

(19) 日本国特許庁(JP)

再公表特許(A1)

(11) 国際公開番号

W02007/135858

発行日 平成21年10月1日(2009.10.1)

(43) 国際公開日 平成19年11月29日(2007.11.29)

(51) Int.Cl. F I テーマコード(参考)
H04L 12/44 (2006.01) H04L 12/44 200 5K033

審査請求 有 予備審査請求 未請求 (全 45 頁)

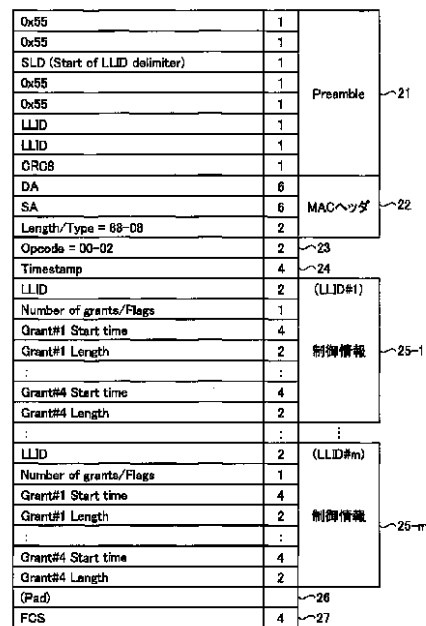
出願番号	特願2008-516594 (P2008-516594)	(71) 出願人	000006013 三菱電機株式会社 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号
(21) 国際出願番号	PCT/JP2007/059517	(74) 代理人	100089118 弁理士 酒井 宏明
(22) 国際出願日	平成19年5月8日(2007.5.8)	(72) 発明者	村上 謙 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内
(31) 優先権主張番号	特願2006-144605 (P2006-144605)	(72) 発明者	横谷 哲也 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内
(32) 優先日	平成18年5月24日(2006.5.24)	Fターム(参考)	5K033 AA01 DA01 DA15 DA20 DB16
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光通信システム、局側装置および加入者側装置

(57) 【要約】

加入者端末を収容する1~複数のONUと、これらONUを収容するOLTとを光伝送媒体によって接続し、OLTと各ONUとは1~複数の論理リンクを設定し、設定した論理リンクを用いてMACフレームによってデータ転送を行う光通信システムにおいて、OLTのGATE生成部(133)が、同一ONUに設定された論理リンク毎、または同一PONインタフェースに設定された論理リンク毎に、論理リンクを識別するための論理リンク識別子と、当該論理リンクが示す論理リンクを用いてONUがMACフレームを送信するタイミングを制御するグラント情報とを組として複数の論理リンクの制御情報を1つのMACフレームに格納したGATEメッセージを生成して送信する。



22 MAC HEADER
 25-1 CONTROL INFORMATION
 25-m CONTROL INFORMATION

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

1～複数の加入者端末を収容する1～複数の加入者側装置と、これら加入者側装置を収容する局側装置とを光伝送媒体によって接続し、前記局側装置と前記各加入者側装置とは1～複数の論理リンクを設定し、設定した論理リンクを用いてM A Cフレームによってデータ転送を行う光通信システムにおいて、

前記局側装置および前記加入者側装置は、

前記設定された複数の論理リンクの制御情報を1つのM A Cフレームに格納して相手装置に送信すること、

を特徴とする光通信システム。

10

【請求項 2】

前記局側装置は、

論理リンクを識別するための論理リンク識別子と、当該論理リンク識別子が示す論理リンクを用いて前記加入者側装置がM A Cフレームを送信するタイミングを制御するグラント情報を組とした複数の論理リンクの制御情報を1つのM A Cフレームに格納するG A T E生成部、

を備え、

前記加入者側装置は、

前記1つのM A Cフレームに格納された複数の論理リンクの制御情報の論理リンク識別子が示す論理リンクが自装置に設定されている論理リンクを示す場合、当該制御情報のグラント情報に基づいてM A Cフレームの送信タイミングを制御するG A T E処理部、

を備えることを特徴とする請求項1に記載の光通信システム。

20

【請求項 3】

前記G A T E生成部は、

同一加入者側装置に設定された論理リンク毎の制御情報を1つのM A Cフレームに格納すること、

を特徴とする請求項2に記載の光通信システム。

【請求項 4】

前記G A T E生成部は、

自装置が収容する同一P O Nインタフェースに設定された論理リンク毎の制御情報を1つのM A Cフレームに格納すること、

を特徴とする請求項2に記載の光通信システム。

30

【請求項 5】

前記局側装置は、

前記論理リンク毎の制御情報の何れか1つの論理リンク識別子をM A Cフレームのプリアンブルに格納するM A C部、

をさらに備えること、

を特徴とする請求項3に記載の光通信システム。

【請求項 6】

前記局側装置のM A C部は、

ブロードキャストを示す論理リンク識別子をM A Cフレームのプリアンブルに格納すること、

を特徴とする請求項5に記載の光通信システム。

40

【請求項 7】

前記局側装置は、

前記制御情報毎に当該制御情報の論理リンク識別子に対応付けられた暗号鍵を用いて当該制御情報のグラント情報を暗号化する暗号部、

をさらに備え、

前記加入者側装置は、

前記制御情報毎に当該制御情報の論理リンク識別子に対応付けられた復号鍵を用いて当

50

該制御情報のグラント情報を復号する復号部、
をさらに備えること、
を特徴とする請求項 3 に記載の光通信システム。

【請求項 8】

前記局側装置の暗号部は、
前記プリアンブルに格納された論理リンク識別子に対応付けられた暗号鍵を用いて M A C フレームを暗号化し、
前記加入者側装置の復号部は、
前記プリアンブルに格納された論理リンク識別子に対応付けられた復号鍵を用いて M A C フレームを復号すること、
を特徴とする請求項 7 に記載の光通信システム。

10

【請求項 9】

前記加入者側装置は、
論理リンクを識別するための論理リンク識別子と、当該論理リンク識別子が示す論理リンクに対応するキューセット毎のキュー蓄積量を示すキュー長情報とを組とした制御情報を 1 つの M A C フレームに格納する R E P O R T 生成部、
を備えること、
を特徴とする請求項 2 に記載の光通信システム。

【請求項 10】

前記 R E P O R T 生成部は、
自装置に設定されているすべての論理リンクについての制御情報を 1 つの M A C フレームに格納すること、
を特徴とする請求項 9 に記載の光通信システム。

20

【請求項 11】

前記論理リンク毎の制御情報の何れか 1 つの論理リンク識別子を M A C フレームのプリアンブルに格納する M A C 部、
をさらに備えることを特徴とする請求項 10 に記載の光通信システム。

【請求項 12】

1 ~ 複数の加入者端末を収容する 1 ~ 複数の加入者側装置と、これら加入者側装置を収容する局側装置とを光伝送媒体によって接続し、前記局側装置と前記各加入者側装置とは 1 ~ 複数の論理リンクを設定し、設定した論理リンクを用いて M A C フレームによってデータ転送を行う光通信システムにおいて、
前記局側装置および前記加入者側装置は、
プロトコルスタックにおいて、M A C 層と M P C P 層とを同等とし、物理レイヤのデリミタの後に前記設定された複数の論理リンクの制御情報を付加して相手装置に送信すること、
を特徴とする光通信システム。

30

【請求項 13】

1 ~ 複数の加入者端末を収容する 1 ~ 複数の加入者側装置と光伝送媒体によって接続し、前記加入者側装置と 1 ~ 複数の論理リンクを設定し、設定した論理リンクを用いて M A C フレームによって前記加入者側装置とデータ転送を行う光通信システムに用いられる局側装置であって、
前記設定された複数の論理リンクの制御情報を 1 つの M A C フレームに格納して前記加入者側装置に送信する G A T E 生成部、
を備えることを特徴とする局側装置。

40

【請求項 14】

前記 G A T E 生成部は、
論理リンクを識別するための論理リンク識別子と、当該論理リンク識別子が示す論理リンクを用いて前記加入者側装置が M A C フレームを送信するタイミングを制御するグラント情報を組とした複数の論理リンクの制御情報を 1 つの M A C フレームに格納すること、

50

を特徴とする請求項 13 に記載の局側装置。

【請求項 15】

前記 G A T E 生成部は、

同一加入者側装置に設定された論理リンク毎の制御情報を 1 つの M A C フレームに格納すること、

を特徴とする請求項 14 に記載の局側装置。

【請求項 16】

前記 G A T E 生成部は、

自装置が収容する同一 P O N インタフェースに設定された論理リンク毎の制御情報を 1 つの M A C フレームに格納すること、

を特徴とする請求項 14 に記載の局側装置。

【請求項 17】

前記論理リンク毎の制御情報の何れか 1 つの論理リンク識別子を M A C フレームのプリアンブルに格納する M A C 部、

をさらに備えること、

を特徴とする請求項 15 に記載の局側装置。

【請求項 18】

前記 M A C 部は、

ブロードキャストを示す論理リンク識別子を M A C フレームのプリアンブルに格納すること、

を特徴とする請求項 17 に記載の局側装置。

【請求項 19】

前記制御情報毎に当該制御情報の論理リンク識別子に対応付けられた暗号鍵を用いて当該制御情報のgrant情報を暗号化する暗号部、

をさらに備えることを特徴とする請求項 15 に記載の局側装置。

【請求項 20】

前記暗号部は、

前記プリアンブルに格納された論理リンク識別子に対応付けられた暗号鍵を用いて M A C フレームを暗号化すること、

を特徴とする請求項 19 に記載の局側装置。

【請求項 21】

1 ~ 複数の加入者端末を収容するとともに、光伝送媒体によって局側装置と接続し、前記局側装置と 1 ~ 複数の論理リンクを設定し、設定した論理リンクを用いて M A C フレームによって前記局側装置とデータ転送を行う光通信システムに用いられる加入者側装置であって、

前記設定された複数の論理リンクの制御情報を 1 つの M A C フレームに格納して前記局側装置に送信する R E P O R T 生成部、

を備えることを特徴とする加入者側装置。

【請求項 22】

前記 R E P O R T 生成部は、

論理リンクを識別するための論理リンク識別子と、当該論理リンク識別子が示す論理リンクに対応するキューセット毎のキュー蓄積量を示すキュー長情報とを組とした制御情報を 1 つの M A C フレームに格納すること、

を特徴とする請求項 21 に記載の加入者側装置。

【請求項 23】

前記 R E P O R T 生成部は、

自装置に設定されているすべての論理リンクについての制御情報を 1 つの M A C フレームに格納すること、

を特徴とする請求項 22 に記載の加入者側装置。

【請求項 24】

10

20

30

40

50

前記論理リンク毎の制御情報の何れか1つの論理リンク識別子をMACフレームのプリアンブルに格納するMAC部、

をさらに備えることを特徴とする請求項23に記載の加入者側装置。

【請求項25】

1～複数の加入者端末を収容する1～複数の加入者側装置と、これら加入者側装置を収容する局側装置とを光伝送媒体によって接続し、前記局側装置と前記各加入者側装置とは1～複数の論理リンクを設定し、設定した論理リンクを用いてMACフレームによってデータ転送を行う光通信システムにおいて、

前記局側装置および前記加入者側装置は、

プロトコルスタックにおいて、MAC層とMPCP層とを同等とし、MACレイヤのプリアンブルの後に前記設定された複数の論理リンクの制御情報を付加して相手装置に送信すること、

を特徴とする光通信システム。

【請求項26】

前記MACレイヤのプリアンブルの未使用領域をフレーム種別を格納するフレームタイプとして用い、

前記局側装置および前記加入者装置は、

フレーム送信時には、当該フレームがMPCPフレームであるか否かを示す情報を前記フレームタイプに格納し、フレーム受信時には、受信フレームのフレームタイプに格納された情報に基づいて当該フレームがMPCPフレームであるか否かを識別すること、

を特徴とする請求項25に記載の光通信システム。

【請求項27】

1～複数の加入者端末を収容する1～複数の加入者側装置と、これら加入者側装置を収容する局側装置とを光伝送媒体によって接続し、前記局側装置と前記各加入者側装置とは1～複数の論理リンクを設定し、設定した論理リンクを用いてMACフレームによってデータ転送を行う光通信システムにおいて、

前記局側装置および前記加入者側装置は、

プロトコルスタックにおいて、MAC層とMPCP層とOAM層を同等とし、MACレイヤのプリアンブルの後に前記設定された複数の論理リンクの制御情報を付加して相手装置に送信すること、

