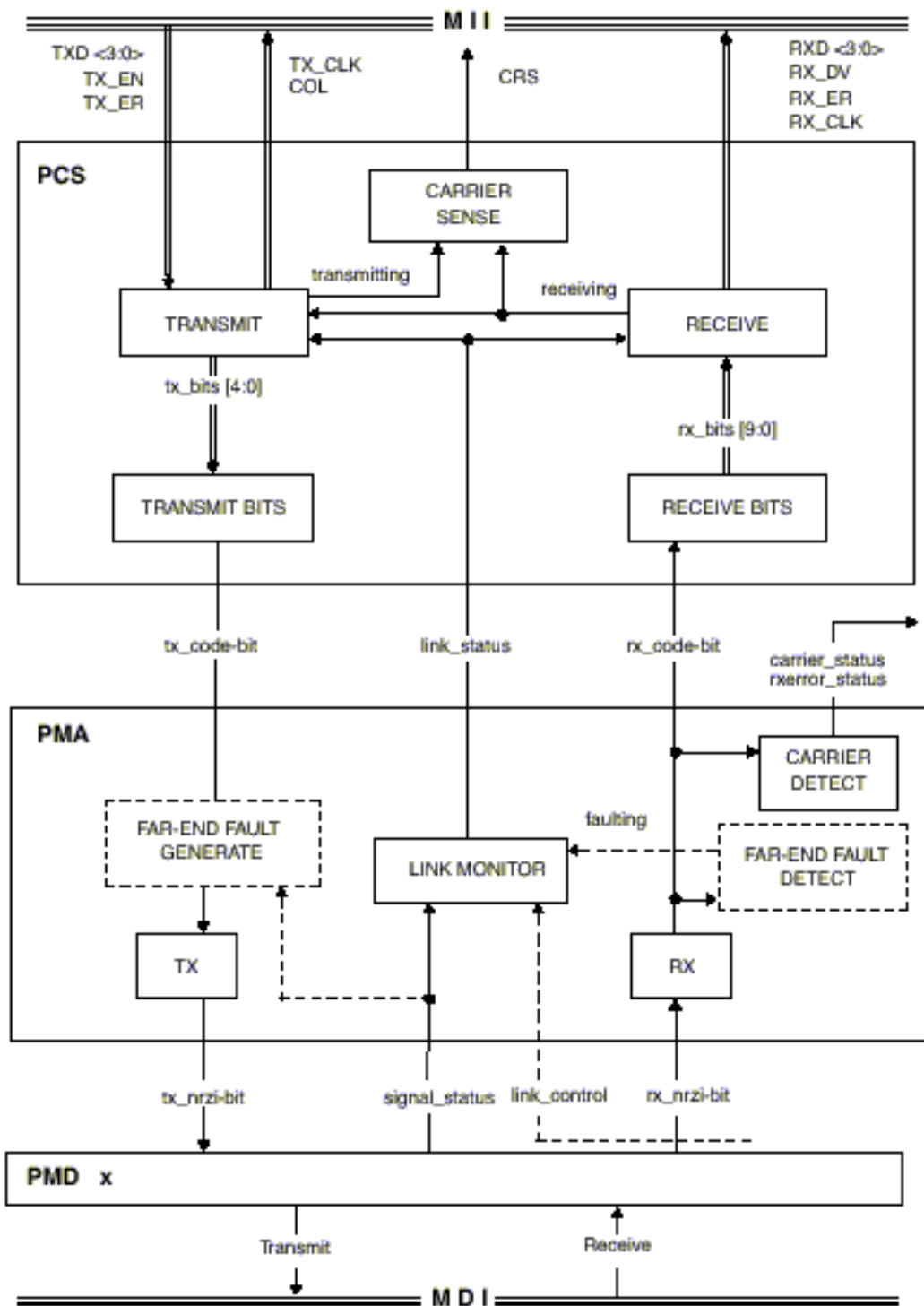


図 24-4 機能ブロック図

24.2 物理コーディング副層(PCS)

24.2.1 サービスインタフェース (MII)

PCSサービスインタフェースは、MAC(リコンサイレーション副層による)あるいはリピータのような他のPCSクライアント間で100BASE-X PCSが情報を転送することを可能にしている。PCSサービスインタフェースは、22章に媒体独立インタフェース(MII)として正確に定義されている。

この章では、TRUEまたはFALSEへのMII変数のセッティングが、22章で指定されたように「アサーティング」または「ディアサーティング」にそれぞれ等価である。

24.2.2 機能的な要求

PCSは、100BASE-Tの送信、受信およびキャリア感知機能を含む。さらに、MAC(MII上のCOL)によって要求された衝突検出信号は、PMAコードビットストリームから派生する。PCSは、下層チャネルの特定の性質からリコンサイレーション副層(またMAC)を保護する。特に、受信については、100BASE-X PCSは、媒体から受け取られて、5コードビットで各々構成されて入力されるコードグループに由来したデータニブルのシーケンスをMIIへ渡す。コードグループ整合およびMACパケットの限界設定は特別の非データコードグループを埋め込むことにより実行される。MIIは、個別のTX_ENおよびRX_DV信号によって提供されているパケットの限界設定と共に、ニブルワイドな同期データパスを使用する。PCSは交換されたデータのこれら2つの見解をマッピングするのに必要な機能を提供する。そのプロセスは送信のときは逆になる。

下記は、PCSによって実行された機能(5つの並列のプロセス(送信、ビットの送信、受信、ビットの受信およびキャリア感知)の詳細な仕様を提供する。図24 - 4は、PCSの機能ブロック図を含んでいる。

ビットの受信プロセスはPMA_UNITDATA.indicateプリミティブによって連続的なコードビットを受信する。受信はこれらのビットをモニタし、MII上にRXD<3:0>、RX_DVおよびRX_ERを生成し、またキャリア感知と送信プロセスによって使用される内部フラグreceivingを生成する。

送信プロセスは、MII上のTXD<3:0>、TX_ENおよびTX_ER信号に基づいた連続的なコードグループを生成する。これらのコードグループはPMA_UNITDATA.requestプリミティブを経由してビットの送信によって送信される。送信プロセスは、受信が送信と同時に生じているかどうかに基づいたMII COL信号を生成する。さらに、それはキャリア感知プロセスで使われるための内部フラグtransmittingを生成する。

transmittingがreceivingがTRUEである場合、キャリア感知プロセスはMII CRS信号をアサーティングする。送信および受信プロセスは、潜在的なリンクフェイル条件を説明するためにPMA_LINK.indicateプリミティブによってlink_statusをモニタする。

24.2.2.1 コードグループ

PCSは、4B/5Bブロックをコード化するスキームを使用して、5ビットのコードグループへMIIからの4ビットのニブルをマッピングする。逆もまた同様である。コードグループはPCSによって解釈されマッピングされた、5コードビットの連続するシーケンスである。コードビットの定義において暗黙のことはPCS受信プロセス内の整合機能によるコードグループ境界の確立である。SSD(それは整合を達成するために使用される)を唯一の例外として、コードグループが検出できず「ストリーム」と呼ばれる100BASE-Xの物理的なプロトコルデータユニットの外部の意味を持っていないことに注目することは重要である。

使用されているコード化手法は、ISO/IEC 9314-1に由来しており、次のものを提供する。

- a) 必要なコントロールコードグループとすべてのデータコードグループ(16)に供給すべき適切なコード(32)
- b) FDDI PMDによって提供されるような125Mb/sの物理チャネル上の100Mb/sの物理層インタフェースを達成する適切なコード化効率(5コードビットにつき4データビット、すなわち 80%)
- c) クロックリカバリを促進する十分な推移密度(スクランブルされていない時)。

表24-1は、MII上のニブル全体に渡る(TXDまたはRXD)データ信号へのマッピングを含む各5ビットのコードグループに割り当てられた解釈を記述している。示されるように、32のコードグループは4つのカテゴリに分類される。

この章の残りの部分では明快にするために、コードグループの名前がスラッシュ間に示される。コードグループシーケンスは連続して(例えば、/1/2/...)で示される。

示されたコードグループマッピングは、次の4つの例外を除いてISO/IEC 9314-1:1989と同一である。

- a) FDDI用語の「シンボル」は他の100BASE-T用語との混乱を防ぐために使用を避ける。
一般には、用語「コードグループ」がその場面の中で使用される。
- b) /S/や/Q/コードグループは、100BASE-Xによって使用されず、INVALIDとして解釈される。
- c) /R/コードグループは、リセットされた条件を示すのではなく、ストリーム終了デリミタの第2のコードグループとして100BASE-Xの中で使用される。
- d) /H/コードグループは停止ライン状態を示すのではなく受信エラーを伝えるために使用される。

24.2.2.1.1 データコードグループ

データコードグループは、MIIとPCS間で任意データの1つのニブルを伝える。他のデータコードグループがどんなデータコードグループにも続くことができる場合、データコードグループのシーケンスは任意である。データコードグループはコード化され解釈されるが、PCSによって解釈されない。表24-1に定義されるように、データコードグループの解釈の成功はストリーム開始デリミタシーケンスの適切な受信に左右される。

24.2.2.1.2 アイドルコードグループ

アイドルコードグループはストリーム間で転送される。それは、クロックの同期を確立し維持するために連続的な満たされたパターンを供給する。アイドルコードグループはPCSから出され、PCSで解釈される。

24.2.2.1.3 コントロールコードグループ

コントロールコードグループはMACパケットの限界を定めるためにペア(/J/K/、/T/R/)で使用される。コントロールコードグループはPCSから出され、PCSで解釈される。

24.2.2.1.4 ストリーム開始デリミタ(/J/K/)

ストリーム開始デリミタ(SSD)は、データ送信シーケンスの境界を記述し、かつキャリアイベントを証明するために使用される。SSDは、以前に確立しているコードグループ境界と無関係にそれが認識されるかもしれないという点が独特である。PCSの内の受信機能は、コードグループ境界を確立するためにSSDを使用す

る。SSDはシーケンス/J/K/から成る。

送信においては、MACプリアンプルの最初の8ビットが、SSDと置き換えられる。受信の時は逆になる。

24.2.2.1.5 ストリーム終了デリミタ(T/R)

ストリーム終了デリミタ(ESD)は正常なデータ送信をすべて終了する。SSDと異なり、ESDは以前に確立しているコードグループ境界と無関係に認識することができない。ESDはシーケンス/T/R/から成る。

表 24-1 4B/5B コードグループ

	PCS code-group [4:0] 4 3 2 1 0	Name	MII (TXD/RXD) <3:0> 3 2 1 0	Interpretation
D A T A	1 1 1 1 0	0	0 0 0 0	Data 0
	0 1 0 0 1	1	0 0 0 1	Data 1
	1 0 1 0 0	2	0 0 1 0	Data 2
	1 0 1 0 1	3	0 0 1 1	Data 3
	0 1 0 1 0	4	0 1 0 0	Data 4
	0 1 0 1 1	5	0 1 0 1	Data 5
	0 1 1 1 0	6	0 1 1 0	Data 6
	0 1 1 1 1	7	0 1 1 1	Data 7
	1 0 0 1 0	8	1 0 0 0	Data 8
	1 0 0 1 1	9	1 0 0 1	Data 9
	1 0 1 1 0	A	1 0 1 0	Data A
	1 0 1 1 1	B	1 0 1 1	Data B
	1 1 0 1 0	C	1 1 0 0	Data C
	1 1 0 1 1	D	1 1 0 1	Data D
	1 1 1 0 0	E	1 1 1 0	Data E
	1 1 1 0 1	F	1 1 1 1	Data F
	1 1 1 1 1	I	undefined	IDLE; used as inter-stream fill code
C O N T R O L	1 1 0 0 0	J	0 1 0 1	Start-of-Stream Delimiter, Part 1 of 2; always used in pairs with K
	1 0 0 0 1	K	0 1 0 1	Start-of-Stream Delimiter, Part 2 of 2; always used in pairs with J
	0 1 1 0 1	T	undefined	End-of-Stream Delimiter, Part 1 of 2; always used in pairs with R
	0 0 1 1 1	R	undefined	End-of-Stream Delimiter, Part 2 of 2; always used in pairs with T
I N V A L I D	0 0 1 0 0	H	Undefined	Transmit Error; used to force signaling errors
	0 0 0 0 0	V	Undefined	Invalid code
	0 0 0 0 1	V	Undefined	Invalid code
	0 0 0 1 0	V	Undefined	Invalid code
	0 0 0 1 1	V	Undefined	Invalid code
	0 0 1 0 1	V	Undefined	Invalid code
	0 0 1 1 0	V	Undefined	Invalid code
	0 1 0 0 0	V	Undefined	Invalid code
	0 1 1 0 0	V	Undefined	Invalid code
	1 0 0 0 0	V	Undefined	Invalid code
	1 1 0 0 1	V	Undefined	Invalid code

24.2.2.1.6 無効なコードグループ

/H/コードグループは、PCSのクライアントがそのピアエンティティへの送信エラーを示したいことを示す。この指標の正常な使い方は、リピータが受信エラーを広めることである。24.2.4.2に記述されるように、送信エラーコードグループは、TX_ER信号の使用によるPCSのクライアントのリクエストでPCSから出される。

/H/を含む、媒体上の任意の無効なコードグループの存在はコリジョンアーティファクトあるいはエラー条件を表す。無効のコードグループは、DTEによって媒体上に故意には送信されない。24.2.4.4に記述されるように、PCSはRX_ER信号の使用を通じてMII上の無効なコードグループの受信を示す。

24.2.2.2 カプセル化

100BASE-X PCSは、リコンサイレーション副層およびMIIまでを通してMACからフレームを受け取る。下層のPMAの連続的な信号の性質、およびPCSによって実行された符号化により、100BASE-X PCSは、物理層ストリーム(100BASE-Xプロトコルデータユニット、PDU)へMACフレーム(100BASE-Xサービスデータユニット、SDU)をカプセル化する。

2つのコードグループSSDを除いて、SDU(MACプリアンプルおよびSFDの非SSD部分を含む)の内のデータニブルは、100BASE-X PHYによって解釈されない。MACフレームから物理層ストリームへの、およびMACフレームへの転換は、MACに対してトランスペアレントである。

図24-5は、MACフレームおよび物理層ストリームとの間のマッピングを表している。

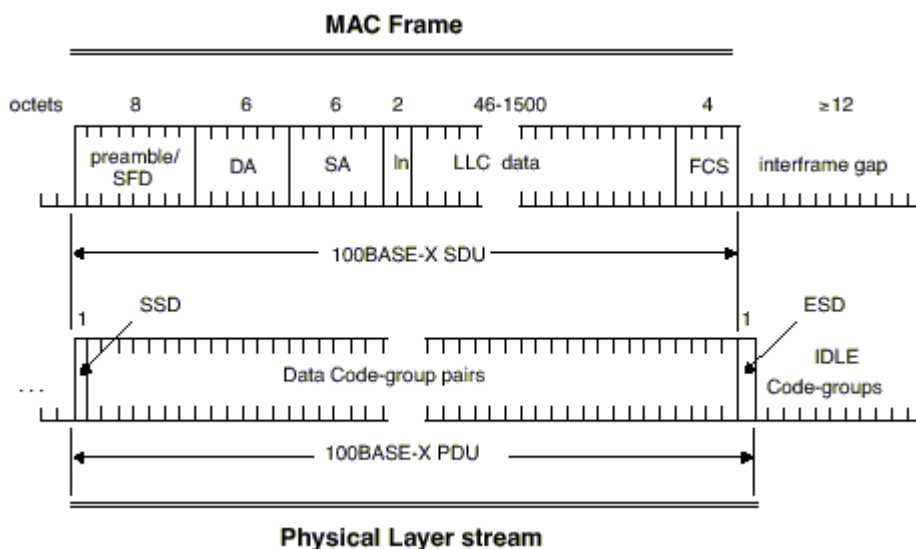


図 24-5 PCS のカプセル化

適切に決まったストリームは3つの要素を含むこととして見ることができる。

- a) *Start-of-Stream Delimiter*. 24.2.2.1. で定義されるように、物理層ストリームのスタートはSSDによって示される。SSDは、MACフレームからのプリアンプルの第1のオクテットを交換しその逆も正しい。
- b) *Data Code-groups*. デリミタ (SSDとESD)間で、PCSはMIIのデータニブルに対応するデータコードグループを伝える。これらのデータコードグループは100BASE-Xサービスデータユニット (SDU) を含む。SDU (MACプリアンプルおよびSFDに相当するものを含む)の内のデータニブルは、100BASE-X PCSによって解釈されない。
- c) *End-of-Stream Delimiter*. 24.2.2.1. で定義されるように、適切に決まったストリームの終了はESDによって示される。ESDは、それは、MACからFCSを構成する最後のデータニブルに相当する、MII上のTX_ENのディアサーティングに続くPCSによって送信される。それはMACによってフレーム間隔 (IFG) と考えられた期間に送信される。受信においては、ESDがSDUを終了するというようにPCSによって解釈される。

ストリームの間で、アイドルコードグループはPCSおよびPMAの間で伝えられる。

24.2.2.3 データの遅延

PCSは、送信および受信のために、PMAからの整合されていないコードビットを、MII上の整合されているニブル全体に渡るデータパスへマッピングする。論理上、受信ビットはSSDの検知、整合および翻訳と、ESD検知を容易にするためにバッファリングされなければならない。これらの機能は、少なくとも2つのコードグループの内部PCS遅延が生じざるを得ない。実際上、整合は、入力されるコードビットストリームのさらに長い遅延が生じざるを得なくてもよい。

MIIがさらされたインタフェースとして存在する場合、次の状態遷移図の中で表されていないMII TX_CLKとRX_CLK信号は22章に従ってPCSによって生成される。

24.2.2.4 MII と PMA との間のマッピング

図24-6は、MIIのニブル全体に渡るデータパスの、5ビットのコードグループ (PCSの内部) およびPMAインタフェースのコードビットパスへのマッピングを表している。

24.2.2.1. によれば、MIIからのニブルの受信に際して、PCSは5ビットのコードグループへそれをコード化する。図24-6によれば、コードグループはコードビットへシリアル化し、下層の媒体上の送信用PMAに渡される。コードグループの最初に送信されるコードビットはビット4で、最後に送信されるコードビットはビット0である。コードグループ内のビットの数は重要ではない。すなわち、コードグループは単にあるあらかじめ定められた解釈を行っている5ビットのパターンである。

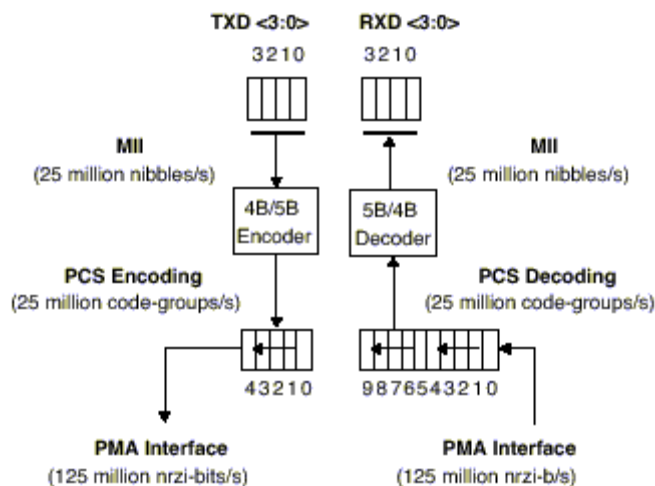


図24-6 PCSの参考図

同様に、図24-6によると、PCSはPMAから受信したコードビットを非連続にさせる。24.2.2.1によれば、整合が終わった後、SSD検知に基づいて、PCSはコードグループをMIIデータニブルに変換する。

24.2.3 状態変数

24.2.3.1 定数

- DATA 24.2.2.1に記述されているような、有効なDATAに該当する16の符号コードグループのセット。(受信状態遷移図では、セットオペレータである \oplus と \ominus がセットメンバーおよび非メンバーをそれぞれ表している。)
- ESD 24.2.2.1に記述されているような、ストリームの終了のデリミタに該当するコードグループのペア。
- ESD1 24.2.2.1.に記述されているような、ストリームの終了のデリミタ、部分1(/T/)に該当するコードグループのペア。
- ESD2 24.2.2.1に記述されているような、ストリームの終了のデリミタ、部分2(/R/)に該当するコードグループのペア。
- HALT 24.2.2.1に記述されているような、送信エラーコードグループ(/H/)。
- IDLE 24.2.2.1に記述されているような、アイドルコードグループ。
- IDLES 24.2.2.1に記述されているような、/I/I/や/I/で構成されたコードグループのペア。
- SSD 24.2.2.1に記述されているような、ストリームの開始のデリミタに該当するコードグループのペア。
- SSD1 24.2.2.1.に記述されているような、ストリームの開始のデリミタ、部分1(/J/)に該当するコードグループ。
- SSD2 24.2.2.1.に記述されているような、ストリームの開始のデリミタ、部分1(/K/)に該当するコードグループ。

24.2.3.2 変数

下記のように、MIIパラメーターの値は22章で決定的に記述されている。

COL 22章で記述されているMIIのCOL信号

CRS 22章で記述されているMIIのCRS信号

link_status PMA_LINK.indicateプリミティブによって通信されるようなlink_statusパラメーター。

値：FAIL：受信チャンネルが完全ではない。

READY：受信チャンネルは完全で、オートネゴシエーションによって使用できる準備ができています。

OK：受信チャンネルは完全で、受信可能になっている。

receiving 非IDLE動作(スケルチの後に)を示す受信プロセスによる論理セット。キャリア感知プロセスによって使用され、衝突を示す送信過程によってさらに解釈される。

値：TRUE：スケルチでないキャリアを受信した。

FALSE：キャリアを受信していない。

rx_bits [9:0] ビットの受信によって組み立てられ、受信によって処理されるようなPMAからの直近10個の受信コードビットのベクトル。rx_bits[0]は直近の受信(最新)コードビットである。rx_bits[9]は最後の受信コードビット(最古)です。整合が行われた場合、それは最後の2つのコードグループを含んでいる。

rx_code-bit 直近のPMA_UNITDATA.indicateプリミティブによって通信されるようなrx_codeビットパラメーター(すなわちPMAからの直近受信コードビットの値)。

RX_DV 22章で記述されているMIIのRX_DV信号。受信プロセスによってセットされ、RX_DVはまた、rx_bitsが整合されたコードグループであるという表示としてのビットの受信プロセスによって解釈される。

RX_ER 22章で記述されているMIIのRX_ER信号。

RXD <3:0> 22章で記述されているMIIのRXD<3:0>信号。

transmitting 送信中を示すための送信プロセスによる論理セット。キャリア感知プロセスによって使用される。

値：TRUE：PCSのクライアントが送信している。

FALSE：PCSのクライアントは送信していない。

tx_bits [4:0] コードグループを表わすコードビットのベクトルは、送信プロセスによる送信の準備をし、ビットの送信プロセスによってPMAに送信される。

TX_EN 22章で記述されているMIIのTX_EN信号。

TX_ER 22章で記述されているMIIのTX_ER信号。

TXD <3:0> 22章で記述されているMIIのTXD<3:0>信号。

24.2.3.3 機能

nibble DECODE (code-group)

受信では、この機能がその議論として5ビットのコードグループを受け取り、表24-1に基づき、対応するMII RXD<3:0>ニブルを返す。

code-group ENCODE (nibble)

送信プロセスでは、この機能がその議論としてMII TXD<3:0>ニブルを受け取り、表24-1に基づき、

対応する5ビットのコードグループを返す。

SHIFTLEFT (rx_bits)

ビットの受信では、この機能は、rx_ビット[1]が rx_ビット[0]を得るまで、rx_bits[9]の中に rx_bits[8]、rx_bits[8]の中に rx_bits[7]を置くというように、rx_bitsを1ビット左にシフトさせる。

24.2.3.4 タイマー

code-bit_timer

ビットの送信プロセスでは、タイマーはPCSからPMAまで、およびそのために媒体まで、公称8ns単位でコードビットの出力を管理している。このタイマーは、125MHz±0.005%の基本周波数と、20kHz以上±8°未満の位相ジッタを持った固定周波数オシレータから成っている。

24.2.3.5 メッセージ

gotCodeGroup.indicate

整合がrx_bits(4:0)の次のコードグループの受信完了を表示した後、前のコードグループが rx_bits[9:5]に移動されて、ビットの受信プロセスによって受信プロセスに送られた信号。 rx_bits[9:5]はカレントコードグループと見なしてもよい。

PMA_UNITDATA.indicate (rx_code-bit)

媒体からの次のコードビットがrx_codeビットで利用可能であることを示す、PMAによって送られた信号。

sentCodeGroup.indicate

tx_bits[4:0]のコードグループの送信の完成を示す、ビットの送信プロセスから送信プロセスに送られた信号。

24.2.4 状態遷移図

24.2.4.1 ビットの送信

ビットの送信は送信プロセスによって準備されたコードグループを受けすることに責任を果たしており、それらをPMA_UNITDATA.requestを使用しているPMAに送信している。その周波数は送信クロックを決定している。送信は、sentCodeGroup.indicateを持ったコードグループの送信の完了を示すビットの送信を備えた tx_bitsにこれらのコードグループを置く。

PCSは、24.2.3に記述されているような準状態変数へのコンプライアンスを含む図24-7で描かれているようなビットの送信プロセスを実行するものとする。

24.2.4.2 送信

送信プロセスはtx_bitsおよびビットの送信プロセスによってPMAにコードグループを送る。最初に起動された時、そしてストリーム(MII上のTX_ENによって限界を定められた)間で、送信プロセスはPMAへの連続的なアイドルコードグループ(/I/)のソースを突き止める。MIIによるTX_ENのアサーティングに際して、送信プロセスは、これら2つのコードグループ倍の間TXD<3:0>ニブルを無視して、SSD(/J/K/)をPMAへ渡す。SSDに続いて、TX_ENがアサーティングされなくなるまで、各TXD<3:0>ニブルは5ビットコードグループへコード化される。もし、TX_ENがアサーティングされている間、TX_ER信号もアサーティングされると、送信プロセスはPMAにエラーコードグループ(/H/)を通過させる。TX_ENがアサーティングされないと、ESD(/T/R/)は生成される。その後アイドルコードグループの送信はIDLE状態によって再開される。

衝突検知は10BASE-Tのモデルに続いて、送信の間にキャリア受信の発生に注意することにより実装される。PMAによるlink_status≠OKの表示は、いつでもIDLE状態への即時の推移を引き起こし、他の送信プロセスオペレーションにも取って代わる。

PCSは、24.2.3に記述されているような準ステート変数へのコンプライアンスを含む図24-8で描かれているような送信プロセスを実行するものとする。

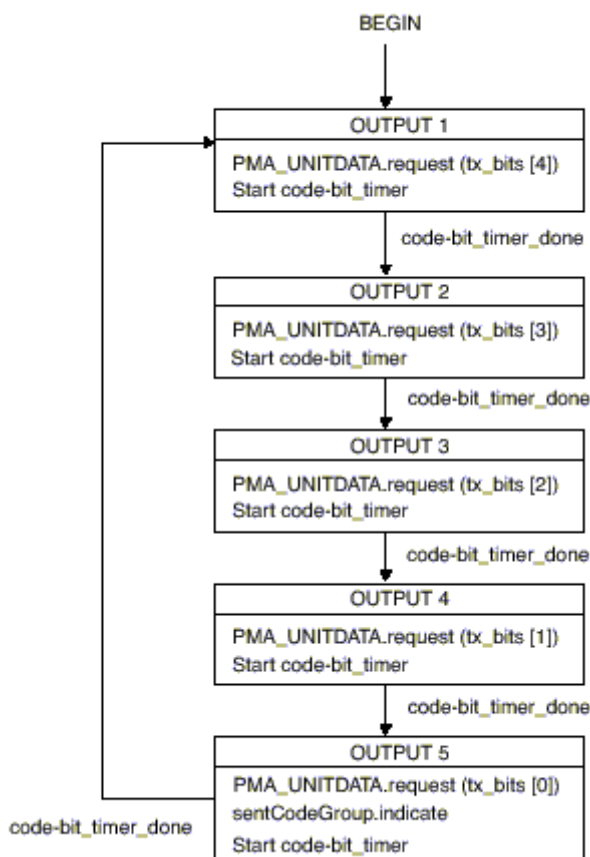


図24-7 ビットの送信状態遷移図

24.2.4.3 ビットの受信

ビットの受信プロセスはrx_bitsによってそれらを受信プロセスへ渡すPMAインタフェースからコードビットを集める。rx_bits[9:0]は、rx_bits [0]へシフトされてPMA(rx_code-ビット)からの新しい受信コードビットと共に、PMAコードビット上のスライドされた10ビットウィンドウを表す。これは図24-9に描かれている。受信がRX_DVのアサーティングにより整合を表示するまで、ビットは連続的に集められる。その後、ビットの受信は5コードビットごとに蓄積された受信を信号化する。連続したプロセスはRX_DVのデアサーティングを再開する。

PCSは、24.2.3に記述されているような準ステート変数へのコンプライアンスを含む図24-10の中で表されているようなビットの受信プロセスを実行するものとする。

24.2.4.4 受信

受信プロセスステートマシンは2つのセクションを含むこととして見る事ができる。あらかじめ整合した状態とその時に整合した状態である。あらかじめ整合した状態、IDLE、CARRIER DETECTおよびCONFIRM Kで、受信プロセスは、SSDが後続するチャネル動作の表示を待っている。整合が成功した後に、入力されるコードグループはストリームの終了を待つ間に解読される。

24.2.4.4.1 チャネル動作の検知

半二重のモードで動作するDTEでは、下層チャネル上の動作の検知が据え置き目的のために、MAC(MII CRS信号およびリコンサイレーション副層を経由した)によって、および衝突検知の送信プロセスによって使用される。受信のアサートینگによって示された動作は、入力されるコードビットストリームの任意の10コードビット以内の2つの接触しないZEROSの受取によって示される。

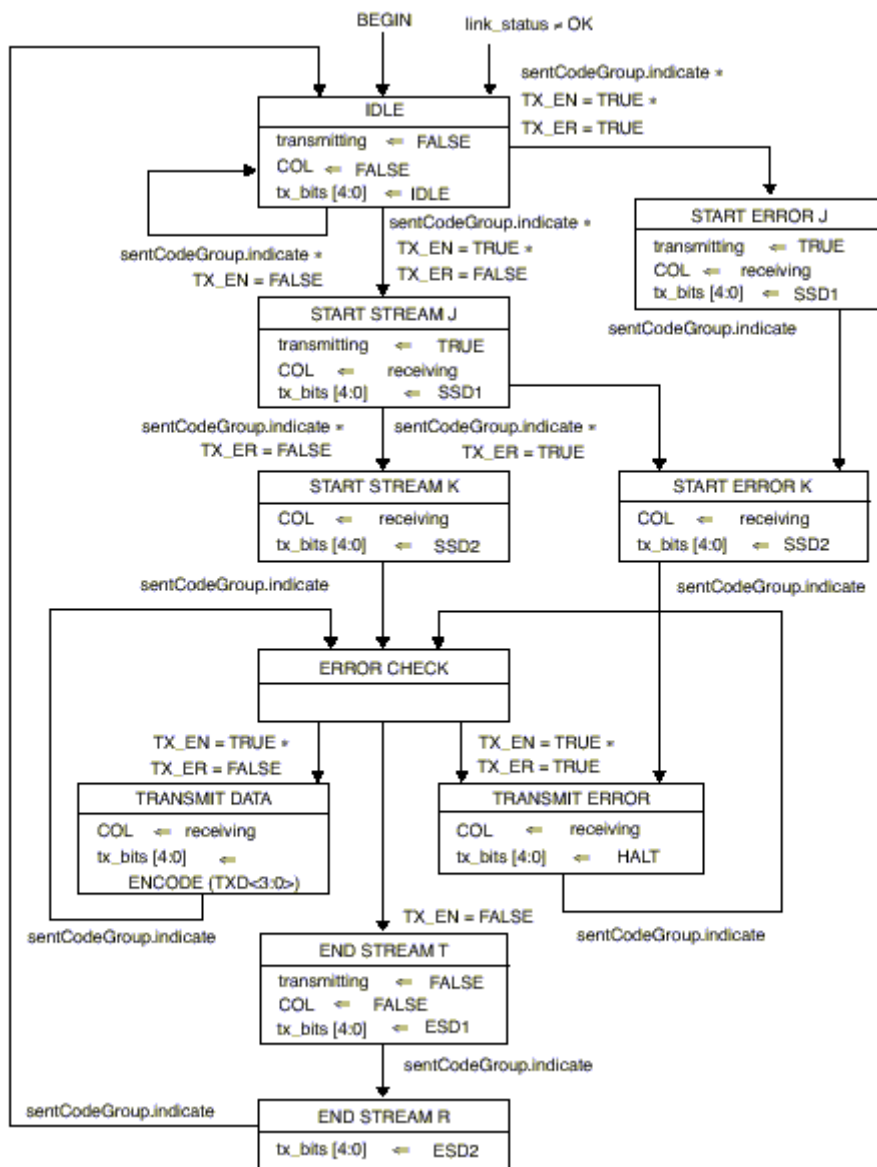


図24-8 送信状態遷移図

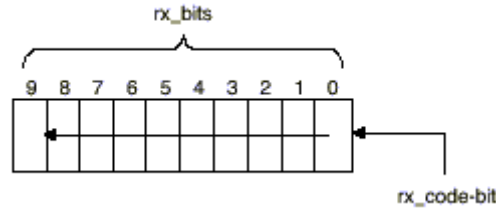


図24 - 9 一ビットの受信参考図

24.2.4.4.2 コードグループの整合

チャンネル動作が検知された後、受信プロセスは後のデータ解読のためにコードグループ境界上に入力されるコードビットを最初に整合させる。これは、SSD(/J/K/)のためにrx_bitsベクトルを走査することにより達成される。MII_RX_DV信号は、リコンサイレーション副層がRXD<3:0>上のどんな信号も無視するだろうということを保証する間ディアサーティングされ続ける。SSDの検知は受信プロセスをSTART OF STREAM J状態に入らせる。

形の良いストリームは、最初の8プリアンブルビットの代わりにSSD(/J/K/)を含んでいる。他の何かがキャリアの検知後またすぐに次の検知をした場合、誤りのキャリア表示は、RX_ERをアサーティングしRX_DVがディアサーティングされ続けている間、1110にRXDをセットすることにより、MIIに表示される。関連するキャリアイベントは、10のONEによって終了されるとともに、そうでなければ無視される。

24.2.4.4.3 ストリームの解読

受信プロセスは、SSDのためにONEとZEROのデータビットを交互するシーケンス(それは、MACによって期待されたプリアンブルパターンと一致している)を代わりに行う。

その後、受信プロセスは、解読されたデータを、MACプリアンブルおよびSFDの残りに相当するものを含めてMIIへ渡して、入力されるコードグループ上でDECODE機能を実行する。MIIのRX_ER信号は、有効なデータコードグループでも有効なストリーム終了シーケンスでもないSSDに続くどんなコードグループの解読もアサーティングされる。

24.2.4.4.4 ストリームの終了

受信プロセスでのストリームの終了を達成する手段が2つある(図24-11)。

正常なストリームの終了はrx_bitsベクトルの中で、ESD(/T/R/)の検知によって引き起こされる。フレームの終わりで(すなわちMACで正しくない整合エラーを回避すること)MACが適切にFCSの限界を定めるという能力を保つために、内部信号受信(そしてそれを通して、22章によるMIIのCRS信号)は、FCSへマッピングするストリームの最後のコードビットに続いて、すぐにディアサーティングにされる。ストリームの受信の間(receiving=TRUEの間)に条件link_status≠OKがLINK FAILED状態への即時の推移を問題なく引き起こし他の「受信」プロセスオペレーションにも取って代わることに注意しなさい。

時期尚早のストリームの終了は、ESDに先立ったrx_bitsベクトルに、2つのアイドルコードグループ(/I/I)

の検知によって引き起こされる。RX_ERがMII上で示されている間、ニブルが最初に接触する5つのONEに対応している間、RX_DVがアサートングされ続けることに注意しなさい。RX_ERも、LINK FAILED状態(それはRX_ERが検知される十分な時間にアサートングされ続けることを保証している)でアサートングされる。

ストリームの終了は、IDLE状態への推移を引き起こす。

PCSは、24.2.3に指定されるような準ステート変数へのコンプライアンスを含む図24-11の中で描かれているような受信プロセスを実行するものとする。

24.2.4.5 キャリア感知

キャリア感知プロセスは、(リコンサイレーション副層により)半二重モードで作動するMACは据え置きのために使用するMII上にCRS信号を生成する。そのプロセスは、受信と送信のプロセスによって生成されて、受信や送信している内部メッセージによる論理ORオペレーションを実行することによってそれぞれオペレーティングされる。

PCSは、24.2.3に記述されているような準状態変数へのコンプライアンスを含む図24-12で描かれているようなキャリア感知プロセスを実行するものとする。

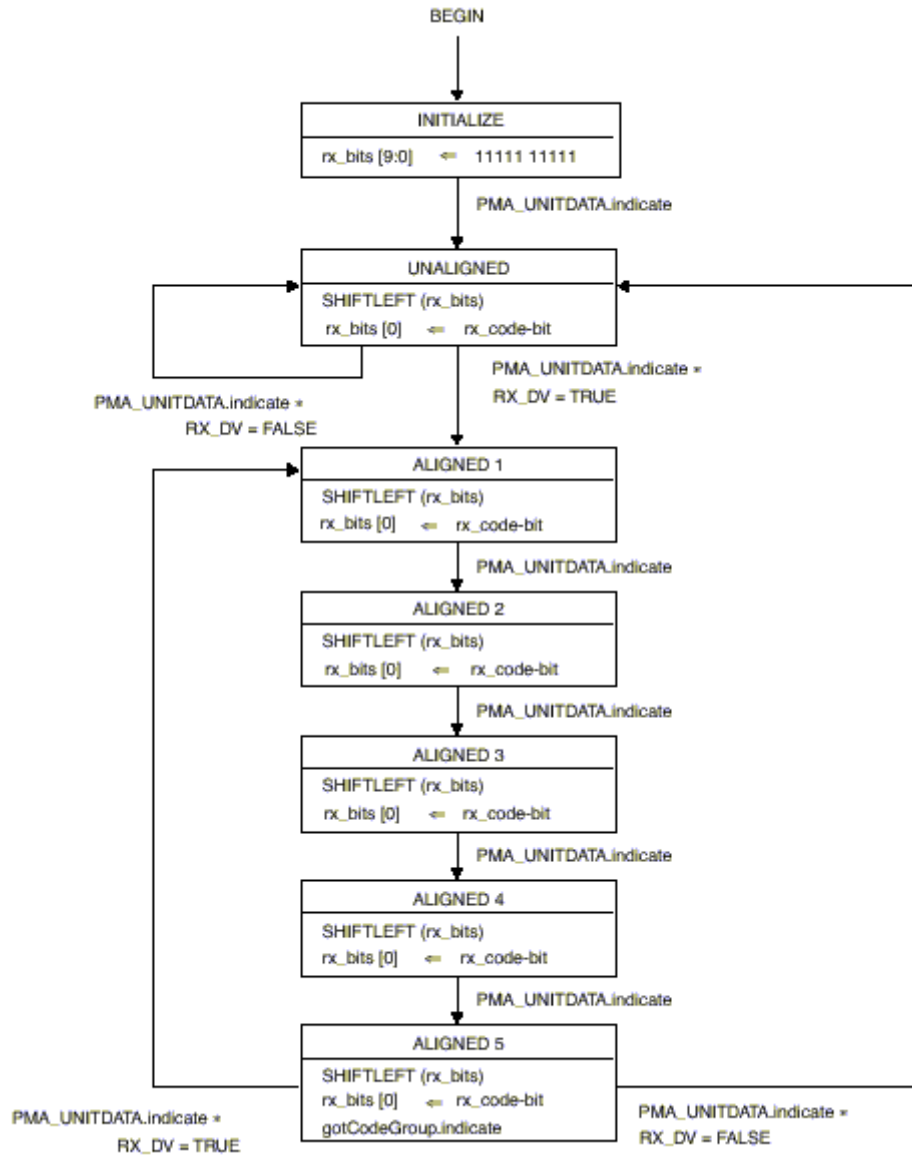


図24-10 ビットの受信状態遷移図

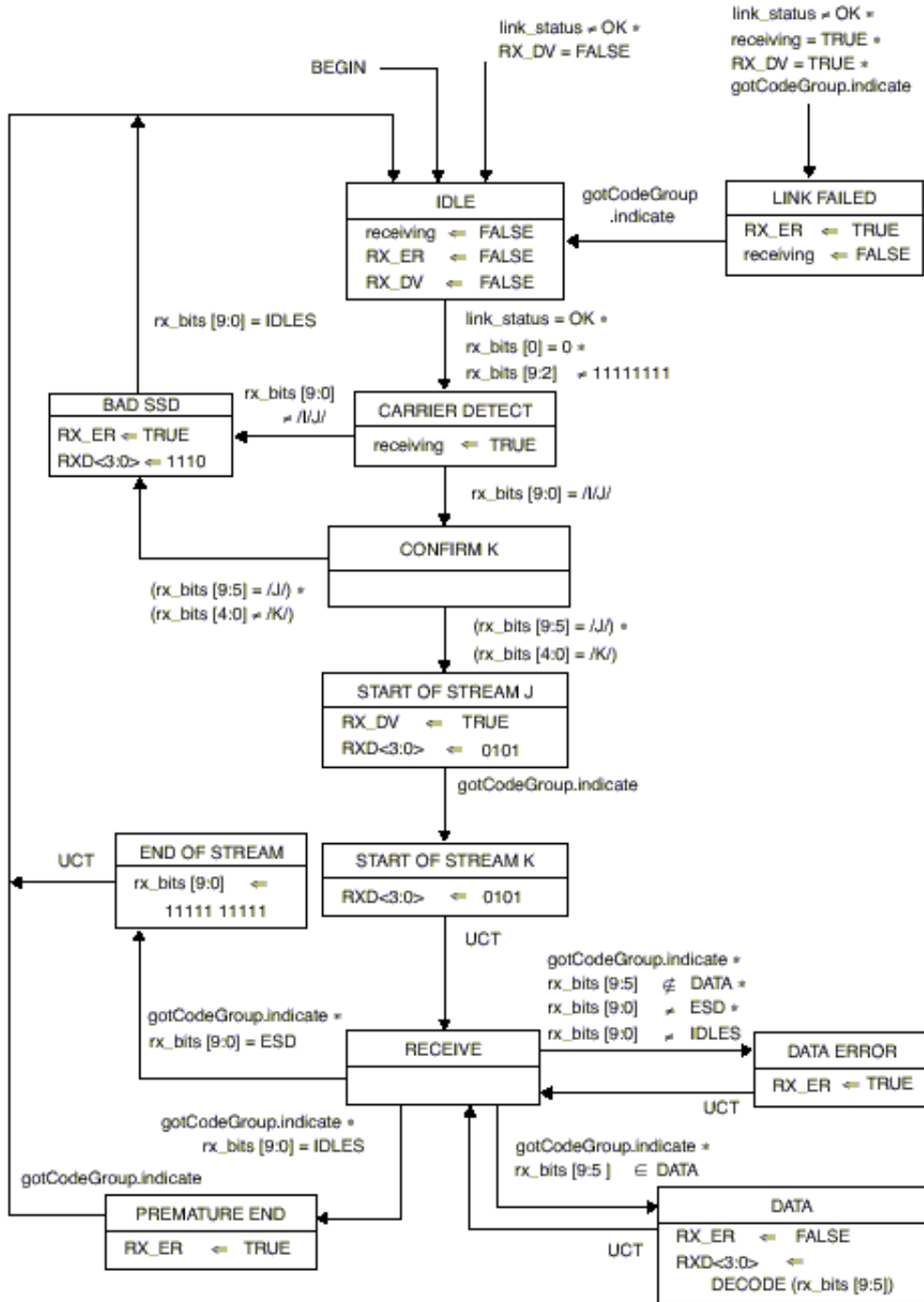


図24-11 受信状態遷移図

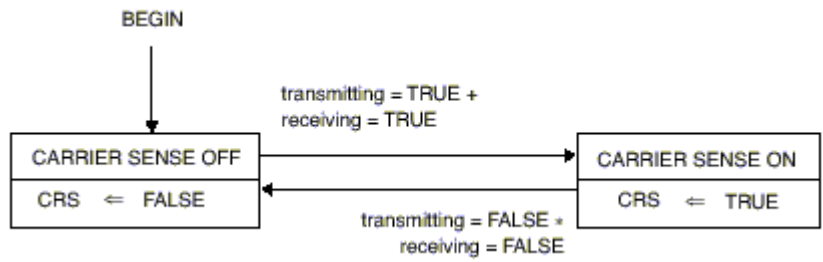


図24-12 キャリア感知状態遷移図

24.3 物理媒体アタッチメント(PMA)副層

24.3.1 サービスインタフェース

以下に規定するサービスインタフェースは、PMAによりPCSやリピータ等のクライアントへ提供される。これらのサービスは抽象的方法で示され、具体的な実装手段を示すものではない。PMAサービスインタフェースは、PCSまたはリピータエンティティとの間のコードビット変換をサポートする。PMAは、コードビットをNRZI符号形式に変換しPMDへ渡す。そしてその逆も行う。また、クライアント用の付加的な状態表示を生成する。