を特徴とする光通信システム。

【請求項28】

前記MACレイヤのプリアンブルの未使用領域をフレーム種別を格納するフレームタイプとして用い、

前記局側装置および前記加入者装置は、

フレーム送信時には、当該フレームがOAMフレームであるのか、MPCPフレームであるのか、前記OAMフレームおよびMPCPフレームとは異なるフレームであるのかを示す情報を前記フレームタイプに格納し、フレーム受信時には、受信フレームのフレームタイプに格納された情報に基づいて当該フレームがOAMフレーム、MPCPフレーム、または、OAMフレームおよびMPCPフレームとは異なるフレームであるのかを識別すること、

を特徴とする請求項27に記載の光通信システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、1～複数の加入者端末を収容する1～複数の加入者側装置と、これら加入者側装置を収容する局側装置とを光伝送媒体によって接続し、前記局側装置と前記各加入者側装置とは1～複数の論理リンクを設定し、設定した論理リンクを用いてMACフレームによってデータ転送を行う光通信システムに関するものであり、特に、設定された複数の論理リンクの制御情報を相手装置に通知する際の帯域抑制に関するものである。

10

20

30

40

50

【背景技術】

【0002】

イーサネット（登録商標）PON（Passive Optical Network）システムは、加入者側装置と局側装置との間に論理リンクを確立し、確立した論理リンクを用いてMACフレームによりデータの送受信を行う光通信システムである。イーサネット（登録商標）PONシステムの基本仕様は、非特許文献1であるIEEE 802.3ahにて標準化されている。

【0003】

非特許文献1に記載の従来のイーサネット（登録商標）PONシステム（以下、EPONシステムという）は、局側装置（OLT：Optical Line Terminal）、複数の加入者側装置（ONU：Optional Network Unit）、光スプリッタ、およびこれらを接続する光伝送媒体から構成される。EPONシステムにおける通信の単位となる論理リンクは、Discoveryとよばれる手順によりONU接続時に設定され、ユーザデータや制御情報を格納したMACフレームは、この論理リンクを用いてOLTとONUとの間でやり取りされる。

10

【0004】

ONUとOLTとの間で論理リンクが確立すると、ONUからOLTへの上り方向通信において、ONUでのデータ蓄積量をREPORTメッセージにより通知し、OLTからONUへの下り方向通信において、各ONUに対する送信許可時間をGATEメッセージにより通知する。GATE/REPORTメッセージのやり取りが論理リンクごとに行われることにより、PONインタフェース上で異なる論理リンクからの上り方向通信のMACフレームが衝突しないようなアクセス制御が行われる。

20

【0005】

GATE/REPORTメッセージを含むMACフレームは64バイトの固定長フレームであり、送信元および宛先MACアドレスなどのMACフレームの情報が格納されるMACヘッダと、データおよびMACフレームの誤り検出に用いられるフレームチェックシーケンス（FCS）が格納されるペイロードとで構成される。

【0006】

REPORTメッセージを送信する場合、ONUは、バーストオーバーヘッド、12バイトのIPG（Inter Packet Gap）、8バイトのプリアンブル、64バイトのREPORTメッセージ、バーストオーバーヘッドの順に送信する。また、REPORTメッセージに続いてデータフレームを送信する場合、ONUは、バーストオーバーヘッド、12バイトのIPG、8バイトのプリアンブル、64バイトのREPORTメッセージ、12バイトのIPG、8バイトのプリアンブル、MACフレーム、バーストオーバーヘッドの順に送信する。

30

【0007】

一方、GATEメッセージを送信する場合、OLTは、12バイトのIPG、8バイトのプリアンブル、64バイトのGATEメッセージの順に送信する。また、GATEメッセージに続いてデータフレームを送信する場合、OLTは、12バイトのIPG、8バイトのプリアンブル、64バイトのGATEメッセージ、12バイトのIPG、8バイトのプリアンブル、MACフレームの順に送信する。すなわち、下り方向通信にはバーストオーバーヘッドは存在しない。

40

【0008】

GATE/REPORTメッセージのやり取りは論理リンクごとに行われるため、各ONUとOLT間のPONインタフェースにおける論理リンクが膨大となると、これらのメッセージをやり取りするための必要帯域も膨大となり、PONインタフェースの帯域を圧迫してしまう問題があった。

【0009】

また、ONUとOLTとの間で論理リンクが確立すると、OAM Discoveryと呼ばれる手順によりOAMリンクを設定し、ONUに対する設定情報通知やONUから

50

の警報通知などをOAMフレームによりやり取りする。また、OAMリンクが設定されている間は、Keep Aliveのため定期的にOAMフレームをやり取りする。OAMフレームはMACフレームに格納され、OAMリンクを用いてOLTとONUとの間でやり取りされる。OAMフレームのやり取りも同様に論理リンクごとに行われるため、各ONUとOLT間のPONインタフェースにおける論理リンクが膨大となると、これらのメッセージをやり取りするための必要帯域も膨大となり、PONインタフェースの帯域を圧迫してしまう問題があった。

【0010】

このような問題を改善する従来技術として特許文献1がある。特許文献1には、64バイトのMACフレームにより転送していた制御情報を、MACフレームのプリアンブルに制御情報を格納することにより、制御メッセージによる帯域消費を抑制する技術が開示されている。

10

【0011】

【特許文献1】特開2003-224572号公報

【非特許文献1】IEEE Std 802.3ah-2004

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0012】

しかしながら、上記特許文献1に記載の従来技術では、MACフレームの8バイトのプリアンブルに制御情報を格納するため、格納できる情報のサイズが制限される。上記非特許文献1に記載のGATEメッセージでは、少なくとも4バイトのタイムスタンプ情報、1バイトのフラグ、および6バイトのgrant情報が必要であり、8バイトのプリアンブルには格納できない。また、上記非特許文献1に記載のREPORTメッセージでは、少なくとも4バイトのタイムスタンプ情報、1バイトのキューセット数、1バイトのレポートビットマップ、および2バイトのレポート情報が必要であり、こちらも8バイトのプリアンブルには格納できない。すなわち、PONインタフェースにおける論理リンクが膨大となった場合、上記特許文献1に記載の従来技術では、上記非特許文献1に記載の制御メッセージ(GATE/REPORTメッセージ)によって通知すべき情報を1つのプリアンブルに格納することはできない。そのため、上記特許文献1に記載の従来技術では、上記非特許文献1に記載の制御メッセージによって通知すべき情報をすべて通知する際に必要な帯域を十分に抑制することはできないという問題があった。

20

30

【0013】

また、上記非特許文献1に記載の従来技術では、GATE/REPORTメッセージを処理するプロトコルがMACレイヤの上位に位置しているため、これらのメッセージには必ず12バイトのIPG、8バイトのプリアンブル、16バイトのMACヘッダおよび4バイトのFCSが付加されており、この点も必要帯域が膨大となる要因であった。

【0014】

本発明は、上記に鑑みてなされたものであって、PONインタフェースにおける論理リンクが膨大となった場合でも、複数の論理リンクについての制御情報を1つのMACフレームに格納して送信することにより、制御情報として最低限必要となる情報を少ない帯域で転送できる光通信システムを得ることを目的とする。

40

【課題を解決するための手段】

【0015】

上述した課題を解決し、目的を達成するために、本発明は、1~複数の加入者端末を収容する1~複数の加入者側装置と、これら加入者側装置を収容する局側装置とを光伝送媒体によって接続し、前記局側装置と前記各加入者側装置とは1~複数の論理リンク設定し、設定した論理リンクを用いてMACフレームによってデータ転送を行う光通信システムにおいて、前記局側装置および前記加入者側装置は、前記設定された複数の論理リンクの制御情報を1つのMACフレームに格納して相手装置に送信すること、を特徴とする。

【発明の効果】

50

【 0 0 1 6 】

この発明によれば、複数の論理リンクの制御情報を、論理リンク毎に個別の M A C フレームを用いて通信するのではなく、複数の論理リンクの制御情報を 1 つの M A C フレームに格納して送信するようにしているので、制御情報として最低限必要となる情報を少ない帯域で転送できる光通信システムを得ることができるという効果を奏する。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 7 】

【 図 1 】 図 1 は、この発明における光通信システムの構成を示す図である。

【 図 2 】 図 2 は、この実施の形態 1 の G A T E メッセージのフォーマットを示す図である。

10

【 図 3 】 図 3 は、従来の G A T E メッセージのフォーマットを示す図である。

【 図 4 】 図 4 は、G A T E メッセージに必要な帯域を示す図である。

【 図 5 】 図 5 は、G A T E メッセージに必要な帯域を示す図である。

【 図 6 】 図 6 は、暗号化に関する情報の格納方法を説明するための図である。

【 図 7 】 図 7 は、グラント設定情報格納方法およびプリアンブルに含める L L I D 値と暗号化 / 復号化方法の関係を示す図である。

【 図 8 】 図 8 は、この実施の形態 1 の O L T の構成を示すブロック図である。

【 図 9 】 図 9 は、この実施の形態 1 の O N U の構成を示すブロック図である。

【 図 1 0 】 図 1 0 は、この実施の形態 1 の O L T の動作を説明するためのフローチャートである。

20

【 図 1 1 】 図 1 1 は、この実施の形態 1 の O N U の動作を説明するためのフローチャートである。

【 図 1 2 】 図 1 2 は、この実施の形態 2 の R E P O R T メッセージのフォーマットを示す図である。

【 図 1 3 】 図 1 3 は、バーストオーバヘッドを説明するための図である。

【 図 1 4 】 図 1 4 は、バーストオーバヘッドの最大値を示す図である。

【 図 1 5 】 図 1 5 は、従来の R E P O R T メッセージのフォーマットを示す図である。

【 図 1 6 】 図 1 6 は、R E P O R T メッセージに必要な帯域を示す図である。

【 図 1 7 】 図 1 7 は、バーストオーバヘッドの値を示す図である。

【 図 1 8 】 図 1 8 は、R E P O R T メッセージに必要な帯域を示す図である。

30

【 図 1 9 】 図 1 9 は、この実施の形態 2 の O N U の動作を説明するためのフローチャートである。

【 図 2 0 】 図 2 0 は、この実施の形態 3 のプロトコルスタックを説明するための図である。

【 図 2 1 】 図 2 1 は、従来のプロトコルスタックを説明するための図である。

【 図 2 2 】 図 2 2 は、この実施の形態 3 の O L T の構成を示すブロック図である。

【 図 2 3 】 図 2 3 は、この実施の形態 3 の O N U の構成を示すブロック図である。

【 図 2 4 】 図 2 4 は、この実施の形態 3 の G A T E メッセージのフォーマットを示す図である。

【 図 2 5 】 図 2 5 は、G A T E メッセージに必要な帯域を示す図である。

40

【 図 2 6 】 図 2 6 は、G A T E メッセージに必要な帯域を示す図である。

【 図 2 7 】 図 2 7 は、この実施の形態 3 の R E P O R T メッセージのフォーマットを示す図である。

【 図 2 8 】 図 2 8 は、この実施の形態 4 の G A T E メッセージのフォーマットを示す図である。

【 図 2 9 】 図 2 9 は、この実施の形態 4 の R E P O R T メッセージのフォーマットを示す図である。

【 図 3 0 】 図 3 0 は、G A T E メッセージに必要な帯域を示す図である。

【 図 3 1 】 図 3 1 は、G A T E メッセージに必要な帯域を示す図である。

【 図 3 2 】 図 3 2 は、この実施の形態 5 のプロトコルスタックを説明するための図である

50

。

【図 3 3】図 3 3 は、この実施の形態 5 の O L T の構成を示すブロック図である。

【図 3 4】図 3 4 は、この実施の形態 5 の O N U の構成を示すブロック図である。

【図 3 5】図 3 5 は、この実施の形態 5 の O A M フレームのフォーマットを示す図である

。

【符号の説明】

【 0 0 1 8 】

1 , 1 a , 1 b O L T
 3 , 3 a , 3 b O N U
 5 光スプリッタ
 7 光伝送媒体
 1 1 N N I 部
 1 2 , 1 4 , 3 2 , 3 4 M A C 部
 1 3 , 3 3 P O N 制御部
 1 5 暗号部
 1 6 , 3 7 光送受信部
 3 1 U N I 部
 3 5 復号部
 3 6 フレームバッファ部
 1 3 1 R E P O R T 処理部
 1 4 1 , 3 4 1 O A M 送信部
 1 4 2 , 3 4 2 O A M 受信部
 1 3 2 D B A 部
 1 3 3 G A T E 生成部
 3 3 1 G A T E 処理部
 3 3 2 R E P O R T 生成部

10

20

【発明を実施するための最良の形態】

【 0 0 1 9 】

以下に、本発明にかかる光通信システムおよび局内装置の実施の形態を図面に基づいて詳細に説明する。なお、この実施の形態によりこの発明が限定されるものではない。

30

【 0 0 2 0 】

実施の形態 1 .