以下のプリミティブが定義される。

```
PMA_TYPE.indicate
PMA_UNITDATA.request
PMA_UNITDATA.indicate
PMA_CARRIER.indicate
PMA_LINK.indicate
PMA_LINK.request
PMA_RXERROR.indicate
```

24.3.1.1 PMA_TYPE.indicate

このプリミティブは、PMAの具体的な種類を示すためにPMAにより生成される。このプリミティブの目的は、一般化された方法により、クライアントに対しさまざまなタイプの100BASE-T PMAエンティティへの接続をサポートすることである。

24.3.1.1.1 サービスプリミティブの意味

```
PMA_TYPE.indicate ( PMA_type )
100BASE-X PMAの場合、PMA_typeパラメータの値は“X”となる。
```

24.3.1.1.2 生成契期

PMAは、PMA_typeの値を示すために、このプリミティブを連続して生成する。

24.3.1.1.3 受信後の動作

このプリミティブを受信した時のクライアントの動作は、PMA副層では規定しない。

24.3.1.2 PMA_UNITDATA.request

このプリミティブは、クライアントからPMAへのデータ(コードビットの形で)の転送を定義する。

24.3.1.2.1 サービスプリミティブの意味

```
PMA_UNITDATA.request ( tx_code - bit )
このプリミティブは、PCS等のクライアントからPMAへのデータ(コードビット形式)の転送を定義する。
tx_code - bitパラメータの値は“1”または“0”である。
```

24.3.1.2.2 生成契期

PCS等のクライアントは、媒体上の伝送用に適切なコードビットで公称125 Mb/sで連続して送信する。

24.3.1.2.3 受信後の動作

このプリミティブを受け取り次第、PMA は PMD_UNITDATA.request プリミティブを生成し、指定されたコードビットの送信を NRZI 形式(tx_nrzi - bit)で MDI 上に要求する。

24.3.1.3 PMA_UNITDATA.indicate

このプリミティブは、PMA から PCS 等のクライアントへのデータ(コードビットの形で)の転送を定義する。

24.3.1.3.1 サービスプリミティブの意味

PMA_UNITDATA.indicate (rx_code - bit)

PMA_UNITDATA.indicate によって運ばれたデータは、公称 125 Mb/s の連続的なコードビットシーケンスである。rx_code - bit パラメータの値は “1” または “0” である。

24.3.1.3.2 生成契期

PMA は、PMD から受信した PMD_UNITDATA.indicate プリミティブに相当するコードビットを PCS 等のクライアントに連続して送信する。

24.3.1.3.3 受信後の動作

このプリミティブを受信した時のクライアントの動作は、PMA 副層では規定しない。

24.3.1.4 PMA_CARRIER.indicate

このプリミティブは、スケルチされていない非 IDEL のコードビットシーケンスを PMD から受信している事を示すために、PMA によって生成される。このプリミティブの目的は、下層の連続するシグナリングチャンネル上の動作状態を、早く確実にクライアントに対し通知する事である。

24.3.1.4.1 サービスプリミティブの意味

PMA_CARRIER.indicate (carrier_status)

Carrier_status パラメータの値は、“ON” または “OFF” で、非 IDEL で非スケルチのコードビットシーケンスを受信している場合は ON を、そうでない場合は OFF を示している。

24.3.1.4.2 生成契期

PMA は、carrier_status の値の変化を示すために、このプリミティブを生成する。

24.3.1.4.3 受信後の動作

このプリミティブを受信した時のクライアントの動作は、PMA 副層では規定しない。

24.3.1.5 PMA_LINK.indicate

このプリミティブは、下層の PMD 受信リンクの状態を示すために PMA により生成される。

24.3.1.5.1 サービスプリミティブの意味

PMA_LINK.indicate (link_status)

Link_status パラメータは、“READY、OK、FAIL” の 3 つの値をとり、受信チャンネルが正常でオートネゴシ

エーションを待っている状態 (READY)、正常な稼働状態 (OK)、異常 (FAIL) のいずれかを示す。

Link_status は、PMD が signal_status を OFF に設定した時、オートネゴシエーション (オプション) が link_control をディセーブルにした時、遠端障害検出 (オプション) が faulting を真に設定した時、FAIL に設定される。

link_status が OK 以外の場合は、rx_code - bit 及び、carrier_status は定義されない。

24.3.1.5.2 生成契期

PMA は、link_status の値の変化を示すために、このプリミティブを生成する。

24.3.1.5.3 受信後の動作

このプリミティブを受信した時のクライアントの動作は、PMA 副層では規定しない。

24.3.1.6 PMA_LINK.request

このプリミティブはオートネゴシエーションが実装されている場合にのみ、オートネゴシエーションアルゴリズムによって生成され、PMA のイネーブル/ディセーブル操作を行う。28 章を参照。

オートネゴシエーションが未実装の場合、プリミティブは実行されてはならず、PMA は link_control = ENABLE として扱う。

24.3.1.6.1 サービスプリミティブの意味

PMA_LINK.request (link_control)

Link_control パラメータは、3つの値 “SCAN_FOR_CARRIER、DISABLE、ENABLE” の内の1つの値を取る。オートネゴシエーションは、ファーストリンクパルスを受信するまでは、link_control を SCAN_FOR_CARRIER に設定し、PMA が 100BASE-X 信号を検知する事を許可する。

オートネゴシエーションは、交渉相手(ファーストリンクパルス)を検知した場合、link_control を DISABLE にセットすると共に、交渉が継続している間は 100BASE-X PHY を一時的に無効にする。100BASE-X PHY に完全に制御が通ると、オートネゴシエーションは、link_control を ENABLE に設定する。

24.3.1.6.2 生成契期

オートネゴシエーションは 28 節で記述される link_control の変化を示すために、このプリミティブを生成する。

24.3.1.6.3 受信後の動作

このプリミティブは、24.3.4.4 で記述される PMA のリンクモニタ機能の動作に影響を与える。

24.3.1.7 PMA_RXERROR.indicate

このプリミティブは、PMA によってエラーがキャリアイベントの間に検出されたことを示すために生成される。

24.3.1.7.1 サービスプリミティブの意味

PMA_RXERROR.indicate (rxerror_status)

Rxerror_status パラメータは、“ERROR、または、NO_ERROR” のどちらかの値をとり、受信したキャリアイベントが、検出可能なエラーを含むか (ERROR) 否か (NO_ERROR) を示している。キャリアイベントは、

ストリーム開始デリミタ(SSD)によってスタートしなかった時にエラーになると考えられる。

24.3.1.7.2 生成契期

PMA は非スケルチのキャリアイベントが、ストリーム開始デリミタで開始しなかった場合はいつでも、新たにこのプリミティブを生成する。

24.3.1.7.3 受信後の動作

このプリミティブを受信した時のクライアントの動作は、PMA 副層では規定しない。

24.3.2 機能的要求

100BASE-X PMA は、次の機能を含む。

- PMA サービスインタフェース、PMD サービスインタフェース間の、送受信コードビットのマッピング。
- PMA_LINK.indicate プリミティブから PMD_SIGNAL.indicate プリミティブにマッピングされ、下層 PMD が利用できる事を示すリンクモニタ。
- 受信した PMD 信号の検査から PMA_CARRIER.indicate 及び、PMA_RXERROR.indicate を生成するキャリア検出。
- 遠端障害生成、受信チャネル故障を感知する遠端障害検出プロセス、遠端障害表示の送信、そして遠端障害表示の感知から構成される遠端障害（オプション）。

図 24-4 は、PMA の機能ブロック図を含む。

24.3.2.1 遠端障害

オートネゴシエーションは、非対称リンク故障（すなわちチャネルエラーの状態が遠端ステーションでは検出されているが、近端ステーションでは検出されない）の検出に役に立つ遠端障害能力を提供する。

しかしながら、オートネゴシエーションは非シールド形より対線上の 100BASE-TX の様な、8 極モジュラコネクタを使う媒体のためにのみ定義されているので、機能的には有益であってもシールド形より対線上の 100BASE-TX や 100BASE-FX などの他の媒体では、オートネゴシエーションの遠端障害能力は利用できない。

100BASE-FX にとって遠端障害能力は、この媒体の長距離（エンドステーションにチェックさせる不便さ）への適用性やバックボーン（リンク故障をトリガにできる冗長システム）への適用性から特に有益であり、与えられるべきものである。

以上の理由によりオートネゴシエーションを使わない場合、100BASE-X はオプションとして遠端障害機能を提供する。媒体がオートネゴシエーションをサポートしている場合は、遠端障害を実装してはならない。

PMD の信号検出機能により、信号を受信していない事が明らかな場合、遠端障害の特徴として対向するステーションに対し特別な遠端障害表示の送信を許可している。遠端障害表示は、受信チャネル上で物理エラーが感知された場合にのみ送信される。遠端障害表示自体の受信を含みその他の状況では、PMA は tx_code-bit を通過させるだけである。

（注意：遠端障害アーキテクチャーは、遠端障害表示が検出された場合、自動的にアイドルコードグループを送信する。これはリンクが修復されたとき、通信を再確立するために必要である。）

遠端障害表示は、84 個の 1 とそれに続く 1 個の 0 を 1 サイクルとし、これの 3 回以上の繰り返りで構成さ

れる。この信号はインバンドで送信され容易に検出可能であり、しかも 100BASE-X のキャリア感知基準に適合しない様に作られている。それゆえ PMA のクライアントや遠端障害を実装していないステーションに対して透過である。

図 24-4 に示すように、遠端障害は遠端障害生成、遠端障害検出、リンクモニタプロセスを通じて実装される。

遠端障害生成プロセスは、入力側 tx_code - bit 列と TX プロセスの間に介在し、受信チャネル故障 (signal_status = OFF) の感知を行い、応答の中で遠端障害表示を送信する。

遠端障害表示の送信開始と終了は、いかなる場合も signal_status でのみ決定される。

遠端障害検出プロセスは、遠端障害表示を検出するため RX プロセスからの rx_code - bit を常時監視する。遠端障害表示の検出は、リンクモニタプロセスが Link_status を FAIL とする事でステーションの機能停止を引き起こし、その結果ステーションがアイドルコードを出力するように誘因する。

遠端障害表示は、管理機能でも使用する事ができるが、本節では規定しない。

24.3.2.2 以前の 802.3[®] PMAs との比較

以前の 802.3[®] PMA では、SQE 試験とジャバ機能と言う付加的な機能を持っていたが、これらは 100BASE-X PMA では実装されない。

SQE 試験は、物理層の送受信機能とは独立に衝突検出メカニズムの正常性を確認する手段を物理層に提供する。100BASE-X では、送信中に受信状態を感知する事で衝突検出するため、衝突検出は受信チャネルが正常かどうか依存する。リンクモニタ機能は、PMD 信号に対する受信能力を検査する事により、SQE 試験の機能を包括する。

ジャバ機能は、DTE がある種の全体的な網障害を起こす事を防ぐ機能である。媒体が混合されて使用される場合を考えると (例：同軸ケーブルとパッシブ光スターカプラなど)、この機能は DTE に実装されるのが自然である。

100BASE-X はリピータの使用が前提であり、そのリピータの各ポートの先には必ず 1 つの DTE かりピータが接続される。実装上の効率化から、100BASE-X においてはジャバ機能はリピータに実装される。

24.3.3 状態変数

24.3.3.1 定数

FEF_CYCLE

遠端障害表示を表示するために必要な連続サイクル数 (FEF_ONES が 1 つと 1 個の 0)。この値は 3 である。

FEF_ONES

遠端障害表示の各サイクルで送信されるべき連続する 1 の数。この値は 84 である。

24.3.3.2 変数

carrier_status

PMA_CARRIER.indicate プリミティブを通してキャリア検出プロセスにより伝達される carrier_status パラメータ。キャリアは、10 コードビット中の隣接しない 2 つの 0 連の受信と定義される。

値： ON ;キャリア受信
OFF;キャリア未受信

faulting

faulting 変数は遠端障害検出プロセスで設定され、実装時は遠端障害表示の検出状態を示している。この変数は、リンクモニタプロセスが link_status を強制的に FAIL にする為に使われる。遠端障害が未実装の場合の値は常に偽になる。

値： 真 ;遠端障害表示が検出されている。
偽 ;遠端障害表示は検出されていない。

link_control

PMA_LINK.request プリミティブによって伝達される link_control パラメータ。オートネゴシエーションが未実装の場合、link_control の値は常に ENABLE である。詳細は 28 章参照。

link_status

PMA_LINK.indicate プリミティブを通して、リンクモニタプロセスによって伝達される link_status パラメータ。

値： FAIL ;受信チャンネルは正常ではない。
READY ;受信チャンネルは正常で、オートネゴシエーションによって有効になる準備が整っている。
OK ;受信チャンネルは正常で、受信可能である。

r_bits [9:0]

キャリア検出において、PMD RX プロセスから受信した最新のコードビット 10 個の並び。r_bits [0]が最も新しいビットで、r_bits [9]は最も古いビットである。r_bits は、キャリア検出プロセスによって独占使用される内部変数である。

rx_code - bit

RX プロセスによって運ばれ、PMD_UNITDATA.indicate プリミティブと同時に操作される rx_code - bit パラメータ。rx_code - bit は、PMD から受信した NRZI から変換後の最新コードビットである。

rxerror_status

rxerror_status パラメータは、PMA_RXERROR.indicate プリミティブを通じて、キャリア検出プロセスによって伝達される。

値： NO_ERROR ;受信キャリアイベントにおいて検出エラーなし
ERROR ;受信キャリアイベントにおいて検出エラーあり。

signal_status

PMD_SIGNAL.indicate プリミティブによって伝達される signal_status パラメータ。

値： ON ;受信信号の品質とレベルは申し分ない。
OFF ;受信信号の品質とレベルは満足がいかない。

tx_code-bit_in

リンク障害生成において、PMA_UNITDATA.request によって PMA クライアントから PMA へ運ばれる tx_code-bit パラメータ。

tx_code-bit_out

リンク障害生成において、TX プロセスへ渡される tx_code-bit パラメータ。これは、TX プロセスによって tx_code-bit と呼ばれる事に注意。

24.3.3.3 関数

SHIFTL (rx_bits)

キャリア検出において、この関数は rx_bits[8] を rx_bits[9] へ、rx_bits[7] を rx_bits[8] へ、そして以下同様に rx_bits[0] を rx_bits [1] にするまで rx_bits を左に 1 ビットシフトさせる。

24.3.3.4 タイマー

stabilize_timer

330 μ s ~ 1000 μ s 間の実装依存の遅延タイマー。リンクの安定を保証するために使用する。

24.3.3.5 カウンタ

num_cycles

リンク障害検出において、カウンタは現在検出中の遠端障害サイクルの連続回数を示す。このカウンタは初期化時または、ビット列がもはや遠端障害表示ではないと判断した場合リセットされる。このカウンタ値は FEF_CYCLES の値を超えてはならない。

num_ones

これは独立した 2 つのカウンタからなる。リンク障害生成において、遠端障害表示のサイクル中において送信された連続する 1 の数を数えるカウンタと、リンク障害検出において、現在検出中の連続する 1 の数を数えるカウンタで、0 を検出した場合とビット列がもはや遠端障害表示では無いと判断された場合にリセットされる。このカウンタ値は FEF_ONES の値を超えてはならない。

24.3.3.6 メッセージ

PMD_UNITDATA.indicate (rx_nrzi-bit)

PMD から送出され、次の nrzi-bit が使用可能であることを示す信号。nrzi-bit は RX プロセスによってコードビットに変換され、キャリア検出プロセスで使われる。

5xPMD_UNITDATA.indicates

キャリア検出において、この簡単な記述は 5 つの有効な PMD_UNITDATA.indicates と共に、前の状態が 5 回繰り返された事をあらわす。

PMA_UNITDATA.request (tx_code-bit)

PMA のクライアントによって送信され、次の送信用 nrzi-bit が使用可能であることを示す信号。このプロセスでは tx_code-bit パラメータは、tx_code-bit_in と解釈される。

24.3.4 プロセス仕様と状態遷移図

24.3.4.1 TX

TX プロセスは、PMA クライアントからのデータを直接 PMD へ送る。PMA は以下のごとく TX プロセスを実行する。

: PMA は PMA_UNITDATA.request (tx_code-bit)を受け取り、NRZI フォーマットに変換する。そして、tx_nrzi-bit パラメータ用に PMD_UNITDATA.request (tx_nrzi-bit)プリミティブを同じ論理値で生成する。

tx_code-bit は、リンク障害生成プロセスが実装されている場合の tx_code-bit_out に相当することに注意する。

24.3.4.2 RX

RX プロセスは、PMD からのデータを直接 PMA のクライアントとキャリア検出プロセスに送る。PMA は以下の如く RX プロセスを実行する。

: PMA は PMD_UNITDATA.indicate (rx_nrzi-bit)を受け取り、NRZI フォーマットから変換を行う。

そして、rx_code-bit パラメータ用に同じ論理値で PMA_UNITDATA.indicate (rx_code-bit)プリミティブを生成する。

24.3.4.3 キャリア検出

PMA キャリア検出プロセスは、リピータなどのクライアントに対しキャリアが検出されているという表示と、エラーになったと思われる場合の表示を提供する。キャリアは、いずれかの 10 rx_code-bit に含まれる 2つの非連続の 0 連として定義される。キャリアが SSD で始まらないならば、エラーである。

キャリア検出プロセスは、RX プロセスによって伝えられたコードビットを連続して監視することによってこの機能を行う。そして非 IDEL 動作である事を示す特定パターンと SSD ビットパターンをチェックする。

キャリア検出プロセスは、PMD の RX プロセスからコードビットを収集する。r_bits [9:0]は、RX プロセスから受信した最新コードビットを r_bits [0] にシフトインし続ける、コードビットシーケンス上を移動する 10 ビット幅の窓として説明される。このプロセスは、r_bits を左方向にシフトさせると共に、新たに受信したコードビットを 0 の位置に挿入する。そして、次の PMD_UNITDATA.indicate の受信を待つてこの操作を繰り返す。図 24-13 参照。

キャリア検出プロセスは、入力されるコードビットシーケンス中に 2つの非連続な 0 連を検出するまで、r_bits を監視する。

これは、carrier_status の送信が OFF から ON になる合図となる。おのおの新しいキャリアは先頭の SSD(1100010001)を検査され、一致しない場合には rxerr_status が ERROR を設定する。ビット列中の 10 連続 1 のパターンは、carrier_status=OFF に戻った事を示す。連続する 1 のコードビットパターンは、24.2.2.1 節で規定される符号化によって PCS の IDEL コードグループと一致する。

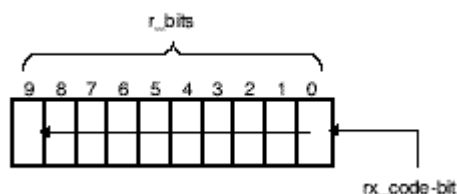


図 24-13 キャリア検出参照図

リピータをサポートしているならば、24.3.3節で規定された状態変数に従う事を含め、PMAは図24-14に描写されたキャリア検出プロセスを実装する必要がある。

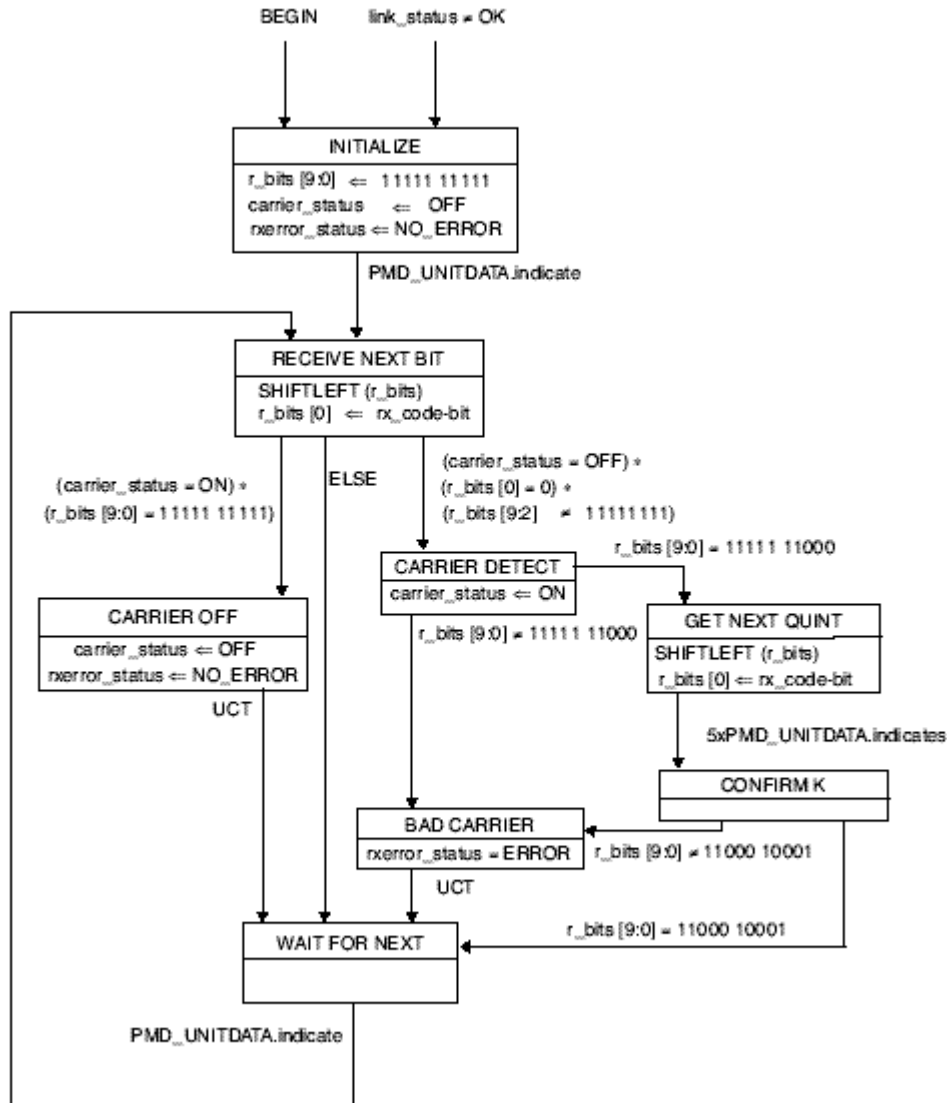


図 24-14 キャリア検出状態遷移図

24.3.4.4 リンクモニタ

リンクモニタプロセスは、下層の受信チャンネルが信頼できるデータを供給しているかを判断する要因となる。下層チャンネルの故障は、通常 PMA のクライアントに通常動作の中断を引き起こす。リンクモニタプロセスは、PMD 副層の連続する送信機構を利用する。これは、PMD_SIGNAL.indicate プリミティブによって伝達される signal_status を通して、チャンネル上の連続する信号検出表示と共に、PMA に提供される。

オートネゴシエーションが実装されている場合はこの制御に応答し、PMA_LINK.request の link_control パラメータの影響を受ける。

リンクモニタプロセスは signal_status を監視し、signal_status がオフの場合やオートネゴシエーションが link_control を DISABLE にセットした場合、link_status を FAIL にする。リンクは、signal_status が一定期間ずっと ON であるならば、確立しているものと見なす事ができる。この期間は実装によるが、少なくとも 330 μs 以上で 1000 μs を超えない。

もしその様に適合したなら、オートネゴシエーションが実装されている場合は、同期をとるためにリンクモニタが link_status を READY にセットする。link_control を ENABLE にセットする事で、オートネゴシエーションは全動作を許可する。

オートネゴシエーションが実装されない場合、リンクモニタは常に link_control を ENABLE にセットする。

PMA は 24.3.3 節で規定された関連する状態変数に従う事を含め、図 24-15 に描写されたリンクモニタを実装する必要がある。

24.3.4.5 遠端障害生成

遠端障害生成は、signal_status=ON の場合は、単純に tx_code - bit を TX プロセスに渡す。signal_status =OFF の場合、signal_status が再度 ON になるまで遠端障害表示を各サイクルで出し続ける。

遠端障害が実装されている場合、PMA は 24.3.3 節で規定された関連する状態変数に従う事を含め、図 24-16 に描写された遠端障害生成を実装する必要がある。

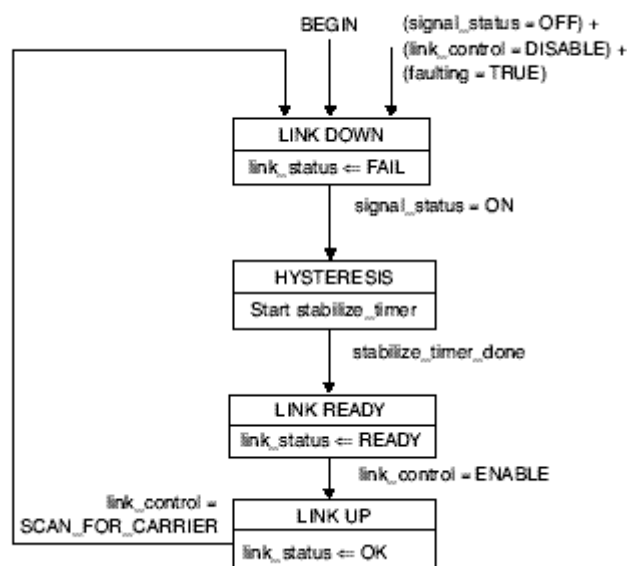


図 24-15 リンクモニタ状態遷移図

注: link_control 変数と link_status 変数は、オートネゴシエーション調停遷移図(図 28-16)においては、それぞれ link_control [TX]、link_sattus [TX] として作成されている。

24.3.4.6 遠端障害検出

遠端障害検出は、遠端障害表示を監視するために RX プロセスからの rx_code - bit 列を無条件にモニタする。これは、最後の 0 から見つかった連続する 1 の数を保存するカウンタと、84 個の 1 と 1 個の 0 のサイク

ルの数を保存するカウンタにより実行される。

遠端障害表示は、84 個の 1 と 1 個の 0 のサイクルが 3 回以上あった証拠となる。

注：連続した 1 の数は最初のサイクルに関して 84 を越えるかもしれない。

遠端障害が実装されている場合、PMA は 24.3.3 節で規定された関連する状態変数に従う事を含め、図 24-17 に描写された遠端障害検出プロセスを実装する必要がある。

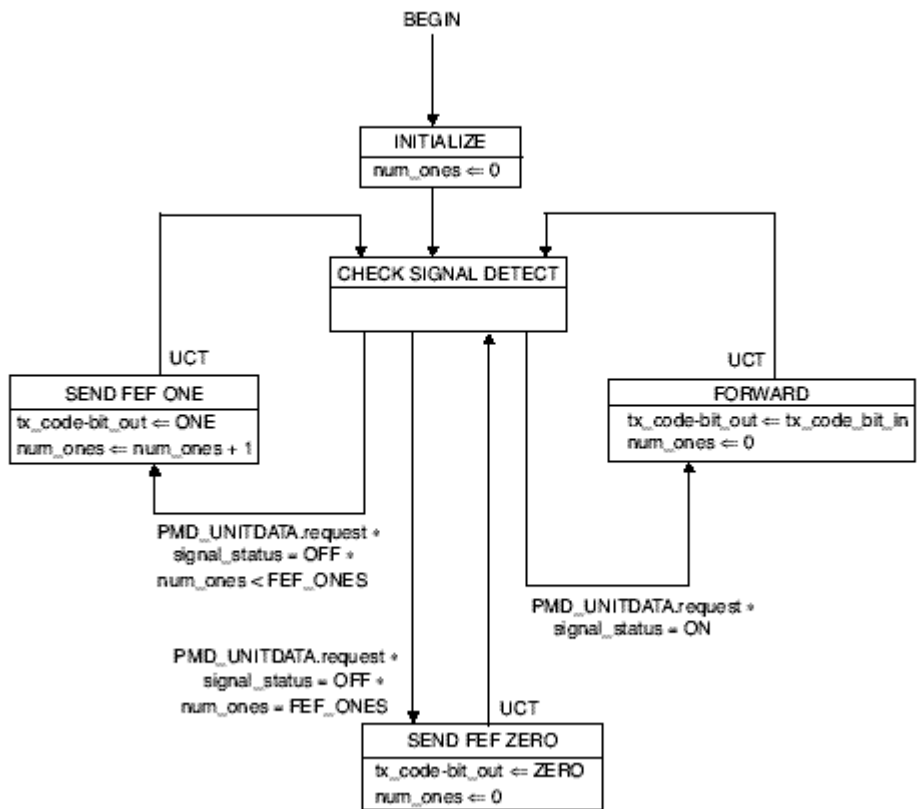


図 24-16 遠端障害生成 状態遷移図

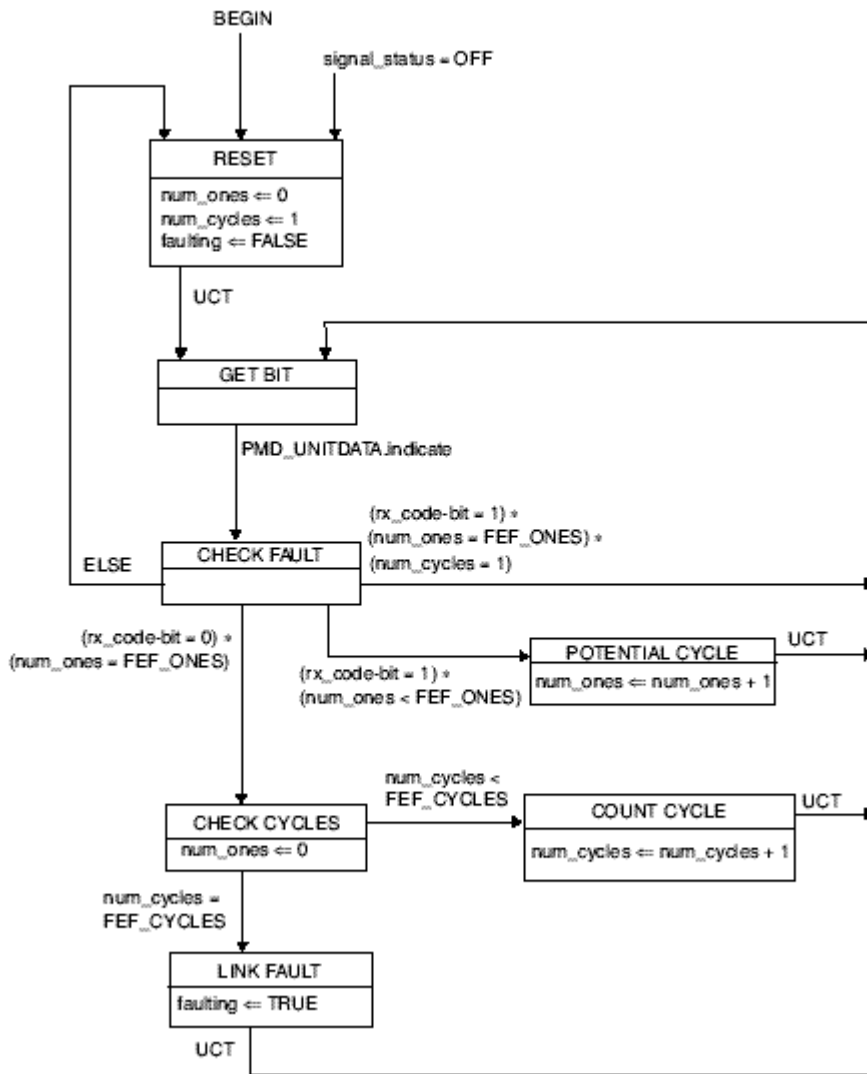


图 24-17 遠端障害検出 状態遷移図

24.4 物理媒体依存副層 (PMD) サービスインタフェース

24.4.1 PMD サービスインタフェース

下記は、PMDによって提供されるサービスを指定します。

PMDは100BASE-Xの内の副層で、他の100BASE-T PHY 規定の中にあってはならない。

これらのサービスは抽象的方法で示され、具体的な実装手段を示すものではない。

これらのサービスは、2つの例外を除いてISO/IEC9314-3:1990とANSI X3.263-1995のようなFDDI標準の規定と機能的に一致することに注意しなければならない。

a)100BASE-Xは、ステーション管理(SMT)機能を含まない。したがって、PMDからSMへのインタフェースは、ISO/IEC9314-3:1990とANSI X3.263-1995から規定される。

b)100BASE-Xは、単一のPMAに対するサポートの中でPMDの多数の実例をサポートしない。したがって、制約は参照が付けられているユニークなPMDを識別するためには必要でない。

また、このインタフェース規定と100BASE-TXの前後の関係により要求される参照標準との編集上の違いがある

PMD サービスインタフェースは、PMA エンティティ間のnrzi-bits変換をサポートする。

PMDは、規定された媒体のために適切な信号からnrzi-bitsへ変換する。

以下のプリミティブが定義される。

PMD_UNITDATA.request

PMD_UNITDATA.indicate

PMD_SIGNAL.indicate

24.4.1.1 PMD_UNITDATA.request

このプリミティブは、PMAからPMDへのデータ(nrzi-bitsの形で)の転送を定義する。

24.4.1.1.1 サービスプリミティブの意味

PMD_UNITDATA.request (tx_nrzi-bits)

PMD_UNITDATA.requestによって伝えられたデータはnrzi-bitsの連続的なシーケンスである。

tx_nrzi-bitsパラメータは、2つの値のうちの1つをとることができる:ONEまたはZERO。

24.4.1.1.2 生成時期

PMAは、媒体上の伝送に適したnrzi-bitsで公称125Mb/sで連続して送信する。

24.4.1.1.3 受信による影響

このプリミティブの受信に際して、PMDは、MDIの適切な信号に規定されたnrzi-bitsへ変換する。

24.4.1.2 PMD_UNITDATA.indicate

このプリミティブは、PMDからPMAへのデータ(nrzi-bitsの形で)の転送を定義する。

24.4.1.2.1 サービスプリミティブの意味

PMD_UNITDATA.indicate (r x_nrzi-bits)

PMD_UNITDATA.indicateによって伝えられたデータは、連続的なnrzi-bitsシーケンスである。
r x_nrzi-bitsパラメータは、2つの値のうちの1つをとることができる。： ONEまたはZERO。

24.4.1.2.2 生成時期

PMDは、MDIから受信した信号に対応するnrzi-bits をPMAへ連続して送信する。

24.4.1.2.3 受信による影響

このプリミティブを受信した時のクライアントの動作は、PMA副層では、規定しない。

24.4.1.3 PMD_SIGNAL.indicate

このプリミティブは、MDIからの受信している信号の状態を示すためにPMDより、生成される。

24.4.1.3.1 サービスプリミティブの意味

PMD_SIGNAL.indicate (signal_status)

signal_statusパラメータは、2つの値のうち1つをとることができる。： ONあるいはOFF、
受信信号の質およびレベルが満足 (ON)か不満足 (OFF)かどうかを示す。
signal_status がOFFの時、rx_nrzi-bits は、定義されないが、結果としての行為は、PMD_signalに基づく。論
理0として、rx_nrzi-bits を判断する。

24.4.1.3.2 生成時期

PMDは、signal_statusの値の変化を示すために、このプリミティブを生成する。

24.4.1.3.3 受信による影響

このプリミティブを受信した時のクライアントの動作は、PMD副層では規定しない。

24.4.2 媒体依存インタフェース (MDI)

PMDに関連した物理インタフェースであるMDIは、電気または、光の媒体コネクタより構成される。
次の節で定義された100BASE-X MDIは、100BASE-Xに必要な少ない修正 (コネクタとピンアウト) とともに
ISO/IEC9314-3:1990とANSI X3.263-1995で適切なFDDI PMDの参照によって規定される。

24.5 互換性検討

PCS、PMAあるいはPMDのために規定されたインターフェースのうちのどれを与えるかのコンプライアンス
デバイスの要求はありません。

しかしながら、エクスポーズドインターフェースがPCSに供給される場合、章22の中で規定されるように、
それはMIIのための必要条件に従う。

24.6 遅延制約

半二重のモードにおいて、CSMA/CD LANの適切なオペレーションは、ネットワークを通して伝達遅延の
上限を要求する。

これは、MAC,PHYそしてリピータは、最小限と最大限の確かな遅延に一致することを要求される。そして、
ネットワーク計画者と管理者は、ケーブルトポロジーと装置の連結に関しては、制限に従うことを暗示する。

全二重モードにおいて、MAC制御 PAUSE操作（31章、Annex 31B）の予測できるオペレーションは、ネットワークを通して伝達遅延の上限が要求される。

これは、MAC,MAC制御副層とPHYは、最小限と最大限の確かな遅延に一致することを要求される。そして、ネットワーク計画者と管理者は、ケーブルトポロジーと装置の連結に関しては、制限に従うことを暗示する。

MAC制約は、21章に含まれる。

トポロジカル制約は、29章に含まれる。

MAC制御副層制約は、31章にふくまれる。

MDIで測定されるように、全MDI測定のための参照ポイントは、参照コードビットに対応する中央のセル推移の50%のポイントです。

100BASE-TX出力はスクランブルされるが、これらの測定が適切になされると仮定される。

24.6.1 PHY 遅れ制約（エクスポーズド MII）

エクスポーズドMIIを備えた各100BASE-X PHYは、表24-2の中で指定されたビット遅れ制約に従う。これらの数値は、すべての100BASE-X PMDに適用する。

表24-2 ビット遅れ制約

Sublayer measurement points	Event	Min (bits)	Max (bits)	Input timing reference	Output timing reference
MII ↔ MDI	TX_EN sampled to MDI output	6	14	TX_CLK rising	1st bit of //
	MDI input to CRS assert		20	1st bit of //	
	MDI input to CRS de-assert (aligned)	13	24	1st bit of /T/	
	MDI input to CRS de-assert (unaligned)	13	24	1st ONE	
	MDI input to COL assert		20	1st bit of //	
	MDI input to COL de-assert (aligned)	13	24	1st bit of /T/	
	MDI input to COL de-assert (unaligned)	13	24	1st ONE	
	TX_EN sampled to CRS assert	0	4	TX_CLK rising	
	TX_EN sampled to CRS de-assert	0	16	TX_CLK rising	

a) MDIからMIIへの遅れ制約（エクスポーズドMII,全二重モード）

表24-3 ビット遅れ制約（続き）

Sublayer measurement points	Event	Min (bits)	Max (bits)	Input timing reference	Output timing reference
MII ↔ MDI	TX_EN sampled to MDI output		14	TX_CLK rising	1st bit of /J/
	MDI input to RX_DV de-assert		32	first bit of /T/	RX_CLK rising

b) PHY制約（エクスポーズドMII,全二重モード）

24.6.2 DTE 遅延制約

アンエクスポーズドMIIの各100BASE-X DTEは、表24-3の中で規定されたビット遅れ制約に従う。これらの数値は、すべての100BASE-X PMDに適用する。

表24-4 DTE遅延制約（アンエクスポーズドMII,全二重モード）

Sublayer measurement points	Event	Min (bits)	Max (bits)	Input timing reference	Output timing reference
MAC ↔ MDI	MAC transmit start to MDI output		18		1st bit of /J/
	MDI input to MDI output (worst-case nondeferred transmit)		54	1st bit of /J/	1st bit of /J/
	MDI input to collision detect		28	1st bit of /J/	
	MDI input to MDI output = Jam (worst case collision response)		54	1st bit of /J/	1st bit of jam

24.6.3 キャリア デアサーション/アサーション制約（半二重モードにのみ）

ネットワークへの公平なアクセスを保証するために、各DTEはさらに、下記を満たすべきである。
 $(\text{MAX MDI to MAC Carrier De-assert Detect}) - (\text{MIN MDI to MAC Carrier Assert Detect}) < 13$

24.7 環境仕様

この節に従うすべての装置は、14.7の必要条件およびISO/IEC 11801の適用可能なセクションに従う。

24.8 章24に対するプロトコル実装適合表記（PICS）の検討

物理符号化副層（PCS）と物理媒体アタッチメント（PMA）副層、100BASE-X⁷

24.8.1 導入

物理符号化副層（PCS）と物理媒体アタッチメント（PMA）副層、100BASE-Xの供給者は、以下のプロトコル実装適合表記（PICS）の検討を完成させる。

PICSの検討を完成させるための命令といっしょに、PICSの検討で使われたシンボルの詳細な記述は21章に見られる。

24.8.2 自己識別

24.8.2.1 実装に関する識別

Supplier	
Contact point for enquiries about the PICS	
Implementation Name(s) and Version(s)	
Other information necessary for full identification—e.g., name(s) and version(s) for machines and/or operating systems; System Names(s)	
NOTE 1—Only the first three items are required for all implementations; other information may be completed as appropriate in meeting the requirements for the identification.	
NOTE 2—The terms Name and Version should be interpreted appropriately to correspond with a supplier's terminology (e.g., Type, Series, Model).	