図 1 ~ 図 1 1 を参照してこの発明の実施の形態 1 を説明する。図 1 は、この発明における光通信システムであるイーサネット（登録商標）P O N（Passive Optical Network）システム（以下、E P O N システムという）の構成を示す図である。図 1 において、E P O N システムは、局側装置（O L T : Optical Line Terminal）1、複数の加入者側装置（O N U : Optional Network Unit）3、光スプリッタ 5、およびこれらを接続する光伝送媒体 7 を備えている。

【 0 0 2 1 】

E P O N システムにおける通信の単位となる論理リンクは、非特許文献 1 に規定されている D i s c o v e r y とよばれる手順により O N U 3 接続時に設定され、ユーザデータや制御情報を格納した M A C フレームは、この論理リンクを用いて O L T 1 と O N U 3 との間でやり取りされる。

40

【 0 0 2 2 】

O N U 3 と O L T 1 との間で論理リンクが確立すると、O N U 3 から O L T 1 への上り方向通信において、O N U 3 でのデータ蓄積量を R E P O R T メッセージにより通知し、O L T 1 から O N U 3 への下り方向通信において、各 O N U 3 に対する送信許可時間を G A T E メッセージにより通知する。G A T E / R E P O R T メッセージのやり取りによって、P O N インタフェース上で異なる論理リンクからの上り方向通信の M A C フレームが衝突しないようなアクセス制御が行われる。

50

【 0 0 2 3 】

まず、この発明における G A T E メッセージへの Grant 設定情報格納方法について説明する。図 2 は、この発明の E P O N システムで用いる G A T E メッセージのフォーマットを示す図である。図 2 に示したこの発明の E P O N システムで用いる G A T E メッセージは、O L T 1 に m (m は自然数) 本の論理リンクが設定され、各論理リンクに対する Grant 設定情報が 4 つの場合を示している。この発明の E P O N システムで用いる G A T E メッセージは、8 バイトのプリアンブル 2 1、14 バイトの M A C ヘッダ 2 2、2 バイトのオペコード 2 3、4 バイトのタイムスタンプ 2 4、27 バイトの制御情報 2 5 - 1 ~ 2 5 - m 、パディング (P a d) 2 6、および 4 バイトのフレームシーケンスチェック (F C S) 2 7 で構成される。

10

【 0 0 2 4 】

プリアンブル 2 1 は、1, 2, 4, 5 バイト目に位置し予約値「0 x 5 5」を格納する未使用領域、3 バイト目に位置しプリアンブル 2 1 に L L I D が格納されていることを示す情報を格納する S L D (Start of LLID Delimiter)、6, 7 バイト目に位置し論理リンクを識別するための論理リンク識別子 (L L I D : Logical Link Identifier) 値を格納する L L I D、8 バイト目に位置し S L D から L L I D までの領域の符号誤りチェックのためのコードを格納する C R C 8 で構成される。

【 0 0 2 5 】

M A C ヘッダ 2 2 は、G A T E メッセージの宛先 M A C アドレスを格納する 6 バイトの D A、G A T E メッセージの送信元 M A C アドレスを格納する 6 バイトの S A、および M A C 制御メッセージを意味するタイプ情報 (8 8 - 0 8) を格納する 2 バイトの L e n g t h / T y p e で構成される。

20

【 0 0 2 6 】

オペコード 2 3 は、G A T E メッセージであることを示すコード (0 0 - 0 2) を格納する。タイムスタンプ 2 4 は、時刻情報を格納する。

【 0 0 2 7 】

制御情報 2 5 - 1 ~ 2 5 - m は、制御情報 2 5 - 1 ~ 2 5 - m がどの論理リンクの制御情報を格納するフィールドであるかを識別するための L L I D 値を格納する 2 バイトの L L I D と、Grant に対応する開始時間および長さの情報である Grant 設定情報を格納する 25 バイトの Grant 情報 (Number of grants/Flags, Grant#1 Start Time, Grant#1 Length, Grant#2 Start Time, Grant#2 Length, Grant#3 Start Time, Grant#3 Length, Grant#4 Start Time, Grant#4 Length) とで構成される。

30

【 0 0 2 8 】

P a d 2 6 は、G A T E メッセージのフレーム長 (M A C ヘッダ 2 2 から F C S 2 7 ままで) が最低でも 64 バイトになるようにフレーム長を調整するための領域で、値 0 を格納する。F C S 2 7 は、G A T E メッセージの誤りを検出するためのコードを格納する。

【 0 0 2 9 】

このように、この発明の E P O N システムの G A T E メッセージは、 m 本の論理リンクについての Grant 設定情報を 1 つの G A T E メッセージに格納するため、論理リンク毎の制御情報 2 5 - 1 ~ 2 5 - m には、Grant 情報に格納されている Grant 設定情報がどの論理リンクに対するものであるかを識別するための L L I D 値を格納する L L I D が設けられている。これにより、この発明の E P O N システムが用いる G A T E メッセージのフレーム長をバイト数で表すと、12 バイトの I P G (Inter Packet Gap) と 8 バイトのプリアンブルを含めて、

40

G A T E メッセージのフレーム長 = $44 + m(3 + 6n)$

で表すことができる。なお、 m は論理リンク数であり、 n は 1 論理リンクあたりの Grant 数を示す。

【 0 0 3 0 】

また、この発明の E P O N システムが用いる G A T E メッセージは、 m 本の論理リンクについての Grant 設定情報を 1 つの G A T E メッセージに格納するため、論理リンク数

50

mおよび1論理リンクあたりのグラント数nによって、GATEメッセージのペイロードのバイト数は可変となる。よって、GATEメッセージのフレーム長が予め定められたMACフレームの最大フレーム長を越える場合、GATEメッセージのフレームを複数のMACフレームに分割する。

【0031】

制御情報25-1~25-mのグラント情報へのグラント設定情報格納方法は、下記の(方法1)および(方法2)の2つの方法がある。

(方法1)同一ONU3に設定されたすべての論理リンクについてのグラント設定情報を格納する。

(方法2)同一PONインタフェースに設定されたすべての論理リンクについてのグラント設定情報を格納する。

OLT1は、論理リンクを確立する際に、どの論理リンクがどのONU3に設定されているかを管理しており、上記(方法1)の場合において1つのGATEメッセージに格納すべきグラント設定情報を決定することができる。

【0032】

一方、ONU3は、論理リンクを確立する際にOLT1から確立した論理リンクを示すLLID値が通知されている。ONU3は、受信したGATEメッセージの制御情報25-1~25-mのLLIDに格納されるLLID値が自身に通知されたLLID値と一致した場合、当該制御情報25-1~25-mは自身の論理リンクに対するものであると認識してグラント情報に格納されているグラント設定情報に基づいた処理を行ない、受信したGATEメッセージの制御情報25-1~25-mのLLIDに格納されるLLID値が自身に通知されたLLID値と不一致の場合、当該制御情報25-1~25-mは自身の論理リンクに対するものではないと認識してのグラント情報に格納されているグラント設定情報を廃棄する。

【0033】

図3は、非特許文献1に記載の従来のEPONシステムのGATEメッセージのフォーマットを示す図である。図3において、従来のGATEメッセージは、プリアンブル210、MACヘッダ220、オペコード230、タイムスタンプ240、制御情報250、Pad260、およびFCS270で構成される。プリアンブル210、MACヘッダ220、オペコード230、タイムスタンプ240、Pad260、およびFCS270は、先の図2に示したプリアンブル21、MACヘッダ22、オペコード23、タイムスタンプ24、Pad26、およびFCS27と同様であり、相違点は、GATEフレーム内に1つの論理リンク(図3の場合はLLID#1)の制御情報250のみが設定され、制御情報250には、先の図4に示したこの発明におけるGATEフレームの制御情報25のLLIDが削除されている点である。すなわち、図2に示したこの発明におけるEPONシステムが用いるGATEメッセージは、m本の論理リンクに対するグラント情報を1個のMACフレームで通知するのに対し、図3に示した従来のEPONシステムが用いるGATEメッセージは、m本の論理リンクに対するグラント情報をm個の64バイトのMACフレームで通知する。



【0034】

図4および図5は、PONインタフェースに接続される(OLT1が収容する)ONU3の台数を32とし、1論理リンクあたりのグラント数nを「4」とし、GATEメッセージ生成周期を1msとした場合のGATEメッセージに必要な帯域を示している。

【0035】

図4において、縦軸は帯域を示し、横軸は1台のONU3が有する論理リンクの数を示しており、「」は図3に示した従来のEPONシステムのGATEメッセージを用いた場合に必要な帯域を示し、「」は図2に示したこの発明のEPONシステムのGATEメッセージに上記(方法1)によってONU単位でグラント設定情報を格納した場合に必要な帯域を示している。

【0036】

図5において、縦軸は帯域を示し、横軸は1台のONU3が有する論理リンクの数を示しており、「」は図3に示した従来のEPONシステムのGATEメッセージを用いた場合に必要な帯域を示し、「」は図2に示したこの発明のEPONシステムのGATEメッセージに上記(方法2)によってPON単位でグラント設定情報を格納した場合に必要な帯域を示している。

【0037】

図4および図5に示すように、上記(方法1)または(方法2)によってグラント設定情報を格納したこの発明のEPONシステムのGATEメッセージを用いた場合の方が、従来のEPONシステムのGATEメッセージを用いた場合よりも必要な帯域が少なく、1台のONU3が有する論理リンク数が多くなるほど必要な帯域の差が大きくなっている。すなわち、1台のONU3が有する論理リンク数が多くなるほど、この発明のEPONシステムのグラント設定情報格納方法による帯域抑制の効果が大きくなる。

10

【0038】

つぎに、GATEメッセージのプリアンプル21のLLIDに格納するLLID値について説明する。上記(方法1)によってグラント設定情報を格納した場合、プリアンプル21のLLIDに格納するLLID値として、下記の(設定値1)および(設定値2)の2つがある。

(設定値1) GATEメッセージの制御情報25-1~25-mのグラント情報に格納されたグラント設定情報に対応する論理リンクを示すLLID値の何れか1つのLLID値(ユニキャスト用のLLID値)

20

(設定値2) ブロードキャスト用のLLID値(非特許文献1で規定される「0xFF F F」)

【0039】

ONU3は、OLT1が送信したMACフレームのプリアンプルに含まれるLLID値が自身の論理リンクを示すLLID値、またはブロードキャスト用のLLID値と一致した場合、そのMACフレームは自身に対するMACフレームであると認識し、プリアンプルに含まれるLLID値が自身の論理リンクを示すLLID値と不一致の場合、そのMACフレームは自身に対するMACフレームではないと認識して廃棄する。よって、OLT1が上記(設定値1)をGATEメッセージのプリアンプル21のLLIDに設定した場合には、ONU3は自身へのGATEメッセージであると認識してGATEメッセージを受信し、自身の論理リンクに対するグラント設定情報に基づいた処理を行なう。

30

【0040】

また、OLT1が上記(設定値2)をGATEメッセージのプリアンプル21のLLIDに設定した場合には、すべてのONU3がGATEメッセージを受信し、受信したGATEメッセージの制御情報25-1~25-mのLLIDに格納されるLLID値が自身に通知されたLLID値と一致した場合、当該制御情報25-1~25-mは自身の論理リンクに対するものであると認識してグラント情報に格納されているグラント設定情報に基づいた処理を行ない、受信したGATEメッセージの制御情報25-1~25-mのLLIDに格納されるLLID値が自身に通知されたLLID値と不一致の場合、当該制御情報25-1~25-mは自身の論理リンクに対するものではないと認識してグラント情報に格納されているグラント設定情報を廃棄する。

40

【0041】

一方、上記(方法2)によってグラント設定情報を格納した場合、GATEメッセージの制御情報25-1~25-mには複数のONU3の論理リンクに対するグラント設定情報が含まれているので、プリアンプル21のLLIDに上記(設定値1)を格納すると、当該LLID値が示す論理リンクを有するONU3以外のONU3はGATEメッセージを廃棄してしまう。したがって、上記(方法2)によってグラント設定情報を格納した場合、OLT1はプリアンプル21のLLIDに上記(設定値2)を格納する。

【0042】

つぎに、GATEメッセージに対する暗号化/復号方法について説明する。暗号化/復

50

号方法には、下記の（方法A）～（方法C）の3つがある。

（方法A）OLT1は、GATEメッセージに格納された各論理リンクのグラント設定情報を、論理リンク毎に管理される暗号鍵によって暗号化して送信し、ONU3は、GATEメッセージに格納された論理リンクのグラント設定情報を、論理リンク毎に管理される復号鍵によって復号する。

（方法B）OLT1は、プリアンブル21のLLIDに格納されたLLID値が示す論理リンクにおいて管理される暗号鍵によってGATEメッセージを暗号化し、ONU3は、GATEメッセージのプリアンブル21のLLIDに格納されたLLID値が示す論理リンクにおいて管理される復号鍵によってGATEメッセージを復号する。

（方法C）OLT1は、ブロードキャスト用のLLID値によって管理される暗号鍵によってGATEメッセージを暗号化し、ONU3は、ブロードキャスト用のLLID値によって管理される復号鍵によってGATEメッセージを復号する。

【0043】

OLT1は、LLID値に対応付けて1～複数の暗号鍵を管理する。すなわち、各論理リンク毎に当該論理リンクを示すLLID値に対応付けた1～複数の暗号鍵と、ブロードキャスト用のLLID値に対応付けた1～複数の暗号鍵とを管理する。一方、ONU3は、LLID値に対応付けて1～複数の復号鍵を管理する。すなわち、各論理リンク毎に当該論理リンクを示すLLID値に対応付けた1～複数の復号鍵と、ブロードキャスト用のLLID値に対応付けた1～複数の復号鍵とを管理する。

【0044】

一般的に、MACフレームを送信する際には、当該MACフレームが暗号化されているか否かを示す暗号化情報と、暗号化した際に何番目の暗号鍵を用いて暗号化したかを示す鍵情報を通知する必要がある。たとえば、1つのLLID値に対応付けて2つの鍵を管理している場合、図6に示すように、暗号化情報を格納する暗号化指定ビットと鍵情報を格納する鍵面指定ビットの2ビットの情報が必要となる。OLT1は、暗号化指定ビットに暗号化情報を格納し、鍵面指定ビットに鍵情報を格納し、ONU3は、暗号化指定ビットおよび鍵面指定ビットに格納された暗号化情報および鍵情報に基づいて復号するか否か、および復号に用いる鍵を選択する。

【0045】

上記（方法A）を適用する場合、OLT1は、GATEメッセージの制御情報25-1～25-mのLLIDに格納されたLLID値に対応付けて管理している暗号鍵の1つを用いて、当該制御情報25-1～25-mのグラント番号/フラグから当該制御情報25-1～25-mの最後のGrant#n Length（図2の場合はGrant#4 Length）までを暗号化する。OLT1は、制御情報25-1～25-mのLLIDの上位2ビットを暗号化指定ビットおよび鍵面指定ビットとして使用し、暗号化指定ビットには暗号化されていることを示す暗号化情報を格納し、鍵面指定ビットには暗号化に用いた鍵情報を格納する。ONU3は、暗号化指定ビットおよび鍵面指定ビットによって暗号化されているか否かと、暗号化に用いられた鍵を認識する。ONU3は、GATEメッセージの制御情報25-1～25-mのLLIDに格納されているLLID値が示す論理リンクが自身に設定されていれば、暗号鍵と同じ復号鍵を管理している。よって、ONU3は、GATEメッセージの制御情報25-1～25-mのLLIDに格納されているLLID値が示す論理リンクが自身に設定されている場合、当該制御情報25-1～25-mのグラント番号/フラグから当該制御情報25-1～25-mの最後のGrant#4 Lengthまでを正しく復号することができるが、GATEメッセージの制御情報25-1～25-mのLLIDに格納されているLLID値が示す論理リンクに格納されている論理リンクが自身に設定されていない場合、当該制御情報25-1～25-mのグラント番号/フラグから当該制御情報25-1～25-mの最後のGrant#4 Lengthまでを正しく復号することはできない。すなわち、制御情報25-1～25-mのLLIDに格納されているLLID値が示す論理リンクが設定されているONU3においてのみ、当該論理リンクのグラント設定情報を復号することができる。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 6 】

上記（方法 B）を適用する場合、O L T 1 は、プリアンブル 2 1 の L L I D に格納されている L L I D 値、すなわち制御情報 2 5 - 1 ~ 2 5 - m の L L I D に格納されている L L I D 値の 1 つであるユニキャスト用の L L I D 値に対応付けて管理している暗号鍵の 1 つを用いて、G A T E メッセージの M A C ヘッダ 2 2 の D A から F C S 2 7 までを暗号化する。O L T 1 は、プリアンブル 2 1 の未使用領域を暗号化指定ビットおよび鍵面指定ビットとして使用し、暗号化指定ビットには暗号化されていることを示す暗号化情報を格納し、鍵面指定ビットには暗号化に用いた鍵情報を格納する。O N U 3 は、暗号化指定ビットおよび鍵面指定ビットによって暗号化されているか否かと、暗号化に用いられた鍵を認識する。O N U 3 は、G A T E メッセージのプリアンブル 2 1 の L L I D に格納されている L L I D 値が示す論理リンクが自身に設定されていれば、暗号鍵と同じ復号鍵を管理している。よって、O N U 3 は、G A T E メッセージのプリアンブル 2 1 の L L I D に格納されている L L I D 値が示す論理リンクが自身に設定されている場合、G A T E メッセージの M A C ヘッダ 2 2 の D A から F C S 2 7 までを正しく復号することができるが、G A T E メッセージのプリアンブル 2 1 の L L I D に格納されている L L I D 値が示す論理リンクに格納されている論理リンクが自身に設定されていない場合、G A T E メッセージの M A C ヘッダ 2 2 の D A から F C S 2 7 までを正しく復号することはできない。すなわち、プリアンブル 2 1 の L L I D に格納されている L L I D 値が示す論理リンクが設定されている O N U 3 においてのみ、G A T E メッセージを復号することができる。

10

【 0 0 4 7 】

上記（方法 C）を適用する場合、O L T 1 は、プリアンブル 2 1 の L L I D に格納されている L L I D 値、すなわちブロードキャスト用の L L I D 値に対応付けて管理している暗号鍵の 1 つを用いて、G A T E メッセージの M A C ヘッダ 2 2 の D A から F C S 2 7 までを暗号化する。O L T 1 は、プリアンブル 2 1 の未使用領域を暗号化指定ビットおよび鍵面指定ビットとして使用し、暗号化指定ビットには暗号化されていることを示す暗号化情報を格納し、鍵面指定ビットには暗号化に用いた鍵情報を格納する。O N U 3 は、暗号化指定ビットおよび鍵面指定ビットによって暗号化されているか否かと、暗号化に用いられた鍵を認識する。すべての O N U 3 は、ブロードキャスト用の L L I D 値に対応付けた復号鍵を管理している。そのため、すべての O N U 3 が G A T E メッセージの M A C ヘッダ 2 2 の D A から F C S 2 7 までを正しく復号することができる。すなわち、上記（方法 C）のみを適用した場合、他の O N U 3 の論理リンクのグラント設定情報を参照することができることになり、セキュリティの面で好ましくない。よって、上記（方法 C）は、上記（方法 A）と併用することが望ましい。

20

30

【 0 0 4 8 】

上記（方法 A）～（方法 C）による暗号化／復号方法が適用可能であるか否かは、G A T E メッセージへのグラント設定情報格納方法とプリアンブル 2 1 の L L I D に格納した設定値に依存する。図 7 は、グラント設定情報格納方法およびプリアンブルに含める L L I D 値と暗号化／復号化方法の関係を示す図である。図 7 に示すように、グラント設定情報格納方法として上記（方法 1）によって G A T E メッセージに同一 O N U のグラント設定情報を格納し、プリアンブル 2 1 の L L I D にユニキャスト用の L L I D 値である（設定値 1）を格納した場合、各論理リンクのグラント設定情報を論理リンク毎の暗号鍵／復号鍵によって暗号化／復号する（方法 A）、および G A T E メッセージをプリアンブル 2 1 の L L I D に格納されたユニキャスト用の L L I D 値の暗号鍵／復号鍵によって暗号化／復号する（方法 B）を適用することが可能であり、G A T E メッセージをプリアンブル 2 1 の L L I D に格納されたブロードキャスト用の L L I D 値暗号鍵／復号鍵によって暗号化／復号する（方法 C）を適用することはできない。

40

【 0 0 4 9 】

グラント設定情報格納方法として上記（方法 1）によって G A T E メッセージに同一 O N U のグラント設定情報を格納し、プリアンブル 2 1 の L L I D にブロードキャスト用の L L I D 値である（設定値 2）を格納した場合、各論理リンクのグラント設定情報を論理

50

リンク毎の暗号鍵／復号鍵によって暗号化／復号する（方法 A）、および G A T E メッセージをプリアンブル 2 1 の L L I D に格納されたブロードキャスト用の L L I D 値の暗号鍵／復号鍵によって暗号化／復号する（方法 C）を適用することが可能であり、G A T E メッセージをプリアンブル 2 1 の L L I D に格納されたユニキャスト用の L L I D 値暗号鍵／復号鍵によって暗号化／復号する（方法 B）を適用することはできない。

【 0 0 5 0 】

グラント設定情報格納方法として上記（方法 2）によって G A T E メッセージに同一 P O N のグラント設定情報を格納し、プリアンブル 2 1 の L L I D にブロードキャスト用の L L I D 値である（設定値 2）を格納した場合、各論理リンクのグラント設定情報を論理リンク毎の暗号鍵／復号鍵によって暗号化／復号する（方法 A）、および G A T E メッセージをプリアンブル 2 1 の L L I D に格納されたブロードキャスト用の L L I D 値の暗号鍵／復号鍵によって暗号化／復号する（方法 C）を適用することが可能であり、G A T E メッセージをプリアンブル 2 1 の L L I D に格納されたユニキャスト用の L L I D 値暗号鍵／復号鍵によって暗号化／復号する（方法 B）を適用することはできない。

10

【 0 0 5 1 】

図 8 は、上述したグラント設定情報格納方法および暗号化／復号方法を適用する O L T 1 の構成を示すブロック図である。図 8 において、O L T 1 は、上位ネットワーク側とのインタフェースである N N I (Network Node Interface) 部 1 1、上位ネットワーク側 M A C レイヤ処理を行う M A C 部 1 2、P O N インタフェース側に対するアクセス制御や論理リンク制御を行う P O N 制御部 1 3、P O N インタフェース側 M A C レイヤ処理を行う M A C 部 1 4、下り M A C フレームを暗号化する暗号部 1 5、および光／電気変換を行う光送受信部 1 6 を備えている。

20

【 0 0 5 2 】

P O N 制御部 1 3 は、O N U 3 からの R E P O R T メッセージを処理する R E P O R T 処理部 1 3 1、R E P O R T メッセージ内容から各論理リンクに対するグラント設定情報を決定する D B A (Dynamic Bandwidth Allocation) 部 1 3 2、および D B A 部 1 3 2 にて決定したグラント設定情報に基づいて G A T E メッセージを生成する G A T E 生成部 1 3 3 を備えている。

【 0 0 5 3 】

G A T E 生成部 1 3 3 は、グラント設定情報格納レジスタ（図示せず）の設定値に基づいて上述したグラント設定情報格納方法の（方法 1）または（方法 2）を実現する。具体的には、G A T E 生成部 1 3 3 は、グラント設定情報格納レジスタの設定値が同一 O N U モードを示す場合、上記（方法 1）、すなわち同一 O N U 3 に設定されたすべての論理リンクについてのグラント設定情報を制御情報 2 5 - 1 ~ 2 5 - m のグラント情報に格納する。P O N 制御部 1 3 は、O N U 3 と論理リンクを確立した際にどの論理リンクがどの O N U 3 に設定されているかを管理する論理リンク管理情報を記憶している。G A T E 生成部 1 3 3 は、この論理リンク管理情報に基づいて制御情報 2 5 - 1 ~ 2 5 - m に格納する論理リンク毎のグラント情報を決定する。