⁷ PICS検討のための著作権解除:

この標準のユーザは、その意図した目的のために使用することができ、自由にこの節の中のPICS検討を再現してもよい。さらに完成したPICSを公表してもよい。

24.8.2.2 プロトコル要約

Identification of protocol standard	IEEE Std 802.3-2002 [®] , Clause 24, Physical Coding Sublayer (PCS) and Physical Medium Attachment (PMA) sublayer, type 100BASE-X
Identification of amendments and corrigenda to this PICS proforma that have been completed as part of this PICS	
Have any Exception items been required? (See Clause 21; the answer Yes means that the implementation does not conform to IEEE Std 802.3-2002 [®] .)	No [] Yes []

Date of Statement	
-------------------	--

24.8.2.3 主要機能/オプション

Item	Feature	Subclause	Status	Support	Value/Comment
*DTE	Supports DTE without MII	24.4	O/1		
*REP	Supports Repeater without MII	24.4	O/1		
*MII	Supports exposed MII interface	24.4	O/1		
*PCS	Implements PCS functions	24.2	REP: O DTE: M MII: M		
PMA	Implements PMA RX, TX and Link Monitor functions	24.3	M		
*NWC	Medium capable of supporting Auto-Negotiation		O		See Clause 28
*FEF	Implements Far-End Fault	24.3.2.1	NWC: X		
NWY	Supports Auto-Negotiation (Clause 28)		NWC: O		See Clause 28

24.8.3 物理符号化副層（PCS）および、物理媒体アタッチメント（PMA）副層、100BASE-X に対する対応表

24.8.3.1 一般的な互換性に関する検討

Item	Feature	Subclause	Status	Support	Value/Comment
GN1	Compliance with MII requirements	24.4	MI:M		See Clause 22
GN2	Environmental specifications	24.7	M		

24.8.3.2 PCS 機能

Item	Feature	Subclause	Status	Support	Value/Comment
PS1	Transmit Bits process	24.2.3	PCS:M		
PS2	Transmit process	24.2.4.2	PCS:M		
PS3	Receive Bits process	24.2.4.3	PCS:M		
PS4	Receive process	24.2.4.4	PCS:M		
PS5	Carrier Sense process	24.2.4.5	PCS:M		

24.8.3.3 PMA 機能

Item	Feature	Subclause	Status	Support	Value/Comment
PA1	TX process	24.3.4.1	M		
PA2	RX process	24.3.4.2	M		
PA3	Carrier Detect process	24.3.2.1	REP: M		
PA4	Link Monitor process	24.3.4.4	M		
PA5	Far-End Fault Generate process	24.3.4.5	FEF: M		
PA6	Far-End Fault Detect process	24.3.4.6	FEF: M		

24.8.3.4 タイミング

Item	Feature	Subclause	Status	Support	Value/Comment
TM1	Support for MII signals TX_CLK and RX_CLK	24.2.2.3	MI:M		See Clause 22
TM2	Accuracy of code-bit_timer	24.2.3	M		
TM3	Compliance with PHY bit delay constraints	24.6.1	MI:M REP: O		
TM4	Compliance with DTE bit delay constraints	24.6.2	DTE:M		
TM5	Compliance with Carrier De-assert/Assert Constraint	24.6.3	DTE:M		

25 物理媒体依存副層 (PMD) およびベースバンド媒体 100BASE-TX

25.1 概要

この章は100BASE-TX PMD(MDIを含む)とツイストペア線のベースバンド媒体100BASE-TXを規定する。100BASE-TXの物理層を完全にするために参照により統合されたとみなされる章24の100BASE-X、PCSおよびPMAにより統合される。

そして、100BASE-TX PMDは、24.4.1に規定されたPMDサービスインタフェースに従う。

25.2 機能仕様

100BASE-TX PMD (とMDI) は、FDDI TP-PMDの標準をANSI X3-263:1995(TP-PMD)を参照して、統合することによって規定される。この標準は、カテゴリ5 非シールドよ(撚)り対ケーブル (UTP) とシールドよ(撚)り対ケーブル (STP) のサポートを提供する。

この章において読みやすくするために、これからは、ANSI X.3-263:1995(TP-PMD)は、TP-PMDとして参照する。

25.3 一般的な例外

100BASE-TX PMDは、以下の一般的な変更とともに、TP-PMDとして規定されるPMDである。

a)TP-PMD 1と5に記載されている適用範囲と一般的な記述は、FDDI PHY ISO/IEC9314-2:1989とMAC,ISO/IEC9314-2:1989の適用と関連している。

これらのセクションは、100BASE-XでのPMDの使用に適切ではない。

b)TP-PMD 23および4の規範的参照、定義、協定はこの章のTP-PMD参照の章に翻訳して適応する必要がある場合のみ使用される。

c)TP-PMD 6のPMDサービス仕様は、24.4.1の中の規定されたもので置き換えられる。

100BASE-TX PMDサービス仕様は、TP-PMDの中の適当なPMDのサービスの部分集合である。

d)TP-PMD 11.1の非シールドよ(撚)り対ケーブル (UTP) のためのケーブル仕様は、25.4.6の中に規定されたものと置き換えられる。

e)この標準とTP-PMDの間に曖昧さを起こさない程度の若干の専門用語における相違がある。100BASE-Xで使われる専門用語は、他のIEEE802標準 (FDDIなど) と一致しているために選ばれた。専門用語はそれぞれの標準に両方で定義され一致している。解釈に関する特別な注記を表25-1に示す。

表25-1 一般的なFDDI定義用語と概念の対応

FDDI term or concept	Interpretation for 100BASE-TX
bypass	<unused>
Connection Management (CMT)	<no comparable entity>
frame	stream
Halt Line State (HLS)	<unused>
hybrid mode	<no comparable entity>
MAC (or MAC-2)	MAC

FDDI term or concept	Interpretation for 100BASE-TX
Master Line State (MLS)	<unused>
maximum frame size = 9000 symbols	maximum stream size = 3062 code-groups
PHY (or PHY-2)	PMA; i.e., PMD client
PHY Service Data Unit (SDU)	stream
PM_SIGNAL.indication (Signal_Detect)	PMD_SIGNAL.indicate (signal_status)
PM_UNITDATA.indication (PM_Indication)	PMD_UNITDATA.indicate (nrzi-bit)
PM_UNITDATA.request (PM_Request)	PMD_UNITDATA.request (nrzi-bit)
preamble	inter-packet IDLEs
Quiet Line State (QLS)	<unused>
SM_PM_BYPASS.request (Control_Action)	Assume: SM_PM_BYPASS.request(Control_Action = Insert)
SM_PM_CONTROL.request (Control_Action)	Assume: SM_PM_CONTROL.request (Control_Action = Transmit_Enable)
SM_PM_SIGNAL.indication (Signal_Detect)	<unused>
Station Management (SMT)	<no comparable entity>
symbol	code-group

表25-1 一般的なFDDI定義用語と概念の対応 (続き)

25.4 仕様要求と例外

100BASE-TX PMD(MDIを含んで)は、下にリストされた例外にを除いて、TP-PMD、7、8、9、10および11、ならびに標準の付録Aの要求に従う。

TP-PMDおよび付録B、C、E、G、IおよびJが下にリストされた例外を除いて、PMD副層の実装者にとって有用な付加的な情報を提供する。

もし、TP-PMDの仕様とこの標準の中に不一致があった場合は、この標準のほうが優先される。

25.4.1 7.2.3.1.1 “ 回線状態パタン ” の変更

Quiet Line State (QLS), Halt Line State (HLS), と Master Line State(MLS)は、TP-PMD 7. 2. 3. 1. 1の中で引用したデスクランブラ同期は、オプションである。

25.4.2 7.2.3.3 “ 同期消失 LOS ” の変更

TP-PMD 7. 2. 3. 3aに定義されるようなPH_Invalidが引き金となって起きた同期エラーはしない。

25.4.3 表 8-1 “ 非シールドツイストペアのための接続アサイン ” の変更

100BASE-TXでの非シールドツイストペアは、10BASE-Tの接続アサインに適合する。

したがって、TP-PMD表8-1の中で示される接続アサインは、表25-2の中で描かれるように、これらに代わっ

て従うべきである。

表25-2 UTP MDI 接続アサイン

Contact	PHY without internal crossover MDI SIGNAL	PHY with internal crossover MDI SIGNAL
1	Transmit +	Receive +
2	Transmit -	Receive -
3	Receive +	Transmit +
4		
5		
6	Receive -	Transmit -
7		
8		

25.4.4 8.3 “ステーション レベリング” の削除

TP-PMDの章8.3は、100BASE-TXに適用しない

25.4.5 9.1.9 “ジッタ”

TP-PMD 9.1.9に定義されたジッタ測定は、スクランブルIDLEを使って行う。

25.4.6 UTP ケーブル・プラント

11.1 TP-PMDの非シールドツイストペア (UTP) ケーブルの詳細は、この下位章に定義されたものに置換される。

この下位節で使われる用語“リンクセグメント”は、2ペアの二重のチャンネルを参照します。

リンク・セグメント用の仕様は、等しく2ペアの二重チャンネルの各々へ適用する。

すべてのバランスのとれたケーブリングリンクの実装は、MDIで互換性をもつもの。

25.4.6.1 ケーブリングシステム特性

100BASE-TXの二重のチャンネルをサポートするために使用される、ケーブリングシステムは、100Ωの公称インピーダンスでバランスのとれた2ペアのカテゴリ5を要求する。

リンク・セグメントを提供するために使用される、ケーブリングシステム要素(ケーブル、コードおよびコネクタ)は、ANSI/TIA/EIA-568-AやISO/IEC 11801:1995(クラスD)で規定されるようなカテゴリ5コンポーネントから成る。

25.4.6.2 リンク伝送パラメータ

この下位節に含まれた送信パラメータは、100m以内のカテゴリ-5リンク・セグメントで信頼できる媒体を提供することを保証する。

リンクセグメントの伝送パラメータには、挿入損失、インピーダンス特性、リターン損失、近端漏話減衰量、と外来ノイズが含まれる。

25.4.6.2.1 挿入損失

リンク・セグメントの挿入損失は、1 MHzから100MHzのすべての周波数において、未満で、なければならない

$$\text{Insertion_Loss}(f) < 2.1f^{0.529} + 0.4/f \quad (\text{dB})$$

平行ケーブルペアの減衰、リンクセグメント以内でのワークエリアや装置ケーブルによる接続損失が含まれる。

挿入損失規定は、リンクセグメントを100Ωで終端したときに適合すべきである。

注一 上記の方程式はANSI/TIA/EIA-568-A 付録EとTIA/EIA TSB-67で規定された100メートルリンクでのカテゴリ-5 20°Cにおける挿入損失の仕様である。

25.4.6.2.2 差動特性インピーダンス

ケーブル・コードおよび接続するハードウェアを含む各リンク・セグメントにおける公称上の差動特性インピーダンスは、1MHzから100MHzのすべての周波数においての100Ωである。

25.4.6.2.3 リターン損失

各リンク・セグメントは、1MHzから100MHzまですべての周波数で次の方程式の中で指定されたそのリターン・ロスに合うか超えるものとする。

$$\text{Return_Loss}(f) \begin{cases} 15 & (1 - 20 \text{ MHz}) \\ 15 - 10\log_{10}(f/20) & (20 - 100 \text{ MHz}) \end{cases} \text{ (dB)}$$

f は、MHz の周波数 リファレンスインピーダンスは、100Ωである。

25.4.6.2.4 差動近端漏話 (NEXT)

2重チャンネルの近端で漏話を制限するために、2重チャンネルの2ペア間の差動ペアからペアへの近端漏話 (NEXT) 損失は少なくとも

$$27.1 - 16.8\log_{10}(f/100) \text{ (dB)}$$

f は、1MHzから100MHzの範囲を超える周波数

注一 上記の方程式は、ANSI/TIA/EIA-568-A 付録EとTIA/EIA TSB-67の中で規定されたカテゴリ-5 100メートルリンクの個別の周波数でNEXTロスの仕様である。

25.4.6.3 雑音環境

100BASE-TX雑音環境は外部ソースからの雑音から成り、実在のBERに影響を与える。この雑音は、電氣的・磁氣的フィールドによってリンクセグメントへ結合され、ケーブルリングの外側のソースから成る。

さらに、隣接したケーブルからの雑音は、リンクセグメントとは性質の違う漏話がある。

この漏話は、普通ケーブルがきつく、いっしょに結線されているときに現れる。

丈夫なオペレーションを保証するために100BASE-TX PHYは、25.4.6.3.1に定義される外来ノイズの存在を操作すべきである。

25.4.6.3.1 外来ノイズ

リンク・セグメントの出力近傍に接続されたフィルタの出力で測定される外部ソースから結合される差動ノイズは、40 mV peak-to-peakを超過してはならない。

測定のためのフィルタは、100MHzで3 dBのカットオフを持つ5次パタワースフィルタである。

25.4.7 11.2 “クロスオーバー機能”の置換

TP-PMDの11.2節は、以下と置換する

クロスオーバー機能は、

- a)信号名はTP-PMDの中で使用される。
- b)STPのための接触割り当てはTP-PMDの表8-2の中で示される。

以外は、14.5.2に従って実行される。

14.5.2のクロスオーバー(UTPおよびSTP両方のための)は、リピーター-PHYの中で実行されることを推薦されることを意味することに注意してください。

25.4.8 A.2 “ベースラインワング測定のためのDDJテストパタン”の変更

TP-PMD付録A.2の中で規定されたテスト・パターンの長さは、100BASE-X測定を実施可能な長さに短くされるかもしれない。しかし、3000コードグループより短くしてはいけない。

注一 このパターンはMIIに適用される(MACに適用された時、各バイトでのニブルが交換される)

例えば、MACに配達されるように、テスト・パターンは、60, c9, 16…でスタートする。

25.4.9 付録G “ストリーム暗号スクランブルリング機能”の変更

ストリーム暗号スクランブルリング機能の例は、TP-PMD 付録Gに示されている。

これは、パケット間のIDLEシーケンスによる単独の同期許可を修正する。

25.4.10 付録I “コモンモードケーブル終端”

TP-PMD図Iと図I-2に示される接続アサインは、

表25-2の中で定義されているこれらに代わって従うべきである。

25.5 25章のプロトコル実装構造表記(PICS)の検討、物理媒体に依存する副層(PMD)および、ベースバンド媒体 100BASE-TX⁸

25.5.1 導入

物理媒体に依存する副層(PMD)とベースバンド媒体 100BASE-TX の供給者は、以下のプロトコル実装構造表記 (PICS) の項目様式を記述することになる。

PICS の項目様式を記述するための命令群と一緒に、PICS の記述で使われたシンボルの詳細な説明は 21 章にある。

25.5.2 識別子

25.5.2.1 実装に関する名称

供給者	
PICS に関する問合せの接点	
実装される名称とバージョン	
全体の識別に必要な他の情報 例え、装置に対する名称とバージョン、オペレーティングシステムとそのシステム名称	
注 1 : すべての実装に対して、最初の 3 個の項目のみが必要とされる。他の情報は、識別子に要求される適当なものが準備される。	
注 2 : 名称とバージョンに関する用語は、供給者の用語に合わせて適当な解釈がなされなければならない。(例え、種類、シリーズ、モデル)。	

25.5.2.2 プロトコルの要約

プロトコル標準の識別	IEEE Std 802.3-2002、25 節、物理媒体に依存する (PMD) 副層およびベースバンド媒体、100BASE-TX
この PICS の一部として完成されてきたこの PICS の検討に対する改正および改正版の識別	
いくらかの例外項目は必要とされるか? いいえ []、 はい [] (21 節を参照 ; 「はい」という回答は、実装が IEEE Std 802.3-2002 に準拠しないことを示す)	

表記の日付	
-------	--

25.5.3 主要な機能 / オプション

項目	内容	節	状態	サポート	値 / コメント
*TXU	シールドなしの撚り対線のサポート	25.2	O / 1		
TXS	シールドされた撚り対線のサポート	25.2	O / 1		

25.5.4 物理媒体に依存する(PMD)副層およびベースバンド媒体、100BASE-TX に対する PICS の記述の表

25.5.4.1 一般的な互換性に関する検討

項目	内容	節	状態	サポート	値/コメント
G N I	100BASE-X PMA と PCS	25. 1	M		2 4 章を参照

25.5.4.2 PMD 対応状況

項目	内容	節	状態	サポート	値/コメント
P D 1	100BASE-X に準拠 PMD サービスインタフェース	25. 1	M		24. 2. 3 参照
P D 2	ANSI に準拠 X3. 263-1995, 7, 8(8. 3 を除く), 9, 10, 11 と、基準となる 附属資料 A, 例外も併記	25. 4 25. 4. 5	M		
P D 3	ANSI に優先する X3. 263-1995	25. 4	M		
P D 4	シールドなしの捻り対線に対する MDI 接続の割当て	25. 4. 4 25. 4. 3	TXU:M		
P D 5	羅列された適応とともに 14. 5. 2 のク ロスオーバー機能に準拠	25. 4. 8	M		
P D 6	最小ジッタテストパターン長	25. 4. 9	M		3000 符号群

25.5.4.3 リンクセグメントの特徴

項目	内容	節	状態	サポ ー ト	値/コメント
LKS1	平衡ケーブルリンクの実装	25. 4. 6	M		MDI での準拠
LKS2	100BASE-T リンク	25. 4. 6. 1	M		5 個のカテゴリ要素 ANSI/TIA/ EIA-568-A :1995 および ISO/IEC 11801:1995(ク ラス D)
LKS3	挿入損失	25. 4. 6. 2. 1	M		リンクセグメントが 100 Ω 終端で、1MHz から 100MHz までの全周波数 のうち 25. 4. 6. 2. 1 に記 載
LKS4	反射損失	25. 4. 6. 2. 3	M		リンクセグメントが 100 Ω 終端で、1MHz から 100MHz までの全周波数 のうち 25. 4. 6. 2. 3 に記 載
LKS5	差分近端漏話 (N E X T)	25. 4. 6. 2. 4	M		1MHz から 100MHz まで の全周波数のうち 25. 4. 6. 2. 4 に記載

26 物理媒体に依存する(PMD)副層およびベースバンド媒体 100BASE - FX

26.1 概要

この節は 100BASE-FX PMD (MDI を含む) とマルチモードファイバーの光伝送媒体 100BASE-FX を規定する。100BASE-FX の物理層を完全にするために、参照により統合されたとみなされる 24 章の 100BASE-X PCS および PMA により統合される。そして、100BASE-FX PMD は 24.4.1 に規定された PMD サービス・インタフェースに準拠する。

26.2 機能仕様

100BASE-FX PMD (と MDI) は、FDDI PMD の標準を ISO/IEC 9314-3 を参照して、合併することによって、規定される。この標準は、2 種類の光ファイバのサポートを提供する。この節において読みやすくするために、ISO/IEC 9314-3 において、ファイバ PMD として参照する。

26.3 一般的な例外

100BASE-FX PMD は、正確には、以下の一般的な修正とともにファイバ PMD として規定される PMD である。

- a) ファイバ PMD 1 と 5 に記載されている適応範囲と一般的な記述は、FDDI PHY, ISO/IEC 9314-1:1989 と MAC, ISO/IEC 9314-2: 1989 の適用と関連している。
- b) ファイバ PMD 2、3 および 4 の規範的参照、定義、協定は、この節のファイバ PMD 参照の節に翻訳して適応する必要がある場合のみ使用される。
- c) ファイバ PMD6 の PMD サービス仕様は 24.4.1 の中の規定されたもので置き換えられる。100BASE-FX PMD サービスの仕様は、ファイバ PMD 中の適当な PMD のサービスの部分集合である。
- d) この標準とファイバ PMD の間には、あいまいさが残らない程度の若干の専門用語における相違がある。100BASE-X で使われる専門用語は他の IEEE 802 標準 (FDDI など) と一致しているために選ばれた。専門用語は、それぞれの標準に両方で定義され、一致している。解釈に関する特別な注記を表 26-1 に示す。

表 26-1 一般的な FDDI 定義語と概念の対応

FDDI 項目又は概念	100BASE-X に対する解釈
Bypass	<未使用>
Connection Management (CMT)	<互換用語なし>
Frame	stream
Halt Line State (HLS)	<未使用>
Hybrid mode	<互換用語なし>
MAC (or MAC-2)	MAC
Master Line State (MLS)	<未使用>
Maximum frame size = 9000 symbols	Maximum stream size = 3062 code-group
PHY (or PHY-2)	PMA; i.e., PMD client
PHY Service Data Unit (SDU) stream	stream
PM_SIGNAL.indication (Signal_Detect)	PMD_SIGNAL.indicate (signal_status)
PM_UNITDATA.indication (PM_Indication)	PMD_UNITDATA.indicate (nrzi-bit)
PM_UNITDATA.request (PM_Request)	PMD_UNITDATA.request (nrzi-bit)
Preamble	inter-packet IDLEs

Quiet Line State (QLS)	<未使用>
SM_PM_BYPASS.request (Control_Action)	Assume: SM_PM_BYPASS.request (Control_Action = Insert)
SM_PM_CONTROL.request (Control_Action)	Assume: SM_PM_CONTROL.request (Control_Action = Transmit_Enable)
SM_PM_SIGNAL.indication (Signal_Detect)	<未使用>
Station Management (SMT)	<no comparable entity>
Symbol	code-group

26.4 仕様要求と例外

100BASE の FX PMD (MDI を含む) とベースバンド媒体は、ファイバ PMD の章 8、9、および 10 の要求仕様に一致する。参照された標準において、有益な付属書類 A から G は PMD 副層の実装者に役に立つ付加的な情報を供給する。もし、ファイバ PMD の仕様と、この標準の中に不一致があった場合は、この標準のほうが優先される。

26.4.1 媒体に依存するインターフェース (MDI)

媒体に依存するインターフェース (MDI) 100BASE-FX は、後述するコネクタの 1 個と合致する。

推奨される代替案は、低価格の光インターフェース・コネクタである。

- a) ANSI X3.237-1995、7.1.1 から 7.3.1 まで包括的に仕様化された低価格の光インターフェースコネクタ (通常、2 重の SC のコネクタと呼ばれる)
- b) ファイバ PMD7 と付属書類 F に仕様化されている媒体インターフェースコネクタでは、受け側は「M」と合わせる。
- c) 15.3.2 節に仕様化されている光媒体コネクタプラグおよびソケット (通常、ST コネクタと呼ばれる)。

26.4.2 クロスオーバ機能

クロスオーバ機能は、すべてのケーブル対リンクで実装される。クロスオーバ機能は、1 個の PHY の送信部とケーブル対リンクのもう一方の終端点の PHY における受信部とをつなぐ。100BASE-FX に対して、クロスオーバ機能はケーブルプラントで実現される。

26.5 26 章に対するプロトコル実装構造表記(PICS)の検討、物理媒体に依存する(PMD)副層およびベースバンド媒体、100BASE-FX⁹

26.5.1 導入

26 章に合わせるように言われているプロトコルを実装する供給者は、以下に示すプロコル実装に準拠するための表記 (PICS) の検討を完成させる。

PICS の検討を完成させるためのシンボルの詳細な記述は、PICS の検討を完成させるための命令群と一緒に、21 章に示される。

26.5.2 識別子

26.5.2.1 識別子の実装

供給者	
接触ポイント	
バージョンと名称の実装	
完全な識別に必要な他の情報 例えば、装置に対する名称、バージョン オペレーティングシステム、システム名称	
注 1：すべての実装に対して、最初のたった 3 個の項目が、識別のために必要な要求に合致する際に、適当なものとして必要となる。	
注 2：名称およびバージョンなどの専門用語は、供給者の専門用語(例えば、種類、シリーズ、モデル)に合わせて、適当に解釈されなければならない。	

26.5.3 プロトコルのサマリー

プロトコル標準の識別	IEEE Std 802.3-2002、25 章、物理媒体に依存する (PMD) 副層およびベースバンド媒体、100BASE-FX
この PICS の一部として完成されてきたこの PICS の検討に対する改正および改正版の識別	
いくらかの例外項目は必要とされるか？ いいえ <input type="checkbox"/> 、 はい <input type="checkbox"/> (21 節を参照；「はい」という回答は、実装が IEEE Std 802.3-2002 に準拠しないことを示す)	

表記の日付	
-------	--

26.5.4 主要な機能 / オプション

項目	内容	節	状態	サポート	値 / コメント
FSC	低価格ファイバ光インタフェース・コネクタ (デュプレックス SC) をサポート	26.4.1	0/1		推奨される。 ANSIX3.237-1995 の 7.1.1 から 7.3.1 を参照
* FMC	媒体インターフェースコネクタ (MIC) をサポート	26.4.1	0/1		ISO/IEC9314-3 1990,7 と附属資料 F を参照
FST	光媒体コネクタ・プラグおよびソケット (ST) をサポート	26.4.1	0/1		15.3.2 を参照

26.5.5 物理媒体に依存する(PMD)副層とベースバンド媒体、100BASE-FX に対する PICS の記述の表

26.5.5.1 一般的な互換性の考慮

項目	内容	節	状態	サポート	値 / コメント
GN1	100BASE-X PMA と PCS の統合	26.1	M		24 章を参照

26.5.5.2 PMD の準拠

項目	内容	節	状態	サポート	値/コメント
PD1	100BASE-X、PMD サービス・ インタフェースに準拠	26.1	M		24.4.1を参照
PD2	ISO/IEC9314-3: 1990 8, 9, と 10 に準拠	26.4	M		
PD3	ISO/IEC 9314-3: 1990 に対 して優先される	26.4	M		
PD4	MIC の受け側キー	26.4.1	FMC: M		“M”
PD5	ケーブルのクロスオーバー機 能	26.4.2			

36 物理符号化副層(PCS)と物理媒体アタッチメント(PMA)副層、タイプ 1000BASE-X

36.1 概要

36.1.1 適用

この節は、集合的に 1000BASE-X として知られる、1000Mb/s 物理層実装の一群に対して共通である物理符号化副層(PCS)と物理媒体アタッチメント(PMA)副層を規定する。現在、この一群の中に 3 つの具体化されたもの、1000BASE-CX、1000BASE-LX そして 1000BASE-SX がある。1000BASE-CX の具体化されたものは、単一の銅媒体つまり 150 Ω の平衡銅ケーブル対上の運用を規定する。1000BASE-LX は、長波長光伝送を使った光ファイバ対上の運用を規定する。1000BASE-SX は、短波長光伝送を使った光ファイバ対上の運用を規定する。用語 1000BASE-X は、どれについても共通的な事項を参照する時に使用される。

1000BASE-X は、ANSI X3.230-1994 (Fiber Channel Physical and Signaling Interface) によって開発された物理層の標準に基づいている。特に、この標準は、ファイバチャネルとしての同じ 8B/10B 符号化、ANSI 10 ビットシリアル変換チップの速度向上版とコンパクトな PMA 副層、そして同様の光と電気仕様を使用している。

1000BASE-X PCS と PMA 副層は、PMD 副層 (MDI を含む) のインタフェース特性をリコンサイレーション副層によって期待されるサービスに配置する。1000BASE-X は、媒体が PMD レベルで従うことだけを要求しているほかのどの全二重媒体サポートの為に拡張される。

36.1.2 目標

1000BASE-X の目標はつぎの様である。

- a) CSMA/CD MAC をサポートすること。
- b) 1000Mb/s 再生中継器をサポートすること。
- c) 1000Mb/s の PMD ような間でのオートネゴジエーションに備えること。
- d) 150 Ω 平衡銅ケーブル又は ISO/IEC 11801:1995 に従った光ファイバのケーブル設備をサポートすること。
- e) 以下を含んだ、3km までの網範囲を考慮に入れること。
 - 1) 25m スパンの 150 Ω 平衡リンク
 - 2) 50m スパン (すべて 150 Ω の平衡銅ケーブル使用) の 1 個の再生中継器を持つネットワーク
 - 3) 200m スパン (光ファイバ使用) の 1 個の再生中継器を持つネットワーク
 - 4) 3000m の DTE/DTE リンク
- f) 下にある PMD チャネルの全二重の振る舞いを保つこと。
- g) 10^{-12} の BER 目標をサポートすること。

36.1.3 1000BASE-X と他の標準との関係

図 36-1 は 1000BASE-X 副層 (斜線部)、CSMA/CD MAC そして調和層、そして ISO/IEC 8802-2LLC を描く。

36.1.4 1000BASE-X 副層の概要

以下の節で、1000BASE-X 副層の概要が与えられる²。

36.1.4.1 物理符号化副層(PCS)

PCS インタフェースは、すべての 1000Mb/s PHY 実装 (たとえば、1000BASE-X だけでなく、ギガビット PHY エンティティの他の可能なタイプ) に対して調和副層に一樣なインタフェースを与えるギガビット媒体独立

インタフェース(GMII)である。1000BASE-X は、100BASE-X が 100Mb/s の MII にサービスを提供するのに類似した手法で GMII にサービスを提供する。

1000BASE-X PCS は、GMII によって要求されるすべてのサービスを提供し、以下を含む。

- a) 下位の PMA との通信の為に GMII データオクテットを 10 ビットコードグループ(8B/10B)へ符号化する(から復号化する)
- b) PHY 半二重クライアントによって使われる為に、キャリア検知そして衝突検出表示を生成する。
- c) オートネゴシエーションを管理すること、そして PHY が使用可能となったとき、GMII 経由で管理エンティティへ周知すること。

36.1.4.2 物理媒体アタッチメント(PMA)副層

PMA は、PCS にとって連続ビット志向性の物理媒体の使用を支援することを意味する媒体独立を提供する。

1000BASE-X PMA は、次の機能を実行する。

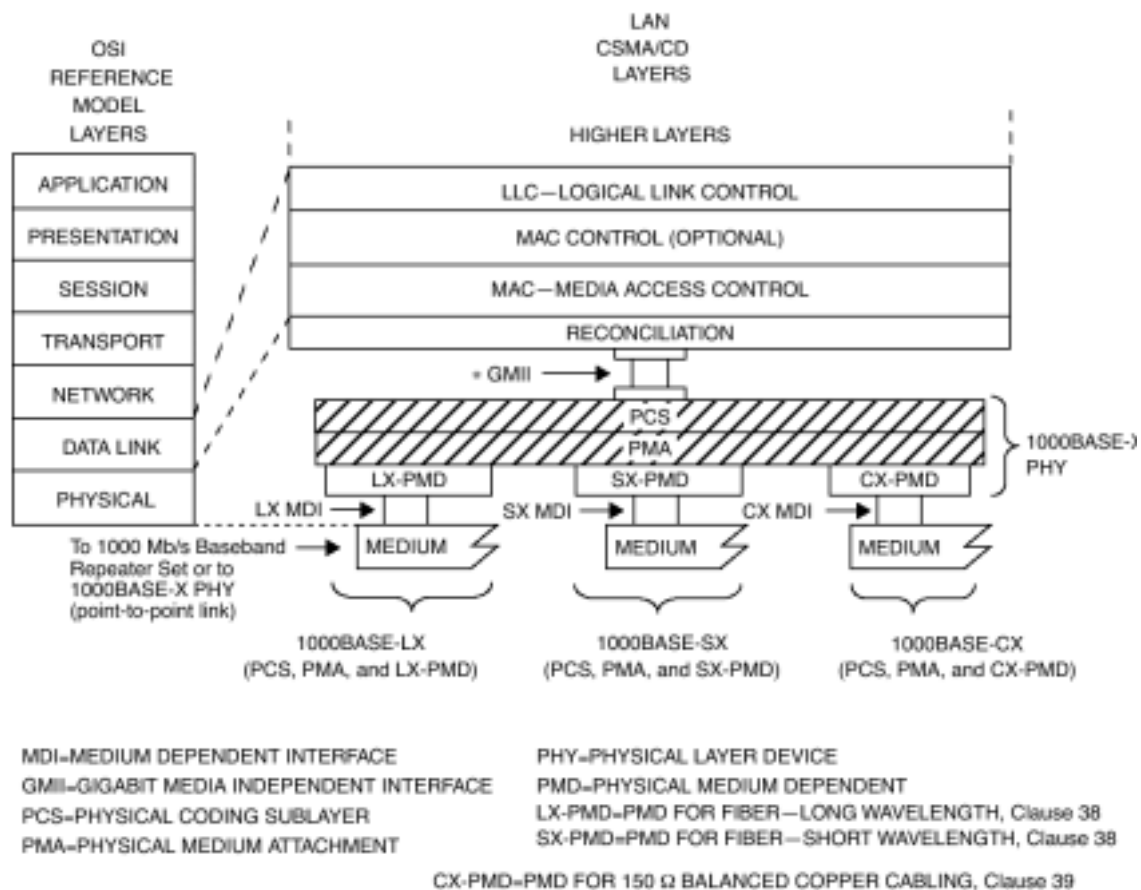
- a) PMA サービスインタフェース経由で、PCS と PMA 間の送信と受信のコードグループの配置。
- b) 下位の連続的な PMD 上の送信(受信)の為にコードグループのシリアル変換(パラレル変換)。
- c) PMD によって提供される 8B/10B コードデータからのクロック信号の再生。
- d) PMD サービスインタフェース経由で、PMA と PMD 間の送信と受信ビットの配置。
- e) PMD サービスインタフェースでのデータ折り返し。

36.1.4.3 物理媒体依存(PMD)副層

ファイバと銅媒体の為に 1000BASE-X 物理層シグナリングは、ANSI X3.230-1994(FC-PH) 6 章、7 章おののから適用される。これらの章は、シングルモード光ファイバ、マルチモード光ファイバ、そして 150 Ω の平衡銅ケーブルを収容する 1062.5Mb/s 全二重信号化システムを定義する。1000BASE-X は、これらの基本物理層仕様を PMD 副層と 38 章と 39 章で規定される媒体用に修正する。

論理的に各 PMD 内に包括された MDI は、種々のサポートされた媒体に対して、コネクタを含む、実際の媒体アタッチメントである。

図 36-1 は、1000BASE-X とその連携した PMD 副層間の関係を描く。



NOTE—The PMD sublayers are mutually independent.
 * GMI is optional.

図 36-1 1000BASE-X と PMD の関係

36.1.5 副層間インタフェース

1000BASE-X で使用される多くのインタフェースがある。いくつか (PMA サービスインタフェースのようなもの) は、インタフェースの運用を定義するために抽象的なサービスモデルを使用する。PCS インタフェースのオプション的な物理的具體例は、すでに定義されている。それは GMI (ギガビット媒体独立インタフェース) と呼ばれている。PMA インタフェースのオプション的な物理的具體例もまたすでに定義されている。(36.3.3 参照) それは、ANSI 技術報告書 TR/X.18-1997 (Fiber Channel-10bit Interface) から適用される。図 36-2 は、1000BASE-X に適当な全てのインタフェースによって提供されるサービスの関係と配置を描く。

以下に注意することは重要である。

この仕様が、ビット、オクテットそしてコードグループについてインタフェースを定義するけれども、実装者は、実装の便利さの為に他のデータパス幅を選択する。例外としては、

- GMI は、識別できる相互接続ポートで実装されるとき 35 章で規定される様なオクテット幅データパスを使用する。
- PMA サービスインタフェースは、物理的に識別できる相互接続ポートで TBI (10 ビットインタフェース) として実装されたとき、36.3.3 で規定される様な 10 ビット幅データパスを使用する。
- 連続データを使う MDI 物理インタフェースだけである。

²1000BASE-X PHY は、MDI と PCS、PMA そして PMD 副層から成る GMII 間の物理層のその部分から成る。
 1000BASE-X PHY は、おおよそ 100BASE-X に類似している。

36.1.6 機能ブロック図

図 36-2 は、1000BASE-X PHY の機能ブロック図を提供する。

36.1.7 状態遷移図の慣習

この標準の主要部は、状態遷移図から成り、関連した変数、定数そして関数の定義を含む。もし状態遷移図と記述的な本文間で矛盾がある場合、状態遷移図が優勢である。

状態遷移図で使用される表記法は、21.5 の慣例に従う。状態遷移図のタイマーは、14.2.3.2 の慣例に従う。

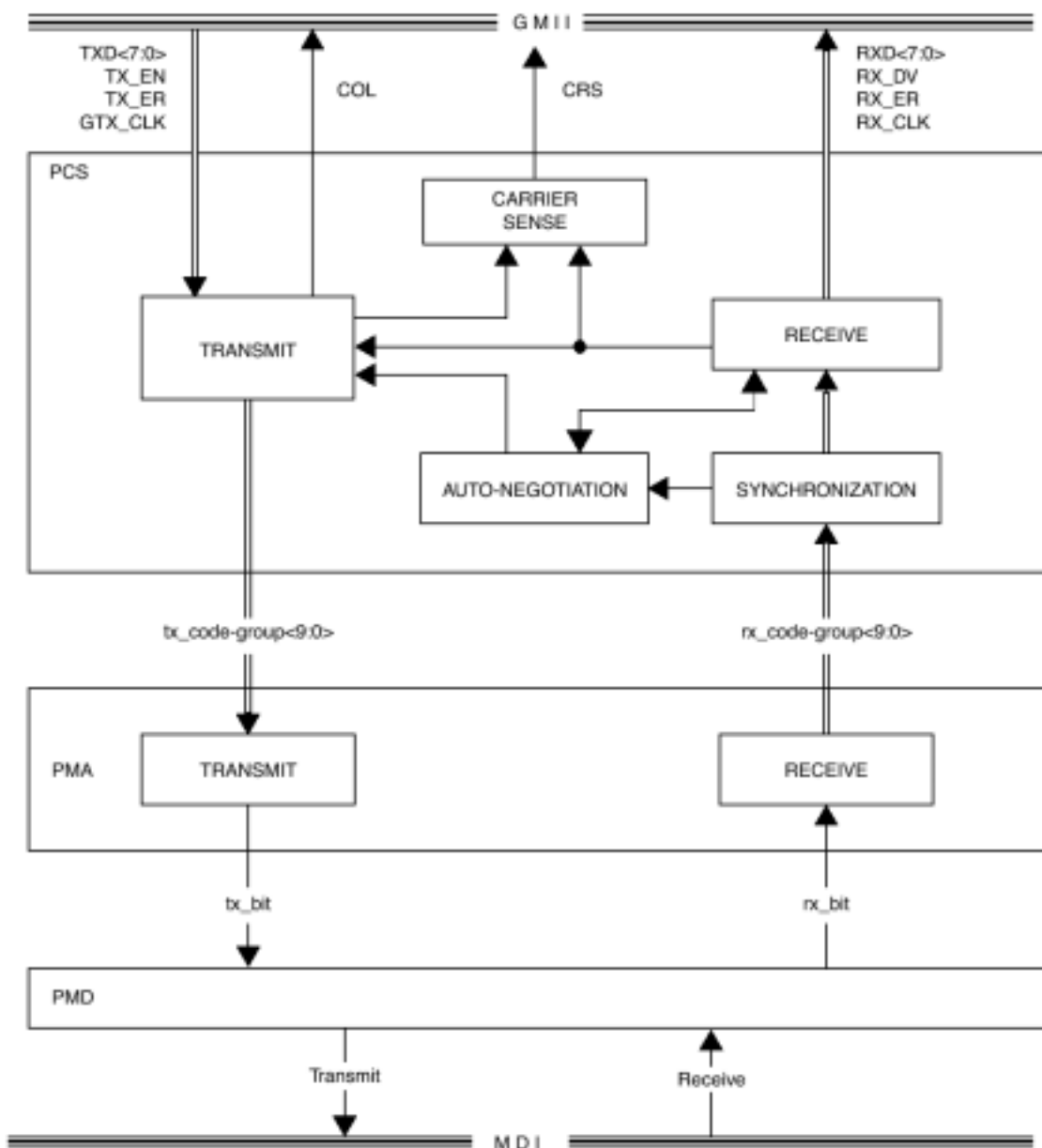


図 36-2 機能ブロック図

36.2 物理コーディング副層 (PCS)

36.2.1 PCS インタフェース

PCS サービスインタフェースは 1000BASE-X PCS が PCS クライアントから情報を伝達することを許容する。PCS クライアントは MAC (リコンサイリエーション副層を経由) とリピーターを含む。PCS インタフェースは 35 章でギガビット媒体独立インタフェース (GMII) として正確に定義される。この章の中で GMII 変数の真から偽に設定することは 5 章の中で規程されているようにそれらを “アサーティング” または “ディアサーティング” することとそれぞれ同義である。

36.2.2 PCS 内の機能

PCS は 1000BASE-X に対する PCS 送信、キャリア検出、同期、PCS 受信およびオートネゴシエーションプロセスから成る。PCS はリコンサイリエーション副層 (および MAC) を下にあるチャンネルの特定の性質から保護する。GMII と通信している時、パケットデリミティングは分けられた送信制御信号 (TX_EN と TX_ER) および受信制御信号 (RX_DV と RX_ER) によって提供され、PCS はオクテット幅、同期データパスを使用する。PMA と通信している時、PCS は 10 ビット幅、同期データパスを使用し、それは 10 ビットコードグループを伝達する。PMA サービスインタフェースにおいて、コードグループアライメントおよび MAC パケットデリミティングは送信コードグループストリームの中の特別なノンデータコードグループを含まないことにより生成可能である。PCS は GMII フォーマットと PMA サービスインタフェースフォーマットの間でパケットをマッピングするために必要な機能を提供する。

PCS 送信プロセスは TXD<7:0>をベースにしたコードグループを絶えず生成させ、GMII 上の TX_EN および TX_ER 信号は PMA_UNITDATA.request primitive 経由で、それらをただちに PMA サービスインタフェースに送る。PCS 送信プロセスは送受信が同時に生成しているかをベースとする GMII 信号 COL を生成する。加えてキャリア検知プロセスで使用するための内部フラグ、transmitting も生成する。PCS 送信プロセスはデータ送信するかリンクを再構築するかを決定するためオートネゴシエーションプロセス xmit フラグをモニタする。

キャリア検知プロセスは GMII 信号 CRS を制御する。(図 36-8 参照)

PCS 同期プロセスは PMA_UNITDATA.indicate primitive 経由でコードグループを絶えず受け入れ、受信コードグループを SYNC_UNITDATA.indicate primitive 経由で PCS 受信プロセスへ運ぶ。PCS 同期プロセスは PMA が信頼できる働きをしているかを指示する sync_status フラグをセットする。(同様に徹底的な誤り率の分析をせずに決定され得る。)

PCS 受信プロセスは SYNC_UNITDATA.indicate primitive 経由でコードグループを絶えず受け入れる。PCS 受信プロセスはコードグループをモニタし、キャリア検知および送信プロセスで使用する GMII 上の RXD<7:0>、RX_DV および RX_ER、内部フラグ、receiving を生成する。

PCS オートネゴシエーションプロセスは PCS 送信プロセスが GMII によって要求されたときパケットで撒き散らされた正常アイドルを送信するか、リンクを再構築するかを知らせる xmit フラグをセットする。

36.2.3 コードグループの使用

PCS は GMII 信号を 8B/10B ブロックコーディングスキームを使用して 10 ビットコードグループにマッピン

グする。36.3.2.4 で記述されているように PMA コードグループアライメント機能によるコードグループ境界の確立はコードグループの定義の中で絶対的である。コードグループは PCS の外部では観測不能であり、意味を持たない。PCS の関数 ENCODE および DECODE は 36.2.4 の規則で与えられるようにコードグループを生成、処理、解釈する。

36.2.4 8B/10B 伝達コード

PCS はリンクを渡って運ばれる情報の伝達特性を改善するために伝達コードを使用する。

伝達コードによって定義されるエンコーディングは、受端においてクロック復旧のために十分な遷移が PHY ビットストリームの中であることを保証する。そのようなエンコーディングはまた情報の送受信中に起こり得るたくさんのビットエラーやどんな信号をも検知する可能性を大きく増加させる。加えて特別な伝達コードグループの幾つかは明確で認識し易いビットパターンを含んでおり、それは入力 PHY ビットストリーム上で受端がコードグループアライメントを達成するのを助ける。本勧告の中で使用するために記述された 8B/10B 伝達コード ラン-レンス-リミテッドコードや dc-バランスドは、高遷移で、高密度である。8B/10B 符号の遷移密度範囲は 1 符号あたり 3 から 8 遷移である。本勧告中の 8B/10B 伝達コードの定義は ANSI X3.230-1994 (FC-PH) 11 章の記述と同一である。PMA に対するコードグループビット位置の関係および他の PCS の構成は図 36-3 に示される。

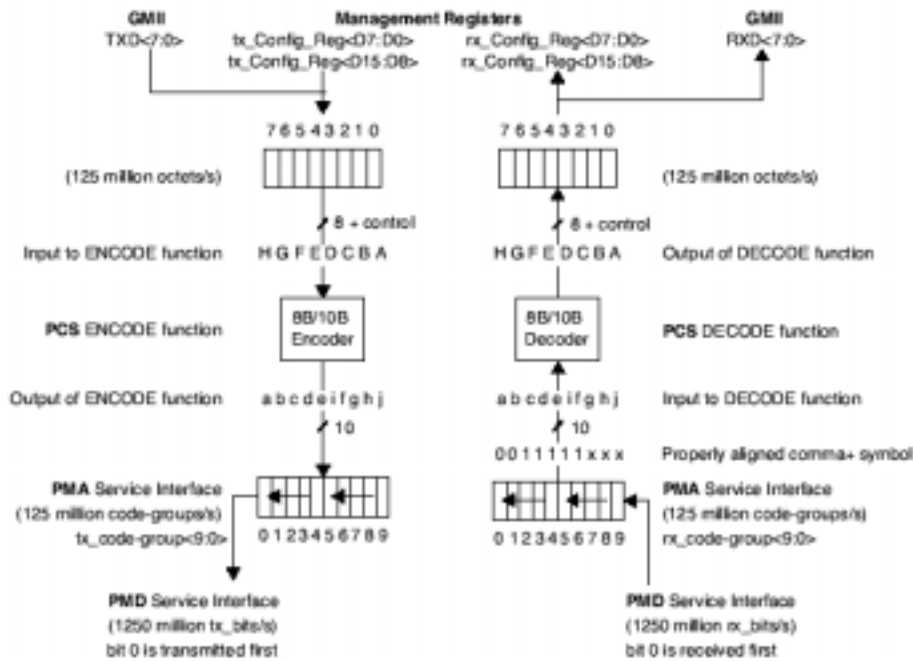


図 36-3 PCS 参照ダイアグラム

36.2.4.1 表記規定

8B/10B 伝達コードは未エンコード情報オクテットのビットおよびひとつの制御変数を記述するために文字表記を使用する。個々の未エンコード情報オクテットのビットは二進数 0 か 1 を含む。制御変数 Z は値 D または値 K を持つ。未エンコード情報オクテットに関連する制御変数が値 D を含む時、関連するエンコードコードグループはデータコードグループとして引用される。未エンコード情報オクテットに関連する制御変

数が値 K を含む時、関連するエンコードコードグループは特別なコードグループとして引用される。

未エンコード情報オクテットに対する A,B,C,D,E,F,G,H のビット表記は 8B/10B 伝達コードの記述の中で使用される。A,B,C,D,E,F,G,H ビットは 10 ビット伝達コードグループのビット a,b,c,d,e,i,f,g,h,j に翻訳される。8B/10B 伝達コードグループのビット割当ては図 36-3 で表される。個々の有効コードグループは以下の規定を用いた名称が与えられている。:/Dx.y/256 有効データコードグループ、Kx.y/特別な制御コードグループ、ここで x はビット EDCBA の 10 進数値であり、y はビット HGF の 10 進数値である。

36.2.4.2 伝達オーダー

コードグループビット伝達オーダーは図 36-3 で表される。

マルチコードグループ ordered_sets (表 36-3 に記述) 中のコードグループは始めの特別なコードグループに引き続いて伝達され、ordered_sets (例/K28.5/) を消去するのに使用される。さらに ordered_sets の定義の中で、左から右へのコードグループによるコードグループがすべての ordered_sets のコードグループが伝達されるまで続く。各マルチコードグループ ordered_sets の最初のコードグループは、リセットまたは電源オンの後、最初のコードグループから数えて偶数番目のコードグループの位置で伝達される。その後のコードグループは偶数番目と奇数番目のコードグループの時交互に連続して伝達される。

パケットの中身は始めの ordered_sets に引き続いて伝達され、Start_of_Packet (SPD デリミタ) を表示するのに使用される。さらにパケットの定義の中で、左から右へのコードグループによるコードグループが ordered_sets が End_of_Packet (EPD デリミタ) を表示するのに使用されるまで続く。

36.2.4.3 有効コードグループおよび無効コードグループ

表 36-1a は 8B/10B 伝達コードの有効データコードグループ (D コードグループ) を規定する。表 36-2 はコードの有効特別コードグループ (K コードグループ) を規定する。これらの表は有効コードグループ (エンコーディング) の生成および受信コードグループ (デコーディング) の有効性確認の両方に用いられる。表の中の各々のオクテットエントリは 2 つのコードグループ (異なる必要はない) を表す 2 つの列を持つ。2 つの列はランニングディスパリティをベースとした現在の有効コードグループ (現在の RD - または現在の RD+) に相当する。ランニングディスパリティはその値が負または正の 2 進数パラメータである。付録 36B は幾つかの 8B/10B 伝達コードランニングディスパリティ計算例である。

36.2.4.4 ランニングディスパリティ規則

電源オンの後または現存するテストモードにおいて、送信部はその初期のランニングディスパリティとして負の値になると想定できる。どんなコードグループの送信についても、送信部は送信コードグループの内容をベースにしたランニングディスパリティに対して新しい値の計算をする。

電源オンの後または現存するテストモードにおいて、受信部はその初期のランニングディスパリティとして正または負の値になると想定できる。どんなコードグループの受信についても、受信部はコードグループが有効か無効かを決定し、受信コードグループの内容をベースにしたランニングディスパリティに対して新しい値の計算をする。

ランニングディスパリティについての次の規則は送信された (送信部ランニングディスパリティ) または受

信された（受信部ランニングディスパリティ）コードグループに対する新しいランニングディスパリティの値を計算するのに用いられる。

コードグループに対するランニングディスパリティはサブブロックを基準として計算される。ここで最初の6ビット（abcdei）はひとつのサブブロック（6ビットサブブロック）を形成し、次の4ビット（fghj）は他のサブブロック（4ビットサブブロック）を形成する。

6ビットサブブロックの始まりにおけるランニングディスパリティはひとつ前のコードグループのエンドにおけるランニングディスパリティである。4ビットサブブロックの始まりにおけるランニングディスパリティは6ビットサブブロックのエンドにおけるランニングディスパリティである。コードグループのエンドにおけるランニングディスパリティは4ビットサブブロックのエンドにおけるランニングディスパリティである。

サブブロックに対するランニングディスパリティは以下のように計算される。

- a) サブブロックが0よりも1を多く含む場合、いかなるサブブロックのエンドにおけるランニングディスパリティも正になる。また6ビットサブブロックが000111の場合、6ビットサブブロックのエンドにおいて正になり、4ビットサブブロックが0011の場合、4ビットサブブロックのエンドにおいて正になる。
- b) サブブロックが1よりも0を多く含む場合、いかなるサブブロックのエンドにおけるランニングディスパリティも負になる。また6ビットサブブロックが111000の場合、6ビットサブブロックのエンドにおいて負になり、4ビットサブブロックが1100の場合、4ビットサブブロックのエンドにおいて負になる。
- c) その他では、サブブロックのエンドにおけるランニングディスパリティはサブブロックの始まりにおけるものと同じである。

注意—同数の0と1を持つすべてのサブブロックのディスパリティは中立である。サブブロック間で0のまたは1の連続の長さを制限するため、8B/10B伝達コード規則は、サブブロックの始まりにおけるランニングディスパリティが正の場合のみ、000111または0011のようにエンコードされたサブブロックが生成されることを規定する。このようにこれらのサブブロックのエンドにおけるランニングディスパリティも正である。同様にサブブロックの始まりにおけるランニングディスパリティが負の場合のみ、111000または1100を含むサブブロックが生成される。このようにこれらのサブブロックのエンドにおけるランニングディスパリティも負である。

36.2.4.5 コードグループ生成

コードグループが生成（エンコード）されるべき各々のオクテットに対する近似的なエントリは表 36-1a または表 36-2 にある。現在の送信部のランニングディスパリティの値は対応する列からコードグループを選択するために用いられなければならない。各々の送信されたコードグループについて新しいランニングディスパリティの値が計算される。この新しい値は次のオクテットがエンコードおよび送信されるように送信部の現在のランニングディスパリティとして使用される。

36.2.4.6 受信コードグループの有効性の確認

以下の規則が受信コードグループの有効性の決定のために使用される。

- a) 受信部のランニングディスパリティの現在の値に相当する表 36-1a および 36-2 の中の列は受信コードグループのために調査される。

- b) 現在のランニングディスパリティによると、受信コードグループが適切な列の中にある場合、データコードグループ、決定（デコード）された関連するデータオクテットに対し、コードグループは有効であると考えられる。
- c) 受信コードグループが適切な列の中にある場合、コードグループは無効であると考えられる。
- d) コードグループの有効性とは無関係に、受信コードグループは新しいランニングディスパリティの値を計算するために使用される。新しい値は次の受信コードグループに対して受信部の現在のランニングディスパリティとして使用される。

無効コードグループの検知は無効コードグループが検知されたコードグループが誤りであることを指示する必要はない。無効データグループは結果として **PHY** ビットストリームのランニングディスパリティを変更する重要な誤りになり、誤りが発生したコードグループにおいて検知可能な誤りにはならない。

検知された無効コードグループの数は、リンクの誤り率 (**BER**) に比例する。リンク誤りの監視は、無効データグループをカウントすることにより遂行される。

36.2.4.7 Ordered_sets

ひとつの特別なコードグループまたは特別なデータコードグループから成る 8 つの **ordered_sets** が特別に定義されている。/K28.5/を含む **Ordered_set** はビットおよびコードグループ同期を獲得する能力を与え、**ordered_set** アライメント (36.2.4.9 および 36.3.2.4 参照) を確立する。**Ordered_sets** はリンクと反対のエンドにおける送信部回路と受信部回路の間のパケットおよび同期の記述を提供する。表 36-3 は定義された **ordered_sets** のリストである。

36.2.4.7.1 Ordered_set 規則

Ordered_sets は以下の規則によって記述される。

- a) **Ordered_sets** はひとつ、2 つあるいは 4 つのコードグループから成る。
- b) すべての **ordered_sets** の最初のコードグループは必ず特別なコードグループである。
- c) すべてのマルチコードグループ **ordered_sets** の 2 番目のコードグループは必ずデータコードグループである。この 2 番目のコードグループは他のすべてのオーダーセットからオーダーセットを消去するのに用いられる。2 番目のコードグループは高いビット遷移密度を与える。

表 36-1a 有効コードグループ

Code Group Name	Octet Value	Octet Bits HGF EDCBA	Current RD -	Current RD +
			abcdei fghj	abcdei fghj
D0.0	00	000 00000	100111 0100	011000 1011
D1.0	01	000 00001	011101 0100	100010 1011
D2.0	02	000 00010	101101 0100	010010 1011
D3.0	03	000 00011	110001 1011	110001 0100
D4.0	04	000 00100	110101 0100	001010 1011
D5.0	05	000 00101	101001 1011	101001 0100
D6.0	06	000 00110	011001 1011	011001 0100
D7.0	07	000 00111	111000 1011	000111 0100
D8.0	08	000 01000	111001 0100	000110 1011
D9.0	09	000 01001	100101 1011	100101 0100
D10.0	0A	000 01010	010101 1011	010101 0100
D11.0	0B	000 01011	110100 1011	110100 0100
D12.0	0C	000 01100	001101 1011	001101 0100
D13.0	0D	000 01101	101100 1011	101100 0100
D14.0	0E	000 01110	011100 1011	011100 0100
D15.0	0F	000 01111	010111 0100	101000 1011
D16.0	10	000 10000	011011 0100	100100 1011
D17.0	11	000 10001	100011 1011	100011 0100
D18.0	12	000 10010	010011 1011	010011 0100
D19.0	13	000 10011	110010 1011	110010 0100
D20.0	14	000 10100	001011 1011	001011 0100
D21.0	15	000 10101	101010 1011	101010 0100
D22.0	16	000 10110	011010 1011	011010 0100
D23.0	17	000 10111	111010 0100	000101 1011
D24.0	18	000 11000	110011 0100	001100 1011
D25.0	19	000 11001	100110 1011	100110 0100
D26.0	1A	000 11010	010110 1011	010110 0100
D27.0	1B	000 11011	110110 0100	001001 1011
D28.0	1C	000 11100	001110 1011	001110 0100
D29.0	1D	000 11101	101110 0100	010001 1011
D30.0	1E	000 11110	011110 0100	100001 1011
D31.0	1F	000 11111	101011 0100	010100 1011
D0.1	20	001 00000	100111 1001	011000 1001
D1.1	21	001 00001	011101 1001	100010 1001
D2.1	22	001 00010	101101 1001	010010 1001
D3.1	23	001 00011	110001 1001	110001 1001
D4.1	24	001 00100	110101 1001	001010 1001
D5.1	25	001 00101	101001 1001	101001 1001
D6.1	26	001 00110	011001 1001	011001 1001
D7.1	27	001 00111	111000 1001	000111 1001
D8.1	28	001 01000	111001 1001	000110 1001
D9.1	29	001 01001	100101 1001	100101 1001
D10.1	2A	001 01010	010101 1001	010101 1001
D11.1	2B	001 01011	110100 1001	110100 1001
D12.1	2C	001 01100	001101 1001	001101 1001
D13.1	2D	001 01101	101100 1001	101100 1001
D14.1	2E	001 01110	011100 1001	011100 1001
D15.1	2F	001 01111	010111 1001	101000 1001
D16.1	30	001 10000	011011 1001	100100 1001
D17.1	31	001 10001	100011 1001	100011 1001
D18.1	32	001 10010	010011 1001	010011 1001
D19.1	33	001 10011	110010 1001	110010 1001
D20.1	34	001 10100	001011 1001	001011 1001
D21.1	35	001 10101	101010 1001	101010 1001
D22.1	36	001 10110	011010 1001	011010 1001
D23.1	37	001 10111	111010 1001	000101 1001
D24.1	38	001 11000	110011 1001	001100 1001
D25.1	39	001 11001	100110 1001	100110 1001
D26.1	3A	001 11010	010110 1001	010110 1001
D27.1	3B	001 11011	110110 1001	001001 1001

(continued)

表 36-1b 有効コードグループ

Code Group Name	Octet Value	Octet Bits HGFEDCBA	Current RD –	Current RD +
			abcdei fghj	abcdei fghj
D28.1	3C	001 11100	001110 1001	001110 1001
D29.1	3D	001 11101	101110 1001	010001 1001
D30.1	3E	001 11110	011110 1001	100001 1001
D31.1	3F	001 11111	101011 1001	010100 1001
D0.2	40	010 00000	100111 0101	011000 0101
D1.2	41	010 00001	011101 0101	100010 0101
D2.2	42	010 00010	101101 0101	010010 0101
D3.2	43	010 00011	110001 0101	110001 0101
D4.2	44	010 00100	110101 0101	001010 0101
D5.2	45	010 00101	101001 0101	101001 0101
D6.2	46	010 00110	011001 0101	011001 0101
D7.2	47	010 00111	111000 0101	000111 0101
D8.2	48	010 01000	111001 0101	000110 0101
D9.2	49	010 01001	100101 0101	100101 0101
D10.2	4A	010 01010	010101 0101	010101 0101
D11.2	4B	010 01011	110100 0101	110100 0101
D12.2	4C	010 01100	001101 0101	001101 0101
D13.2	4D	010 01101	101100 0101	101100 0101
D14.2	4E	010 01110	011100 0101	011100 0101
D15.2	4F	010 01111	010111 0101	101000 0101
D16.2	50	010 10000	011011 0101	100100 0101
D17.2	51	010 10001	100011 0101	100011 0101
D18.2	52	010 10010	010011 0101	010011 0101
D19.2	53	010 10011	110010 0101	110010 0101
D20.2	54	010 10100	001011 0101	001011 0101
D21.2	55	010 10101	101010 0101	101010 0101
D22.2	56	010 10110	011010 0101	011010 0101
D23.2	57	010 10111	111010 0101	000101 0101
D24.2	58	010 11000	110011 0101	001100 0101
D25.2	59	010 11001	100110 0101	100110 0101
D26.2	5A	010 11010	010110 0101	010110 0101
D27.2	5B	010 11011	110110 0101	001001 0101
D28.2	5C	010 11100	001110 0101	001110 0101
D29.2	5D	010 11101	101110 0101	010001 0101
D30.2	5E	010 11110	011110 0101	100001 0101
D31.2	5F	010 11111	101011 0101	010100 0101
D0.3	60	011 00000	100111 0011	011000 1100
D1.3	61	011 00001	011101 0011	100010 1100
D2.3	62	011 00010	101101 0011	010010 1100
D3.3	63	011 00011	110001 1100	110001 0011
D4.3	64	011 00100	110101 0011	001010 1100
D5.3	65	011 00101	101001 1100	101001 0011
D6.3	66	011 00110	011001 1100	011001 0011
D7.3	67	011 00111	111000 1100	000111 0011
D8.3	68	011 01000	111001 0011	000110 1100
D9.3	69	011 01001	100101 1100	100101 0011
D10.3	6A	011 01010	010101 1100	010101 0011
D11.3	6B	011 01011	110100 1100	110100 0011
D12.3	6C	011 01100	001101 1100	001101 0011
D13.3	6D	011 01101	101100 1100	101100 0011
D14.3	6E	011 01110	011100 1100	011100 0011
D15.3	6F	011 01111	010111 0011	101000 1100
D16.3	70	011 10000	011011 0011	100100 1100
D17.3	71	011 10001	100011 1100	100011 0011
D18.3	72	011 10010	010011 1100	010011 0011
D19.3	73	011 10011	110010 1100	110010 0011
D20.3	74	011 10100	001011 1100	001011 0011
D21.3	75	011 10101	101010 1100	101010 0011
D22.3	76	011 10110	011010 1100	011010 0011
D23.3	77	011 10111	111010 0011	000101 1100

(continued)

表 36-1c 有効コードグループ

Code Group Name	Octet Value	Octet Bits HGFEDCBA	Current RD -	Current RD +
			abedei fghj	abedei fghj
D24.3	78	011 11000	110011 0011	001100 1100
D25.3	79	011 11001	100110 1100	100110 0011
D26.3	7A	011 11010	010110 1100	010110 0011
D27.3	7B	011 11011	110110 0011	001001 1100
D28.3	7C	011 11100	001110 1100	001110 0011
D29.3	7D	011 11101	101110 0011	010001 1100
D30.3	7E	011 11110	011110 0011	100001 1100
D31.3	7F	011 11111	101011 0011	010100 1100
D0.4	80	100 00000	100111 0010	011000 1101
D1.4	81	100 00001	011101 0010	100010 1101
D2.4	82	100 00010	101101 0010	010010 1101
D3.4	83	100 00011	110001 1101	110001 0010
D4.4	84	100 00100	110101 0010	001010 1101
D5.4	85	100 00101	101001 1101	101001 0010
D6.4	86	100 00110	011001 1101	011001 0010
D7.4	87	100 00111	111000 1101	000111 0010
D8.4	88	100 01000	111001 0010	000110 1101
D9.4	89	100 01001	100101 1101	100101 0010
D10.4	8A	100 01010	010101 1101	010101 0010
D11.4	8B	100 01011	110100 1101	110100 0010
D12.4	8C	100 01100	001101 1101	001101 0010
D13.4	8D	100 01101	101100 1101	101100 0010
D14.4	8E	100 01110	011100 1101	011100 0010
D15.4	8F	100 01111	010111 0010	101000 1101
D16.4	90	100 10000	011011 0010	100100 1101
D17.4	91	100 10001	100011 1101	100011 0010
D18.4	92	100 10010	010011 1101	010011 0010
D19.4	93	100 10011	110010 1101	110010 0010
D20.4	94	100 10100	001011 1101	001011 0010
D21.4	95	100 10101	101010 1101	101010 0010
D22.4	96	100 10110	011010 1101	011010 0010
D23.4	97	100 10111	111010 0010	000101 1101
D24.4	98	100 11000	110011 0010	001100 1101
D25.4	99	100 11001	100110 1101	100110 0010
D26.4	9A	100 11010	010110 1101	010110 0010
D27.4	9B	100 11011	110110 0010	001001 1101
D28.4	9C	100 11100	001110 1101	001110 0010
D29.4	9D	100 11101	101110 0010	010001 1101
D30.4	9E	100 11110	011110 0010	100001 1101
D31.4	9F	100 11111	101011 0010	010100 1101
D0.5	A0	101 00000	100111 1010	011000 1010
D1.5	A1	101 00001	011101 1010	100010 1010
D2.5	A2	101 00010	101101 1010	010010 1010
D3.5	A3	101 00011	110001 1010	110001 1010
D4.5	A4	101 00100	110101 1010	001010 1010
D5.5	A5	101 00101	101001 1010	101001 1010
D6.5	A6	101 00110	011001 1010	011001 1010
D7.5	A7	101 00111	111000 1010	000111 1010
D8.5	A8	101 01000	111001 1010	000110 1010
D9.5	A9	101 01001	100101 1010	100101 1010
D10.5	AA	101 01010	010101 1010	010101 1010
D11.5	AB	101 01011	110100 1010	110100 1010
D12.5	AC	101 01100	001101 1010	001101 1010
D13.5	AD	101 01101	101100 1010	101100 1010
D14.5	AE	101 01110	011100 1010	011100 1010
D15.5	AF	101 01111	010111 1010	101000 1010
D16.5	B0	101 10000	011011 1010	100100 1010
D17.5	B1	101 10001	100011 1010	100011 1010
D18.5	B2	101 10010	010011 1010	010011 1010
D19.5	B3	101 10011	110010 1010	110010 1010

(continued)

表 36-1d 有効コードグループ

Code Group Name	Octet Value	Octet Bits HGFEDCBA	Current RD -	Current RD +
			abcdei fghj	abcdei fghj
D20.5	B4	101 10100	001011 1010	001011 1010
D21.5	B5	101 10101	101010 1010	101010 1010
D22.5	B6	101 10110	011010 1010	011010 1010
D23.5	B7	101 10111	111010 1010	000101 1010
D24.5	B8	101 11000	110011 1010	001100 1010
D25.5	B9	101 11001	100110 1010	100110 1010
D26.5	BA	101 11010	010110 1010	010110 1010
D27.5	BB	101 11011	110110 1010	001001 1010
D28.5	BC	101 11100	001110 1010	001110 1010
D29.5	BD	101 11101	101110 1010	010001 1010
D30.5	BE	101 11110	011110 1010	100001 1010
D31.5	BF	101 11111	101011 1010	010100 1010
D0.6	C0	110 00000	100111 0110	011000 0110
D1.6	C1	110 00001	011101 0110	100010 0110
D2.6	C2	110 00010	101101 0110	010010 0110
D3.6	C3	110 00011	110001 0110	110001 0110
D4.6	C4	110 00100	110101 0110	001010 0110
D5.6	C5	110 00101	101001 0110	101001 0110
D6.6	C6	110 00110	011001 0110	011001 0110
D7.6	C7	110 00111	111000 0110	000111 0110
D8.6	C8	110 01000	111001 0110	000110 0110
D9.6	C9	110 01001	100101 0110	100101 0110
D10.6	CA	110 01010	010101 0110	010101 0110
D11.6	CB	110 01011	110100 0110	110100 0110
D12.6	CC	110 01100	001101 0110	001101 0110
D13.6	CD	110 01101	101100 0110	101100 0110
D14.6	CE	110 01110	011100 0110	011100 0110
D15.6	CF	110 01111	010111 0110	101000 0110
D16.6	D0	110 10000	011011 0110	100100 0110
D17.6	D1	110 10001	100011 0110	100011 0110
D18.6	D2	110 10010	010011 0110	010011 0110
D19.6	D3	110 10011	110010 0110	110010 0110
D20.6	D4	110 10100	001011 0110	001011 0110
D21.6	D5	110 10101	101010 0110	101010 0110
D22.6	D6	110 10110	011010 0110	011010 0110
D23.6	D7	110 10111	111010 0110	000101 0110
D24.6	D8	110 11000	110011 0110	001100 0110
D25.6	D9	110 11001	100110 0110	100110 0110
D26.6	DA	110 11010	010110 0110	010110 0110
D27.6	DB	110 11011	110110 0110	001001 0110
D28.6	DC	110 11100	001110 0110	001110 0110
D29.6	DD	110 11101	101110 0110	010001 0110
D30.6	DE	110 11110	011110 0110	100001 0110
D31.6	DF	110 11111	101011 0110	010100 0110
D0.7	E0	111 00000	100111 0001	011000 1110
D1.7	E1	111 00001	011101 0001	100010 1110
D2.7	E2	111 00010	101101 0001	010010 1110
D3.7	E3	111 00011	110001 1110	110001 0001
D4.7	E4	111 00100	110101 0001	001010 1110
D5.7	E5	111 00101	101001 1110	101001 0001
D6.7	E6	111 00110	011001 1110	011001 0001
D7.7	E7	111 00111	111000 1110	000111 0001
D8.7	E8	111 01000	111001 0001	000110 1110
D9.7	E9	111 01001	100101 1110	100101 0001
D10.7	EA	111 01010	010101 1110	010101 0001
D11.7	EB	111 01011	110100 1110	110100 1000
D12.7	EC	111 01100	001101 1110	001101 0001
D13.7	ED	111 01101	101100 1110	101100 1000
D14.7	EE	111 01110	011100 1110	011100 1000
D15.7	EF	111 01111	010111 0001	101000 1110

(continued)

表 36-1e 有効コードグループ

Code Group Name	Octet Value	Octet Bits HGF EDCBA	Current RD -	Current RD +
			abcdei fghj	abcdei fghj
D16.7	F0	1 1 1 1 0 0 0 0	011011 0001	100100 1110
D17.7	F1	1 1 1 1 0 0 0 1	100011 0111	100011 0001
D18.7	F2	1 1 1 1 0 0 1 0	010011 0111	010011 0001
D19.7	F3	1 1 1 1 0 0 1 1	110010 1110	110010 0001
D20.7	F4	1 1 1 1 0 1 0 0	001011 0111	001011 0001
D21.7	F5	1 1 1 1 0 1 0 1	101010 1110	101010 0001
D22.7	F6	1 1 1 1 0 1 1 0	011010 1110	011010 0001
D23.7	F7	1 1 1 1 0 1 1 1	111010 0001	000101 1110
D24.7	F8	1 1 1 1 1 1 0 0	110011 0001	001100 1110
D25.7	F9	1 1 1 1 1 1 0 1	100110 1110	100110 0001
D26.7	FA	1 1 1 1 1 1 1 0	010110 1110	010110 0001
D27.7	FB	1 1 1 1 1 1 1 1	110110 0001	001001 1110
D28.7	FC	1 1 1 1 1 1 1 0	001110 1110	001110 0001
D29.7	FD	1 1 1 1 1 1 0 1	101110 0001	010001 1110
D30.7	FE	1 1 1 1 1 1 1 0	011110 0001	100001 1110
D31.7	FF	1 1 1 1 1 1 1 1	101011 0001	010100 1110
<i>(concluded)</i>				

表 36-2 特別な有効コードグループ

Code Group Name	Octet Value	Octet Bits HGF EDCBA	Current RD -	Current RD +	Notes
			abcdei fghj	abcdei fghj	
K28.0	1C	0 0 0 1 1 1 1 0	001111 0100	110000 1011	1
K28.1	3C	0 0 1 1 1 1 1 0	001111 1001	110000 0110	1,2
K28.2	5C	0 1 0 1 1 1 1 0	001111 0101	110000 1010	1
K28.3	7C	0 1 1 1 1 1 1 0	001111 0011	110000 1100	1
K28.4	9C	1 0 0 1 1 1 1 0	001111 0010	110000 1101	1
K28.5	BC	1 0 1 1 1 1 1 0	001111 1010	110000 0101	2
K28.6	DC	1 1 0 1 1 1 1 0	001111 0110	110000 1001	1
K28.7	FC	1 1 1 1 1 1 1 0	001111 1000	110000 0111	1,2
K23.7	F7	1 1 1 1 0 1 1 1	111010 1000	000101 0111	
K27.7	FB	1 1 1 1 1 0 1 1	110110 1000	001001 0111	
K29.7	FD	1 1 1 1 1 1 0 1	101110 1000	010001 0111	
K30.7	FE	1 1 1 1 1 1 1 0	011110 1000	100001 0111	
NOTE 1—Reserved.					
NOTE 2—Contains a comma.					

36.2.4.8 /K28.5/ コードグループ の考察

/K28.5/という特殊コードグループは、受信部に入力されるビットストリーム(i.e., /C/ and /I/)を同期させる目的で、繰り返し送信される全てのordered_setの最初のコードグループ に選ばれている。以下の理由がある:

- a) abcdefビットはコンマを作成する。コンマはコードグループや、rx_bitストリームのordered_set境界を容易に検出・確認する為に用いられる。
- b) 符号化されたコードグループのghjビットは、受信部のビット同期を容易にするための遷移の最大数を示す。

表36-3- 規定されたordered_set

Code	Ordered_Set	Number of Code-Groups	Encoding
/C/	Configuration		Alternating /C1/ and /C2/
/C1/	Configuration 1	4	/K28.5/D21.5/Config_Reg ^a
/C2/	Configuration 2	4	/K28.5/D2.2/Config_Reg ^a
/I/	IDLE		Correcting /I1/, Preserving /I2/
/I1/	IDLE 1	2	/K28.5/D5.6/
/I2/	IDLE 2	2	/K28.5/D16.2/
	Encapsulation		
/R/	Carrier_Extend	1	/K23.7/
/S/	Start_of_Packet	1	/K27.7/
/T/	End_of_Packet	1	/K29.7/
/V/	Error_Propagation	1	/K30.7/

^aTwo data code-groups representing the Config_Reg value.

36.2.4.9 コンマの考察

7ビットのコンマ列は、b' 0011111' (comma+) 又は b' 1100000' (comma-)で定義される。/I/ 及び/C/ の ordered_set とそれらに関連するプロトコルは、コンマ+がコンマ-と同等か、もしくはそれよりも大きな周波数で送信される事を保証する為に規定された。これは共通の部品間の互換性を保証するために行われた。

コンマは、/K28.1/, /K28.5/, 及び /K28.7/ の特殊コードグループに含まれる特異なビットパターンであり、送信エラーの無い限り、その他のいかなるコードグループの中にも現れない。また、以下の例外を含んで、いかなる隣接したコードグループの境界にも現れない。

/K28.7/ 特殊コードグループ は、1000BASE-X における診断の為にのみ用いられる(付属資料 36A 参照)。このコードグループは、以下の特殊又はデータ コードグループが続いた場合に: /K28.x/, /D3.x/, /D11.x/, /D12.x/, /D19.x/, /D20.x/, 又は /D28.x/, x は 0 ~ 7 の値 隣接したコードグループの境界に、コンマが現れる事となる。隣接したコードグループの境界のコンマは、コードグループの再整列を起こすかもしれない。(36.3.2.4参照)。

36.2.4.10 コンフィグレーション (*/C/*)

/C1/ と */C2/*のオーダードセットの繰り返しの連続で定義されるコンフィグレーションは、16ビットコンフィグレーションレジスタ(**Config_Reg**)をリンクパラメータへ送るのに使われる。

Config_Regの内容の説明は37章を参照。

ordered_set */C1/* 及び */C2/*は、表36-3で定義されている。 */C1/ ordered_set*は、最初の2つのコードグループの最後のランニングディスパリティが始めのランニングディスパリティの反対であると定義されている。 */C2/ ordered_set*は、最初の2つのコードグループの最後のランニングディスパリティが始めのランニングディスパリティと同じと定義されている。 **Config_Reg**値が一定であれば、*/C1/C2/*のシーケンスを送信した後のランニングディスパリティは、シーケンスの最初の時と反対になっている。これは、コンフィグレーションの間にコンマ+を含むK28.5が送信される事を保証する。

36.2.4.11 データ (*/D/*)

ordered_setに定義されている情報の識別や送信に使われていない時には、データコードグループがGMIIとPCSの間で任意のデータオクテットを送信している。データコードグループのシーケンスは任意であり、いかなるデータコードグループもどのコードグループにも続く事が出来る。データコードグループは、符号化及び復号化が行われるが、PCSにはよらない。データコードグループを復号化するには、16.2.4.13に定義されている様な**Start_of_Packet**デリミタの適切な受信と、36.2.4.6に定義されている様な妥当性チェックが必要だ。

36.2.4.12 アイドル (*/I/*)

アイドル **ordered_set** (*/I/*) は、GMIIがアイドル状態の時にはいつも、繰り返し連続して送信されている(**TX_EN** 及び **TX_ER** は両方とも休止中)。 */I/*はクロック同期を確立し維持する為の連続したパターンだ。 */I/*はPCSから生成され、解釈される。表36-3で示される様に、*/I/*は1つ又は、より多くの連続して送信される*/I1/*又は */I2/ordered_set*から成る。

*/I1/ ordered_set*は、送信された*/I1/*の最後のランニングディスパリティが、始めのランニングディスパリティと反対であると定義されている。 */I2/ ordered_set*は、送信された*/I2/*の最後のランニングディスパリティが、始めのランニングディスパリティと同じであると定義されている。コンフィグレーション**orderd_set**に続く最初の*/I/*は、現在の正又は負のランニングディスパリティを負の値に戻す。最後のランニングディスパリティが負であることを保証する為に、全ての後続の*/I/*は*/I2/*である。

異なるキャリアイベントは*/I/*によって分離される。

この標準の実装にあたって、ある*/I2/* コードグループの列に*/I2/*を加えたり、取り除く場合、取り除かれた*/I2/*の後続のコードグループの始めのランニングディスパリティを変更する事無く行える事は利益をもたらすかもしれない。

2つのコードグループ、最初はK28.5/で2番目はD21.5/及びD2.2/以外のデータコードグループ、から成る受信オーダードセットは、*/I/ orderd_set*として処理される。

36.2.4.13 Start_of_Packet (SPD) デリミタ

Start_of_Packet デリミタ (SPD)は、データ送信シーケンスの始まりの境界を示す為と、キャリアイベントの確認の為に利用される。GMIIからのTX_ENの新規のアサーションと、現在のordered_setのPCS送信完了の後において、PCSはMACプリアンプルをSPDに取り換える。

パケット受信の開始において、PCSは受信したSPDデリミタを最初のプリアンプルオクテットのオクテット値に置き換える。表36-3で定義したように、SPDデリミタはコードグループ /S/から成る。

1つのパケットかバースト内の最初のパケットでは、SPDは/I/に続く。

バーストの二番目かそれ以降に続くパケットでは、SPDは/R/に続く。

36.2.4.14 End_of_Packet デリミタ (EPD)

End_of_Packet デリミタ (EPD) は、パケットの終わりの境界を示す為に用いられる。EPDはPCSから送信され、GMII上でTX_ENのそれぞれのデアサーションの後に続く。すなわち、MACパケットのFCSを含む最後のオクテットに続く。受信では、EPDはPCSによってパケット終端される。EPDデリミタはコードグループ /T/R/R/ 又は、 /T/R/K28.5/から成る。コードグループ /T/は表36-3で定義される。/R/のために使われるコードグループの定義は、36.2.4.15節を参照。/K28.5/は通常、/I/ ordered_setの最初のコードグループとして現れる。/I/のために使われるコードグループの定義は、36.2.4.12節を参照。

受信部は、MACパケット間ギャップ(IPG)を、/I/の送信前に始まった2オクテットと見なす。例えば、パケットがEPDで終端された時、EPDの/T/R/部分は、MACではIPGとみなされる部分の一部となる。

36.2.4.14.1 EPD 規則

- a) PCS はMACからの最後のデータオクテットに続いて/T/R/を送信する
- b) MACがPCSへキャリアエクステンションを示す場合は、Carrier_Extend 規則が有効だ。

36.2.4.15.1節参照。

- c) MACがPCSへキャリアエクステンションを示さない場合には、以下を実行する。
 - 1) /R/ が偶数番号のコードグループ の位置で送信される場合は、次の/I/が偶数番号のコードグループ境界と合っている事とEPD送信の完了を保証する為に、PCSは1つの付加/R/をコードグループストリームに付け加える。
 - 2) PCSは/I/を送信する。

36.2.4.15 Carrier_Extend (/R/)

Carrier_Extend (/R/)は 以下の目的で用いられる

- a) キャリアエクステンション:キャリアイベントの継続時間の拡張の為にMACで使われる。この目的で使われる時、キャリアエクステンションはMACから生成され、MACにより解釈される。また、PCSにより相当のコードグループへ符号化され、また復号化される。エクステンデッドキャリアのために、GMIIはTX_ENをデアサートしなくてはならない。TX_ENのデアサーションとTX_ERの同時アサーションは、PCSが2オクテット分遅延した/R/を発出する原因となる。それは、送信開始前にPCSに完全な時間のEPDを与える。/R/コードグループの数はGMII GTX_CLKの数と同一で、キャリアを拡張している間のPCSから発生する。

- b) パケット分離: キャリアエクステンションは、パケットバーストからパケットを分離するために、MACにより使われる。
- c) EPD2: End_of_Packet デリミタ /T/R/I/ 又は /T/R/R/I/中の、/T/ の後に続く最初の/R/。
- d) EPD3: End_of_Packet デリミタ /T/R/R/I/中の、/T/ の後に続く2番目の/R/。この/R/は、/I/の後続が同一番号のコードグループ境界に合わせる為に必要な場合、唯一又は、最後のパケットバーストをパッドするのに用いられる。この目的で用いられる時、Carrier_ExtendはPCSによって生成され、解釈される。/T/R/R/のEPDはPCSクライアントへ1つの/R/を伝達する事となる (36.2.4.14.1参照)

表36-3で定義されたように、Carrier_Extendは1つ又は、より多くの連続した/R/ orderd_setからなる。

36.2.4.15.1 Carrier_Extend 規則

- a) MACがPCSにキャリアエクステンションを示す場合には、最初の/T/R/は、MACから受信したキャリアエクステンションオクテットの各々の/R/に続く。
- b)最後の/R/は同番号のコードグループの位置に送信され、また後続の/I/が同番号のコードグループの境界に合う保証をする為に、PCSは付加/R/を付け足す。

36.2.4.16 Error_Propagation (/V/)

Error_Propagation (/V/)は、PCSクライアントが相手側へ送信エラーを伝えようとしている事を示す。

Error_Propagationは通常、リピータによる受信エラーの伝搬に使用する。

3 5章で述べる様に、TX_ER信号の使用を通したPCSクライアントの要求により、/V/はPCSで生成される。

Error_Propagationは、PCSにより生成、解釈される。表36-3で意義される様に、Error_Propagationはordered_set /V/からなる。

媒体上のError_Propagation又は、無効なコードグループの存在は、衝突の結果かエラー状態を意味する。

DTEにより、無効なコードグループが媒体上に意図的に送信される事は無い。現在の状況から誤ったキャリア、データエラー、キャリアエクステンドエラーがある時には、PCSはGMII上で/V/又は、無効なコードグループの受信と処理を示す。