30

【 0 0 5 4 】

G A T E 生成部 1 3 3 は、グラント設定情報格納レジスタの設定値が同一 P O N モードを示す場合、上記（方法 2）、すなわち同一 P O N インタフェースに設定されたすべての論理リンクについてのグラント設定情報を G A T E メッセージの制御情報 2 5 - 1 ~ 2 5 - m のグラント情報に格納する。

40

【 0 0 5 5 】

M A C 部 1 4 は、L L I D 設定レジスタ（図示せず）の設定値に基づいて、プリアンブル 2 1 の L L I D に上記（設定値 1）または（設定値 2）を格納する。具体的には、M A C 部 1 4 は、L L I D 設定レジスタの設定値がユニキャストモードを示す場合、上記（設定値 1）、すなわち制御情報 2 5 - 1 ~ 2 5 - m の L L I D に格納されている L L I D 値の 1 つ（ユニキャスト用の L L I D 値）をプリアンブル 2 1 の L L I D に格納する。M A C 部 1 4 は、L L I D 設定レジスタの設定値がブロードキャストモードを示す場合、プリ

50

アンブル 2 1 の L L I D にブロードキャスト用の L L I D 値（非特許文献 1 にて規定される「0 x F F F F」）を格納する。なお、上述したように、O N U 3 は、プリアンブル 2 1 の L L I D に格納されている L L I D 値が自身に設定されている論理リンクの L L I D 値、またはブロードキャスト用の L L I D 値と一致するか否かによって、M A C フレームが自身への M A C フレームであるか否かを認識する。 Grant 情報格納レジスタの値が同一 P O N モードを示す場合、複数の O N U 3 の論理リンクに対する Grant 情報が G A T E メッセージの制御情報 2 5 - 1 ~ 2 5 - m に含まれているので、プリアンブル 2 1 の L L I D にユニキャスト用の L L I D 値を設定すると、当該 L L I D 値が示す論理リンクを有する O N U 3 以外の O N U 3 は G A T E メッセージを自装置当てであると判断することはできなくなる。そのため、Grant 情報格納レジスタに同一 P O N モードを示す値を設定した場合には L L I D 設定レジスタにはブロードキャストモードを示す値を設定するものとし、ユニキャストモードを示す値の設定を禁止する。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 6 】

暗号部 1 5 は、L L I D 値に対応付けて 1 ~ 複数の暗号鍵、すなわち各論理リンク毎に当該論理リンクを示す L L I D 値に対応付けた 1 ~ 複数の暗号鍵と、ブロードキャスト用の L L I D 値に対応付けた 1 ~ 複数の暗号鍵とを管理しており、暗号化レジスタ（図示せず）の設定値に基づいて、上記（方法 A）~（方法 C）による暗号化を行う。具体的には、暗号部 1 5 は、暗号化レジスタの設定値が（方法 A）、すなわち Grant 情報のみを暗号化する個別暗号モードを示す場合、G A T E メッセージの制御情報 2 5 - 1 ~ 2 5 - m の L L I D に格納された L L I D 値に対応付けて管理している暗号鍵の 1 つを用いて、当該制御情報 2 5 - 1 ~ 2 5 - m の Grant # n L e n g t h までを暗号化するとともに、当該制御情報 2 5 - 1 ~ 2 5 - m の L L I D の上位 2 ビットの暗号化指定ビットおよび鍵面指定ビットに、暗号化を行ったことを示す暗号化情報および使用した鍵を識別するための鍵情報を格納する。

【 0 0 5 7 】

暗号部 1 5 は、暗号化レジスタの設定値が上記（方法 B）または（方法 C）、すなわち G A T E メッセージ全体を暗号化する全体暗号モードを示す場合、プリアンブル 2 1 の L L I D に格納されている L L I D 値に対応付けて管理している暗号鍵の 1 つを用いて、G A T E メッセージの M A C ヘッダ 2 2 の D A から F C S 2 7 までを暗号化するとともに、プリアンブル 2 1 の未使用領域の暗号化指定ビットおよび鍵面指定ビットに、暗号化を行ったことを示す暗号化情報および使用した鍵を識別するための鍵情報を格納する。

【 0 0 5 8 】

暗号部 1 5 は、暗号化レジスタの設定値が上記（方法 A）と上記（方法 B）または（方法 C）との併用、すなわち個別暗号モードと全体暗号モードを併用する併用モードを示す場合、G A T E メッセージの制御情報 2 5 - 1 ~ 2 5 - m の L L I D に格納された L L I D 値に対応付けて管理している暗号鍵の 1 つを用いて、当該制御情報 2 5 - 1 ~ 2 5 - m の Grant # n L e n g t h までを暗号化し、当該制御情報 2 5 - 1 ~ 2 5 - m の L L I D の上位 2 ビットの暗号化指定ビットおよび鍵面指定ビットに、暗号化を行ったことを示す暗号化情報および使用した鍵を識別するための鍵情報を格納した後に、プリアンブル 2 1 の L L I D に格納されている L L I D 値に対応付けて管理している暗号鍵の 1 つを用いて、G A T E メッセージの M A C ヘッダ 2 2 の D A から F C S 2 7 までを暗号化し、プリアンブル 2 1 の未使用領域の暗号化指定ビットおよび鍵面指定ビットに、暗号化を行ったことを示す暗号化情報および使用した鍵を識別するための鍵情報を格納する。

【 0 0 5 9 】

暗号部 1 5 は、暗号化レジスタの設定値が暗号化を行わない非暗号モードを示す場合、G A T E メッセージの制御情報 2 5 - 1 ~ 2 5 - m の L L I D の暗号化指定ビットおよびプリアンブル 2 1 の未使用領域の暗号化指定ビットに、暗号化を行っていないことを示す暗号化情報を格納する。

【 0 0 6 0 】

図 9 は、上述したグラント設定情報格納方法および暗号化 / 復号方法を適用する ONU 3 の構成を示すブロック図である。図 9 において、ONU 3 は、ユーザ側インタフェースである UNI (User Network Interface) 部 3 1、ユーザ側 MAC レイヤ処理を行う MAC 部 3 2、PON インタフェース側に対するフレーム送信タイミング制御や論理リンク制御を行う PON 制御部 3 3、PON インタフェース側 MAC レイヤ処理を行う MAC 部 3 4、下り MAC フレームを復号する復号部 3 5、上り / 下り MAC フレームを格納するキューであるフレームバッファ部 3 6、および光 / 電気変換を行う光送受信部 3 7 を備えている。

【 0 0 6 1 】

PON 制御部 3 3 は、OLT 1 からの GATE メッセージを処理し、上りフレーム送信タイミングを決定する GATE 処理部 3 3 1、およびフレームバッファ部の状態を監視し、OLT に対して通知するキュー情報を決定して REPORT メッセージを生成する REPORT 生成部 3 3 2 を備えている。

【 0 0 6 2 】

復号部 3 5 は、LLID 値に対応付けて 1 ~ 複数の復号鍵、すなわち各論理リンク毎に当該論理リンクを示す LLID 値に対応付けた 1 ~ 複数の復号鍵と、ブロードキャスト用の LLID 値に対応付けた 1 ~ 複数の復号鍵とを管理しており、GATE メッセージのプリアンブル 2 1 の未使用領域の暗号化指定ビットおよび鍵面指定ビットに格納されている暗号化情報および鍵情報に基づいて、上記 (方法 A) ~ (方法 C) による復号を行う。

【 0 0 6 3 】

具体的には、復号部 3 5 は、GATE メッセージのプリアンブル 2 1 の未使用領域の暗号化指定ビットに格納されている暗号化情報が暗号化が行われていることを示している場合、プリアンブル 2 1 の LLID に格納されている LLID 値に対応付けられている復号鍵の中からプリアンブル 2 1 の未使用領域の鍵面指定ビットに格納されている鍵情報が示す復号鍵を選択し、選択した復号鍵を用いて GATE メッセージの MAC ヘッダ 2 2 の DA から FCS 2 7 までを復号する。また、GATE メッセージの制御情報 2 5 - 1 ~ 2 5 - m の LLID の暗号化指定ビットに格納されている暗号化情報が暗号化が行われていることを示している場合、当該 LLID に格納されている LLID 値に対応付けられている復号鍵の中から当該 LLID の鍵面指定ビットに格納されている鍵情報が示す復号鍵を選択し、選択した復号鍵を用いて当該制御情報 2 5 - 1 ~ 2 5 - m のグラント番号 / フラグから当該制御情報 2 5 - 1 ~ 2 5 - m の最後の Grant # 4 Length までを復号する。

【 0 0 6 4 】

GATE 処理部 3 3 1 は、GATE メッセージの制御情報 2 5 - 1 ~ 2 5 - m の LLID に格納されている LLID 値に基づいて当該制御情報 2 5 - 1 ~ 2 5 - m のグラント情報に格納されているグラント設定情報が自身に設定されている論理リンクに対するものであるか否かを判定する。GATE 処理部 3 3 1 は、制御情報 2 5 - 1 ~ 2 5 - m のグラント情報に格納されているグラント設定情報が自身に設定されている論理リンクに対するものである場合にはグラント設定情報に基づいて上りフレームの送信タイミングを決定する。

【 0 0 6 5 】

つぎに、図 1 0 のフローチャートを参照して、この実施の形態 1 の OLT 1 の GATE メッセージ送信処理の動作について説明する。GATE メッセージ生成時刻になると、GATE 生成部 1 3 3 は、グラント設定情報格納レジスタの設定値が同一 ONU モードであるか否かを判定する (ステップ S 1 0 0)。グラント設定情報格納レジスタの設定値が同一 ONU モードである場合 (ステップ S 1 0 0, Yes)、GATE 生成部 1 3 3 は、同一の ONU 3 に設定されたすべての論理リンクについてのグラント設定情報を含む GATE メッセージを生成する (ステップ S 1 0 1)。

【 0 0 6 6 】

10

20

30

40

50

具体的には、GATE生成部133は、PON制御部13が記憶している論理リンク管理情報から各ONU3に設定されている論理リンクを認識し、DBA部132が決定した Grant 設定情報の中から認識したすべての論理リンクに対する Grant 設定情報を抽出する。GATE生成部133は、各論理リンクを示すLLID値をGATEメッセージの制御情報25-1~25-mのLLIDに格納し、Grant数分のGrant設定情報を当該制御情報25-1~25-mのGrant情報に格納する。また、GATE生成部133は、GATEメッセージのMACヘッダ22、オペコード23、タイムスタンプ24、パディング(Pad)26、およびフレームシーケンスチェック(FCS)27に各情報を格納して、GATEメッセージを生成する。GATE生成部133は、生成したGATEメッセージをMAC部14に出力する。

10

【0067】

Grant設定情報格納レジスタの設定値が同一ONUモードではない(同一PONモードの場合(ステップS100, No)、GATE生成部133は、同一のPONインタフェースに設定されたすべての論理リンクについてのGrant設定情報を含むGATEメッセージを生成する(ステップS102)。

【0068】

具体的には、GATE生成部133は、DBA部132が決定したGrant設定情報の中から同一PONインタフェースのすべての論理リンクに対するGrant設定情報を抽出する。GATE生成部133は、各論理リンクを示すLLID値をGATEメッセージの制御情報25-1~25-mのLLIDに格納し、Grant数分のGrant設定情報を当該制御情報25-1~25-mのGrant情報に格納する。また、GATE生成部133は、GATEメッセージのMACヘッダ22、オペコード23、タイムスタンプ24、パディング(Pad)26、およびフレームシーケンスチェック(FCS)27に各情報を格納して、GATEメッセージを生成する。GATE生成部133は、生成したGATEメッセージをMAC部14に出力する。

20

【0069】

MAC部14は、LLID設定レジスタの設定値がユニキャストモードであるか否かを判定する(ステップS103)。LLID設定レジスタの設定値がユニキャストモードである場合(ステップS103, Yes)、MAC部14は、GATEメッセージの制御情報25-1~25-mのLLIDに格納されているLLID値の1つをプリアンブル21のLLIDに格納する(ステップS104)。たとえば、MAC部14は、GATEメッセージの制御情報25-1のLLIDに格納されているLLID値をプリアンブル21のLLIDに格納する。また、MAC部14は、GATEメッセージのプリアンブル21に各情報を格納して暗号部15に出力する。

30

【0070】

LLID設定レジスタの設定値がユニキャストモードではない(ブロードキャストモードの場合(ステップS103, No)、MAC部14は、ブロードキャスト用のLLID値をプリアンブル21のLLIDに格納する(ステップS105)。また、MAC部14は、GATEメッセージのプリアンブル21に各情報を格納して暗号部15に出力する。

40

【0071】

暗号部15は、暗号化レジスタの設定値が個別暗号モードであるか否かを判定する(ステップS106)。暗号化レジスタの設定値が個別暗号モードである場合(ステップS105, Yes)、暗号部15は、GATEメッセージのGrant設定情報のみを暗号化する(ステップS107)。具体的には、暗号部15は、GATEメッセージの制御情報25-1~25-mのLLIDに格納されたLLID値に対応付けて管理している暗号鍵の1つを用いて、当該制御情報25-1~25-mのGrant番号/フラグから当該制御情報25-1~25-mの最後のGrant#n Lengthまでを暗号化するとともに、当該制御情報25-1~25-mのLLIDの上位2ビットの暗号化指定ビットおよび鍵面指定ビットに、暗号化を行ったことを示す暗号化情報および使用した鍵を識別するた

50

めの鍵情報を格納する。暗号部 15 は、暗号化した G A T E メッセージを光送受信部 16 に出力する。

【 0 0 7 2 】

暗号化レジスタの設定値が個別暗号モードではない場合（ステップ S 1 0 6 , N o ）、暗号部 15 は、暗号化レジスタの設定値が全体暗号モードであるか否かを判定する（ステップ S 1 0 8 ）。暗号化レジスタの設定値が全体暗号モードである場合（ステップ S 1 0 8 , Y e s ）、暗号部 15 は、G A T E メッセージを暗号化する（ステップ S 1 0 9 ）。具体的には、暗号部 15 は、プリアンブル 2 1 の L L I D に格納されている L L I D 値に対応付けて管理している暗号鍵の 1 つを用いて、G A T E メッセージの M A C ヘッダ 2 2 の D A から F C S 2 7 までを暗号化するとともに、プリアンブル 2 1 の未使用領域の暗号化指定ビットおよび鍵面指定ビットに、暗号化を行ったことを示す暗号化情報および使用した鍵を識別するための鍵情報を格納する。暗号部 15 は、暗号化した G A T E メッセージを光送受信部 16 に出力する。

10

【 0 0 7 3 】

暗号化レジスタの設定値が全体暗号モードではない場合（ステップ S 1 0 8 , N o ）、暗号部 15 は、暗号化レジスタの設定値が併用モードであるか否かを判定する（ステップ S 1 1 0 ）。暗号化レジスタの設定値が併用モードである場合（ステップ S 1 1 0 , Y e s ）、暗号部 15 は、grant 設定情報のみを暗号化し、さらに G A T E メッセージを暗号化する（ステップ S 1 1 1 ）。具体的には、暗号部 15 は、G A T E メッセージの制御情報 2 5 - 1 ~ 2 5 - m の L L I D に格納された L L I D 値に対応付けて管理している暗号鍵の 1 つを用いて、当該制御情報 2 5 - 1 ~ 2 5 - m の grant 番号 / フラグから当該制御情報 2 5 - 1 ~ 2 5 - m の最後の G r a n t # n L e n g t h までを暗号化し、当該制御情報 2 5 - 1 ~ 2 5 - m の L L I D の上位 2 ビットの暗号化指定ビットおよび鍵面指定ビットに、暗号化を行ったことを示す暗号化情報および使用した鍵を識別するための鍵情報を格納した後に、プリアンブル 2 1 の L L I D に格納されている L L I D 値に対応付けて管理している暗号鍵の 1 つを用いて、G A T E メッセージの M A C ヘッダ 2 2 の D A から F C S 2 7 までを暗号化し、プリアンブル 2 1 の未使用領域の暗号化指定ビットおよび鍵面指定ビットに、暗号化を行ったことを示す暗号化情報および使用した鍵を識別するための鍵情報を格納する。暗号部 15 は、暗号化した G A T E メッセージを光送受信部 16 に出力する。

20

30

【 0 0 7 4 】

暗号化レジスタの設定値が併用モードではない（非暗号モードの）場合（ステップ S 1 1 0 , N o ）、暗号部 15 は、暗号化を行うことなく、G A T E メッセージの制御情報 2 5 - 1 ~ 2 5 - m の L L I D の暗号化指定ビットおよびプリアンブル 2 1 の未使用領域の暗号化指定ビットに、暗号化を行っていないことを示す暗号化情報を格納する。暗号部 15 は、暗号化指定ビットに暗号化情報を格納した後、G A T E メッセージを光送受信部 16 に出力する。

【 0 0 7 5 】

光送受信部 16 は、暗号部 15 から入力された電気信号の G A T E メッセージを光信号に変換して光伝送媒体 7 に送信する（ステップ S 1 1 2 ）。

40

【 0 0 7 6 】

つぎに、図 1 1 のフローチャートを参照して、O N U 3 の G A T E メッセージ受信処理の動作を説明する。光送受信部 3 7 は、O L T 1 が送信した光信号の G A T E メッセージを電気信号に変換してフレームバッファ部 3 6 に格納する。

【 0 0 7 7 】

復号部 3 5 は、フレームバッファ部 3 6 に格納されている G A T E メッセージを読み出して、G A T E メッセージの復号が必要であるか否かを判定し（ステップ S 2 0 0 ）、G A T E メッセージの復号の必要がある場合には G A T E メッセージを復号する（ステップ S 2 0 1 ）。具体的には、復号部 3 5 は、G A T E メッセージのプリアンブル 2 1 の未使用領域の暗号化指定ビットに格納されている暗号化情報が暗号化が行われていることを示し

50

ている場合、プリアンブル 2 1 の L L I D に格納されている L L I D 値に対応付けられている復号鍵の中からプリアンブル 2 1 の未使用領域の鍵面指定ビットに格納されている鍵情報が示す復号鍵を選択し、選択した復号鍵を用いて G A T E メッセージの M A C ヘッダ 2 2 の D A から F C S 2 7 までを復号する。

【 0 0 7 8 】

G A T E メッセージの復号の必要がない場合、または G A T E メッセージを復号した後、復号部 3 5 は、 Grant 設定情報の復号が必要であるか否かを判定し (ステップ S 2 0 2)、Grant 設定情報の復号が必要である場合には Grant 設定情報を復号する (ステップ S 2 0 3)。具体的には、復号部 3 5 は、G A T E メッセージの制御情報 2 5 - 1 ~ 2 5 - m の L L I D の暗号化指定ビットに格納されている暗号化情報が暗号化が行われていることを示している場合、当該 L L I D に格納されている L L I D 値に対応付けられている復号鍵の中から当該 L L I D の鍵面指定ビットに格納されている鍵情報が示す復号鍵を選択し、選択した復号鍵を用いて当該制御情報 2 5 - 1 ~ 2 5 - m の Grant 番号 / フラグから当該制御情報 2 5 - 1 ~ 2 5 - m の最後の Grant # 4 L e n g t h までを復号する。

10

【 0 0 7 9 】

Grant 設定情報の復号が必要ではない場合、または Grant 設定情報を復号した後に、復号部 3 5 は、G A T E メッセージを M A C 部 3 4 に出力する。M A C 部 3 4 は、G A T E メッセージが自身への G A T E メッセージであるか否かを判定する (ステップ S 2 0 4)。具体的には、復号部 3 5 は、G A T E メッセージのプリアンブル 2 1 の L L I D に格納されている L L I D 値が、自身に設定されている論理リンクを示す L L I D 値、またはブロードキャスト用の L L I D 値と一致した場合には自身への G A T E メッセージであると判定し、G A T E メッセージのプリアンブル 2 1 の L L I D に格納されている L L I D 値が、自身に設定されている論理リンクを示す L L I D 値と不一致でありかつブロードキャスト用の L L I D 値と不一致の場合には自身への G A T E メッセージではないと判定する。

20

【 0 0 8 0 】

自身への G A T E メッセージであると判定した場合、M A C 部 3 4 は、G A T E メッセージを G A T E 処理部 3 3 1 に出力する。G A T E 処理部 3 3 1 は、G A T E メッセージの制御情報 2 5 - 1 ~ 2 5 - m の L L I D に格納されている L L I D 値に基づいて当該制御情報 2 5 - 1 ~ 2 5 - m の Grant 情報に格納されている Grant 設定情報が自身に設定されている論理リンクに対するものであるか否かを判定する (ステップ S 2 0 5)。G A T E 処理部 3 3 1 は、G A T E メッセージの制御情報 2 5 - 1 ~ 2 5 - m の Grant 情報に格納されている Grant 設定情報が自身に設定されている論理リンクに対するものである場合、当該 Grant 設定情報に基づいて上りフレームの送信タイミングを決定して処理を終了する (ステップ S 2 0 6)。以後、P O N 制御部 3 3 は、G A T E 処理部 3 3 1 が決定した上りフレームの送信タイミングにしたがって O L T 1 への M A C フレームを送信する。G A T E 処理部 3 3 1 は、G A T E メッセージの制御情報 2 5 - 1 ~ 2 5 - m の Grant 情報に格納されている Grant 設定情報が自身に設定されている論理リンクに対するものではない場合、G A T E 処理部 3 3 1 は、当該 Grant 設定情報を廃棄する (ステップ S 2 0 7)。

30

40

【 0 0 8 1 】

一方、自身への G A T E メッセージではないと判定した場合、M A C 部 3 4 は、G A T E メッセージを廃棄して処理を終了する (ステップ S 2 0 8)。

【 0 0 8 2 】

このようにこの実施の形態 1 においては、O L T 1 の G A T E 生成部 1 3 3 が、同一 O N U 3 に設定された論理リンク毎、または同一 P O N インタフェースに設定された論理リンク毎に、論理リンクを識別するための論理リンク識別子と、当該論理リンクが示す論理リンクを用いて O N U 3 が M A C フレームを送信するタイミングを制御する Grant 情報とを組として複数の論理リンクの制御情報を 1 つの M A C フレームに格納した G A T E メ

50

ッセージを生成し、ONU 3のGATE処理部331が、GATEメッセージに格納された複数の論理リンクの制御情報の論理リンク識別子が示す論理リンクが自装置に設定されている論理リンクを示す場合、当該制御情報のgrant情報に基づいてMACフレームの送信タイミングを制御するようにしている。これにより、複数の論理リンクのgrant情報を論理リンク毎に個別のMACフレームとしたGATEメッセージを送信する場合と比較して、制御情報として最低限必要となる情報を少ない帯域で転送することが可能となり、PONインタフェース上の通信帯域を確保することができる。

【0083】

また、この実施の形態1においては、OLT 1の暗号部15が、制御情報の論理リンク識別子に対応付けた暗号鍵を用いて当該制御情報のgrant情報を暗号化し、プリアンプルに格納された論理リンク識別子に対応付けた暗号鍵を用いてGATEメッセージであるMACフレームを暗号化し、ONU 3の復号部35が、プリアンプルに格納された論理リンク識別子に対応付けた復号鍵を用いてMACフレームを復号し、制御情報の論理リンク識別子に対応付けられた暗号鍵を用いて当該制御情報のgrant情報を復号するようにしている。これにより、プリアンプルにブロードキャスト用の論理リンク識別子が格納されている場合でも、自身に設定されている論理リンクのgrant情報のみ複合が可能となり、セキュリティを向上することができる。

【0084】

実施の形態2 .