36.2.4.17 カプセル化

1000BASE-XのPCSは、リコンサイレーション副層とGMIIを通してMACからパケットを受け取る。下層にあるPMAの連続的に信号化された性質と、PCSによって実行される符号化によって、1000BASE-XのPCSはMACフレームをコードグループストリームへカプセル化する。PCSはPMAから受信したコードグループストリームを復号化し、そこからパケットを抜き出し、リコンサイレーション副層とGMIIを経由してMACにパケットが送られる。

図36-4は、GMIIの信号に基づいたMACパケットのPCSのカプセル化を表している。

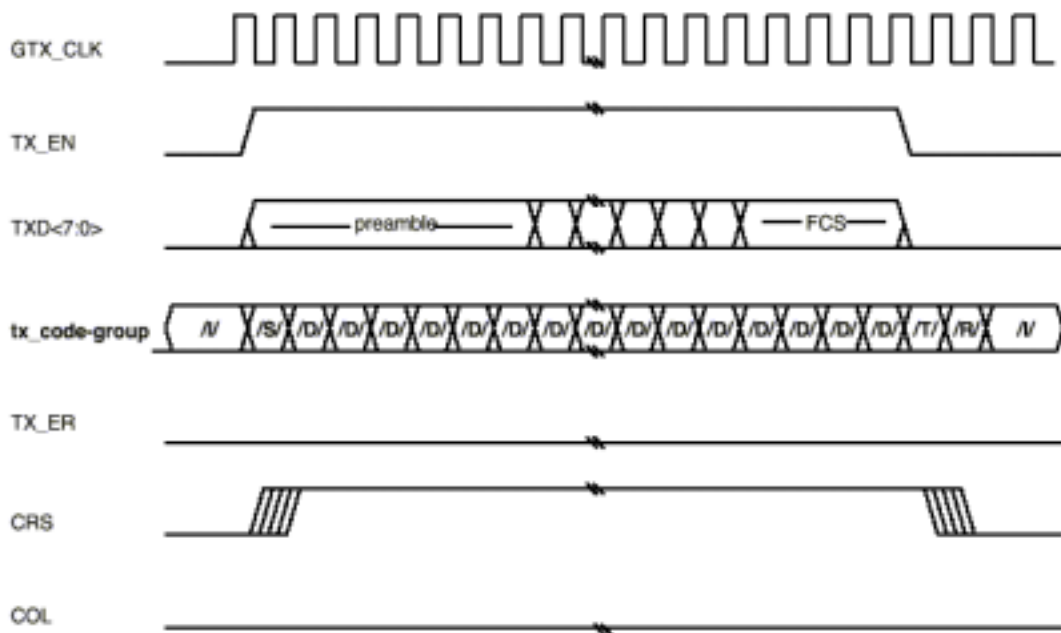


図36-4 PCSのカプセル化

36.2.4.18 GMII、PCS、PMA 間のマッピング

図36-3は、PCSの10ビット単位のコードグループへのGMIIのオクテット単位のデータバスのマッピングと、PMA/PMDインタフェースの1ビットパスを表している。

図36-3のように、PCSはGMIIから受信したオクテットを10ビットのコードグループへ符号化する。図36-3のように、コードグループは、PMAによってtx_bitストリームへシリアル化され、下層の媒体への送信のためPMDへ送られる。最初に送信されたtx_bitはtx_code-group<0>、最後に送信されたtx_bitはtx_code-group<9>である。コードグループ内のビットには数字の意味はない。すなわち、コードグループは事前に定義された解釈を持った簡単な10ビットのパターンである。

同様に、図36-3のように、PMAはPMDから受信したrx_bitをパラレル化する。36.2.5.2.2のように、PCSの受信プロセスはrx_code-group<9:0>をGMIIのデータオクテットへ変更する。

36.2.5 詳細な機能と状態遷移図

この章の状態遷移図で使われている表記法は、21.5の約束に従っている。状態遷移図の変数は、変数がデフォルト値を持っている場合を除いて、21.5.2の約束に従っている。デフォルト値を持っている状態遷移図の変数は、変数の値に明示的な定めがない状態で可変のデフォルト値を与える。

無限状態は、前の状態からの遷移条件の分類を容易にするための編集の便宜として使われる。この状態の間は、何も動作は起きない。終了条件には無限状態のための値が与えられる。

無限状態は次のような場合である。

- a) PCSがTX_PACKET状態でオーダーセットを送信する時。
- b) PCSがGENERATE_CODE_GROUPS状態でコードグループを送信する時。
- c) PCSがIDLE_DISPARITY_TEST状態でコードグループを送信する時。
- d) PCSがRECEIVE状態で受信する時。
- e) PCSがEPD2_CHECK_ENDで受信する時。

36.2.5.1 状態変数

36.2.5.1.1 表記規約

/x/

36.2.5.1.2で記述されている定められたコードグループを表す。(有効なコードグループは36.2.4.5と36.2.4.6による実行中の不一致のルールに従わなければならない。)

[x/]

36.2.5.1.2に記述され、36.2.5.1.6で記述されているSYNC_UNITDATA.indicateメッセージによって伝達される、定められたコードグループ(/x/)の意味のある受信した値を表す。

36.2.5.1.2 定数

/C/

36.2.4.10に記述されている、/C1/か/C2/のどちらかのオーダーセットを含む構成オーダーセットグループ。Config_Regの値をPCS送信プロセスのtx_Config_Reg<D15:D10>として、またPCS受信プロセスのrx_Config_Reg<D15:D0>として受け渡す。

/COMMA/

36.2.4.9に記述され表36-2に記載されているコンマを含む特別なコードグループの組。

/D/

36.2.4.11に記述されている、有効なデータに相当する256のコードグループの組。

/Dx.y/

36.2.4.11に記述されている、有効なデータに相当する256のコードグループの組の一つ。

/I/

36.2.4.12に記述されている/I1/か/I2/のどちらかのオーダーセットを含むアイドルオーダーセットグループ。

/INVALID/

36.2.4.6に記述されている無効なデータまたは特別なコードグループの組。

/Kx.y/

表36-2に記述されている、有効な特別なコードグループに相当する12のコードグループの組の一つ。

/R/

End_of_Packetデリミタの部分2、End_of_Packetデリミタの部分3、Carrier_Extendおよび/I/整列のいずれかで使われているコードグループ。

/S/

36.2.4.13に記述されているStart_of_Packetデリミタ(SPD)に相当するコードグループ。

/T/

End_of_Packetデリミタの部分1で使われているコードグループ。

/V/

36.2.4.16に記述されているError_Propagationコードグループ。

36.2.5.1.3 変数

cgbad

((rx_code-group/INVALID/)+(rx_code-group=/COMMA/*rx_even=TRUE))*

PMA_UNITDATA.indicateの別名。

cggood

!((rx_code-group/INVALID/)+(rx_code-group=/COMMA/*rx_even=TRUE))*

PMA_UNITDATA.indicateの別名。

COL

35章に記述されているGMIIのCOL信号。

CRS

35章に記述されているGMIIのCRS信号。

EVEN

rx_even=TRUEの時、36.2.5.1.6で述べられているSYNC_UNITDATA.indicateメッセージによって受け渡されるrx_even変数のラッチ状態。

mr_loopback

PHYを通してループバックを行うデータのイネーブルとディセーブルを表示する論理。

PHYを通したデータのループバックは、制御レジスタビット0.14がoneにセットされた時イネーブルである。

値: FALSE; PHYを通したループバックはディセーブルである

TRUE; PHYを通したループバックはイネーブルである

mr_main_reset

制御レジスタビット0.15によってPCSのリセットを制御する。

値: FALSE; PCSをリセットしない

TRUE; PCSをリセットする

ODD

rx_even=FALSEの時、36.2.5.1.6で述べられているSYNC_UNITDATA.indicateメッセージによって受け渡されるrx_even変数のラッチ状態。

power_on

PCSを含む装置への電源供給が運用範囲に届くまでの時間、条件は真である。

装置が制御レジスタビット0.11によって低電力モードセットになった場合も真である。

値: FALSE; 装置は完全に電源供給されている(デフォルト)

TRUE; 装置は完全には電源供給されていない

注—Power_on は明確な設定がない状態の都度、デフォルト値に設定される。

receiving

キャリアがアクティブであることを示すためにPCS受信プロセスによって設定される論理。キャリア感知プロセスによって使われ、衝突を示すためにPCS送信プロセスによっても解釈される(36.2.5.1.4のcarrier_detect(x)も参照)。

値: TRUE; キャリアを受信している
FALSE; キャリアを受信していない

repeater_mode

キャリア感知のアサーションをするために使われる論理は、PCSがCSMA/CDリピータで使われている場合、アクティブの受信への応答でだけ起こる。この変数はリピータアプリケーションではTRUEに設定され、他のアプリケーションではすべてFALSEに設定される。

値: TRUE; アクティブの受信だけへの応答において、CRSのアサーションを許可する
FALSE; 送信かアクティブの受信のどちらかへの応答において、CRSのアサーションを許可する

rx_bit

38.1.1.2に記述されているPMD_UNITDATA.indicateサービスプリミティブによってPMAへ受け渡される2進数パラメータ。

値: ZERO; データビットが論理”0”
ONE; データビットが論理”1”

rx_code-group<9:0>

PMAから一番最近に受信したコードグループによって表される10ビットのベクトル。要素

rx_code-group<0>は一番最近でなく(最も古く)受信したrx_bitである。すなわち、rx_code-group<9>は一番最近に(最も新しく)受信したrx_bitである。コードグループアラインメントが達成された時、このベクトルはちょうど一つのコードグループを含んでいる。

rx_Config_Reg<D15:D0>

36.2.4.10に記述されている/C/オーダーセットから受信したデータビットを含む16ビットの配列。PCS受信プロセスによってPCSオートネゴシエーションプロセスに受け渡される。データビットのフォーマットは文脈依存し、オートネゴシエーション機能に関連があり、37.2.1.1や37.2.4.3.1に述べられている。配列の中には次の要素がそれぞれ含まれている。

値: ZERO; データビットが論理”0”
ONE; データビットが論理”1”

RX_DV

35章に記述されているGMIIのRX_DV信号。PCS受信プロセスによって定められる。

RX_ER

35章に記述されているGMIIのRX_ER信号。PCS受信プロセスによって定められる。

rx_even

36.2.4.2に記述されている偶数か奇数のコードグループのどちらを受信しているかを選定する同期プロセスによって設定される論理。

値: TRUE; 偶数のコードグループを受信している
FALSE; 奇数のコードグループを受信している

RXD<7:0>

35章に記述されているGMIIのRXD<7:0>信号。PCS受信プロセスによって定められる。

signal_detect

リンク信号入力状態を表示するためにPMD_SIGNAL.indicate(signal_detect)メッセージを通してPMDで継続的に設定される論理。

値: FAIL; 信号はリンクしていない
OK; 信号はリンクしている

sync_status

受信機で見られるようなリンク状態を表すためにPCS同期プロセスで設定されるパラメータ。

値: FAIL; 受信器はコードグループ範囲に同期していない

OK; 受信器はコードグループ範囲に同期している

transmitting

パケット送信が進行中であることを示すためにPCS送信プロセスによって設定される論理。キャリア感知プロセスによって使われ、そして内部で衝突を示すためにPCS送信プロセスによって解釈される。

値: TRUE; PCSはパケットを送信している

FALSE; PCSはパケットを送信していない

tx_bit

38.1.1.1に記述されているPMD_UNITDATA.requestサービスプリミティブによってPMAからPMDへ受け渡される2進数パラメータ。

値: ZERO; データビットが論理"0"

ONE; データビットが論理"1"

tx_code-group<9:0>

表36-1または表36-2に記述されている一つのコードグループを表すビットのベクトルで、PCS送信プロセスによって送信のために準備されている。このベクトルは、PMD_UNITDATA.request(tx_bit) サービスプリミティブのパラメータとしてPMAへ受け渡される。要素tx_code-group<0>は最初に送信されるtx_bitである。すなわち、tx_code-group<9>は最後に送信されるtx_bitである。

tx_Config_Reg<D15:D0>

36.2.4.10に記述されている/C/オーダーセットにおいて送信されたデータビットを含む16ビットの配列。PCSオートネゴシエーションプロセスによってPCS送信プロセスに受け渡される。データビットのフォーマットは文脈依存し、オートネゴシエーション機能に関連があり、37.2.1.1や37.2.4.3.1に述べられている。配列の中には次の要素がそれぞれ含まれている。

値: ZERO; データビットが論理"0"

ONE; データビットが論理"1"

tx_disparity

2進数の値としてコードグループ送信の最後にランニングディスパリティを示すためにPCS送信プロセスによって設定される論理。ランニングディスパリティは、36.2.4.3に記述されている。

値: POSITIVE

NEGATIVE

TX_EN

35章に記述されているGMIIのTX_EN信号。

TX_ER

35章に記述されているGMIIのTX_ER信号。

tx_even

36.2.4.2に記述されている偶数か奇数のコードグループのどちらを送信しているかを選定するPCS送信プロセスによって設定される論理。

値: TRUE; 偶数のコードグループを送信している

FALSE; 奇数のコードグループを送信している

tx_o_set

次に定義されるオーダーセットの一つ。/C/,/T/,/R/,/L/,/S/,/V/またはコードグループ/D/。

TXD<7:0>

35章に記述されているGMIIのTXD<7:0>信号。

xmit

37.3.1.1 で定義されている。

36.2.5.1.4 関数

carrier_detect

PCS 受信プロセスにおいて、この関数は PCS 同期プロセスからの SYNC_UNITDATA.indicate メッセージの保持されたコードグループ[/x/]と、保持された rx_even (EVEN/ODD) パラメータを入力に使う。

SYNC_UNITDATA.indicate メッセージが EVEN を示した場合で、かつ以下の時に本関数はキャリアを検出する。

- a) [/x/] と符号化された両方の/K28.5/の間に 2 ビット以上の差異が存在する。(表 36-2 参照)
- b) [/x/] と予測された/K28.5/ (現在のランニングディスパリティに基づく)の間に 2 から 9 ビットの差異が存在する。

値： 真；キャリアが検出された。
偽；キャリアが検出されない。

check_end

予測される End_of_Packet と Carrier_Extend 機能は、RX_ER、及び、RXD<7:0>信号を設定する為に、PCS 受信プロセスで使用される。check_end 関数は、rx_code-group<9:0>内の現在とその次の 2 つのコードグループを返す。

DECODE([/x/])

PCS 受信プロセスにて本関数は、rx_code-group <9:0> [/x/]、及び現在のランニングディスパリティを引数として取得し、表 36-1a-e に従い一致する GMII RXD<7:0>、rx_Config_Reg<D7:D0>、rx_Config_Reg<D15:D8> オクテットを返す。

同じく DECODE は、36.2.4.4 節において概説されたランニングディスパリティ規則に従い、現在のランニングディスパリティを更新する。

ENCODE(x)

PCS 送信プロセスにて本関数は、x が GMII TXD<7:0>、tx_Config_Reg<D7:D0>、tx_Config_Reg<D15:D8> オクテットである引数(x)と現在のランニングディスパリティを取得し、表 36-1a に従って一致する 10 ビットコードグループを返す。

同じく ENCODE は、Table 36-1a-e に従い現在のランニングディスパリティを更新する。

signal_detectCHANGE

PCS 同期プロセスにて本関数は、状態変化のために signal_detect 変数を監視する。関数は、状態変化検出の上に設定される。

値： 真；signal_detect 変数の状態変化が、検出された。
偽；signal_detect 変数の状態変化は、検出されなかった(デフォルト)。

注：Signal_detectCHANGE は、この関数定義により設定され、状態遷移図の中には明確な形では設定されない。Signal_detectCHANGE は、状態のエントリではデフォルト値で値を求める。

VOID(x)

x ∈ /D/、/T/、/R/、/K28.5/。GMII によって要求されたコードグループ基準により、/V/を代用にする。

```

If [TX_EN=FALSE * TX_ER=TRUE * TXD≠ (0000 1111)]
    then return /V/
Else if [TX_EN=TRUE * TX_ER=TRUE]
    then return /V/
Else return X

```

xmitCHANGE

PCS 送信プロセスにて本関数は、状態変化の為に xmit 変数を監視する。関数は、状態変化検出の上に置かれる。

値 : 真 ; xmit 変数の状態の変更は、検出された。
偽 ; xmit 変数の状態の変更は、検出されなかった(デフォルト)。

注 : xmitCHANGE は、この関数定義により設定され、状態遷移図の中には明確な形では設定されない。
xmitCHANGE は、TX_TEST_XMIT 状態のエントリではデフォルト値で値を求める。

36.2.5.1.5 カウンタ

good_cgs

連続して受信した有効なコードグループのカウンタ。

36.2.5.1.6 メッセージ

PMA_UNITDATA.indicate(rx_code-group<9:0>)

PMA 受信プロセスから送られ、媒体より受信した次のコードグループを運んでいる信号。(36.3.1.2 節参照)

PMA_UNITDATA.request(tx_code-group<9:0>)

PMA 送信プロセスへ送られ、媒体への送信準備が出来た次のコードグループを運んでいる信号。(36.3.1.1 節参照)

PMD_SIGNAL.indicate(signal_detect)

MDI で受信している信号の状態示すために、PMD から送られる信号。

PUDI

PMA_UNITDATA.indicate(rx_code-group<9:0>)のための別名。

PUDR

PMA_UNITDATA.request(tx_code-group<9:0>)のための別名。

RUDI

RX_UNITDATA.indicate(parameter)のための別名。

RX_UNITDATA.indicate(parameter)

PCS 受信プロセスから PCS オートネゴシエーションプロセスへ送られ、次のパラメータを運んでいる信号。

パラメータ：無効；/C/または/I/オーダーセットを受信中に、エラー状態が検出された。
/C/ ; /C/ オーダーセットを受信。
/I/ ; /I/ オーダーセットを受信。

SUDI

SYNC_UNITDATA.indicate(parameters)のための別名

SYNC_UNITDATA.indicate(parameters)

PCS 同期プロセスから PCS 受信プロセスへ送られ、次のパラメータを運んでいる信号。

パラメータ： [/x/] ; 示されたコードグループ(/x/)の保持された値。

EVEN/ODD ; rx_even 変数の保持された状態。

値： EVEN ; 保持された状態 rx_even=TRUE の時に通過。

ODD ; 保持された状態 rx_even=FALSE の時に通過。

TX_OSET.indicate

PCS コードグループ送信プロセスから PCS オーダーセット送信プロセスへ送られ、1つのオーダーセットの送信が完了した事を示している信号。

36.2.5.1.7 タイマー

cg_timer

連続的なフリーランタイマー。

値 : cg_timer_done がタイマー満了になり次第、真の状態になる。

再開契機：満了後即座。タイマーを再開することで、cg_timer_done 状態を解除する。

継続時間：公称 8 ns。

GMII が実装される場合には、cg_timer は GTX_CLK (GTX_CLK の許容差は 35.4.2.3 節参照)の立ち上がりエッジに同期して満了する。GMII がない場合、cg_timer は 8ns±0.01%毎に満了する。PCS コードグループ状態遷移図中、PMA_UNITDATA.request メッセージは、cg_timer_done と同時に発行される。

36.2.5.2 状態遷移図

36.2.5.2.1 送信

PCS 送信プロセスは2つの状態遷移図、PCS 送信オーダーセット、及びPCS 送信コードセットから構成される。PCS は、36.2.5.1 節に規定する関連する状態変数に準拠する事を含め、図 36-5 と図 36-6 に示す送信プロセスを実装する必要がある。オーダーセット送信プロセスは、コードグループ送信プロセスに対し連続して送出する。

初めて実行する場合とオートネゴシエーションプロセスの xmit フラグが CONFIGURATION を示すとき、オートネゴシエーションプロセスが実行される。

ネゴシエーションプロセスの xmit フラグが IDEL を示すときと、パケット間(GMII によって境界を定められる)では、/I/が送出される。

GMII により TX_EN がアサートされた上で、オートネゴシエーションプロセスの xmit フラグが DATA を

示すとき、SPD オーダーセットが送出される。(S/)

SPD に続いて、TX_EN がデアサートされるまで、/D/コードグループが送出される。

TX_EN がデアサートされ、キャリア拡張エラーが TXD により表示されていない時に TX_ER がアサートされた時は、/R/オーダーセットが送出される。TX_ER は最初の/T/R/オーダーセットから GTX_CLK 二つ分の遅れアサートされ、アサートされている間の GTX_CLK 周期と同じ数の/R/が送出される。

キャリア拡張中に TXD によりキャリア拡張エラーが表示された場合、/V/オーダーセットが送出される。TX_EN 及び、TX_ER が双方共デアサートされた場合、/I/の送出が再開した後で、/R/ オーダーセットが送出されるかもしれない。

もし TX_EN がアサートされている間に TX_ER 信号がアサートされると、SPD オーダーセットの送出が選択される場合を除き/V/ オーダーセットが送出される。

衝突検出は、10BASE-T や 100BASE-X のモデルに従い、送信中のキャリア受信の発生に注目することによって実行される。

コードグループ送信プロセスは、オーダーセット送信プロセスにより送られるオーダーセットに基づき、tx_code-group<9:0>を切れ目なく PMA へ送出する。コードグループ送信プロセスは、EVEN/ODD 番号によるコードグループの調整、ランニングディスパリティ要求、オーダーセットフォーマットに基づき、送出に適したコードグループを決定する。

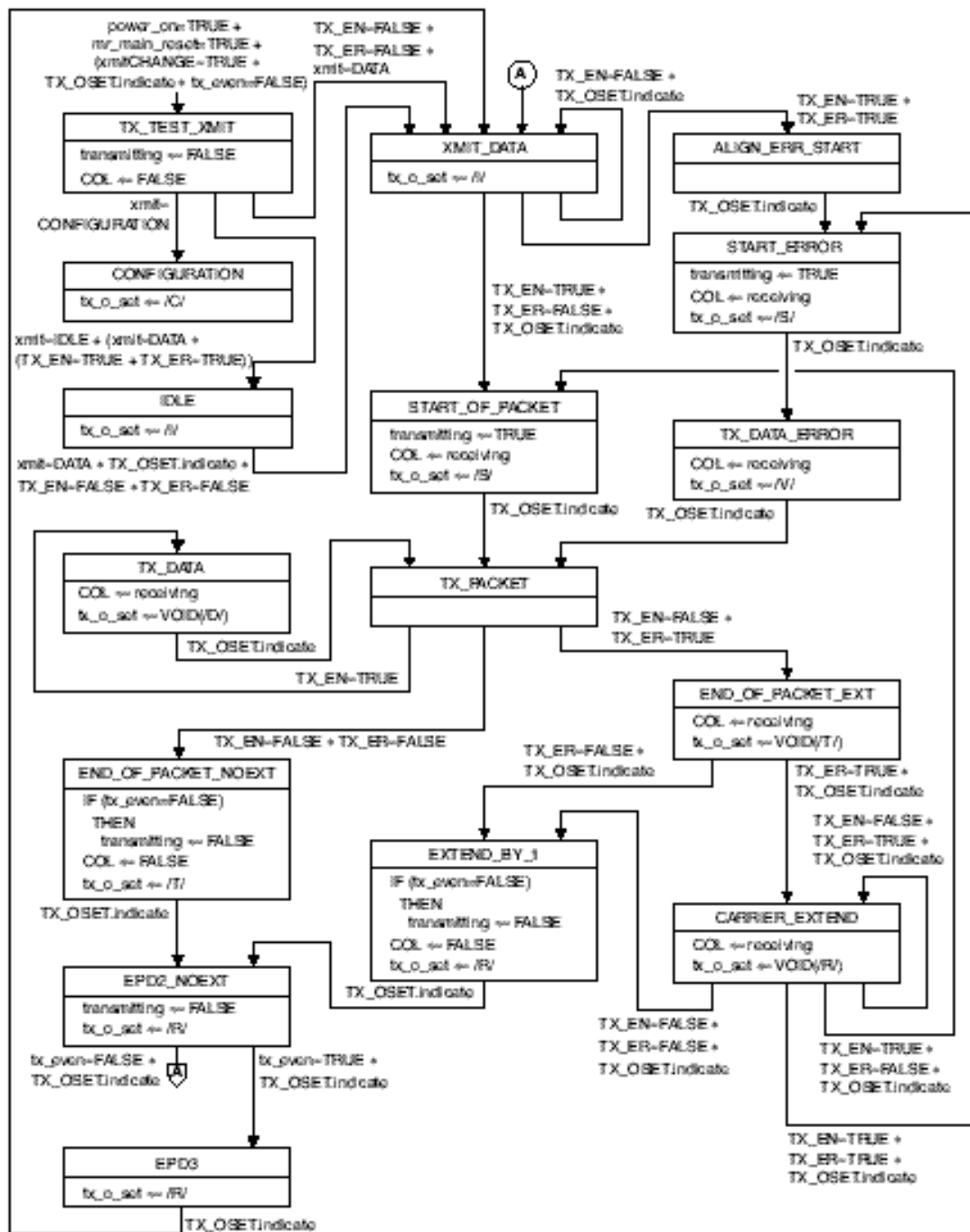
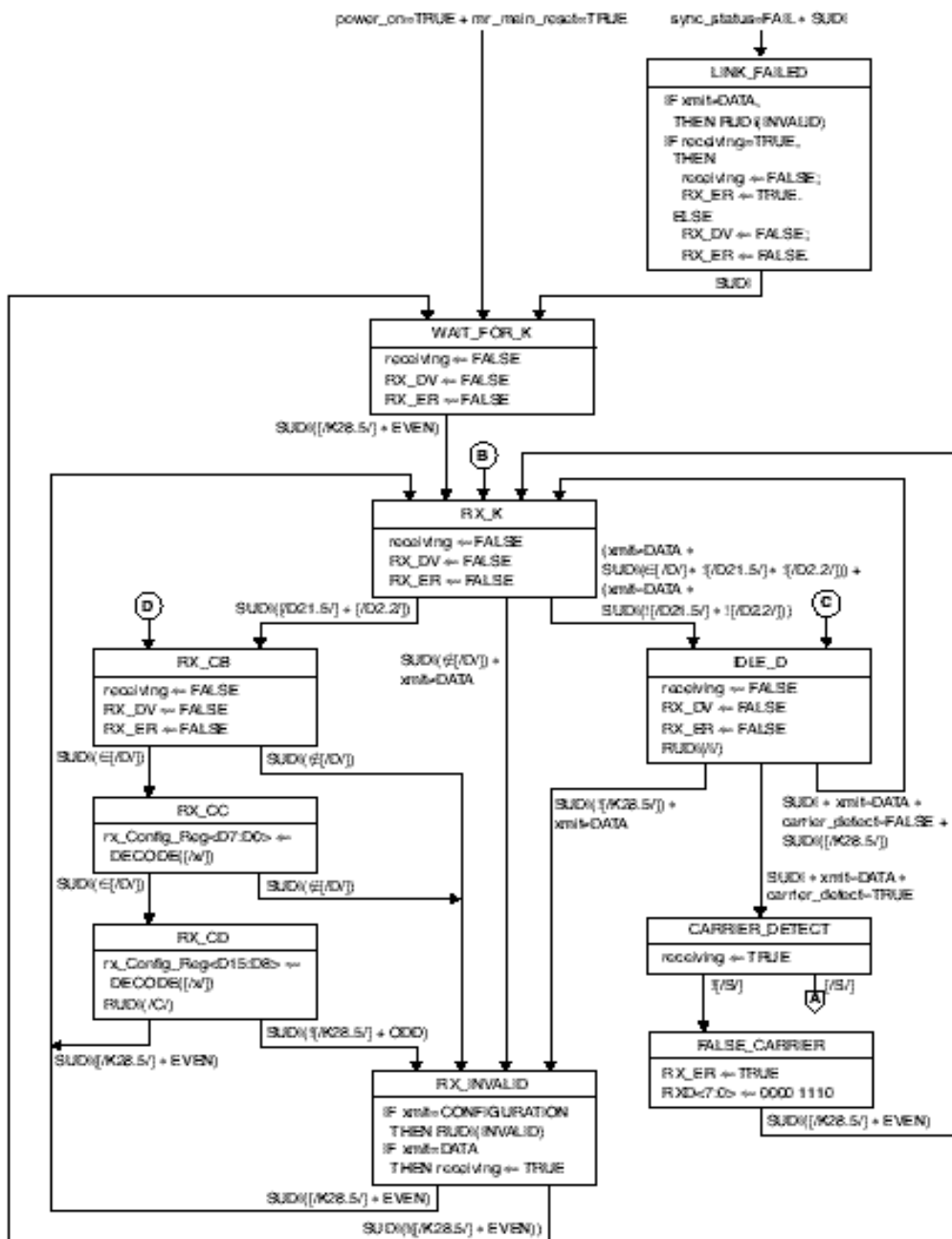
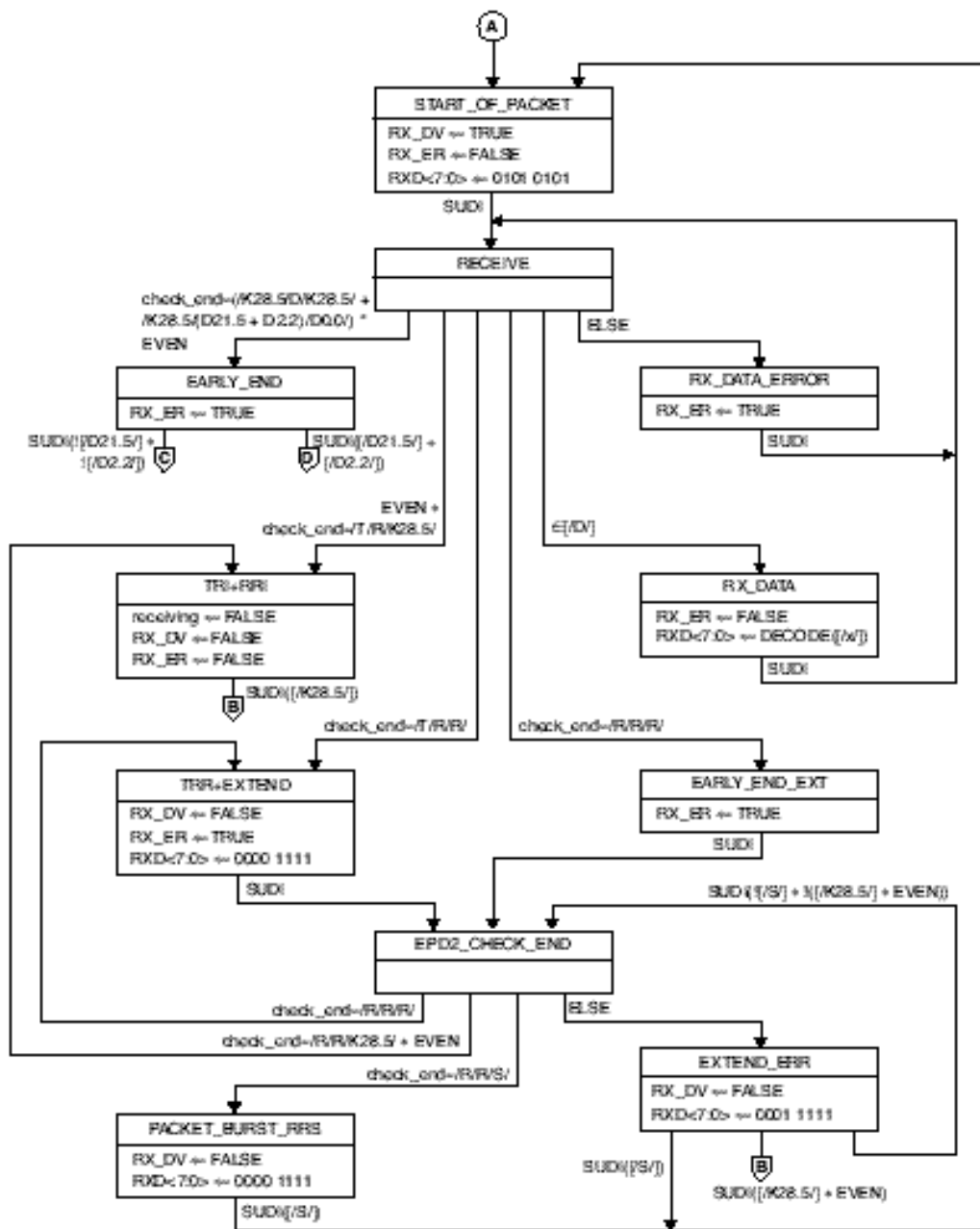


図 36_5 PCS オーダードセット送信 状態遷移図



注 ラベルを貼られた多角形へ導かれる出力線は、ページ外の図 36-7b 上のラベルを貼られた円から導かれた一致する入力線へ流れる。逆もまた同じ。

図 36_7a PCS 受信 状態遷移図 パート a



注 ラベルを貼られた多角形へ導かれる出力線は、ページ外の図 36-7a 上のラベルを貼られた円から導かれた一致する入力線へ流れる。逆もまた同じ。

図 36_7b PCS 受信 状態遷移図 パート b

36.2.5.2.2 受信

PCS は、36.2.5.1 節に規定する関連する状態変数に準拠する事を含め、図 36-7a と図 36-7b に示す受信プロセスを実装する必要がある。

PCS 受信プロセスは PMA から受信したコードグループに基づき、RXD<7:0>を途切れなく通過させ、そし

て RX_DV、及び、RX_ER 信号を GMII に対し設定する。

オートネゴシエーションプロセスの xmit フラグが、CONFIGURATION または、IDLE を示すとき PCS 受信プロセスは、/C/及び/I/オーダーセットと rx_Config_Reg<D15:D0>をオートネゴシエーションプロセスに対し、途切れなく通過させる。

36.2.5.2.3 状態変数関数 carrier_detect(x)

下層チャンネル上でのキャリア検出は、別な目的で MAC (GMII の CRS 信号とリコンサイレーション副層経由) と衝突検出用に PCS 送信プロセスで使われる。receiving のアサートにより通知されるキャリアイベントは、36.2.5.1.4 節において規定された/K28.5/と受信コードグループ間の違いの検出によって表示される。

キャリアイベントが SPD で始まらないならばエラーである。PCS 受信プロセスは、例えば SPD の様な/I/以外が有効となる特別なパターンのために、入力されるコードグループを途切れなく監視する事によりこの関数を遂行している。SPD キャリアイベントの検出によって、PCS は SPD 用の値(01010101)の代わりに、この値を RXD<7:0>に設定し、RX_DV をアサートする。

SPD 用に置き換えられたパターンは、MAC が期待しているプリアンブルパターンを含む。

非 - SPD キャリアイベント(偽キャリア)の検出によって、PCS はコードグループ受信のための値(00001110)の代わりに、この値を RXD<7:0>に代用し、RX_ER をアサートする。

36.2.5.2.4 コードグループ列の復号化

SPD キャリアイベントの検出につづき、PCS 受信プロセスは入力されたコードグループ上で DECODE 関数を実行し、復号化されたデータを GMII に送る。復号化されたデータには MAC プリアンブル及び、SFD の残りの部分に一致するデータを含む。

GMII 信号 RX_ER は、SPD につづくいかなるコードグループ (有効な/D/コードグループや 36.2.4.14.1 節の EPD 規則による) の復号化においてもアサートされない。

パケットは、36.2.4.14 節で規定されるように EPD と共に終了する。PCS 受信プロセスは、パケットの終りを適切に区切る事で MAC の能力を守るため、check_end 関数を実行する。

check_end 関数による/T/R/R/または、/T/R/K28.5/の検出は、正常な(エラーなし)パケット終了を意味する。

check_end 関数による/R/R/R/の検出は、エラーと Carrier_Extend 処理にるパケット終了を意味する。

check_end 関数による/K28.5/D/K28.5/の検出は、エラーによるパケット終了を意味する。

check_end 関数による/K28.5/(D21.5 または、D2.2)/D0.0 の検出は、エラーによるパケット終了を意味する。

36.2.5.2.5 キャリア感知

キャリア感知プロセスは、(リコンサイレーション副層経由で) MACは据え置きのために使用するGMII上にCRS信号を生成します。

PCSは、36.2.5.1節に規定されているような関連する状態変数に従う事を含め、図36-8で示されているようなキャリア感知プロセスを実行する。

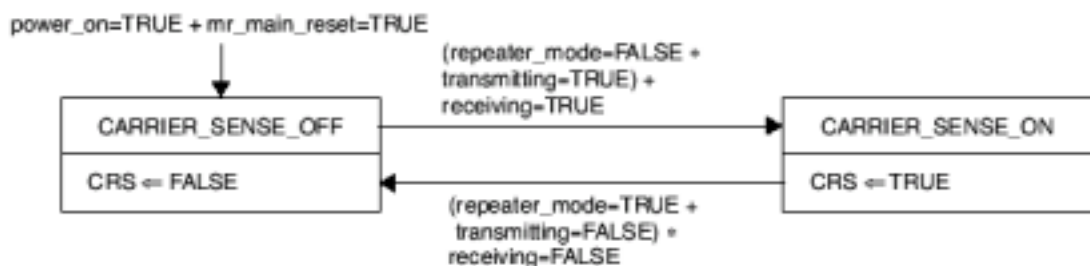


図 36-8 キャリア感知状態遷移図

36.2.5.2.6 同期

PCS は、36.2.5.1 節に規定されるような関連する状態変数に従う事を含んでいる図 36-9 で示されるような同期プロセスを実行する。

同期プロセスは、受信チャンネルがオペレーションの準備ができるかどうか決める要因である。

チャンネルの故障は、PMA クライアントに正常なアクションを保留させる。

LOSS_OF_SYNC 状態で、ビット同期を得た受信部は、同期プロセスによってコードグループ同期を得ることを試みる。

同期は、無効のコードグループエラーのないそれらの左端のビット位置にコンマを含んでいる 3 つの ordered_sets の検知によって得られる。

コードグループ同期の確立に際して、受信部は SYNC_ACQUIRED_1 状態に入る。

同期の確立は、偶数のコードグループ境界に、多重コードグループ ordered_sets の整列を確実にする。

一度、同期が確立すれば、同期プロセス・テストは 4 つのコードグループセット中のコードグループを受信し、SYNC_ACQUIRED_1 と LOSS_OF_SYNC の状態間を移動するために、ヒステリシス効果をねらって、多数のサブ状態を使用する。

sync_status=FAIL が、10ms 以上存在したら、PCS オートネゴシエーションプロセスを起動する。そして、PCS 送信プロセスは、/C/の送信を開始する。リンクパートナーからの 3 つの一致する/C/の受信に際して、PCS オートネゴシエーションプロセスは始まる。

sync_status=FAIL とコードグループを受信したとき、内部信号受信は PCS 受信プロセス LINK_FAILED 状態でデアサートされる。

36.2.5.2.7 オートネゴシエーションプロセス

オートネゴシエーションプロセスは、リンクセグメントを共有する 2 つの装置間の配置情報を交換し、かつそれらの能力を最大に利用する両方の装置を自動的に形成する手段を提供する。

オートネゴシエーションプロセスおよび Config_Reg 内容の記述に関しては、37 章を参照のこと。

オートネゴシエーションプロセスが成功した際は、DATA に xmit フラグをセットする。そして、正常なリンク・オペレーションが可能になる。

オートネゴシエーションプロセスは、Config_Reg 内容を伝えるために、PCS 送信および受信プロセスを利用

する。

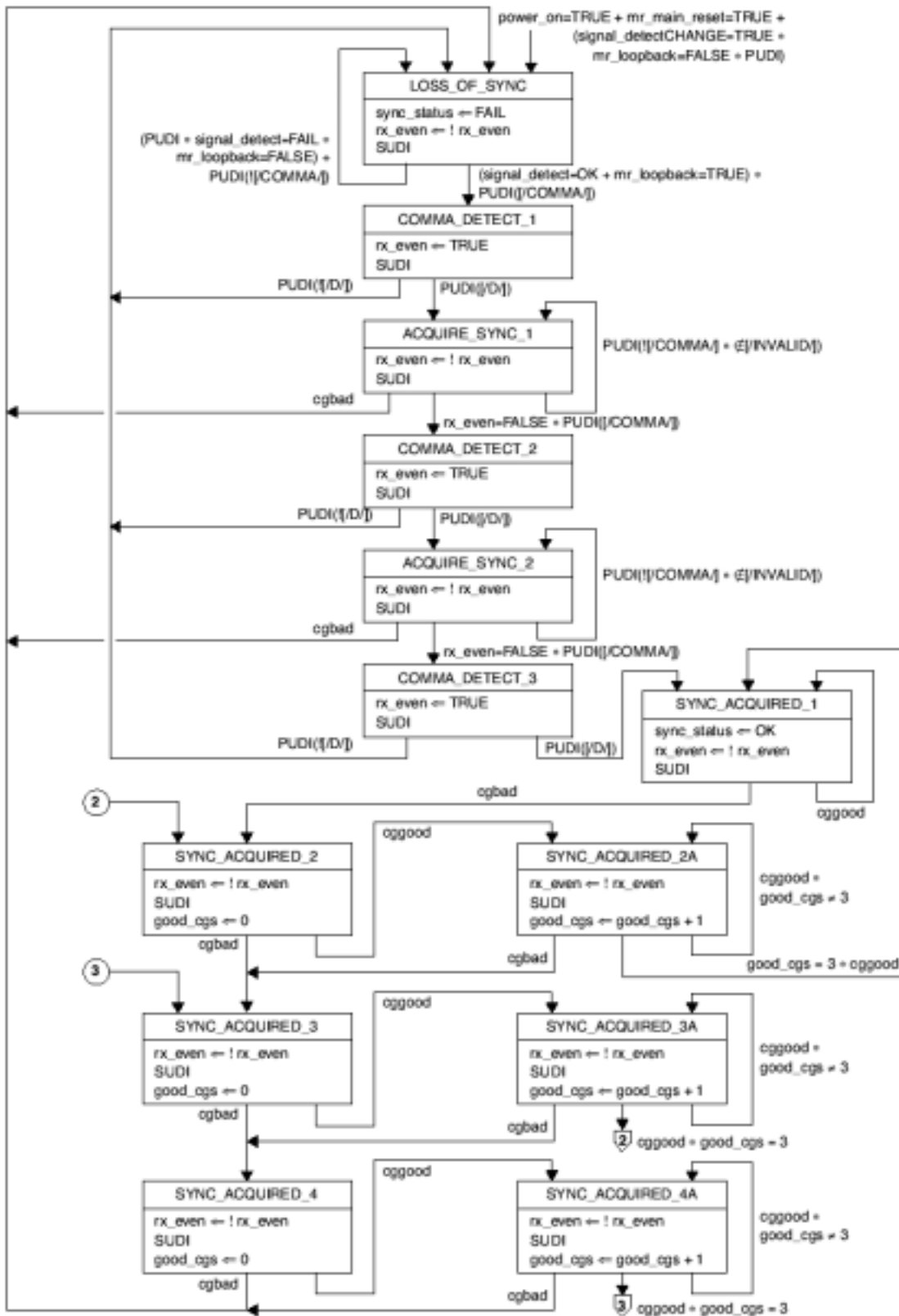


図 36-9 同期状態遷移図

36.3 物理媒体アタッチメント(PMA)副層

36.3.1 サービスインタフェース

PMAは、PCSへのサービスインタフェースを提供する。

これらのサービスは抽象的方法で示され、具体的な実装手段を示すものではない。

PMAサービスインタフェースは、PCSエンティティとの間のコードグループ変換をサポートする。

PMAは、コードグループをビットに変換しPMDへ渡す。そしてその逆も行う。また、クライアント用の付加的な状態表示を生成する。

以下のプリミティブが定義される。

PMA_UNITDATA.request(tx_code-group<9:0>)

PMA_UNITDATA.indicate(rx_code-group<9:0>)

36.3.1.1 PMA_UNITDATA.request

このプリミティブは、PCSからPMAへのデータ（コードグループの形で）の転送を定義する。

PMA_UNITDATA.requestは、PCS転送プロセスによって生成される。

36.3.1.1.1 サービスプリミティブの意味

PMA_TYPE.indicate (PMA_type)

PMA_UNITDATA.requestによって運ばれたデータは、36.2.5.1.3節で定義されるtx_code-group<9:0>パラメータである。

36.3.1.1.2 生成時期

PCSは、GTX_CLKによって決定されるPMAへのtx_codegroup<9:0>を、125 MHzのレートで連続して送信する。

36.3.1.1.3 受信による影響

このプリミティブの受信に際して、PMAはPMDへ示されたtx_bitの送信要求をし、10連続のPMD_UNITDATA.requestプリミティブを生成する。

36.3.1.2 PMA_UNITDATA.indicate

このプリミティブは、PMAからPCSへのデータ（コードグループの形で）の転送を定義する。

PMA_UNITDATA.indicateは、PCS同期プロセスによって使用される。

36.3.1.2.1 サービスプリミティブの意味

PMA_UNITDATA.indicate(rx_codegroup<9:0>)

PMA_UNITDATA.indicateによって伝えられたデータは、36.2.5.1.3節の中で定義されたrx_code-group <9:0>パラメータである。

36.3.1.2.2 生成時期

PMAは、PMDから受信した10のPMD_UNITDATA.indicateプリミティブのそれぞれのコードグループ整列に一致するPCSに1つのrx_code-group <9:0>を連続的に送る。

PMA_UNITDATA.indicateプリミティブの公称レートは、受信ビットクロックによって管理される125MHzである。

36.3.1.2.3 受信による影響

このプリミティブを受信した時のクライアントの動作は、PMA副層では、規定しない。

36.3.2 PMA 内の機能

図36-3は、GMIIのオクテット幅のデータパスから、PMAサービスインタフェースの10ビット幅のコードグループ、そしてシリアルPMDサービスインタフェース上への配置を示す。

PMAは、1000BASE-XのPMA送信とPMA受信プロセスから構成される。

PMA送信プロセスは図36-3に従って、tx_code-groupをtx_bitsへシリアル化し、媒体を転送するためにPMDへ渡す。同様に、PMA受信プロセスは、図36-3に従って、PMDから受信したrx_bitsをパラレル化させる。

PMAは、コードグループ整列と無関係に、PCSへ10ビットのコードグループを連続的に伝える。

コンマ検知に基づいて、コードグループ整列が行われた後、36.2.5.2.2節に従って、PCSは、コードグループをGMIIデータ・オクテットに変換する。

コードグループ同期のために使用されたコンマの適切な整列は、図36-3で示される

注一 オペレーションのための製造者に供給されたガイドラインは、PMAシリアル化コンポーネントが38章および39章のジッタ仕様に合致することを要求する。

供給されたガイドラインは、送信クロックロジェネレータに関連して電源供給フィルタの質や、送信クロックロジェネレータに供給する基準クロックの純正さを扱っている。

36.3.2.1 データ遅延

PMAは受信側で、PMDからの整列されない1ビットデータパスから、PCSへの整列された10ビット幅のデータパスに配置する。論理上、受信ビットは、適切なコードグループ整列を容易にするためにバッファされる。これらの機能は、少なくとも10ビットの内部PMA遅れを必要とする。實際上、コードグループ整列は、入力rx_bitストリームのより長い遅延を必要とする。

36.3.2.2 PMA 送信機能

PMA送信機能は、不変で(シリアル化せず) PCSから直接PMDへデータを渡す。

PMA_UNITDATA.requestプリミティブの受信によって、PMA送信機能は、tx_code-group<9:0>パラメータの10ビットシリアル化する。そして、tx_code-group<0>を最初に転送し、tx_code-group<9>を最後に転送する、10連続のPMD_UNITDATA.requestプリミティブの形にして、PMDに送信する。

36.3.2.3 PMA 受信機能

PMA受信機能は、不変で(パラレル化せず、コードグループ整列上でコードグループを移動することを可能にする) PMDから直接PCSへデータを渡す。

10連続のPMD_UNITDATA.indicateプリミティブの受信によって、PMAは単一の10ビットの中から10の受信rx_bitsを組み立てる。そして、PMD_UNITDATA.indicateプリミティブのrx_code-group<9:0>パラメータとして、rx_code-group<0>にインストールされた最初の受信ビットからrx_code-group<9>にインストールされた最後の受信ビットをPCSに値を渡す。

このオペレーションの例外は36.3.2.4節に規定される。

36.3.2.4 コードグループ整列

PMA副層が入力rx_bitストリームの中に、図36-3の中で示されるような受信コンマ+であるコンマ+を検知するというイベントにより、必要ならば、現在のコードグループ境界を再編成するかもしれない。

このプロセスは、コードグループ整列に関してこのドキュメントを参照する。

EN_CDET信号が有効な場合(36.3.3.1節を参照)、コードグループ整列機能は、使用可能である。

コードグループ整列プロセス中に、PMA副層は、正確な受信クロックとコンマ+を含んでいるコードグループのために、10ビットのコードグループより4までを削除するかもしれない。しかし高々4を削除か修正するものとする。

このプロセスは、コードグループのスリップに関して参照する。

さらに、PMA副層は、コンマパタンの受信により、現在のコードグループ境界を再編成することを許される。

36.3.3 PMA サービスインタフェースの物理的な例示

10ビットのインターフェース(TBI)は異なるメーカーによって設計された装置間の互換性を提供すると定義される。

TBIを実装するか、いなかの装置用への要求があるわけではない。

36.3.3節から36.3.6節に記述されるように、TBIの実装は行われる。

図36-10は、TBI機能およびインターフェースを示す。

図36-10の中で示されるように、TBIは、PCSおよびPMD副層を接続する。それは125MHzにコードグループの全二重送信のために装備される。

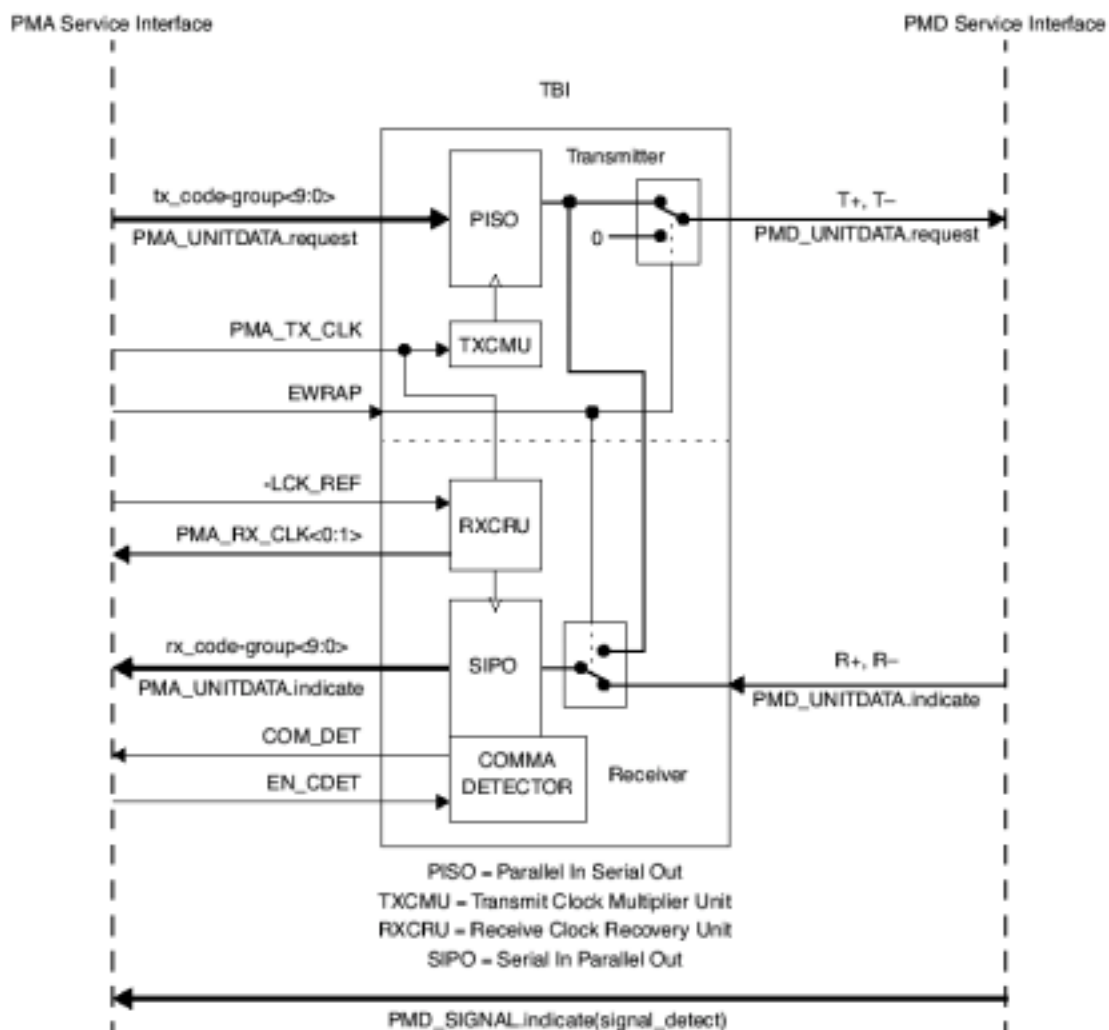


図36-10 TBI参照図形

PCSは、125MHzのPMA_TX_CLKの立ち上がりエッジでデータをラッチすることにより、PMA送信機能にtx_code-group<9:0>のコードグループを供給する。内部クロック乗倍ユニットは、内部1250MHzのビットクロックを生成するためにPMA_TX_CLKを使用し、EWRAPがLow場合に、PMA出力から出力データをラッチし、シリアル化するのに使用され、EWRAPがHigh場合に、受信機能入力へ内部ループバックされる。EWRAPがLowの場合、PMA受信機能は一方のPMDから1250Mb/sのシリアルデータを受信する。EWRAPがHigh場合、PMA送信機能で、クロックリカバユニットにおいて、シリアル入力より、ビットクロックを抽出し、データを取り出す。

復号されたデータはパラレル化され、rx_code-group <9:0>をPCSに伝えらる。

2個の抽出クロック、PMA_RX_CLK<0>およびPMA_RX_CLK<1>は20分の1ボー(62.5MHz)であり、受信10ビットのコードグループをラッチするために、互いに180度の位相ずれがあり、PMAによって使用される。偶数か、奇数に番号付けされたコードグループは、PMA_RX_CLK<1>かPMA_RX_CLK<0>の連続の立ち上がりエッジの上でそれぞれラッチされる。

EN_CDETが有効な場合に、コンマパターンがPHYビット列に検出されたとき、PMA受信機能において、コードグループ整列が発生する。

コンマパターンの認識に際して、PMA受信機能は、PMA_RX_CLK<1>の立ち上がりエッジの上でラッチし、図36-3の中で規定された整列で、rx_code-group <9:0>上のコンマを含んでいる10ビットのコードグループを出力する。このTBIは、入力シリアルデータではなく、PMA_TX_CLKへのクロックリカバユニットをロック

するために使用されるLock_to_Reference_Clock(LCK_REF)入力を提供する。シリアルデータの欠落あるいは無効のシリアルデータの状態で、PMA受信機能は多くの8B/10Bの無効コードグループをPCSへ渡す。回路はそれらのエラーを検知するために構成される。そして、LCK_REFを使用し、入力PHYビット列から再ロックを行うことへの備えをPMA_TX_CLKへの受信部クロックリカバユニットに対して行う。

36.3.3 PMA サービスインタフェースの物理的な具体化

10 ビットのインタフェース (TBI) は、異なったメーカーによって設計された装置間での互換性を提供するために定義される。TBI を実装する、あるいは、扱う装置のための要求があるわけではない。36.3.3 から 36.3.6 に記述されるように TBI の実装が行われる。

図 36-10 に、TBI の機能およびインタフェースが説明されている。

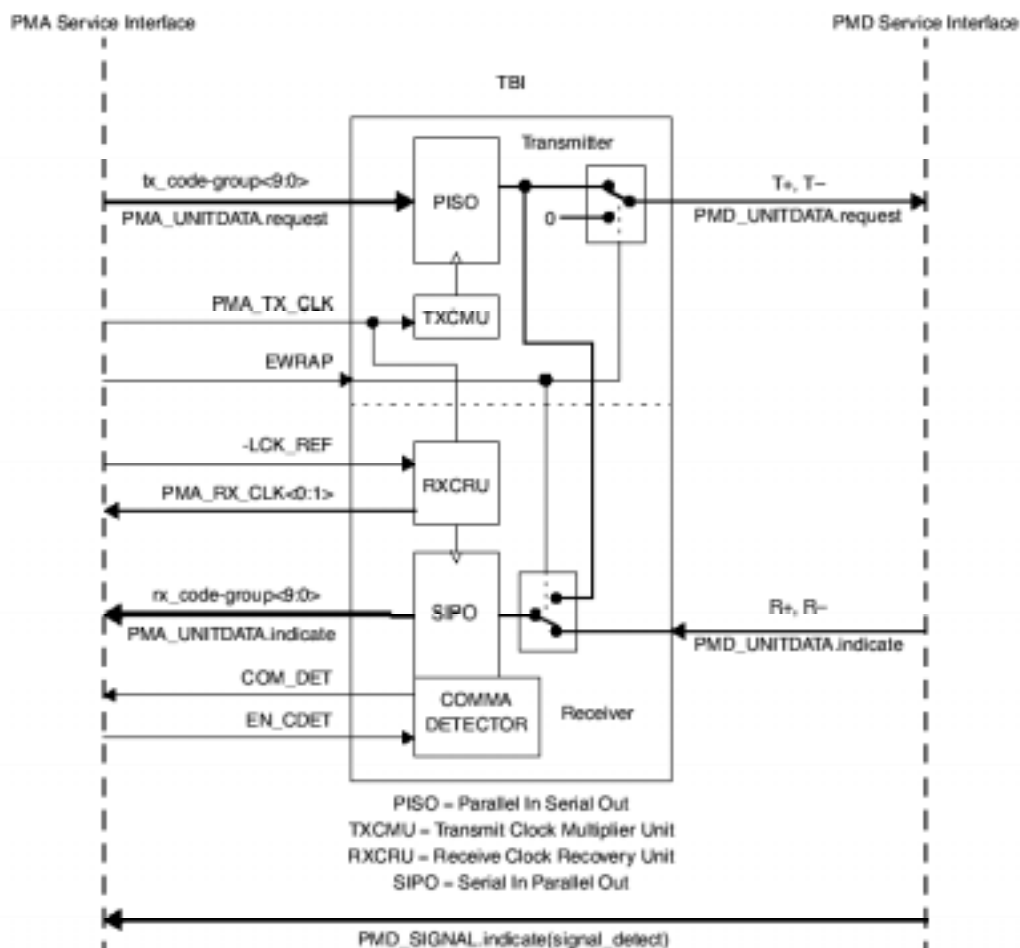


図 36-10 TBI 参照ダイアグラム

図 36-10 に示すように、TBI は PCS と PMD の副層を接続する。それには、125MHz のコードグループの双方向伝送が必要である。PCS は、125MHz の信号 PMA_TX_CLK の上昇時にラッチすることにより、PMA の伝送機能を tx_code_group<9:0>上で、コードグループを送出する。

EWRAP が Low の場合、内部のクロック通倍ユニットは、信号 PMA_TX_CLK を用いて内部の 1250MHz のクロック信号を発生させ、EWRAP が High の場合、内部的に受信機能入力にループバックされる。

EWRAP が Low の場合、PMA 受信機能は、1250Mb/s のシリアルデータを PMD から受け取り、EWRAP が High の場合、PMA 送信機能が機能して、クロック抽出ユニットにおいて、シリアル入力からクロック抽出を行い、データを取り出す。

復号されたデータは、再度、シリアル変換され、rx_codegroup<9:0>上で、PCS に送られる。

2 個の抽出されたクロック、PMA_RX_CLK<0>と PMA_RX_CLK<1>は、20 分の 1 のボー (62.5MHz) であり、お互いに 180 度の位相ずれがあり、PMA により用いられ、10 ビットのコードグループの受信に使われる。

EN_CDET が有効な場合、コンマパターンが PHY のビット列に検出されると、PMA 受信機能において、コードグループの区切りが発生しする。

コンマパターン認識の際に、PMA 受信機能は、図 36-3 に仕様化されているような区切りにおいて、PMA_RX_CLK<1>の立ち上がりエッジでラッチされ、rx_code<9:0>上のコンマの含んで、10 ビットのコードグループを出力する。

この TBI は、PMA_TX_CLK に対するクロックのリカバリーユニットに Lock_to_Reference_Clock(LCK_REF)入力を提供する。それは、入力されるシリアルデータというより、むしろ、PMA_TX_CLK へのクロック抽出ユニットのロックのために使われる。

シリアルデータの欠落、あるいは、無効なシリアルデータにおいて、PMA 受信機能は、PCS に対して、多くの無効な 8B/10B コードグループを渡す。回路構成により、それらのエラー検出と、LCK_REF を用いて、再度、ビット位置の中央調整を行う。PMA_TX_CLK

入力される PHY ビット列において、再度、位置調整を行う準備を、受信部クロックリカバリーユニットに対して行う。

36.3.3.1 要求される信号

TBI がアクセス可能になった場合、表 36-4 で表記された信号は、この節で記述された意味を持って用いられる。注意を要するのは、これらのすべての信号が PCS に用いられるわけではないことである。

表 36-4-TBI に要求される信号

Symbol	Signal Name	Signal Type	Active Level
tx_code-group<9:0>	Transmit Data	Input	H
PMA_TX_CLK	Transmit Clock	Input	↑
EWRAP	Enable Wrap	Input	H
rx_code-group<9:0>	Receive Data	Output	H
PMA_RX_CLK<0>	Receive Clock 0	Output	↑
PMA_RX_CLK<1>	Receive Clock 1	Output	↑
COM_DET	Comma Detect	Output	H
-LCK_REF	Lock to Reference	Input	L
EN_CDET	Enable Comma Detect	Input	H

tx_code-group<9:0>

メディア上にシリアル変換して伝送するために PMA に MA に送られる 0 ビットの平行伝送データ。順序は、tx_bit<0>が最初で、そのあと、tx_bit<1>、そして、tx_bit<10>まで。

PMA_TX_CLK

125MHz の送信用コードグループのクロックである。このコードグループのクロックは、伝送のため、PMA にデータをラッチするのに使われる。PMA_TX_CLK は、1250MHz ビットレートのクロックを発生させるために、送信部のクロック逡倍ユニットにも使われる。PMA_TX_CLK は、-LCK_REF が有効な場合に、受信部にも使われる。PMA_TX_CLK は、100ppm の許容偏差となる。PMA_TX_CLK は、GMII GTX_CLK により生成される。

EWRAP

EWRAP は、TBI に対して、電氣的にループを構成して、送信データを受信部に送る機能を有効にする。送信部上のシリアル出力は、EWRAP 動作中の静的な状態で継続される。EWRAP は、追加機能として、L レベルに接続される（機能が無効状態）。

rx_code-group<9:0>

その後の処理のための PCS に対する、10 ビットの平行受信コードグループ・データを表す。コードグループが適切に整列されると、コンマを含む受信されたコードグループは、PMA_RX_CLK<1>によってラッチされる。

PMA_RX_CLK<0>

PHY ビット列において、プロトコル処理部が、偶数番目のコードグループをラッチするために使われる 62.5MHz の受信クロックである。このクロックはコードグループの整列の間、引き延ばされることがあるが、短くされることはない。

PMA_RX_CLK<1>

PHY ビット列において、プロトコル処理部が、奇数番目のコードグループをラッチするために使われる 62.5MHz の受信クロックである。PMA_RX_CLK<1>は、PMA_RX_CLK<0>に対して 180 度位相のずれている。このクロックはコードグループの整列の間、引き延ばされることがあるが、短くされることはない。

COM_DET

現在の PMA_RX_CLK<1>に関連したコードグループが、確定したコンマを含んでいることを表示する。EN_CDET が有効になっている場合、TBI は、コンマ+のビット列に対して、コードグループの同期を検出することが要求される。追加機能として、TBI は、コンマビットの順序に対してコードグループの同期を検出するかもしれない。TBI は、出力としてのこの信号を供給するが、それは PCS によって使われない。

-LCK_REF

PMA_TX_CLK に対してロックされる TBI のクロック復旧ユニットの元となる。TBI は、500m 秒以内に、周波数ロックを行う。この機能は PCS によって使われない。

注--実装する人は、PMA の副層のクロック抽出に合わせるために、この信号を使うことが必要だとわかる。

EN_CDET

TBI が、コンマによるコードグループの整列機能を実行することを有効にする。（36.2.4.9 と 36.3.2.4 を参照） EN_CDET が設定されると、コードグループ整列機能が動作可能になる。この信号は、PMA のクライアントにより、追加機能として発生される。PMA 副層は、常にこの機能を有効のままにできる。

36.3.3.2 制御信号の使用のまとめ

表 36-5 には、定義されない組み合わせだけでなく、正当に定義される組み合わせを含んで、この TBI において考えられるすべての制御信号の組み合わせが記載されている。

36.3.4 TBI の一般的な電気特性

この TBI がアクセス可能になった時点で、以下に示す項により TBI の一般的な電氣的特性が仕様化される。

表 36-5- 制御信号の TBI の組み合わせ

EWRAP	-LCK_REF	EN_CDET	Interpretation
L	L	L	Undefined
L	L	H	Lock receiver clock recovery unit toPMA_TX_CLK
L	H	L	Normal operation; COM_DET disabled
L	H	H	Normal operation; COM_DET enabled
H	L	L	Undefined
H	L	H	Undefined
H	H	L	Loop transmit data to receiver; COM_DET disabled
H	H	H	Loop transmit data to receiver; COM_DET enabled

36.3.4.1 DC 特性

表 36-6 に、要求されるパラメータの TBI に対するすべての入力の特性項目と、TBI の出力に関連した DC パラメータ特性項目とを記載する。TBI に対する入力レベルは、電源電圧レベルより大きいかもしれない。(すなわち、3.3V 入力に対して、Voh の 5 V 駆動)不整合な入力レベルの許容範囲はオプションとする。TBI 装置は、表 36-6 の要求が受け入れられているとみなしている場合、不整合な入力レベルを許容しない。

表 36-6-DC 特性

Symbol	Parameter	Conditions		Min	Typ	Max	Units
V _{OH}	Output High Voltage	I _{OH} = -400 μA	V _{CC} = Min	2.2	3.0	V _{CC}	V
V _{OL}	Output Low Voltage	I _{OL} = 1 mA	V _{CC} = Min	GND	0.25	0.6	V
V _{IH}	Input High Voltage			2.0	—	V _{CC} ³ + 10%	V
V _{IL}	Input Low Voltage			GND	—	0.8	V
I _{IH}	Input High Current	V _{CC} = Max	V _{IN} = 2.4 V	—	—	40	μA
I _{IL}	Input Low Current	V _{CC} = Max	V _{IN} = 0.4 V	—	—	600	μA
C _{IN}	Input Capacitance			—	—	4.0	pf
t _R	Clock Rise Time	0.8 V to 2.0 V		0.7	—	2.4	ns
t _F	Clock Fall Time	2.0 V to 0.8 V		0.7	—	2.4	ns
t _R	Data Rise Time	0.8 V to 2.0 V		0.7	—	—	ns
t _F	Data Fall Time	2.0 V to 0.8 V		0.7	—	—	ns

36.3.4.2 有効な信号レベル

すべての AC 測定は、図 36-11 に示すように、有効な入力あるいは出力データレベルに対するクロックの 1.4V レベルにより行われる。

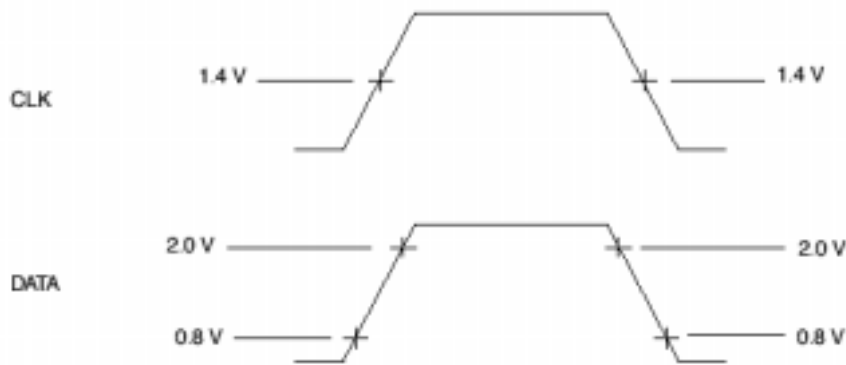


図 36-11-AC 測定における入力/出力確定レベル

36.3.4.3 上昇、下降時間の定義

PMA_TX_CLK、PMA_RX_CLK<0>、PMA_RX_CLK<1>の上昇・下降時間の定義を、図 36-12 に示す。

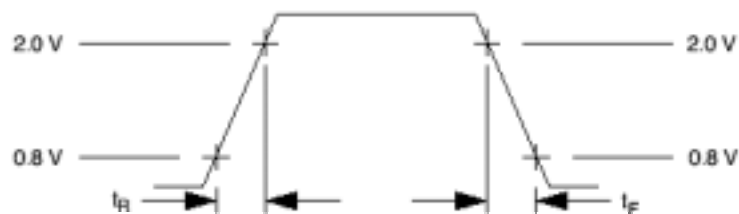


図 36-12-上昇と下降時間の定義

36.3.4.4 出力負荷

すべての AC 測定は、出力に 10pF を付加したとみなしている。

36.3.5 TBI 送信インタフェースの電気的特性

TBI がアクセスできる場合、TBI 送信インタフェースの電気的特性は以下の項で仕様化する。

36.3.5.1 送信データ (tx_code-group<9:0>)

tx_code-group<9:0>信号は、PCS から PMA にデータ運び、図 36-3 に示す伝送順序に従って、PMD にシリアル変換する。すべての tx_code-group<9:0>データは、有効なコードグループを与える。

36.3.5.2 TBI インタフェースタイミング

表 36-7 に示す TBI 送信インタフェースタイミングにより、TBI 入力定義される。図 36-13 に示すすべての遷移は、有効な入力信号レベルに対して、PMA_TX_CLK の閾値レベル(1.4V)から定義される。

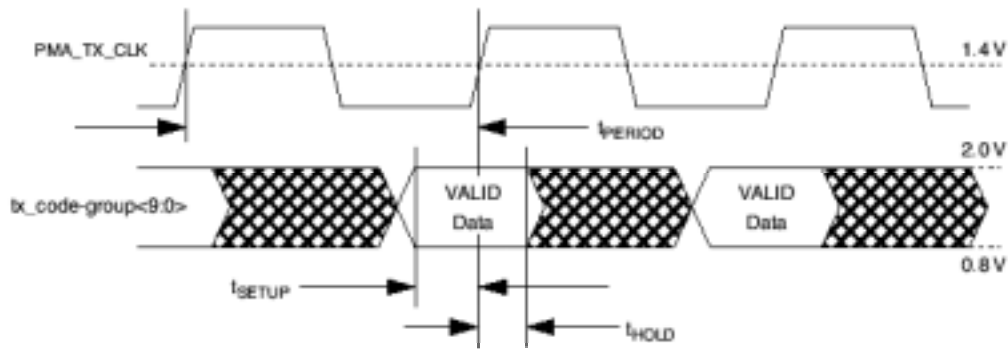


図 36-13-TBI 送信インタフェース・タイミング・ダイアグラム

表 36-7-送信 AC 仕様

Parameter	Description	Min	Typ	Max	Units
t_{PERIOD}	PMA_TX_CLK Period ^a	—	8	—	ns
t_{SETUP}	Data Setup to \uparrow PMA_TX_CLK	2.0	—	—	ns
t_{HOLD}	Data Hold from \uparrow PMA_TX_CLK	1.0	—	—	ns
t_{DUTY}	PMA_TX_CLK Duty Cycle	40	—	60	%

^a ± 100 ppm tolerance on PMA_TX_CLK frequency.

36.3.6 TBI 受信インタフェース電気特性

この TBI がアクセスできる場合、TBI 受信インタフェースの電気的特性は、以下の項で仕様化される。

表 36-8 に示す TBI の受信電気特性は、TBI の出力を定義する。図 36-14 のすべての遷移は、有効な出力信号レベルに対して、受信クロック閾値電圧(1.4V)から定義される。

36.3.6.1 受信データ (rx_code-group<9:0>)

10 個のデータ信号 rx_code-group<9:0>は、受信クロックの上昇時間端(すなわち、PMA_RX_CLK<1>の Low から High への移行時)において、PMA 副層から PCS 副層へパラレルデータを運ぶ。

適切にラッチ、あるいは、整列されたとき、このインタフェースを経由したデータ転送は有効なコードグループを与える。

36.3.6.2 参照クロック(PMA_RX_CLK<0>、PMA_RX_CLK<1>)

PCS と GMII に供給された受信クロックは、抽出されたビット・クロックから得られる。PMA_RX_CLK<0>は、PMA_RX_CLK<1>で 180 度ずれている。

表 36-8 は、受信クロックのドリフトを仕様化する。それは、すべての入力状態で受信部に適応ができる。(不確定、あるいは、入力データの欠落を含む)

しかしながら、受信部が新しいコードグループの区切りに再整列し、短いパルスを避けるために、受信クロックが引き延ばされる場合には、制限されることはない。

コードグループの整列処理間、受信クロックは、新しいコンマのビット・オフセットに依存して、あるいは、公称周波数に戻る場合、一定の量、遅くなる。

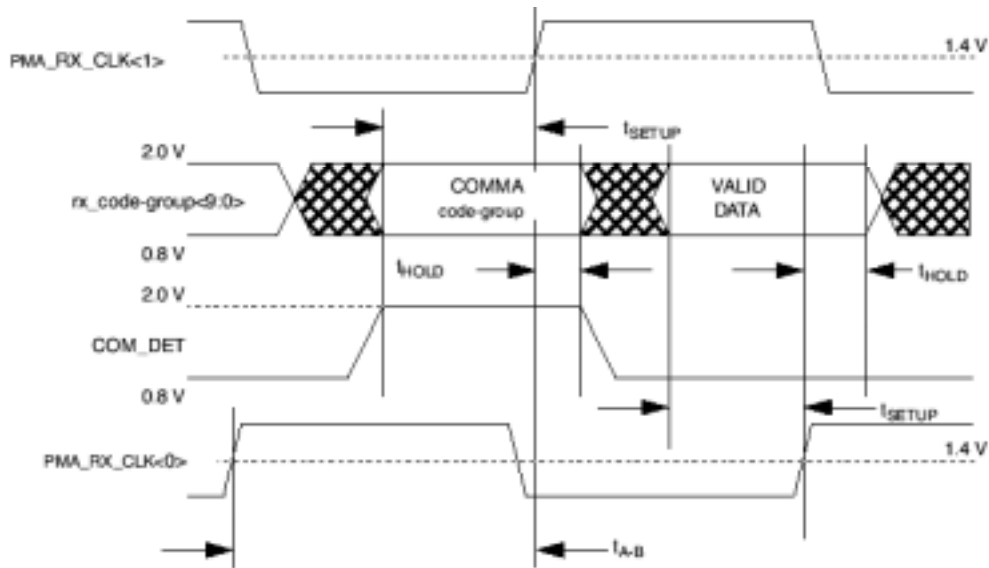


図 36-14-TBI 受信インタフェース・タイミング・ダイアグラム

表 36-8-受信バス AC 仕様

Parameter	Description	Min	Typ	Max	Units
f_{FREQ}	PMA_RX_CLK Frequency	—	62.5	—	MHz
t_{DRIFT}	PMA_RX_CLK Drift Rate ^a	0.2	—	—	$\mu\text{s}/\text{MHz}$
t_{SETUP}	Data Setup Before \uparrow PMA_RX_CLK	2.5	—	—	ns
t_{HOLD}	Data Hold After \uparrow PMA_RX_CLK	1.5	—	—	ns
t_{DUTY}	PMA_RX_CLK Duty Cycle	40	—	60	%
$t_{\text{A-B}}$	PMA_RX_CLK Skew	7.5	—	8.5	ns

t_{DRIFT} は、PMA_RX_CLK クロックに対して、63.5MHz から 64.5MHz までの値、60MHz から 59MHz までの、ロックされた PMA_RX_CLK に対する変動範囲に対する（最小）時間である。それは、無効な、あるいは、入力信号の欠落を含むすべての入力信号状態(36.3.2.4 の注記以外)の下で、適用することができる。そして、受信部のクロック抽出ユニットが事前に PMA_TX_CLK、あるいは、有効な入力信号に対して、ロックされる。

36.3.7 ループバックモード

本節で規定されるように、装置の送信部および受信部によってループバックモードが提供されるものとする。ループバックモードが選択されている場合、送信部に渡された送信要求は、その接続しているリンク上の受信部によって検出されたどんな信号も無視して、直接受信部に切りかえられる。装置は、明示的にループバックモードになる（つまり、ループバックモードは装置の運用の正常なモードではない）。ループバックモードを実装する方法は、この標準によって定義されない。

注 — ループバックモードは、装置の平行あるいはシリアル回路のどちらに実装してもよい。

36.3.7.1 受信部の検討

受信部はループバックモードに設定される可能性がある。ループバックモードに設定または解除する時には、一時的に同期外れになってもよい。

36.3.7.2 送信部の検討

送信部はループバックモードに設定される可能性がある。ループバックモードにおける送信部の外部的な振る舞い（つまりその接続しているリンクに関しての送信部の動作）は、22.2.4.1.2に規定される。

36.3.8 テスト機能

限られたテスト機能は、実装オプションとして、送信部の機能のテスト用に用意しても良い。

この標準によって定義されないいくつかのテスト機能は、ある実装によって提供されるかもしれない。実装によりそのような機能を準備するか否かによって、標準への準拠は影響されない。1000BASE-Xのランダムジッタテストパターンは付属資料36Aに規定される。

典型的な機能は、有効PHYビット列とは別の方法で無効コードグループを送信する能力である。ある一定の無効PHYビット列は、受信部にワードおよび/またはビット同期を失わせる可能性がある。様々なテスト条件下での受信部および送信部の振る舞いに関する詳細な議論については、ANSI X3.230-1994[B20](FC-PH)、5.4節を参照。

36.4 互換性の検討

準拠した装置に対して、PCSまたはPMA用に規定されたインタフェースのいずれも、実装するか否かについての要求仕様はない。GMIIの実装は、35章に規定されるような要求仕様に準拠するものとする。TBIの実装は、36.3.3に規定されるような要求仕様に準拠するものとする。

36.5 遅延の制約条件

半二重モードにおいて、CDMA/CD LANの適切なオペレーションは、ネットワークを通しての伝播遅延の上限を要求する。これは、MAC、PHYおよびリピータの実装者はある一定の遅延の下限および上限に準拠する必要があるということ、及び、ネットワーク計画者および管理者はケーブルトポロジおよび装置の連結に関する制約条件に準拠すること、を意味する。MACの制約条件は35.2.4節および表36-5に含まれている。トポロジに関する制約条件は42章に含まれている。

全二重モードにおいて、MACコントロールPAUSEオペレーション（31章、付属資料31B）の予期可能なオ

ペレーションもまた、ネットワークを通しての伝播遅延の上限を要求する。これは、MAC、MAC コントロール副層および PHY の実装者はある一定の遅延の上限に準拠する必要があること、及び、ネットワーク計画者および管理者はケーブルトポロジおよび装置の連結に関する制約条件に準拠すること、を意味する。

全ての MDI 測定用参照点は、MDI で測定されるように、参照ビットに対応する中央セルの遷移の 50% のポイントである。

36.5.1 MDI から GMII への遅延制約条件

GMII に関連した全ての 1000BASE-X PHY は、半二重オペレーション用の表 36-9a、及び全二重オペレーション用の表 36-9b の中で規定されたビット遅延時間の制約条件に準拠するものとする。これらの数値は、全ての 1000BASE-X PMD に適用される。所定の実装については、CRS のアサーション及びデアサーション遅延は等しいものとする。

表 36-9a MDI から GMII への遅延制約条件 (半二重モード)

Sublayer measurement points	Event	Min (bit time)	Max (bit time)	Input timing reference	Output timing reference
GMII ↔ MDI	TX_EN=1 sampled to MDI output	—	136	PMA_TX_CLK rising	1st bit of /S/
	MDI input to CRS assert	—	192	1st bit of /S/	
	MDI input to CRS de-assert	—	192	1st bit of /K28.5/	
	MDI input to COL assert	—	192	1st bit of /S/	
	MDI input to COL de-assert	—	192	1st bit of /K28.5/	
	TX_EN=1 sampled to CRS assert	—	16	PMA_TX_CLK rising	
	TX_EN=0 sampled to CRS de-assert	—	16	PMA_TX_CLK rising	

表 36-9b MDI から GMII への遅延制約条件 (全二重モード)

Sublayer measurement points	Event	Min (bit time)	Max (bit time)	Input timing reference	Output timing reference
GMII ↔ MDI	TX_EN=1 sampled to MDI output	—	136	PMA_TX_CLK rising	1st bit of /S/
	MDI input to RX_DV de-assert	—	192	1st bit of /T/	RX_CLK rising

36.5.2 DTE の遅延制約条件 (半二重モード)

1000BASE-X PHY を備えた全ての DTE は、半二重オペレーション用の表 36-10 の中で規定されたビット遅延時間の制約条件に準拠するものとする。これらの数値は、全ての 1000BASE-X PMD に適用される。

表 36-10 DTE の遅延制約条件 (半二重モード)

Sublayer measurement points	Event	Min (bit time)	Max (bit time)	Input timing reference	Output timing reference
MAC ↔ MDI	MAC transmit start to MDI output	—	184		1st bit of /S/
	MDI input to MDI output (worst-case nondeferred transmit)	—	440	1st bit of /S/	1st bit of /S/
	MDI input to collision detect	—	240	1st bit of /S/	
	MDI input to MDI output = Jam (worst-case collision response)	—	440	1st bit of /S/	1st bit of jam

36.5.3 キャリアデアサーション/アサーションの制約条件（半二重モード）

ネットワークへの公平なアクセスを保証するために、半二重モードで作動する各 DTE はさらに、下記を満たすものとする。

(MAX MDI to MAC Carrier De-assert Detect) – (MIN MDI to MAC Carrier Assert Detect) < 16 bits

36.6 環境仕様

本節に従う全ての装置は、14.7 の要求仕様および ISO/IEC 11801:1995 の適用可能な章に準拠するものとする。

36.7 36 章，物理符号化副層（PCS）および物理媒体アタッチメント（PMA）副層、1000BASE-X³用プロトコル実装適合表記（PICS）試算

36.7.1 序論

36 章、物理符号化副層（PCS）および物理媒体アタッチメント（PMA）副層（1000BASE-X）に準拠することが必要とされるプロトコル実装の供給者は、次のプロトコル実装適合表記（PICS）試算を完成するものとする。PICS 試算の中で使用されるシンボルの詳細な記述は、PICS 試算を完成するためのインストラクションと共に、21 章に記述されている。

36.7.2 識別

36.7.2.1 実装識別

³ PICS 試算の著作権放棄：本標準のユーザは、その意図した目的のためにそれを使用することができ、さらに完成した PICS を公表してもよいように、自由にこの節の中の PICS 試算を再生してもよい。

Supplier (Note 1)	
Contact point for enquiries about the PICS (Note 1) ³	
Implementation Name(s) and Version(s) (Notes 1 and 3)	
Other information necessary for full identification – e.g., name(s) and version(s) for machines and/or operating systems; System Name(s) (Note 2)	
NOTE 1 – Required for all implementations.	
NOTE 2 – May be completed as appropriate in meeting the requirements for the identification.	
NOTE 3 – The terms Name and Version should be interpreted appropriately to correspond with a supplier's terminology (e.g., Type, Series, Model).	

36.7.2.2 プロトコルサマリ

Identification of protocol standard	IEEE Std 802.3-2002 [®] , Clause 36, Physical Coding Sublayer (PCS) and Physical Medium Attachment (PMA) sublayer, type 1000BASE-X
Identification of amendments and corrigenda to this PICS profoma that have been completed as part of this PICS	
Have any Exception items been required? No [] Yes [] (See Clause 21; the answer Yes means that the implementation does not conform to IEEE Std 802.3-2002 [®] .)	