図12～図19を参照してこの発明の実施の形態2を説明する。この実施の形態2のEPONシステムは、先の図1に示した実施の形態1のEPONシステムと同じであるので、ここではその説明を省略する。

【0085】

まず、この発明におけるREPORTメッセージへのキュー長情報格納方法について説明する。図12は、この発明のEPONシステムで用いるREPORTメッセージのフォーマットを示す図である。図12に示したこの発明のEPONシステムで用いるREPORTメッセージは、ONU 3にh(hは自然数)本の論理リンクについてのキュー長情報を送信する場合を示しており、209バイトのバーストオーバーヘッド(B-OH)41、12バイトのIGP42、8バイトのプリアンプル43、14バイトのMACヘッダ44、2バイトのオペコード45、4バイトのタイムスタンプ46、 $\{s(2q+1)+3\}$ バイトの制御情報47-1～47-h、パディング(Pad)48、4バイトのフレームシーケンスチェック(FCS)49、およびバーストオーバーヘッド(B-OH)50で構成される。なお、sは論理リンクあたりのキューセット数、qはキューセットあたりのキュー数であり、図12においてはs=2である。

【0086】

図13に示すように、非特許文献1においては、ONU 3からOLT 1への上り方向通信に用いるMACフレームを送信する前にはTon、Receiver_settling、Tcdr、およびTcode_group_alignからなるバーストオーバーヘッドを送信し、MACフレームの送信が終了した後にToffからなるバーストオーバーヘッドを送信することが規定されている。また、非特許文献1の60章および65章には、図14に示すようにTon、Receiver_settling、Tcdr、Tcode_group_align、およびToffの最大値が規定されている。

【0087】

図12に示したREPORTメッセージのバーストオーバーヘッド41は、Ton、Receiver_settling、Tcdr、およびTcode_group_alignの最大値をバイト数に換算した領域でありバーストオーバーヘッド50はToffの最大値をバイト数に換算した領域である。

【0088】

MACヘッダ44は、GATEメッセージの宛先MACアドレスを格納する6バイトのDA、GATEメッセージの送信元MACアドレスを格納する6バイトのSA、およびM

10

20

30

40

50

A C 制御メッセージを意味するタイプ情報 (8 8 - 0 8) を格納する 2 バイトの T y p e / L e n g t h で構成される。

【 0 0 8 9 】

オペコード 4 5 は、R E P O R T メッセージであることを示すコード (0 0 - 0 3) を格納する。タイムスタンプ 4 6 は、時刻情報を格納する。

【 0 0 9 0 】

制御情報 4 7 - 1 ~ 4 7 - h は、どの論理リンクの制御情報を格納するフィールドであるかを識別するための L L I D 値を格納する 2 バイトの L L I D と、当該論理リンクに対するキューのデータ蓄積量を示すキュー長情報を格納するキュー長情報フィールド (N u m b e r o f q u e u e s e t s , q u e u e s e t 1 (R e p o r t b i t m a p , Q u e u e # 1 R e p o r t , . . . , Q u e u e # q R e p o r t) , q u e u e s e t 2 (R e p o r t b i t m a p , Q u e u e # 1 R e p o r t , . . . , Q u e u e # q R e p o r t)) とで構成される。

10

【 0 0 9 1 】

P a d 4 8 は、R E P O R T メッセージのフレーム長 (M A C ヘッダ 4 4 から F C S 4 9 まで) が最低でも 6 4 バイトになるようにフレーム長を調整するための領域で、値 0 を格納する。F C S 4 9 は、R E P O R T メッセージの誤りを検出するためのコードを格納する。

【 0 0 9 2 】

このように、この発明の E P O N システムの R E P O R T メッセージは、h 本の論理リンクについてのキュー長情報を 1 つの R E P O R T メッセージに格納するため、制御情報 4 7 - 1 ~ 4 7 - h には、キュー長情報フィールドに格納されているキュー長情報がどのリンクに対するものであるかを識別するための L L I D 値を格納する L L I D が設けられている。これにより、この発明の E P O N システムが用いる R E P O R T メッセージのフレーム長をバイト数で表すと、バーストオーバーヘッド、1 2 バイトの I P G、および 8 バイトのプリアンプルを含めて、

20

R E P O R T メッセージのフレーム長 = B - O H + 4 4 + h { 3 + s (2 q + 1) }

で表すことができる。なお、B - O H はバーストオーバーヘッド長、h は O N U 3 あたりの論理リンク数、s は論理リンクあたりのキューセット数、q はキューセットあたりのキュー数を示す。

【 0 0 9 3 】

また、この発明の E P O N システムが用いる R E P O R T メッセージは、h 本の論理リンクについてのキュー長情報を 1 つの R E P O R T メッセージに格納するため、論理リンク数 h、1 リンクあたりのキューセット数 s、およびキューセットあたりのキュー数 q によって、R E P O R T メッセージのペイロードのバイト数は可変となる。よって、R E P O R T メッセージのフレーム長が予め定められた M A C フレームの最大フレーム長を超える場合、R E P O R T メッセージのフレームを複数の M A C フレームに分割する。

30

【 0 0 9 4 】

図 1 5 は、非特許文献 1 に記載の従来 of E P O N システムの R E P O R T メッセージのフォーマットを示す図である。図 1 5 において、従来 of R E P O R T メッセージは、2 0 9 バイトのバーストオーバーヘッド (B - O H) 4 1 0、1 2 バイトの I G P 4 2 0、8 バイトのプリアンプル 4 3 0、1 4 バイトの M A C ヘッダ 4 4 0、2 バイトのオペコード 4 5 0、4 バイトのタイムスタンプ 4 6 0、1 バイトの N u m b e r o f q u e u e s e t s 5 1 0、制御情報 4 7 0、{ (2 q + 1) + 1 } バイトの制御情報 4 7 0、パディング (P a d) 4 8 0、4 バイトのフレームシーケンスチェック (F C S) 4 9 0、およびバーストオーバーヘッド (B - O H) 5 0 0 で構成される。なお、q はキューセットあたりのキュー数である。バーストオーバーヘッド 4 1 0、I G P 4 2 0、プリアンプル 4 3 0、M A C ヘッダ 4 4 0、オペコード 4 5 0、タイムスタンプ 4 6 0、パディング 4 8 0、F C S 4 9 0、およびバーストオーバーヘッド 5 0 0 は、先の図 1 2 に示したバーストオーバーヘッド 4 1、I G P 4 2、プリアンプル 4 3、M A C ヘッダ 4 4、オペコード 4 5、タイムスタンプ 4 6、パディング 4 8、F C S 4 9、およびバーストオーバーヘッド 5 0 と

40

50



同様であり、相違点は、REPORTメッセージのフレーム内に1つの論理リンクの制御情報470のみが設定され、制御情報470には、先の図12に示したこの発明におけるREPORTメッセージの制御情報47のLLIDが削除されている点である。すなわち、図12に示したこの発明におけるEPONシステムが用いるREPORTメッセージは、h本の論理リンクに対するキュー長情報を1個のMACフレームで通知するのに対し、図15に示した従来のEPONシステムが用いるREPORTメッセージは、h本の論理リンクに対するグラント情報をh個の64バイトのMACフレームで通知する。

【0095】

図16は、先の図14に示したように、Tonを640ビット、Receiver_settlingを500ビット、Tcdrを500ビット、Tcode_group_alignを4バイト、Toffを640ビットのバーストオーバーヘッド長とし、PONインタフェースに接続されるONU数を32、論理リンクあたりのキューセット数sを2、キューセットあたりのキュー数qを4、REPORTメッセージ生成周期を1msとした場合のREPORTメッセージに必要な帯域を示している。

10

【0096】



図16において、縦軸は帯域を示し、横軸は1台のONU3が有する論理リンクの数を示しており、「」は図15に示した従来のEPONシステムのREPORTメッセージを用いた場合に必要な帯域を示し、「」は図12に示したこの発明のEPONシステムのREPORTメッセージを用いた場合に必要な帯域を示している。

20

【0097】

先の図14に示したバーストオーバーヘッド長は最大値の規格であり、実運用においては最大値よりも小さい値をとることが一般的である。たとえば、図17に示すようにバーストオーバーヘッドのTonを4バイト、Receiver_settlingを16バイト、Tcdrを16バイト、Tcode_group_alignを16バイト、Toffを4バイトとすると、PONインタフェースに接続されるONU数を32、論理リンクあたりのキューセット数sを2、キューセットあたりのキュー数qを4、REPORTメッセージ生成周期を1msとした場合のREPORTメッセージに必要な帯域は、図18に示すようになる。

【0098】

図18において、縦軸は帯域を示し、横軸は1台のONU3が有する論理リンクの数を示しており、「」は図15に示した従来のEPONシステムのREPORTメッセージを用いた場合に必要な帯域を示し、「」は図12に示したこの発明のEPONシステムのREPORTメッセージを用いた場合に必要な帯域を示している。

30

【0099】

図16および図18からわかるように、バーストオーバーヘッド長の条件が同じであれば、この発明のREPORTメッセージを用いた場合の方が、従来のREPORTメッセージを用いた場合よりも必要な帯域が少なく、1台のONU3が有するリンク数が多くなるほど、この発明のREPORTメッセージを用いた方が帯域抑制の効果が大きくなる。

【0100】

つぎに、図19のフローチャートを参照して、この実施の形態2のONU3のREPORTメッセージ送信処理の動作について説明する。REPORT生成周期になると、REPORT生成部332は、自身(ONU3)に設定されているすべての論理リンクについてのキュー長情報を含むREPORTメッセージを生成する(ステップS300)。

40

【0101】

具体的には、REPORT生成部332は、フレームバッファ部36を監視し、ONU3に設定されているすべての論理リンクについてのキューの状態を認識している。REPORT生成部332は、認識した各キューの状態から、自身に設定されているすべての論理リンクについてのキュー長情報を生成する。REPORT生成部332は、各論理リンクを示すLLID値をREPORTメッセージの制御情報47-1~47-hのLLIDに格納し、当該LLID値が示す論理リンクについてのキュー長情報を制御情報47-1

50

～ 47 - h にキューセット毎に格納する。また、REPORT 生成部 332 は、REPORT メッセージの MAC ヘッダ 44、オペコード 45、タイムスタンプ 46、パディング (Pad) 48、およびフレームシーケンスチェック (FCS) 49 に各情報を格納して、REPORT メッセージを生成する。

【0102】

REPORT 生成部 332 は、生成した REPORT メッセージを MAC 部 34 に出力する。MAC 部 34 は、REPORT メッセージの制御情報 47 - 1 ～ 47 - h の LLID に格納されている LLID 値の 1 つをプリアンブル 43 に格納する (ステップ S301)。たとえば、MAC 部 34 は、REPORT メッセージの制御情報 47 - 1 の LLID に格納されている LLID 値をプリアンブル 43 に格納する。また、MAC 部 14 は、REPORT メッセージのプリアンブル 43 に各情報を格納してフレームバッファ部 36 に出力する。

10

【0103】

フレームバッファ部 36 は REPORT メッセージを格納する。光送受信部 37 は、OLT1 から GATE メッセージによって通知された Grant 設定情報に基づいて決定した上りフレームの送信タイミングに従ってフレームバッファ部 36 に格納されている REPORT メッセージを光信号に変換して光伝送媒体 7 に送信する (ステップ S302)。

【0104】

つぎに、OLT1 の REPORT メッセージ受信処理の動作を説明する。光送受信部 16 は、受信した REPORT メッセージを電気信号に変換して MAC 部 14 に出力する。MAC 部 14 は、REPORT メッセージのプリアンブル 43 に格納された LLID 値、MAC ヘッダ 44 に格納された各種情報、および FCS 49 に格納されたコードに基づいて、REPORT メッセージが自身が管理する ONU3 からのものであり、データ誤りが無いことなどを確認した後、REPORT メッセージを REPORT 処理部 131 に出力する。

20

【0105】

REPORT 処理部 131 は、REPORT メッセージの制御情報 47 - 1 ～ 47 - h を抽出し、制御情報 47 - 1 ～ 47 - h の LLID に格納されている LLID 値とキュー長情報とを組として REPORT メッセージに含まれるすべての論理リンクに対するキュー長情報を DBA 部 132 に出力する。DBA 部 132 は、REPORT 処理部 131 から入力されたすべての論理リンクに対するキュー長情報に基づいて、予め定められたアルゴリズムによって各論理リンク毎の Grant 設定情報を生成する。

30

【0106】

このようにこの実施の形態 2 においては、ONU3 の REPORT 生成部 332 が、自身に設定されたすべての論理リンク毎に、論理リンクを識別するための論理リンク識別子と、当該論理リンク識別子が示す論理リンクに対応するキューセット毎のキュー蓄積量を示すキュー長情報とを組とした制御情報を 1 つの MAC フレームに格納した REPORT メッセージを生成して OLT1 に送信するようにしている。これにより、複数の論理リンクのキュー長情報を論理リンク毎に個別の MAC フレームとした REPORT メッセージを送信する場合と比較して、制御情報として最低限必要となる情報を少ない帯域で転送することが可能となり、PON インタフェース上の通信帯域を確保することができる。

40

【0107】

実施の形態 3 .

図 20 ～ 図 27 を用いてこの発明の実施の形態 3 を説明する。図 20 は、この実施の形態 3 の EPON システムのプロトコルスタックを示す図である。図 20 において、この実施の形態 3 の EPON システムのプロトコルスタックは、MAC Client、OAM (Operations, Administration, and Maintenance)、MPCP (Multi-Point MAC Control)、MAC (Media Access Control)、暗号 / 復号、RS (Reconciliation Sublayer)、GMII (Gigabit Media Independent Interface)、および PHY (Physical Layer Device) で構成され、MPCP と MAC とを同一に扱っている。PHY は、P

50

C S (Physical Coding Sublayer)、F E C (Forward Error Correction)、P M A (Physical Medium Attachment)、および P M D (Physical Medium Dependent) で構成される。

【 0 1 0 8 】

これに対して、図 2 1 は、従来の E P O N システムのプロトコルスタックを示す図である。図 2 1 に示した従来の E P O N システムのプロトコルスタックは、M A C C l i e n t、O A M、M P C P、M A C、暗号/復号、R S、G M I I、および P H Y で構成される。P H Y は、P C S、F E C、P M A、および P M D で構成され、M P C P が M A C の上位に位置している。

【 0 1 0 9 】

G A T E メッセージおよび R E P O R T メッセージの処理を行なう P O N 制御部は、M P C P に相当する。図 2 1 に示すように、従来の E P O N システムのプロトコルスタックでは、M P C P は M A C レイヤの上位に位置している。そのため、M P C P で処理する G A T E メッセージおよび R E P O R T メッセージが M A C フレームによって転送される。

【 0 1 1 0 】

M A C フレームには、1 2 バイトの I P G、8 バイトのプリアンブル、1 4 バイトの M A C ヘッダ (6 バイトの宛先アドレス、6 バイトの送信元アドレス、2 バイトの T y p e / L e n g t h)、および 4 バイトの F C S が必ず付与される。

【 0 1 1 1 】

これに対して、図 2 0 に示したこの実施の形態 3 の E P O N システムのプロトコルスタックでは、M P C P を M A C レイヤの上位とはせず、M P C P と M A C レイヤとを同じに扱うことにより、従来の E P O N システムのプロトコルスタックにおいて必要な M A C フレームの I P G、プリアンブル、M A C ヘッダ、および F C S を削除し、代わりに 1 バイトの物理レイヤのデリミタを付与することで、M A C フレーム化に伴うオーバーヘッドをなくすようにする。なお、図 2 0 および図 2 1 において、O A M、F E C および暗号/復号はオプションである。

【 0 1 1 2 】

この実施の形態 3 の E P O N システムは、先の実施の形態 1 の E P O N システムの O L T 1 および O N U 3 の代わりに、O L T 1 a および O N U 3 a を備える。図 2 2 は、この実施の形態 3 の O L T 1 a の構成を示すブロック図である。図 2 2 に示した O L T 1 a は、先の図 8 に示した実施の形態 1 の O L T 1 と同じ機能を備えているが、プロトコルスタックが異なるため、G A T E 生成部 1 3 3 が生成した G A T E メッセージの出力先が、M A C 部 1 4 ではなく暗号部 1 5 となり、R E P O R T メッセージは、M A C 部 1 4 を介することなく光送受信部 1 6 から R E P O R T 処理部 1 3 1 に入力されている。

【 0 1 1 3 】

図 2 3 は、この実施の形態 3 の O N U 3 a の構成を示すブロック図である。図 2 3 に示した O N U 3 a は、先の図 9 に示した実施の形態 1 の O N U 3 と同じ機能を備えているが、プロトコルスタックが異なるため、復号部 3 5 が復号した G A T E メッセージの出力先が、M A C 部 3 4 ではなく G A T E 処理部 3 3 1 となり、R E P O R T 生成部 3 3 2 が生成した R E P O R T メッセージの出力先がフレームバッファ部 3 6 となっている。

【 0 1 1 4 】

このように、この実施の形態 3 と、先の実施の形態 1 および 2 との相違点は、プロトコルスタックにおいて M P C P と M A C を同層として扱うことにより G A T E メッセージおよび R E P O R T メッセージのフォーマットが異なることであるので、相違点のみを説明する。

【 0 1 1 5 】

図 2 4 は、この実施の形態 3 の G A T E メッセージのフォーマットを示す図である。図 2 4 において、この実施の形態 3 の G A T E メッセージは、1 バイトのデリミタ (D e l i m i t e r)、2 バイトのオペコード (O p c o d e)、4 バイトの T i m e s t a m p、および L L I D とグラント設定情報 (N u m b e r o f g r a n t s / F l a g s , G r a n t # 1 S t a r t

10

20

30

40

50

Time,Grant#1 Length,Grant#2 Start Time,Grant#2 Length,Grant#3 Start Time,Grant#3 Length,Grant#4 Start Time,Grant#4 Length) とからなる m 個の制御情報で構成され、先の図 2 に示した実施の形態 1 の G A T E メッセージからプリアンブル 2 1、M A C ヘッダ 2 2、P a d 2 6、および F C S 2 7 が削除され、1 バイトのデリミタが追加されている。

【 0 1 1 6 】

図 2 4 に示した G A T E メッセージを用いた場合の G A T E メッセージのフレーム長をバイト数で表すと、

$$\text{G A T E メッセージのフレーム長} = 7 + m (3 + 6 n)$$

で表すことができる。なお、 m は論理リンク数であり、 n は 1 論理リンクあたりのグラント数を示す。

【 0 1 1 7 】

G A T E 生成部 1 3 3 は、この実施の形態 3 においては、図 2 4 の G A T E メッセージの m 個の制御情報に、先の図 2 に示した実施の形態 1 の G A T E メッセージの制御情報 2 4 - 1 ~ 2 4 - m と同一の情報を格納して暗号部 1 5 に出力する。

【 0 1 1 8 】

この実施の形態 3 の G A T E メッセージには、プリアンブルが存在しない。そのため、先の実施の形態 1 のようにプリアンブルの L L I D に格納された L L I D 値に対応付けられた鍵によって暗号化することはできない。よって、暗号化レジスタの設定値は、個別暗号モードまたは暗号なしモードとなる。暗号部 1 5 は、暗号化レジスタの設定値が個別暗号モードの場合、制御情報の L L I D に格納されている L L I D 値に対応付けて管理している暗号鍵によって当該 L L I D 値を含む制御情報内のグラント情報を暗号化する。

【 0 1 1 9 】

図 2 5 および図 2 6 は、P O N インタフェースに接続される (O L T 1 が収容する) O N U 3 の台数を 3 2 とし、1 論理リンクあたりのグラント数 n を「 4 」とし、G A T E メッセージ生成周期を 1 m s とした場合の G A T E メッセージに必要な帯域を示している。

【 0 1 2 0 】

図 2 5 において、縦軸は帯域を示し、横軸は 1 台の O N U 3 a が有する論理リンクの数を示しており、「 」は図 3 に示した従来の E P O N システムの G A T E メッセージを用いた場合に必要な帯域を示し、「 」は図 2 に示したこの実施の形態 1 の E P O N システムの G A T E メッセージに上記 (方法 1) によって O N U 単位でグラント設定情報を格納した場合に必要な帯域を示し、「 」は図 2 4 に示したこの実施の形態 3 の E P O N システムの G A T E メッセージに上記 (方法 1) によって O N U 単位でグラント設定情報を格納した場合に必要な帯域を示している。

【 0 1 2 1 】

図 2 6 において、縦軸は帯域を示し、横軸は 1 台の O N U 3 a が有する論理リンクの数を示しており、「 」は図 3 に示した従来の E P O N システムの G A T E メッセージを用いた場合に必要な帯域を示し、「 」は図 2 に示したこの実施の形態 1 の E P O N システムの G A P E メッセージに上記 (方法 2) によって P O N 単位でグラント設定情報を格納した場合に必要な帯域を示し、「 」は図 2 4 に示したこの実施の形態 3 の E P O N システムの G A P E メッセージに上記 (方法 2) によって P O N 単位でグラント設定情報を格納した場合に必要な帯域を示している。

【 0 1 2 2 】

図 2 5 および図 2 6 に示すように、上記 (方法 1) または (方法 2) によってグラント設定情報を格納したこの実施の形態 3 の E P O N システムの G A T E メッセージを用いた場合の方が、従来の E P O N システムの G A T E メッセージを用いた場合よりも必要な帯域が少なく、さらに、この実施の形態 1 の G A T E メッセージを用いた場合よりも必要な帯域が少なくなっている。

【 0 1 2 3 】

つぎに、この実施の形態 3 の R E P O R T メッセージについて説明する。図 2 7 は、こ

10

20

30

40

50

の実施の形態3のREPORTメッセージのフォーマットを示す図である。図27において、この実施の形態3のREPORTメッセージは、Ton、Receiver_settling、Tcdr、およびTcode_group_alignからなる209バイトのB-OHと、1バイトのデリミタ(Delimiter)、2バイトのオペコード(Opcode)、4バイトのTimestamp、およびどの論理リンクの制御情報を格納するフィールドであるかを識別するためのLLID値を格納する2バイトのLLIDと、当該論理リンクに対するキューのデータ蓄積量を示すキュー長情報を格納するキュー長情報フィールド(Number of queue sets, queue set 1(Report bitmap, Queue#1 Report, ..., Queue#q Report), queue set 2(Report bitmap, Queue#1 Report, ..., Queue#q Report))とからなるh個の制御情報で構成され、先の図12に示した実施の形態2のREPORTメッセージからIPG42、プリアンブル43、MACヘッダ44、Pad48、およびFCS49が削除され、1バイトのデリミタが追加されている。

10

【0124】

図27に示したREPORTメッセージを用いた場合のREPORTメッセージのフレーム長をバイト数で表すと、

REPORTメッセージのフレーム長 = $B - OH + 5 + h \{ 3 + 2(2q + 1) \}$

で表すことができる。なお、B-OHはバーストオーバーヘッド長、hはONU3あたりの論理リンク数、sは論理リンクあたりのキューセット数、qはキューセットあたりのキュー数を示す。

【0125】

REPORT生成部332は、この実施の形態3においては、図27のREPORTメッセージのh個の制御情報に、先の図12に示した実施の形態2のREPORTメッセージの制御情報27-1~27-hと同一の情報を格納してフレームバッファ部36に出力する。

20

【0126】

このように、この実施の形態3においては、プロトコルスタックにおいて、MAC層とMPCP層とを同等とし、物理レイヤのデリミタの後に、同一ONU3に設定された論理リンク毎、または同一PONインタフェースに設定された論理リンク毎に、論理リンクを識別するための論理リンク識別子と、当該論理リンクが示す論理リンクを用いてONU3がMACフレームを送信するタイミングを制御するグラント情報とを組として複数の論理リンクの制御情報を付加したGATEメッセージ、または自身に設定されたすべての論理リンク毎に、論理リンクを識別するための論理リンク識別子と、当該論理リンク識別子が示す論理リンクに対応するキューセット毎のキュー蓄積量を示すキュー長情報とを組とした制御情報を付加したREPORTメッセージを用いるようにしたため、論理リンク毎の制御情報を個別のMACフレームとして送信する場合や、論理リンク毎の制御情報を1つのMACフレームのペイロードに格納した場合と比較して、制御情報として最低限必要となる情報を少ない帯域で転送することが可能となり、PONインタフェース上の通信帯域を確保することができる。

30

【0127】

実施の形態4 .

図28~図31を用いてこの発明の実施の形態4を説明する。この実施の形態4のEPONシステムのプロトコルスタックは、先の図20に示した実施の形態3のプロトコルスタックと同様であるので、ここではその説明を省略する。また、この実施の形態4のEPONシステムは、先の実施の形態1のEPONシステムのOLT1およびONU3の代わりに、先の図22に示した実施の形態3のOLT1aと、先の図23に示したONU3aとを備えた実施の形態3のEPONシステムと同様であるので、ここではその説明を省略する。

40

【0128】

この実施の形態4と、先の実施の形態3との相違点は、GATEメッセージおよびREPORTメッセージのフォーマットが異なることであるので、相違点のみを説明する。

50

【 0 1 2 9 】

図 2 8 は、この実施の形態 4 の G A T E メッセージのフォーマットを示す図である。図 2 8 において、この実施の形態 4 の G A T E メッセージは、8 バイトのプリアンブル、2 バイトのオペコード (O p c o d e)、4 バイトの T i m e s t a m p、L L I D とグラント設定情報 (N u m b e r o f g r a n t s / F l a g s , G r a n t # 1 S t a r t T i m e , G r a n t # 1 L e n g t h , G r a n t # 2 S t a r t T i m e , G r a n t # 2 L e n g t h , G r a n t # 3 S t a r t T i m e , G r a n t # 3 L e n g t h , G r a n t # 4 S t a r t T i m e , G r a n t # 4 L e n g t h) とからなる m 個の制御情報、および 4 バイトのフレームシーケンスチェック (F C S) で構成される。すなわち、図 2 8 に示したこの実施の形態 4 の