Date of Statement	
-------------------	--

36.7.3 主要能力 / オプション

Item	Feature	Subclause	Value/Comment	Status	Support
*PMA	Ten-bit interface (TBI)	36.4		O	Yes [] No []
*GMII	PHY associated with GMII	36.4		O	Yes [] No []
*DTE	DTE with PHY not associated with GMII	36.5.2		O	Yes [] No []
*FDX	PHY supports full duplex mode	36.5		O	Yes [] No []
*HDX	PHY supports half duplex mode	36.5		O	Yes [] No []
NOTE – The following abbreviations are used: *HDGM: HDX and GMII *FDGM: FDX and GMII *HDTE: HDX and DTE					

36.7.4 100BASE-X PCS および PMA 副層用 PICS 試算表

36.7.4.1 互換性の検討

Item	Feature	Subclause	Value/Comment	Status	Support
CC1	Test functions Annex 36A support	36.3.8		O	Yes [] No []
CC2	Environmental specifications	36.6		M	Yes []

36.7.4.2 コードグループ機能

Item	Feature	Subclause	Value/Comment	Status	Support
CG1	Transmitter initial running disparity	36.2.4.4	Transmitter initial running disparity assumes negative value	M	Yes []
CG2	Transmitter running disparity calculation	36.2.4.4	Running disparity is calculated after each code-group transmitted	M	Yes []
CG3	Validating received code-groups	36.2.4.6		M	Yes []
CG4	Running disparity rules	36.2.4.4	Running disparity is calculated after each code-group reception	M	Yes []
CG5	Transmitted code-group is chosen from the corresponding running disparity	36.2.4.5		M	Yes []

36.7.4.3 状態遷移図

Item	Feature	Subclause	Value/Comment	Status	Support
SD1	Transmit ordered_set	36.2.5.2.1	Meets the requirements of Figure 36-5	M	Yes []
SD2	Transmit code-group	36.2.5.2.1	Meets the requirements of Figure 36-6	M	Yes []
SD3	Receive	36.2.5.2.2	Meets the requirements of Figures 36-7a and 36-7b	M	Yes []
SD4	Carrier sense	36.2.5.2.5	Meets the requirements of Figure 36-8	M	Yes []
SD5	Synchronization	36.2.5.2.6	Meets the requirements of Figure 36-9	M	Yes []
SD6	Auto-Negotiation	36.2.5.2.7	Described in Clause 37	M	Yes []

36.7.4.4 PMA 機能

Item	Feature	Subclause	Value/Comment	Status	Support
PMA1	Transmit function	36.3.2.2		M	Yes []
PMA2	Receive function	36.3.2.3		M	Yes []
PMA3	Code-group alignment	36.3.2.4	When EN_CDET is active	M	Yes []
PMA4	Loopback mode	36.3.7		M	Yes []

36.7.4.5 PMA 送信機能

Item	Feature	Subclause	Value/Comment	Status	Support
PMT1	cg_timer expiration	36.2.5.1.7	Sec 35.4.2.3	GMII:M	Yes [] N/A []
PMT2	cg_timer expiration	36.2.5.1.7	8 ns ± 0.01%	!GMII: M	Yes [] N/A []

36.7.4.6 PMA コードグループアライメント機能

Item	Feature	Subclause	Value/Comment	Status	Support
CDT1	Code-group alignment to comma-	36.3.2.4		O	Yes [] N/A []
CDT2	Code-group slipping limit	36.3.2.4	Deletion or modification of no more than four code-groups	M	Yes []
CDT3	Code-group alignment to comma+	36.3.2.4		O	Yes [] N/A []

36.7.4.7 TBI

Item	Feature	Subclause	Value/Comment	Status	Support
TBI1	TBI requirements	36.3.3		PMA:M	Yes [] N/A []

36.7.4.8 遅延制約条件

Item	Feature	Subclause	Value/Comment	Status	Support
TIM1	Equal carrier de-assertion and assertion delay on CRS	36.5.1		HDGM:M	Yes [] N/A []
TIM2	MDI to GMII delay constraints for half duplex	36.5.1	Table 36-9a	HDGM:M	Yes [] N/A []
TIM3	MDI to GMII delay constraints for full duplex	36.5.1	Table 36-9b	FDGM:M	Yes [] N/A []
TIM4	DTE delay constraints for half duplex	36.5.2	Table 36-10	HDTE:M	Yes [] N/A []
TIM5	Carrier de-assertion/assertion constraints	36.5.3		HDTE:M	Yes [] N/A []

38. 物理媒体依存(PMD)副層と、1000BASE-LX (長波長レーザ) および 1000BASE-SX (短波長レーザ) タイプのベースバンド媒体

38.1 概略

本章は、1000BASE-SX PMD と 1000BASE-LX PMD (MDI を含む) およびマルチモードやシングルモードファイバのベースバンド媒体について規定する。完全な物理層を規定するためには、36 章の 1000BASE-X PCS と PMA や、35 章で定義される管理インタフェースを介してアクセス可能な管理機能を合わせて参照することにより具体化する必要がある。

38.1.1 物理媒体依存(PMD)副層サービスインタフェース

以下に 1000BASE-SX と 1000BASE-LX PMD から供給されるサービスを規定する。これらの PMD 副層は方法の概略で記述され、特定の実装には言及しない。これらのサービスは ANSI X3.230-1994[B20](FC-PH)で定義されるのと類似したインタフェースに基づくことに注意する必要がある。

PMD サービスインタフェースは PMA エンティティ間での 8B/10B 符号化文字の交換を提供する。PMD は 8B/10B 符号化文字を特定の媒体に適した信号から (へ) 翻訳される。

以下のプリミティブが定義される。

```
PMD_UNIDATA.request
PMD_UNIDATA.indicate
PMD_SIGNAL.indicate
```

注意 — MDI から GMII への PMD 副層を含む遅延要求は 36 章で規定される。この 4 ns という時間は PMD の送受信機能それぞれに予約される。

38.1.1.1 PMD_UNIDATA.request

このプリミティブは PMA から PMD への (8B/10B 符号化文字の形式による) データ転送を定義する。

38.1.1.1.1 サービスプリミティブの意味

```
PMD_UNIDATA.request (tx_bit)
```

PMD_UNIDATA.request により渡されるデータは 8B/10B 符号化文字の連続列である。

tx_bit 変数は 2 つの値 (0 か 1) のいずれかを取る。

38.1.1.1.2 生成時期

PMA は、通常の 1.25 Gbd 信号速度により、適切な 8B/10B 符号化文字を通信を行う媒体の PMD へ連続的に送信する。

38.1.1.1.3 受信後の動作

このプリミティブの受信により、PMD は規定された 8B/10B 符号化文字を MDI 上の適切な信号に変換する。

38.1.1.2 PMD_UNIDATA.indicate

このプリミティブは PMD から PMA への (8B/10B 符号化文字の形式による) データ転送を定義する。

38.1.1.2.1 サービスプリミティブの意味

PMD_UNIDATA.indicate (rx_bit)

PMD_UNIDATA.indicate により渡されるデータは 8B/10B 符号化文字の連続列である。

rx_bit 変数は 2 つの値(0 か 1)のいずれかを取る。

38.1.1.2.2 生成時期

PMD は 8B/10B 符号化文字を MDI から受信する信号に相当する PMA に連続的に送信する。

38.1.1.2.3 受信後の動作

このプリミティブのクライアントでの受信後の動作は、PMD 副層では規定されない。

38.1.1.3 PMD_SINAL.indicate

このプリミティブは、MDI から受信している信号の状態を示すために、PMD により生成される。

38.1.1.3.1 サービスプリミティブの意味

PMD_SINAL.indicate (SIGNAL_DETECT)

SIGNAL_DETECT 変数は 2 つの値(OK か FAIL)のいずれかを取り、PMD が受信部で光を検出している (OK)かいない (FAIL)かを示す。SIGNAL_DETECT=FAIL の場合 rx_bit は定義されないが、結果的な動作は PMD_UNIDATA.indicate を基準とし、必要であれば rx_bit を 1 つの論理ゼロと解釈する。

注意 —— SIGNAL_DETECT=OK は rx_bit がよくわかっていることは保証しない。品質の悪いリンクでは、SIGNAL_DETECT=OK が示されるのに十分な光を供給してもなお、目標値 10^{-12} BER には到達しない可能性がある。

38.1.1.3.2 生成時期

PMD は SIGNAL_DETECT 値の変更を示すためこのプリミティブを生成する。

38.1.1.3.3 受信後の動作

このプリミティブのクライアントでの受信後の動作は、PMD 副層では規定されない。

38.1.2 媒体依存インタフェース(MDI)

PMD に関連する物理インタフェースである MDI は電気もしくは光媒体接続に含まれる。

38.2 PMD 機能仕様

1000BASE-X PMD は、PMD サービスインタフェースと MDI の間でデータを転送する送受信機能を行う。

38.2.1 PMD ブロック図

システム準拠のため、PMD 副層は以下の点で標準化される。光送信信号は、38.11.2 で定義される送信レセプタクルと接続するリンクと形式が合致した、長さ 2 から 5m のパッチコードの終端 (TP2) における出力で定義される。もし、シングルモードファイバオフセット出力モード調整パッチコードが使用されるならば、光送信信号はこのシングルモードファイバオフセット出力モード調整パッチコードの終端 (TP2) において定義

される。他に規定しない限り、38.6 で定義される全ての送信測定や試験は TP2 で実施される。光受信信号は、38.11.2 で定義される受信レセプタクルと接続する光ファイバケーブル(TP3)における出力で定義される。他に規定しない限り、38.6 で定義される全ての受信測定や試験は TP3 で実施される。

TP1 と TP4 は、部品の準拠を認証するために、実装者によって使用される標準化された参照点である。PMD サービスインタフェース(TP1 と TP4)の電気仕様はシステム準拠点ではない(これらはシステム実装において容易に試験できるわけではない)。多くの実装において、TP1 と TP4 は 1000BASE-SX、1000BASE-LX および 1000BASE-CX(39 章)の間で共通であることが期待される。

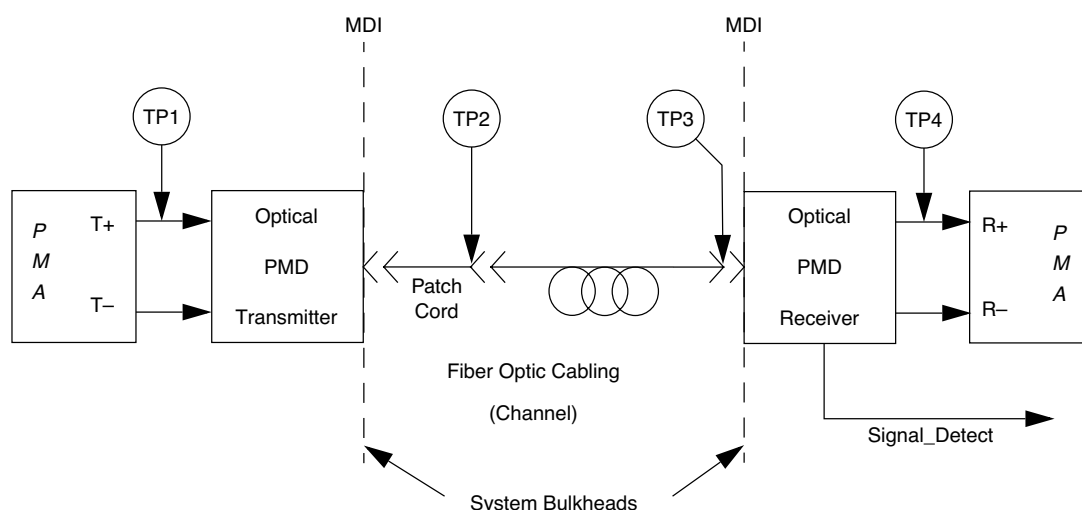


図 38-1 - 1000BASE-X ブロック図

38.2.2 PMD 送信機能

PMD 送信機能は、PMD サービスインタフェースメッセージ `PMD_UNIDATA.request(tx_bit)`により要求されるビットを本章の光仕様に準拠した MDI に渡す必要がある。光出力の高いレベルの方を `tx_bit=1` に対応させる必要がある。

38.2.3 PMD 受信機能

PMD 受信機能は、本章の光仕様に準拠した MDI から受信したビットをメッセージ `PMD_UNIDATA.indicate(rx_bit)`を使用する PMD サービスインタフェースに渡す必要がある。光出力の高いレベルの方を `rx_bit=1` に対応させる必要がある。

38.2.4 PMD 信号検出機能

PMD 信号検出機能は、連続的に伝達されたメッセージ `PMD_SIGNAL.indicate(SIGNAL_DETECT)`を使用して、PMD サービスインタフェースへ報告する必要がある。PMD_SIGNAL.indicate は光信号の存在を示すことを目的とする。

SIGNAL_DETECT 変数の値は、表 38-1 で定義される条件に従って生成される必要がある。PMD 受信部は 1000BASE-X 準拠信号が受信されているかどうかを確認することは要求されない。本標準では、SIGNAL_DETECT 変数の生成に対して応答時間に関する一切の要求を強制しない。

表 38-1 - SIGNAL_DETECT 変数の定義

Receive conditions	Signal detect value
Input_optical_power \leq -30 dBm	FAIL
Input_optical_power \geq Receive sensitivity AND compliant 1000BASE-X signal input	OK
All other conditions	Unspecified

SIGNAL_DETECT 変数の設定に関する不可避の結果として、SIGNAL_DETECT 変数が OK に設定される光受信入力レベルと、漏話や電源供給雑音等に起因する PMD 固有の雑音レベルとの間で、適切な実装の余地を設ける必要がある。

本標準では、8B/10B 光信号の振動振幅への応答により SIGNAL_DETECT 変数を生成する実装や、振動した 8B/10B 光信号の平均光出力に応答する実装を含む、様々な信号検出機能の実装方法が許容される。

38.3 PMD から MDI までの 1000BASE-SX に対する光仕様

1000BASE-SX の動作範囲は表 38-2 で定義される。1000BASE-SX に準拠した送受信部は、38.11 で定義される標準に従って、表 38-2 に掲載されるマルチモードファイバの媒体タイプ(つまり、50 μ m もしくは 62.5 μ m マルチモードファイバ)を提供する。動作範囲を超過するが他のすべての光仕様を満たす送受信部は、準拠(例えば、50 μ m ファイバによる 600m での動作は最小距離条件に合致)とみなす。

表 38-2 - 各光ファイバタイプ上での 1000BASE-SX の動作範囲

Fiber type	Modal bandwidth @ 850 nm (min. overfilled launch) (MHz · km)	Minimum range (meters)
62.5 μ m MMF	160	2 to 220
62.5 μ m MMF	200	2 to 275
50 μ m MMF	400	2 to 500
50 μ m MMF	500	2 to 550
10 μ m SMF	N/A	Not supported

38.3.1 送信部光仕様

1000BASE-SX 送信部は、38.6 で定義される測定技術ごとに表 38-3 で定義される仕様を満たす必要がある。

表 38-3 - 1000BASE-SX 送信特性

Description	62.5 μm MMF	50 μm MMF	Unit
Transmitter type	Shortwave Laser		
Signaling speed (range)	1.25 \pm 100 ppm		GBd
Wavelength (λ , range)	770 to 860		nm
$T_{\text{rise}}/T_{\text{fall}}$ (max; 20%-80%; $\lambda > 830$ nm)	0.26		ns
$T_{\text{rise}}/T_{\text{fall}}$ (max; 20%-80%; $\lambda \leq 830$ nm)	0.21		ns
RMS spectral width (max)	0.85		nm
Average launch power (max)	See footnote ^a		dBm
Average launch power (min)	-9.5		dBm
Average launch power of OFF transmitter (max) ^b	-30		dBm
Extinction ratio (min)	9		dB
RIN (max)	-117		dB/Hz
Coupled Power Ratio (CPR) (min) ^c	9 < CPR		dB

^a 1000BASE-SX 出力は、38.7.2 で定義されるようなクラス 1 安全限界、あるいは表 38-4 で定義される平均(最大)受信出力より小さい必要がある。

^b 送信遮断の例は、PMD への供給出力断、安全条件によるレーザ出力遮断、「送信無効化」の起動、あるいは他の付加部品のレーザ出力遮断である。すべての条件において、PMA が駆動すれば、送信ポートに入力される AC 信号(データ)は、システムの電源投入・リセット期間や PMA がループバックモードに設定される際の診断時間を除いて、正しい 8B/10B 符号化パターンと考えられる(これは PCS 層の条件である)。

^c 38A.2 で記述される全放射モード励起光は、CPR 範囲条件は満たすかもしれないが、避けた方がよい。

CPR 仕様は十分なモード体積を与えるので、マルチモードファイバ(MMF)の各モードはファイバ特性において支配的ではない。このことにより、出力モード群間のピークツーピークモード遅延差(DMD)の効果が抑止され、周波数応答においてパルス分割誘導による結果的なヌル発生が低減される。

光受信仕様

1000BASE-SX受信は、38.6節で定義された測定技術によって表38-4に定義された仕様に適合される。サンプリング点はアイセンタで定義される。その受信感度は消光比ペナルティを含む。

表38-4 1000BASE-SX受信特性

Description	62.5 μm MMF	50 μm MMF	Unit
Signaling Speed (range)	1.25 ± 100 ppm		GBd
Wavelength (range)	770 to 860		nm
Average receive power (max)	0		dBm
Receive sensitivity	-17		dBm
Return loss (min)	12		dB
Stressed receive sensitivity ^{a, b}	-12.5	-13.5	dBm
Vertical eye-closure penalty ^c	2.60	2.20	dB
Receive electrical 3 dB upper cutoff frequency (max)	1500		MHz

^a アイセンタでBER=10⁻¹²として、TP3 (38.6.11節を参照)の適合テスト信号で測定した。

^b 9dBの消光比を有する送信信号で測定した。別の消光比が使用される場合、強調された受信感度は消光比ペナルティのために修正されるべきである。

^c 垂直のアイクローズペナルティは、強調された受信感度を測定するためのテスト条件である。それは受信器の要求された特徴ではない。

38.3.3 最悪ケースの 1000BASE-SX リンクパワーバジェットとペナルティ (参考)

最悪ケースのリンクペナルティのための 1000BASE-SX チャネルは表 38-5 に示される。

表38-5 1000BASE-SXリンクパワーバジェットとペナルティ

Parameter	62.5 μm MMF		50 μm MMF		Unit
Modal bandwidth as measured at 850 nm (minimum, overfilled launch)	160	200	400	500	MHz · km
Link power budget	7.5	7.5	7.5	7.5	dB
Operating distance	220	275	500	550	m
Channel insertion loss ^{b, c}	2.38	2.60	3.37	3.56	dB
Link power penalties ^c	4.27	4.29	4.07	3.57	dB
Unallocated margin in link power budget ^c	0.84	0.60	0.05	0.37	dB

^a リンクペナルティはリンクバジェット計算に対して使用される。それらは必要条件でなく、テストされることを意味しない。

^b チャンネル挿入損失(1.4節を参照)を計算するために使用されるオペレーションの距離は表38-2の中で指定された最大値である。

^c 830nmの波長はチャンネル挿入損失、リンクパワーペナルティおよびアンアロケイドマージンを計算するために使用される。

1000BASE-LX のための MDI 光仕様への PDM

1000BASE-LX のための使用範囲は、表 38-6 で定義される。1000BASE-LX に従う受信器は、38.11 節で定義された仕様により一覧にした表 38-6（つまり、50 μm と 62.5 μm マルチモードファイバと 10 μm シングルモードファイバ）で全てのメディアタイプをサポートする。使用上の範囲を越える受信器は、他の全ての光仕様が対応すると考えられる限り適合する（例えば、シングルモードが 5500m で使用することの解決は、最小範囲が 2 から 5000m の条件を適用する）。

表 38-6 各々の光ファイバタイプを越える 1000BASE-LX のための使用範囲

Fiber type	Modal bandwidth @ 1300 nm (min. overfilled launch) (MHz · km)	Minimum range (meters)
62.5 μm MMF	500	2 to 550
50 μm MMF	400	2 to 550
50 μm MMF	500	2 to 550
10 μm SMF	N/A	2 to 5000

38.3.1 光送信仕様

1000BASE-LX 送信は、38.6 節で定義された測定技術について表 38-7 に定義されたその仕様に適合される。さらに、それは、38.6.5 節で定義されるようなアイ測定の送信マスクに適合する。表 38-7 の仕様が MMF リンクで適合されることを保証するために、1000BASE-LX 送信器出力は 38.11.4 節で定義されるシングルモードの送信オフセットモード条件付けパッチコードを通して連結される。

表38-7 1000BASE-LX送信特性

Description	62.5 μm MMF	50 μm MMF	10 μm SMF	Unit
Transmitter type	Longwave Laser			
Signaling speed (range)	1.25 \pm 100 ppm			GBd
Wavelength (range)	1270 to 1355			nm
T _{rise} /T _{fall} (max, 20-80% response time)	0.26			ns
RMS spectral width (max)	4			nm
Average launch power (max)	-3			dBm
Average launch power (min)	-11.5	-11.5	-11.0	dBm
Average launch power of OFF transmitter (max)	-30			dBm
Extinction ratio (min)	9			dB
RIN (max)	-120			dB/Hz
Coupled Power Ratio (CPR) ^a	28 < CPR < 40	12 < CPR < 20	N/A	dB

^aLX 送信のデュアルメディア (シングルモードおよびマルチモード) サポートにより、この仕様の実行は、MMF オペレーションのために 38.11.4 節に記述されたシングルモードの送信オフセットモード条件付けパッチコードを必要とする。このパッチコードはシングルモードのオペレーションのために使用されない。

個々のマルチモードファイバ (MMF) モードがファイバパフォーマンスを支配しないように実行し、条件付き

送信(CL)は十分なモード容量を生成する。これは、送信モードグループ間でピークツウピークのディファレンシャルモードディレイ(DMD)の影響を弱めて、周波数レスポンス中に生じるパルス-スプリッティング-インデューズド ノイズに縮小する。CLは、全二重リンクの両端の光のPMD MDIとリンクセグメントの残りの間に挿入されたシングルモードの送信オフセットモード条件付けパッチコードの使用により生成される。シングルモードの送信オフセットモード条件付けパッチコードは、光PMD受信器入力MDIに接続されたケーブル(つまり62.5 μ mあるいは50 μ mファイバ)と同じタイプのファイバ、および光PMD送信器出力に接続された特殊なファイバ/コネクタ組み立てを含んでいる。

38.3.2 光受信仕様

1000BASE-SX受信は、38.6節で定義された測定技術によって表38-4に定義された仕様適合される。サンプリング点はアイセンタで定義される。その受信感度は消光比ペナルティを含む。

表38-4 1000BASE-SX受信特性

Description	62.5 μm MMF	50 μm MMF	Unit
Signaling Speed (range)	1.25 ± 100 ppm		GBd
Wavelength (range)	770 to 860		nm
Average receive power (max)	0		dBm
Receive sensitivity	-17		dBm
Return loss (min)	12		dB
Stressed receive sensitivity ^{a, b}	-12.5	-13.5	dBm
Vertical eye-closure penalty ^c	2.60	2.20	dB
Receive electrical 3 dB upper cutoff frequency (max)	1500		MHz

^a アイセンタでBER=10⁻¹²として、TP3(38.6.11節を参照)の適合テスト信号で測定した。

^b 9dBの消光比を有する送信信号で測定した。別の消光比が使用される場合、強調された受信感度は消光比ペナルティのために修正されるべきである。

^c 垂直のアイクローズペナルティは、強調された受信感度を測定するためのテスト条件である。それは受信器の要求された特徴ではない。

38.3.3 最悪ケースの1000BASE-SXリンクパワーバジェットとペナルティ(参考)

最悪ケースのリンクペナルティのための1000BASE-SXチャンネルは表38-5に示される。

表38-5 1000BASE-SXリンクパワーバジェットとペナルティ

Parameter	62.5 μm MMF		50 μm MMF		Unit
Modal bandwidth as measured at 850 nm (minimum, overfilled launch)	160	200	400	500	MHz · km
Link power budget	7.5	7.5	7.5	7.5	dB
Operating distance	220	275	500	550	m
Channel insertion loss ^{b, c}	2.38	2.60	3.37	3.56	dB
Link power penalties ^c	4.27	4.29	4.07	3.57	dB
Unallocated margin in link power budget ^c	0.84	0.60	0.05	0.37	dB

^a リンクペナルティはリンクバジェット計算に対して使用される。それらは必要条件でなく、テストされることを意味しない。

^b チャンネル挿入損失(1.4節を参照)を計算するために使用されるオペレーションの距離は表38-2の中で指定された最大値である。

^c 830nmの波長はチャンネル挿入損失、リンクパワーペナルティおよびアンアロケイドマージンを計算するために使用される。

38.4 1000BASE-LX のための MDI 光仕様への PDM

1000BASE-LX のための使用範囲は、表 38-6 で定義される。1000BASE-LX に従う受信器は、38.11 節で定義された仕様により一覧にした表 38-6（つまり、50 μm と 62.5 μm マルチモードファイバと 10 μm シングルモードファイバ）で全てのメディアタイプをサポートする。使用上の範囲を越える受信器は、他の全ての光仕様が対応すると考えられる限り適合する（例えば、シングルモードが 5500m で使用することの解決は、最小範囲が 2 から 5000m の条件を適用する）。

表 38-6 各々の光ファイバタイプを越える 1000BASE-LX のための使用範囲

Fiber type	Modal bandwidth @ 1300 nm (min. overfilled launch) (MHz · km)	Minimum range (meters)
62.5 μm MMF	500	2 to 550
50 μm MMF	400	2 to 550
50 μm MMF	500	2 to 550
10 μm SMF	N/A	2 to 5000

38.4.1 光送信仕様

1000BASE-LX 送信は、38.6 節で定義された測定技術について表 38-7 に定義されたその仕様に適合される。さらに、それは、38.6.5 節で定義されるようなアイ測定の送信マスクに適合する。表 38-7 の仕様が MMF リンクで適合されることを保証するために、1000BASE-LX 送信器出力は 38.11.4 節で定義されるシングルモードの送信オフセットモード条件付けパッチコードを通して連結される。

表38-7 1000BASE-LX送信特性

Description	62.5 μm MMF	50 μm MMF	10 μm SMF	Unit
Transmitter type	Longwave Laser			
Signaling speed (range)	1.25 \pm 100 ppm			GBd
Wavelength (range)	1270 to 1355			nm
$T_{\text{rise}}/T_{\text{fall}}$ (max, 20-80% response time)	0.26			ns
RMS spectral width (max)	4			nm
Average launch power (max)	-3			dBm
Average launch power (min)	-11.5	-11.5	-11.0	dBm
Average launch power of OFF transmitter (max)	-30			dBm
Extinction ratio (min)	9			dB
RIN (max)	-120			dB/Hz
Coupled Power Ratio (CPR) ^a	28 < CPR < 40	12 < CPR < 20	N/A	dB

^aLX 送信のデュアルメディア（シングルモードおよびマルチモード）サポートにより、この仕様の実行は、MMF オペレーションのために 38.11.4 節に記述されたシングルモードの送信オフセットモード条件付けパッチコードを必要とする。このパッチコードはシングルモードのオペレーションのために使用されない。

個々のマルチモードファイバ(MMF)モードがファイバパフォーマンスを支配しないように実行し、条件付き

送信(CL)は十分なモード容量を生成する。これは、送信モードグループ間でピークツウピークのディファレンシャルモードディレイ(DMD)の影響を弱めて、周波数レスポンス中に生じるパルス-スプリッティング-インデューズド ノイズに縮小する。CLは、全二重リンクの両端の光のPMD MDIとリンクセグメントの残りの間に挿入されたシングルモードの送信オフセットモード条件付けパッチコードの使用により生成される。シングルモードの送信オフセットモード条件付けパッチコードは、光PMD受信器入力MDIに接続されたケーブル(つまり62.5 μ mあるいは50 μ mファイバ)と同じタイプのファイバ、および光PMD送信器出力に接続された特殊なファイバ/コネクタ組み立てを含んでいる。

38.4.2 光受信仕様

1000BASE-LX 受信は、38.6節の中で定義された測定技術によって表38-8に定義されたその仕様に適合される。サンプリング点はアイセンタで生じると定義される。受信感度は消光比ペナルティを含んでいる。

表 38-8 1000BASE-LX 受信特性

Description	Value	Unit
Signaling speed (range)	1.25 \pm 100 ppm	GBd
Wavelength (range)	1270 to 1355	nm
Average receive power (max)	-3	dBm
Receive sensitivity	-19	dBm
Return loss (min)	12	dB
Stressed receive sensitivity ^{a, b}	-14.4	dBm
Vertical eye-closure penalty ^c	2.60	dB
Receive electrical 3 dB upper cutoff frequency (max)	1500	MHz

^aアイセンタでBER=10⁻¹²として、TP3(38.6.11節を参照)の適合テスト信号と比較した。

^b9dBの消光比がある送信信号で測定した。別の消光比が使用される場合、強調された受信感度は消光比ペナルティのために修正されるべきである。

^c垂直のアイクロズペナルティは、強調された受信感度を測定するためのテスト条件である。それは受信器の要求された特徴ではない。

38.4.3 最悪ケースの 1000BASE-LX リンクパワーバジェットとペナルティ(参考)

1000BASE-LX チャンネルのための最悪ケースのパワーバジェットおよびリンクペナルティは、表38-9の中で示される。

表 38-9 最悪ケースの 1000BASE-LX リンクパワーパワーバジェットとペナルティ

Parameter	62.5 μ m	50 μ m MMF		10 μ m	Unit
	MMF			SMF	
Modal bandwidth as measured at 1300 nm (minimum, overfilled launch)	500	400	500	N/A	MHz · km
Link power budget	7.5	7.5	7.5	8.0	dB
Operating distance	550	550	550	5000	m
Channel insertion loss ^{b, c}	2.35	2.35	2.35	4.57	dB
Link power penalties ^c	3.48	5.08	3.96	3.27	dB
Unallocated margin in link power budget ^c	1.67	0.07	1.19	0.16	dB

^a リンクペナルティはリンクバジェット計算に対して使用される。それらは必要条件でなく、テストされることを意味しない。

^b チャンネル挿入損失(1.4節を参照)を計算するために使用される操作のオペレーションは表38-6の中で指定された最大値である。

^c 1270nmの波長はチャンネル挿入損失、リンクパワーペナルティおよびアンアロケイドマージンを計算するために使用される。

38.5 1000BASE-SX と 1000BASE-LX のジッタ仕様

表 38 - 10 の中の値は高周波のジッタ (637kHz 以上)を表わし、低周波のジッタまたはワンドを含んでいない。実装は表 38 - 10(38.6.8 節の測定手順を参照)の表内の太字で強調された標準値に従うものとする。他のすべての値は参考である。

表 38-10 1000BASE-SX と 1000BASE-LX のジッタバジェット

Compliance point	Total jitter ^a		Deterministic jitter	
	UI	ps	UI	ps
TP1	0.240	192	0.100	80
TP1 to TP2	0.284	227	0.100	80
TP2	0.431	345	0.200	160
TP2 to TP3	0.170	136	0.050	40
TP3	0.510	408	0.250	200
TP3 to TP4	0.332	266	0.212	170
TP4^b	0.749	599	0.462	370

^a ジッタの合計はデータミニスティックとランダムコンポーネントから構成される。許可されたランダム・ジッタは、その時点で実際のデータミニスティックなジッタを引いて許可されたジッタの合計と等しい。

^b 1000BASE-LX のための 1000BASE-SX および表 38-8 のための表 38 - 4 からの強調された受信感度

より 0.5dB 大きな平均の光パワーへセットされた TP3 (38.6.11 節を参照) で適合テスト信号と比較した。

38.6 光測定要求条件

光の測定はすべて、短いパッチ・ケーブル(長さ2~5m)を通してなされるものとする。もし、シングルモードの送信オフセットモード条件付けパッチコードを使用した場合、光送信信号はシングルモードの送信オフセットモード条件付けパッチコードの出力端(TP2)で定義される。

38.6.1 中心波長とスペクトル幅の測定

中心波長およびスペクトル幅(RMS)は、ANSI/EIA/TIA-455-127-1991[B8]について光スペクトラムアナライザを使用して測定されるものとする。中心波長およびスペクトルの幅は有効な1000BASE-X信号を使用して、調整された条件の下で測定されるものとする。

38.6.2 光パワー測定

光パワーは、ANSI/EIA-455-95-1986 [B7]で定義される方法を使用して測定されるだろう。この測定は、有効なエンコードされた8B/10Bデータストリームをノードで生成し送信するかもしれない。

38.6.3 消光比測定

消光比は、ANSI/TIA/EIA-526-4A-1997[B13]の中で定義された方法を使用して測定されるものとする。この測定は、36A.2に定義されたデータパターンを送信するノードで作られるかもしれない。これは繰り返す K28.7 データパターンである。消光比は、最悪の場合の反射で十分に調整された条件の下で比較される。

注-繰り返す K28.7 データパターンは 125MHz の矩形波を生成する。

38.6.4 インテンシティノイズ(RIN)

RINは、ANSI X3.230-1994[B20] (FC-PH)、付録A、A.5、インテンシティノイズ(RIN)を測定する手順によって測定されるものとする。このFC-PH付録によって、「この手順は実装に依存するシステムレベルテストに適切でないかもしれない、構成要素のテストについて記述する。」RINは参照される標準の中のRIN₁₂として引用される。マルチモードファイバ測定のためにANSI X3.230-1994を参照され、ポラリゼーションロータが省略されるべきである。そして、シングルモードファイバはマルチモードファイバに置き換えるべきである。

38.6.5 光送信波形 (送信アイ)

必要な送信パルス形特性は、図38-2で示されるような送信アイダイアグラムのマスクの形で定義される。その送信マスクは、レスポンス時間およびジッタ特性に使用されない。

0.0と1.0の標準化された振幅は、0と1のロジックの振幅をそれぞれ表わす。

アイは、4次のベッセル-トムソンフィルタが有する送信機能を使って、アイマスクに関して測定される、

$$H(p) = \frac{105}{105 + 105y + 45y^2 + 10y^3 + y^4}$$

where

$$y = 2.114p; \quad p = \frac{j\omega}{\omega_r}; \quad \omega_r = 2\pi f_r; \quad f_r = 0.9375\text{GHz}$$

またこの4次のベッセル・トムソン・フィルタのためのフィルタレスポンス対周波数範囲によって与えられ、その物理的な実装に対して許容されたトレランスと一緒にITU-T G. 957で定義される。

注1—ベッセル・トムソン・フィルタは、光受信器内で使用されるノイズフィルタを表わす意図はないが、送信器で一定の測定条件を提供するように意図される。

注2—4次のベッセル・トムソン・フィルタはリアクティブである。反射を抑えるために、6dBの減衰器は、フィルタ入力および(または)出力で要求されるかもしれない。

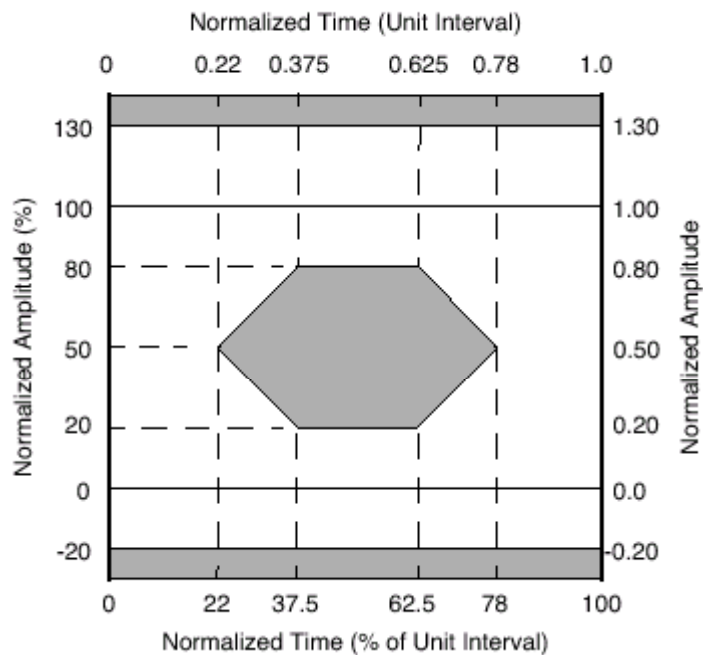


図38-2 送信アイマスク定義

38.6.6 送信立上り、立下り特性

光応答時間特性は非フィルタ波形をベースにします。非フィルタ時、いくつかのレーザには、測定された 20-80% の応答時間の精度に減少した光波形上のオーバーシュートとリングングを持つ。

測定方法を標準化する目的のために、測定される波形は図 38.2 に示されるマスクに順ずるべきである。もし、マスクに一致させるためにフィルタが必要ならば、次の式の使用でそのフィルタの応答は除去されるべきである。

$$T_{\text{rise,fall}} = \sqrt{(T_{\text{rise,fall_measured}})^2 - (T_{\text{rise,fall_filter}})^2}$$

ここではフィルタは立ち上りと立下りで異なるかもしれない。幾つかのフィルタは 4 次のベッセル・トムソン・フィルタと等しいインパルス応答を持つべきであろう。38.6.5 節で定義された、その 4 次のベッセル・トムソン・フィルタはこの測定用にふさわしいフィルタであろう。しかしながら、その低い帯域幅は逆に $T_{\text{rise,fall}}$ の測定値の精度を下げる。

38.6.7 受信感度測定

受信感度は、アイパターンの中心でのサンプリングの際、最悪ケースの消光比ペナルティを使用して測定されるべきである。

38.6.11 節で指定されるように、ストレスを受けた受信感度は TP3 の適合テスト信号を使用して測定されるべきである。発光源の消光比の修正後、ストレスを受けた受信感度は、1000BASE-SX の表 38-4、1000BASE-LX の表 38-8 に示される条件に一致すべきである。

38.6.8 トータルジッタ測定

すべてのトータルジッタ測定は ANSI X3.230-1994 [B20] (FC-PH)、及び付属資料 A, A.4.2, *Active output interface eye opening measurement* の方式に従うべきである。TP2 のトータルジッタは BERT (ビット誤り率テスト) テストセットを利用して測定されるべきである。ベッセルトムソンフィルタ使用のリファレンスはこの章 (38.6.5 節参照) で定義されたベッセルトムソンフィルタの使用で代用すべきである。

そのテストは 36A.3 節に示された混合周波数テストパターンを利用すべきである。

38.6.11 節に示されるように、TP4 のトータルジッタは TP3 の適合テスト信号を使用して測定されるべきである。1000BASE-SX は表 38-4、1000BASE-LX は表 38-8 にあるストレスを受けた受信感度レベルより (アイパターンの開口ペナルティに従い) 0.5dB 以上、光パワーは大きいべきである。指定された 9dB の消光比 (最小値) から異なる場合、このパワーレベルは修正されるべきである。測定はベッセルトムソンフィルタの追加無しの TP4 から直接取るべきである。

ジッタ測定は図 38.3 に示される測定から低周波ジッタ除去のため、クロック抽出部 (一般的に業界では“ゴールデン PLL” と呼ばれる) を使用しても良い。このクロック抽出部は 637kHz の -3dB の箇所、20dB/decade のロールオフのローパスフィルタを持つ。この測定のため、抽出されたクロックは信号速度で動くだろう。その“ゴールデン PLL” は PMA の並列化機能中の PLL に近づけるために使用される。PMA 並列化器はそれ自身の帯域幅以下の (ドリフトや、ワンダのような) 大きな低周波ジッタに追従することが出来る。この低周波ジッタは大きな測定ペナルティを作るだろうが、リンク動作には影響しない。

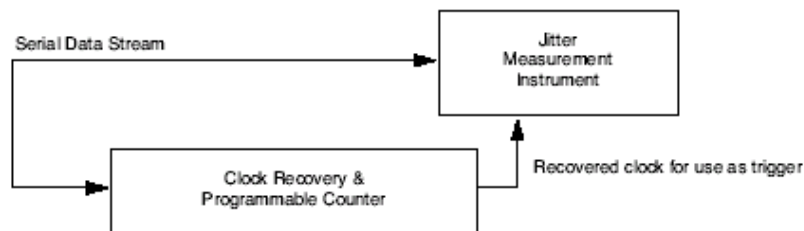


図 38-3 測定時のクロック抽出部の利用

38.6.9 デタミスティックジッタ測定 (参考)

デタミスティックジッタは ANSI X3.230-1994 [B20] (FC-PH), 付属資料 A, A.4.3, *DJ Measurement* に準じて測定されるべきである。このテストは 36A.3 節に指定される。この方式は 36A.3 節にある (K28.5 コードグループとは別の) データパターンのビット転送での予測値に対する実測値の測定をするデジタルサンプリングスコープに対して有効である。

テスト装置に対するトリガ生成目的のため、38.6.8 節に記述されるクロック抽出部の使用には利便性がある。このクロック抽出部は信号速度の 1/20 と等価の周波数を持つべきである。

38.6.10 結合パワー係数 (CPR) 測定

結合パワー係数 (CPR) は ANSI/EIA/TIA-526-14A [B14]に従った測定をされる。測定される CPR 値は局所の変動による変化を除去するため、時間平均を取る。その結合パワー係数は表 38-3、及び表 38-7 に従って測定される。

38.6.11 受信器テストにおける TP3 の適合テスト信号

38.6.7 節のストレスを受けた受信感度必要条件への適合、及び 38.6.7 節のトータルジッタ必要条件のためテストされる受信器は図 38-4 に記述される必要条件への適合する TP3 の適合テスト信号を使用してテストされるべきである。適合テスト信号は 36A.5 節で定義される短い連続ランダムテストパターンを使用して生成されるべきである。適合テスト信号はデタミスティックジッタ (DJ) と符号間干渉 (ISI) の適用により条件付けられる。条件付けられる適合テスト信号は図 38-4 に概略として示される。DJ のデューティサイクルディストーション (DCD) コンポーネントによって発生する水平アイパターン閉口 (パルス幅の減少) は 65ps 以下であるべきである。垂直アイパターン閉口ペナルティは、1000BASE-SX は表 38-4、1000BASE-LX は表 38-8 に示された値以上であるべきである。DJ は DJ の DCD コンポーネントのため計上しない位相変調を加えることは出来ない。

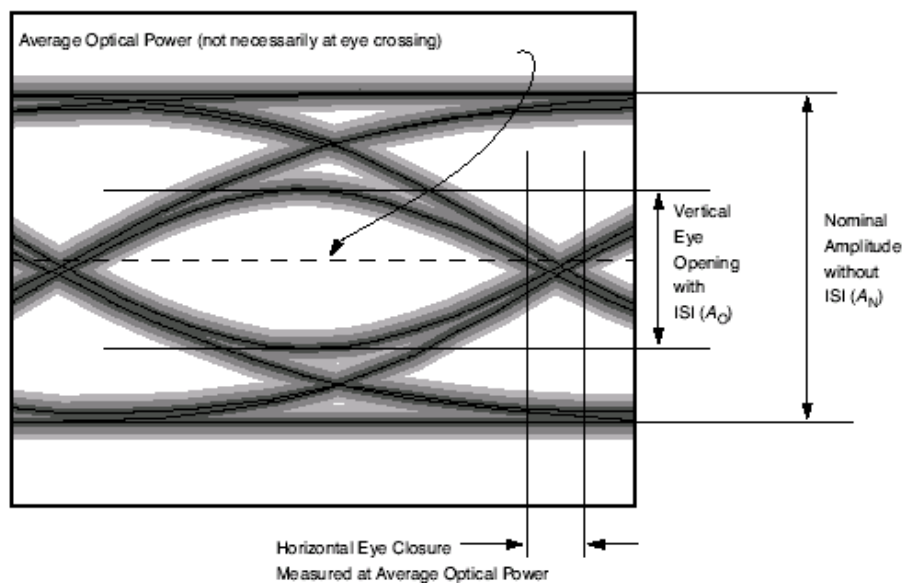


図38-4 TP3での適合テスト信号必要条件特性

垂直アイパターン閉口ペナルティは次のように与えられる。

$$\text{垂直アイパターン閉口ペナルティ [dB]} = 10\log(A_0/A_N)$$

図 38-4 で測定されているように、ここでの A_0 は開いているアイパターンの振幅であり、 A_N は ISI 無しの通常の振幅である。

図 38-5 は TP3 の適合テスト信号を生成するための推奨されるテストセットアップを示す。同軸ケーブルは DJ の正確な DCD 生成のための長さに調整される。同軸ケーブルが正確でない ISI を生成する限り、制限アンプは速い立ち上りと立ち下がり時間の回復に使用される。ベッセルトムソンフィルタは、1000BASE-SX の表 38-4、1000BASE-LX の表 38-8 毎に指示されるアイパターン閉口を誘導する最小 ISI の生成のため、選択される。この条件付き信号は高い帯域幅でリニアな変調を行うレーザー源のドライブするために使用される。

受信器適合テスト用途の垂直、及び水平のアイパターン閉口は、高速受光素子とアンプの使用で確認される。受光素子の帯域幅は少なくとも 2.5GHz であるとして、オシロスコープの入力に 1.875GHz の 4 次ベッセルトムソンフィルタを介して結合される。特に注意すべきはファイバからのすべての光が高速受光素子により集められることと、無視してもよいモードセレクトイブロス、特に光減衰器によるものがあることである。

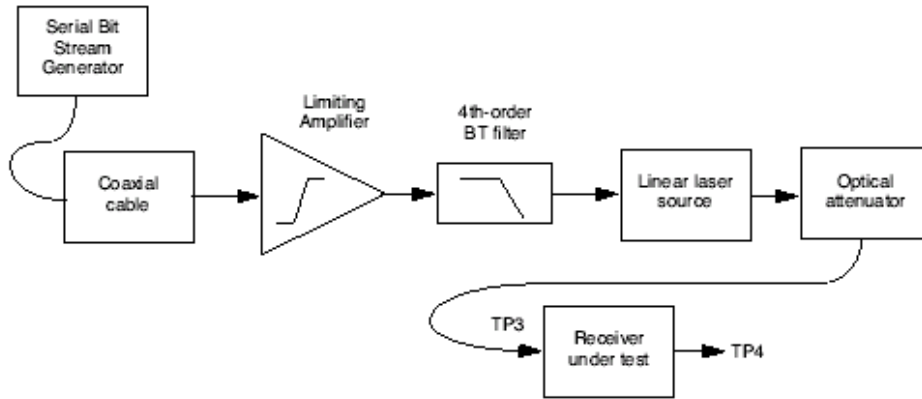


図38-5 TP3での受信側適合テスト信号生成用装置

38.6.12 受信機の電氣的 3dB の高域カットオフ周波数の測定

以下に記述されるように受信機の電氣的 3dB の高域カットオフ周波数を測定されるべきである。テストセットアップは図 38.6 に示す。そのテストはアナログ信号送信に適切なレーザーで実施される。レーザーはデジタルデータ信号によって変調される。デジタル変調に加えて、レーザーはアナログ信号で変調される。アナログとデジタル信号は非同期である。このテストに使用されるデータパターンは 36A.5 節で定義される短い連続ランダムテストパターンである。レーザーの周波数応答はデジタル変調とアナログ変調の両方に応答出来ることが十分であるべきである。レーザーは結合信号によってドライブされる時、線形を保つようにバイアスされるべきである。

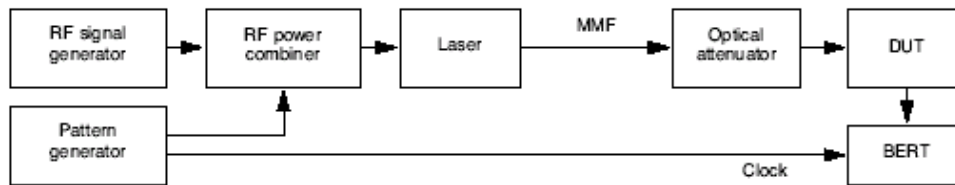


図38-6 受信帯域幅測定用テストセットアップ

その 3dB 高域カットオフ周波数は a) から e) のステップの順で測定される。

- a) アナログ無線周波数 (RF) 信号生成器、RF パワー結合器、そしてレーザー発光源を含むテスト装置の周波数応答特性を調整する。38.6.3 節に従いレーザーの消光比を測定する。消光比を例外として、光源は 38 章の必要条件に合わせるべきである。
- b) 図 38-6 に示されるようにテスト装置を構成する。ステップ a の調整後は、システム周波数応答に影響を与える信号パスへの変更は最小限にするよう注意すべきである。RF 変調無しレーザー出力を光アッテネータを介して、被試験受信機に接続し、信号源の消光比を計上する。表 38-4 の 1000BASE-SX、表 38-8 の 1000BASE-LX に示されるストレスを受けた受信感度レベルの光電力をセットする。
- c) BERT でのアイパターンの中心に位置を合わせる。ステップ b で確立した光パワーと同じ平均値を維持している時に RF 変調をかける。
- d) 周波数の中でひとつ、固定の BER (たとえば 10⁻⁸) を到達するために必要とされる必然的な RF 変

調振幅 (dBm に対して) を測定する。

- e) 受信器の電氣的 3dB の高域カットオフ周波数は修正された ("a"で調整したデータで、"d"の振幅測定を修正された) RF 変調振幅が (電氣的な) 3dB 増加した周波数である。もし必要ならば、測定した応答値に補間する。

38.7 環境詳細

38.7.1 一般的安全

この標準に合致するすべての装置は IEC-60950:1991 に準じるべきである。

38.7.2 レーザーの安全

1000BASE-X の光トランシーバーは動作上のすべての条件下で保障されるクラス 1 のレーザーであるべきである。これは、繋がれたファイバ、または開口から出力、どちらであったとしても単一故障状態を含む。

トランシーバーは IEC 60825-1 に適合することを保障すべきである。

レーザー安全基準追加への適合は特定の地理的な地域での動作のために、要求されるかもしれない。

レーザー安全基準と規格はレーザー製品の製造業者が製品であるレーザー、安全特性、表示、使用に関する情報を提供することを要求する。この書類は、必要な安全証明⁵に合致するホストシステム上での必要条件と制約を明確に定義する。

38.7.3 導入

適切な地域コードと規格により定義される正確な導入実施は、そのような実施が適切であるすべての実例に従うべきである。

38.8 環境

この章での模範的な特性は、製造業者の環境範囲、電力、そしてその他の特性において製品を運用する際、製品寿命を越えて 1000BASE-X の PMD をシステム統合することによって合致するべきである。

PHY に関連付けられた文書で選択、設置、そして保守を容易にする動作環境条件を製造業者が示すことは推奨される。

光リンクのコンポーネットに関連付けられた文書で、距離、および、この章の仕様に合致する動作環境条件を製造業者が示すことは推奨される。

38.8.1 電磁放射

1000BASE-X PMD を統合するシステムは、電波干渉の制限のために適切な地域、及び国内規制に従うべきである。

⁵ 製造業者の必要条件、及び/または、使用上の制約に合致しないホストシステムはひとつ、またはそれ以上の安全基準の安全制限を超過して、レーザー放射がされるかもしれない。そのような場合、ホストの製造業者はそれ自身のレーザーの安全証明提出を要求される。

38.8.2 温度、湿度、及び取り扱い

光リンクは、温度、湿度、及び（衝撃や震動のような）物理的扱いに関連付けられた合理的な環境条件範囲を超えた扱いが予想される。特定の必要条件とそれらのパラメータの値はこの標準の適用範囲外であると見なされる。

38.9 必要条件にラベルを付ける PMD

PMD-MDI タイプによれば、少なくとも次のパラメーターを持ったユーザに見えるやり方でラベルが各 PHY(また、ドキュメンテーションを支援して)に付けられることが推奨される。

PMD MDI タイプ 1000BASE-SX:

- a) 1000BASE-SX
- b) 適用可能な安全警告

PMD MDI タイプ 1000BASE-LX:

- a) 1000BASE-LX
- b) 適用可能な安全警告

クラス 1 レーザー用のラベリング要求は、38.7.2 章参照のレーザー安全基準の中で与えられる。

38.10 光ファイバケーブル接続モデル

光ファイバケーブル接続モデルは図 38-7 に示される。

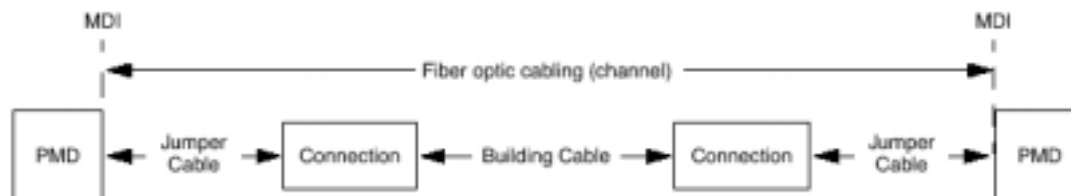


図 38-7 光ファイバケーブル接続モデル

チャネル挿入損失は表 38 - 11 で与えられる。インストールされたファイバケーブルの挿入損失測定は ANSI/TIA/EIA-526-14A[B14](方法 B)と、ANSI/TIA/EIA-526-7 [B15],(方法 A-1)に従って行われます。ここに定義された光ファイバケーブル接続モデル(チャンネル)は、一芯方式の光ファイバリンク・セグメントと同じである。タームチャンネルは、一貫して普遍的なケーブル標準をここに使用される。

表 38-11 チャンネル挿入損失

Description	62.5 μm MMF			50 μm MMF			10 μm SMF	Unit
	850	850	1300	850	850	1300	1310	
Wavelength	850	850	1300	850	850	1300	1310	nm
Modal bandwidth (min; overfilled launch)	160	200	500	400	500	400 or 500	N/A	MHz · km
Operating distance	220	275	550	500	550	550	5000	m
Channel insertion loss ^{a b}	2.33	2.53	2.32	3.25	3.43	2.32	4.5	dB

(a) これらのチャンネル挿入損失番号は名目上の操作の波長に基づく。

(b) チャンネル挿入損失を計算するために使用される操作の距離は、この表にリストされたものである。

38.11 光ファイバケーブルの特性

1000BASE-SX および 1000BASE-LX の光ファイバケーブルは、表 38 - 12 に定義されたその仕様書に準拠する。光ファイバケーブルは、1 つ又はそれ以上の光ファイバセクションから、また、セクションを相互接続するのに必要な任意の中間接続から成る。さらにそれは、MDI に接続するべき各終端点で、コネクタ・ブ

ラグを含んでいます。図 38 - 7 の中で示されるように、光ファイバ配線スパンは 1 つの MDI から他の MDI への長さである。

38.11.1 光ファイバケーブル

光ファイバケーブルへの要求は、表 38-12 の記述を除いては IEC 60793-2:1992.Types A1a (50/125 μ m multimode),A1b (62.5/125 μ m multimode),and B1 (10/125 μ m single-mode)で規定される。

表 38-12 光ファイバケーブル特性

Description	62.5 μ m MMF		50 μ m MMF		10 μ m SMF	Unit
	850	1300	850	1300		
Nominal fiber specification wavelength	850	1300	850	1300	1310	nm
Fiber cable attenuation (max)	3.75 ^a	1.5	3.5	1.5	0.5	dB/km
Modal Bandwidth (min; overfilled launch)	160	500	400	400	N/A	MHz · km
	200	500	500	500	N/A	MHz · km
Zero dispersion wavelength (λ_0)	1320 $\leq \lambda_0 \leq$ 1365		1295 $\leq \lambda_0 \leq$ 1320		1300 $\leq \lambda_0 \leq$ 1324	nm
Dispersion slope (max) (S_0)	0.11 for 1320 $\leq \lambda_0 \leq$ 1348 and 0.001(1458 - λ_0) for 1348 $\leq \lambda_0 \leq$ 1365		0.11 for 1300 $\leq \lambda_0 \leq$ 1320 and 0.001(λ_0 - 1190) for 1295 $\leq \lambda_0 \leq$ 1300		0.093	ps / nm ² · km

a) このアッテネータの値は標準(IEC 60793-2はA1b(3.5dB/km以下のカテゴリー)をタイプする)の緩和である。

38.11.2 光ファイバ接続

図 38-7 の中で示されるような光ファイバ接続は、連れ添った 1 ペアの光コネクタから成る。38.11.3 に示されるように、1000BASE-SX あるいは 1000BASE-LX PMD は、MDI の光レセプタクルの中へのコネクタ・プラグによる光ファイバ接続となる。

38.11.2.1 接続挿入損失

挿入損失は、接続(それは連れ添った 1 ペアの光コネクタから成る)のために定義される。

マルチモード・ファイバのための最大のリンク距離は、1.5dB の接続の合計の割付けに基づいて、計算され、損失を結合する。例えば、この割付けは、1 つの接続当たり 0.5dB(あるいはより少ない)と等しい平均挿入損失との 3 つの接続、あるいは 0.75dB の最大の挿入損失との 2 つの接続(図 38 - 7 の中で示されたとともに)を支援する。もし表 38 - 11 および表 38 - 12 の必要条件が満たされれば、異なる損失特性との接続が使用されてもよい。

シングルモード・ファイバのための最大のリンク距離は、2.0dB の接続の合計の割付けに基づいて、計算され、損失を結合する。例えば、この割付けは、0.5dB の 1 つの接続当たり平均挿入損失との 4 つの接続を支援する。もし表 38 - 11 および表 38 - 12 の必要条件が満たされれば、異なる損失特性との接続が使用されてもよい。

38.11.2.2 接続不整合減衰量

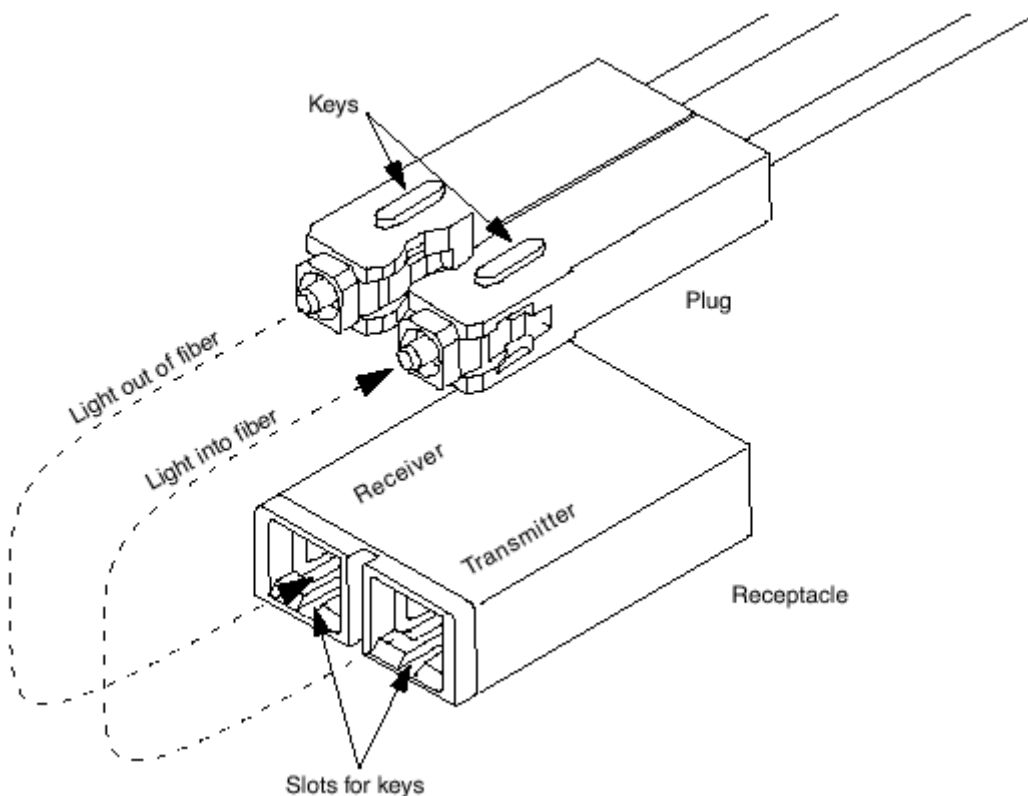
マルチモード接続時の不整合減衰量は、20dB 以上とする。
シングルモード接続時の不整合減衰量は、26dB 以上とする。

38.11.3 メディア依存インタフェース(MDI)

1000BASE-SX および 1000BASE-LX PMD は、MDI の光レセプタクルの中へのコネクタ・プラグによる光接続となります。1000BASE-SX および 1000BASE-LX MDI の光レセプタクルは、次の必要条件を満たす二連の SC であるものとする：

- a) 外形及びインタフェース定義は、IEC 61754-4[B25]と IEC 61754-4、インタフェース 4-2.に準拠すること。
- b) ISO/IEC 11801 で指定されるパフォーマンス仕様書に準拠すること。
- c) 極性が維持されることを確認すること。
- d) キー側が底面になるようにトランシーバーの光ポートを手前にして見たとき、レセプタクルの受信側は左側に置かれること。

二連 SC コネクタ及びレセプタクルの例図を図 38-8 に示す。



注—コネクタのキーは送信／受信の極性のみで使用される。コネクタキーはシングルモードとマルチモードの間で異なることがないこと。

図 38-8 二連 SC コネクタ及びレセプタクル(参考)

38.11.4 1000BASE-LX の MMF 動作におけるシングルモード・ファイバの送信オフセットモード条件付けパッチコード

このサブ節は、MMF ケーブルを備えた 1000BASE-LX オペレーションのためのモード・コンディショナーの具体例を定義する。MMF ケーブルは、38.10.章のすべてに準拠するべきです。1000BASE-LX では、モード条件は、永久に類別されたインデックスファイバに中心を外れて接続されるシングルモード・ファイバから

成る。このパッチコードの具体例は、オフセット送信モード条件の他の物理的なインプリメンテーションを除外するには意図されない。しかしながら、1000BASE-LX のために使用されたオフセット送信モード条件の全ての実装も、表 38-13 の仕様書に準拠するものとする。オフセット送信はパッチコード内に含まれている必要があり、ユーザによって調整不能である必要がある。

表 38-13 シングルモード・ファイバ・オフセット送信モード条件

Description	62.5 μm MMF	50 μm MMF	Unit
Maximum insertion loss	0.5	0.5	dB
Coupled Power Ratio (CPR)	$28 < \text{CPR} < 40$	$12 < \text{CPR} < 20$	dB
Optical center offset between SMF and MMF	$17 < \text{Offset} < 23$	$10 < \text{Offset} < 16$	μm
Maximum angular offset	1	1	degree

マルチモードとシングルモード向けオフセット送信を含んでいるフェルールを接続する全てのパッチコードは、シングルモードのトレランス(IEC 61754-4 の[B25]1 等級フェルール)を持つものとする。

シングルモード・ファイバ・オフセット送信モード条件の構築の中で使用されるシングルモード・ファイバは、38.11.1 の要求を満たすものとする。シングルモード・ファイバ・オフセット送信モード条件の構築の中で使用されるマルチモード・ファイバは、1000BASE-LX リンクで動作するケーブルと同じタイプであるものとする。ケーブルがそのとき 62.5 μm MMF である場合、モード条件の構築の中で使用される MMF は、62.5 μm MMF タイプであるべきです。ケーブルが 50 μm MMF である場合、モード条件の構築の中で使用される MMF は 50 μm MMF タイプであるべきである。

図 38-9 はシングルモード・ファイバ・オフセット送信モードに条件付けるパッチコードの好まれた具体例を示す。このパッチコードは、送信機 MDI に接続されたシングルモードからマルチモードへのオフセット送信ファイバー、および受信機 MDI に接続された、第二の従来の類別されたインデックス MMF を含む二重のファイバーから成る。1000BASE-LX リンクのパワーバジェットマージンを最大限にする好ましい配置は、プラグツープラグのパッチコードである。パッチコードのシングルモードの終端に付けられるラベルは、「To Equipment」。パッチコードのマルチモードの終端に付けられるラベルは「To Cable」となる。シングルモード・ファイバ・コネクタの色は青いものとする。すべてのマルチモード・ファイバ・コネクタ・プラグの色はベージュであるものとする。パッチコードアセンブリは「オフセット送信モードに条件付けるパッチコードアセンブリ」とラベル付けされる。ラベル付けは、どのサイズ・マルチモード・ファイバがパッチコードの構築の中で使用されるかを識別する。二連 SC 光コネクタのキーは、シングルモード・ファイバ終端が送信機 MDI に自動的に接続することを保証する。

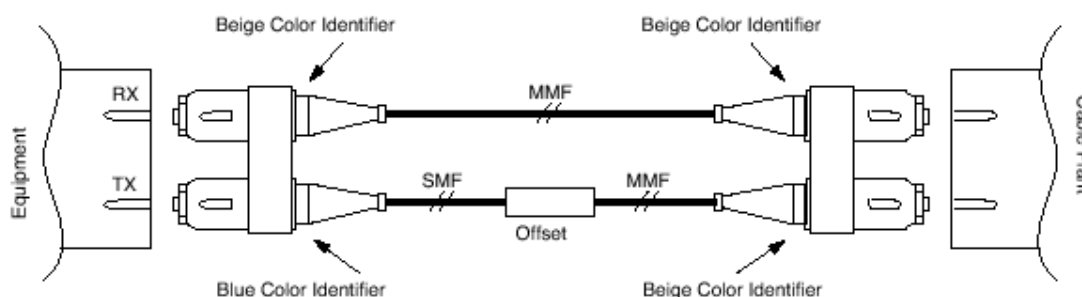


図 38-9 1000BASE-LX シングルモード・ファイバ・オフセット送信モード条件パッチコードアセンブリ

38.12 1000BASE-LX(長波長レーザー)および 1000BASE-SX(短波長レーザー)⁶タイプの 38 章におけるプロトコル実装適合ステートメント(PICS)試算、物理媒体依存(PMD)副層およびベースバンド媒体

38.12.1 序章

38 章(1000BASE-LX(長波長レーザー)および 1000BASE-SX(短波長レーザー)タイプの、物理媒体依存(PMD)副層およびベースバンド媒体)に一致するために主張されるプロトコル・インプリメンテーションのサブライヤーは、次のプロトコル・インプリメンテーション適合ステートメント(PICS)試算を完成するであろう。PICS 試算の中で使用されるシンボルの詳細な記述は、PICS 試算を完成するための指示に加えて、21 章で見つけることができる。

38.12.2 識別

38.12.2.1 実装識別

Supplier	
Contact point for enquiries about the PICS	
Implementation Name(s) and Version(s)	
Other information necessary for full identification—e.g., name(s) and version(s) for machines and/or operating systems; System Names(s)	
NOTE 1—Only the first three items are required for all implementations; other information may be completed as appropriate in meeting the requirements for the identification. NOTE 2—The terms Name and Version should be interpreted appropriately to correspond with a supplier's terminology (e.g., Type, Series, Model).	

38.12.2.1 プロトコル概要

Identification of protocol standard	IEEE Std 802.3-2002 [®] , Clause 38, Physical Medium Dependent (PMD) sublayer and baseband medium, type 1000BASE-LX (Long Wavelength Laser) and 1000BASE-SX (Short Wavelength Laser)
Identification of amendments and corrigenda to this PICS proforma that have been completed as part of this PICS	
Have any Exception items been required? (See Clause 21; the answer Yes means that the implementation does not conform to IEEE Std 802.3-2002 [®] .)	No [] Yes []

Date of Statement	
-------------------	--

6) PICS試算のための著作権のあるリリース:その意図した目的のためにそれを使用することができ、さらに完成したPICSを公表してもよいように、この標準のユーザは、自由にこのサブ節の中のPICS試算を再生してもよい。

38.12.3 主要機能 / オプション

Item	Feature	Subclause	Value/Comment	Status	Support
*LX	1000BASE-LX PMD	38.1	Device supports long wavelength operation (1270–1355 nm).	O/1	Yes [] No []
*SX	1000BASE-SX PMD	38.1	Device supports short wavelength operation (770–860 nm). Either this option, or option LX, must be checked.	O/1	Yes [] No []
*INS	Installation / cable	38.10	Items marked with INS include installation practices and cable specifications not applicable to a PHY manufacturer.	O	Yes [] No []
*OFP	Single-mode offset-launch mode-conditioning patch cord	38.11.4	Items marked with OFP include installation practices and cable specifications not applicable to a PHY manufacturer.	O	Yes [] No []
*TP1	Standardized reference point TP1 exposed and available for testing.	38.2.1	This point may be made available for use by implementors to certify component conformance.	O	Yes [] No []
*TP4	Standardized reference point TP4 exposed and available for testing.	38.2.1	This point may be made available for use by implementors to certify component conformance.	O	Yes [] No []

38.12.4 1000BASE-LX(長波長レーザー)および1000BASE-SX(短波長レーザー)タイプのPMD副層のPICS形式表及びベースバンド媒体

38.12.4.1 PMD 機能定義

Item	Feature	Subclause	Value/Comment	Status	Support
FN1	Integration with 1000BASE-X PCS and PMA and management functions	38.1		M	Yes []
FN2	Transmit function	38.2.2	Convey bits requested by <code>PMD_UNITDATA.request()</code> to the MDI	M	Yes []
FN3	Mapping between optical signal and logical signal for transmitter	38.2.2	Higher optical power is a logical 1.	M	Yes []
FN4	Receive function	38.2.3	Convey bits received from the MDI to <code>PMD_UNITDATA.indicate()</code>	M	Yes []
FN5	Mapping between optical signal and logical signal for receiver	38.2.3	Higher optical power is a logical 1.	M	Yes []
FN6	Signal detect function	38.2.4	Report to the PMD service interface the message <code>PMD_SIGNAL.indicate(SIGNAL_DETECT)</code>	M	Yes []
FN7	Signal detect behavior	38.2.4	Meets requirements of Table 38–1	M	Yes []

38.12.4.2 1000BASE-SX における PMD から MDI への光仕様

Item	Feature	Subclause	Value/Comment	Status	Support
PMS1	Transmitter meets specifications in Table 38-3	38.3.1	Per measurement techniques in 38.6	SX:M	Yes [] N/A []
PMS2	Transmitter eye measurement	38.3.1	Per 38.6.5	SX:M	Yes [] N/A []
PMS3	Launch power	38.3.1	Lesser of class 1 safety limit per 38.7.2 or maximum receive power in Table 38-4	SX:M	Yes [] N/A []
PMS4	Receiver meets specifications in Table 38-4	38.3.2	Per measurement techniques in 38.6	SX:M	Yes [] N/A []

38.12.4.3 1000BASE-LX における PMD から MDI への光仕様

Item	Feature	Subclause	Value/Comment	Status	Support
PML1	Transmitter meets specifications in Table 38-7	38.4.1	Per measurement techniques in 38.6	LX:M	Yes [] N/A []
PML2	Transmitter eye measurement	38.4.1	Per 38.6.5	LX:M	Yes [] N/A []
PML3	Offset-launch mode-conditioning patch cord	38.4.1	Required for LX multimode operation	LX:M	Yes [] N/A []
PML4	Receiver meets specifications in Table 38-8	38.4.2	Per measurement techniques in 38.6	LX:M	Yes [] N/A []

38.12.4.4 ジッタ仕様

Item	Feature	Subclause	Value/Comment	Status	Support
JT1	Total jitter specification at TP1	38.5	Meets specification of bold entries in Table 38-10	TP1:M	Yes [] N/A []
JT2	Total jitter specification at TP2	38.5	Meets specification of bold entries in Table 38-10	M	Yes []
JT3	Total jitter specification at TP3	38.5	Meets specification of bold entries in Table 38-10	INS:M	Yes [] N/A []
JT4	Total jitter specification at TP4	38.5	Meets specification of bold entries in Table 38-10	TP4:M	Yes [] N/A []

38.12.4.5 光測定仕様

Item	Feature	Subclause	Value/Comment	Status	Support
OR1	Length of patch cord used for measurements	38.6	2 to 5 m	M	Yes []
OR2	Center wavelength and spectral width measurement conditions	38.6.1	Using optical spectrum analyzer per ANSI/EIA/TIA-455-127-1991 [B8]	M	Yes []
OR3	Center wavelength and spectral width measurement conditions	38.6.1	Under modulated conditions using a valid 1000BASE-X signal	M	Yes []
OR4	Optical power measurement conditions	38.6.2	Per ANSI/EIA-455-95-1986 [B7]	M	Yes []
OR5	Extinction ratio measurement conditions	38.6.3	Per ANSI/TIA/EIA-526-4A-1997 [B13] using patch cable per 38.6	M	Yes []
OR6	RIN test methods	38.6.4	ANSI X3.230-1994 [B20] (FC-PH), Annex A, A.5 using patch cable per 38.6	M	Yes []

38.12.4.5 光測定仕様(続き)

Item	Feature	Subclause	Value/Comment	Status	Support
OR7	Transmit eye mask measurement conditions	38.6.5	Using fourth-order Bessel-Thomson filter per 38.6.5, using patch cable per 38.6	M	Yes []
OR8	Transmit rise/fall measurement conditions	38.6.6	Waveforms conform to mask in Figure 38-2, measure from 20% to 80%, using patch cable per 38.6	M	Yes []
OR9	Receive sensitivity measurement conditions	38.6.7	Worst-case extinction ratio penalty while sampling at the eye center using patch cable per 38.6	M	Yes []
OR10	Stressed receive sensitivity	38.6.7	Per 38.6.11, using patch cable per 38.6	M	Yes []
OR11	Stressed receive sensitivity	38.6.7	Meet Table 38-4	SX:M	Yes [] N/A []
OR12	Stressed receive sensitivity	38.6.7	Meet Table 38-8	LX:M	Yes [] N/A []
OR13	Total jitter measurement conditions	38.6.8	ANSI X3.230-1994 [B20] (FC-PH), Annex A, Subclause A.4.2	M	Yes []
OR14	Total jitter measurement conditions at TP2	38.6.8	Using BERT	M	Yes []
OR15	Total jitter measurement conditions at TP2	38.6.8	Using Bessel-Thomson filter defined in 38.6.5	M	Yes []
OR16	Total jitter measurement conditions	38.6.8	Using mixed frequency pattern specified in 36A.3	M	Yes []
OR17	Total jitter measurement conditions at TP4	38.6.8	Using conformance test signal at TP3 (see 38.6.11)	M	Yes []
OR18	Optical power used for total jitter measurement at TP4	38.6.8	0.5 dB greater than stressed receive sensitivity given in Table 38-4 (for SX) or (for LX)	M	Yes []
OR19	Optical power used for total jitter measurement at TP4	38.6.8	Corrected for extinction ratio	M	Yes []
OR20	Total jitter measurement conditions at TP4	38.6.8	Measured without Bessel-Thomson filters	M	Yes []
OR21	Coupled power ratio	38.6.10	Measured using TIA/EIA-526-14A [B14], meets values in Table 38-3 (for SX) or (for LX)	M	Yes []
OR22	Compliance test signal at TP3	38.6.11	Meets requirements of Figure 38-4	M	Yes []
OR23	Compliance test signal at TP3	38.6.11	Pattern specified in 36A.5	M	Yes []
OR24	Compliance test signal at TP3	38.6.11	DJ eye closure no less than 65 ps	M	Yes []

38.12.4.5 光測定仕様(続き)

Item	Feature	Subclause	Value/Comment	Status	Support
OR25	Compliance test signal at TP3	38.6.11	Vertical eye-closure penalty meets requirements of Table 38-4	SX:M	Yes [] N/A []
OR26	Compliance test signal at TP3	38.6.11	Vertical eye-closure penalty meets requirements of Table 38-8	LX:M	Yes [] N/A []
OR27	Compliance test signal at TP3	38.6.11	Bandwidth of photodetector >2.5 GHz, and couple through 4th order Bessel-Thomson filter	M	Yes []
OR28	Receiver electrical cutoff frequency measurement procedure	38.6.12	As described in 38.6.12	M	Yes []
OR29	Optical source used for cutoff frequency measurement	38.6.12	With the exception of extinction ratio, meets requirements of Clause 38	M	Yes []
OR30	Compliance with IEC 60950-1991	38.7.1		M	Yes []
OR31	Laser safety compliance	38.7.2	Class 1	M	Yes []
OR32	Laser safety compliance test conditions	38.7.2	IEC 60825-1	M	Yes []
OR33	Documentation explicitly defines requirements and usage restrictions on the host system necessary to meet after certifications	38.7.2		M	Yes []
OR34	Sound installation practices	38.7.3		INS:M	Yes [] N/A []
OR35	Compliance with all requirements over the life of the product	38.8		M	Yes []
OR36	Compliance with applicable local and national codes for the limitation of electromagnetic interference	38.8.1		M	Yes []

38.12.4.6 光ファイバ接続特性

Item	Feature	Subclause	Value/Comment	Status	Support
L11	Fiber optic cabling	38.11	Meets specifications in Table 38-11	INS:M	Yes [] N/A []
L12	Return loss for multimode connections	38.11.2.2	> 20 dB	INS:M	Yes [] N/A []
L13	Return loss for single-mode connections	38.11.2.2	> 26 dB	INS:M	Yes [] N/A []
L14	MDI optical plug	38.11.3	Duplex SC meeting IEC 61754-4, IEC 61754-4: 1997 [B25] Interface 4-2, and ISO/IEC 11801, maintains polarity and ensures orientation.	INS:M	Yes []
L15	MDI optical receptacle	38.11.3	Duplex SC meeting IEC 61754-4: 1997 [B25] Interface 4-2, and ISO/IEC 11801, maintains polarity and ensures orientation.	M	Yes []
L16	Offset-launch mode-conditioning patch cord	38.11.4	Meet conditions of Table 38-13	OFF:M	Yes [] N/A []
L17	Single-mode ferrules in offset-launch mode-conditioning patch cords	38.11.4	IEC 61754-4: 1997 [B25] grade 1 ferrule	OFF:M	Yes [] N/A []
L18	Single-mode fiber in offset-launch mode-conditioning patch cords	38.11.4	Per 38.11.1	OFF:M	Yes [] N/A []
L19	Multimode fiber in offset-launch mode-conditioning patch cords	38.11.4	Same type as used in LX cable plant	OFF:M	Yes [] N/A []
L110	Label on single-mode end of offset-launch mode-conditioning patch cords	38.11.4	Labeled "To Equipment"	OFF:M	Yes [] N/A []
L111	Label on multimode end of offset-launch mode-conditioning patch cords	38.11.4	Labeled "To Cable"	OFF:M	Yes [] N/A []
L112	Color identifier of single-mode fiber connector	38.11.4	Blue	OFF:M	Yes [] N/A []
L113	Color identifier of multimode fiber connector	38.11.4	Beige	OFF:M	Yes [] N/A []

IETF RFC894 和訳

イーサネットネットワーク上の IP データグラム伝達のための標準

メモの内容

この RFC はインターネットプロトコル(IP)[1]によりイーサネット 2 上のデータグラムをカプセル化する標準的な方法を明記する。この RFC は ARPA-インターネット全体のための標準的なプロトコルを明記する。

導入

このメモはイーサネットに適合する(10 メガビット/2 番目の、48 ビットのアドレス)。試験的なイーサネット 3 メガビット秒、8 ビット アドレス)上における IP データグラムの伝達のための手続きは、[3]に記述される。

フレーム形式

IP のデータグラムは標準的なイーサネットフレームで送られる。イーサネットフレームにおいてタイプフィールドには 16 進の 0800 を含まなければならない。データフィールドは、IP データのすぐ後に IP のヘッダーを包む。

イーサネット上で送られるパケットのデータフィールド最小長は 46 オクテットである。イーサネットの最小フレームサイズに適合させるために、必要ならば、データフィールドは(ゼロのオクテットで)充当されるべきだ。このパッドの部分は、IP パケットの一部でなく、IP のヘッダー全長のフィールドに含まれない。

イーサネットの上に送られるパケットのデータフィールドの最小長は、1500 オクテットである。したがって、イーサネット上に送られる IP の最大長のデータグラムは、1500 オクテットである。最大長のパケットをサポートする実装が、推奨される。必要ならば、ゲートウェイの実装には、全ての長さのパケットおよびデータフラグメントを受信できるように準備されなければならない。システムが全ての長さのパケットを受信することができなければ、TCP 最大セグメントサイズオプション[4]を使って、それらの送信を停止するステップを踏むべきである。

注：イーサネット上のデータグラムは、576 オクテットである一般的なインターネットのデフォルト最大パケットサイズより長い。イーサネットに接続されたホストは、同一ではないイーサネット上のホストにデータグラムを送るとき、このことを考慮しなければならない。もっと少ないデータグラムを中継のゲートウェイに不必要なフラグメンテーションを避けるように送出するのが適当である。これに関する更なる情報は、[4]を参照。

アドレスマッピング

32 ビットのインターネットのアドレスから、48 ビットのイーサネットのアドレスへのマッピングは、いくつかの方法により、実行されることできる。そのために、スタティック・テーブルを使うか、ダイナミック・ディスカバリの手続きを使うことできる。

スタティック・テーブル

接続されているイーサネットおよびインターネットアドレスの両方により、各ホストは、ローカル・ネットワーク上のすべての他のホストの表を与えられることできる。

ダイナミック・ディスカバリ

32 ビットのインターネットアドレスと 48 ビットイーサネットアドレス間のマッピングは、アドレス解決

プロトコル(ARP)[5]により完成することができる。インターネットのアドレスは、いくつかのインターネットのネットワークにおいて随意に割り当てられる。各ホストの実装は適切に自分自身のインターネットのアドレスを知っていて、イーサネットアドレス解決パケットに応答しなければならない。インターネットのアドレスをイーサネットのアドレスに変換することが必要な場合には、ARP をまた使うべきである。

ブロードキャスト・アドレス

ブロードキャスト・インターネット・アドレス（ホストの部分をすべて1としたネットワーク上のアドレス）は、ブロードキャスト・イーサネット・アドレスにマッピングされるべきである(すべての2進データ、FF-FF-FF-FF-FF-FF 16進表記)。

ARP のダイナミック・ディスカバリ手続きの使用が、強く推薦される。

トレーラー形式

いくつかのバージョンの Unix 4.2bsd は、VAX の仮想メモリー構築でもっと良いネットワークの性能を得るために、異なったカプセル化する方法を使用する。同一のイーサネット上の関連システムは、それぞれの間で、この形式を使う。

受信側がそれらを解釈することができるという事実を、送信側が積極的に把握していなければ、ホストはそれを実行するように要求されるわけではなく、この形式のデータグラムもホストに送られるべきではない。トレーラーカプセル化の詳細は[6]に示される。

(注：現在、Unix 4.2bsd は、ブート中のオプション設定に依存して、常にトレーラーを使用するか、あるいは、まったく使わないかである(各インタフェースにおいて)。これは将来的に変更されると期待される。また、Unix の 4.2bsd は、ホストの部分をすべてゼロとしたアドレスにより、非標準のインターネット・ブロードキャスト・アドレスを使う。またこれは将来的に変えられる可能性がある。)

バイト順序

インターネットプロトコル仕様[1]の付録 B に記述されているように、IP のデータグラムは連続した 8 ビットのバイトとして、イーサネット上に送られる。

参照

- [1] Postel, J., "Internet Protocol", RFC-791, USC/Information Sciences Institute, September 1981.

- [2] "The Ethernet - A Local Area Network", Version 1.0, Digital Equipment Corporation, Intel Corporation, Xerox Corporation, September 1980.

- [3] Postel, J., "A Standard for the Transmission of IP Datagrams over Experimental Ethernet Networks", RFC-895, USC/Information Sciences Institute, April 1984.

- [4] Postel, J., "The TCP Maximum Segment Size Option and Related Topics", RFC-879, USC/Information Sciences Institute, November 1983.

- [5] Plummer, D., "An Ethernet Address Resolution Protocol", RFC-826, Symbolics Cambridge Research Center, November 1982.

- [6] Leffler, S., and M. Karels, "Trailer Encapsulations", RFC-893, University of California at Berkeley, April 1984.

Full Copyright Statement

Copyright (C) The Internet Society (1984). All Rights Reserved.

This document and translations of it may be copied and furnished to others, and derivative works that comment on or otherwise explain it or assist in its implementation may be prepared, copied, published and distributed, in whole or in part, without restriction of any kind, provided that the above copyright notice and this paragraph are included on all such copies and derivative works. However, this document itself may not be modified in any way, such as by removing the copyright notice or references to the Internet Society or other Internet organizations, except as needed for the purpose of developing Internet standards in which case the procedures for copyrights defined in the Internet Standards process must be followed, or as required to translate it into languages other than English.

The limited permissions granted above are perpetual and will not be revoked by the Internet Society or its successors or assigns.

This document and the information contained herein is provided on an "AS IS" basis and THE INTERNET SOCIETY AND THE INTERNET ENGINEERING TASK FORCE DISCLAIMS ALL WARRANTIES, EXPRESS OR IMPLIED, INCLUDING BUT NOT LIMITED TO ANY WARRANTY THAT THE USE OF THE INFORMATION HEREIN WILL NOT INFRINGE ANY RIGHTS OR ANY IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY OR FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE.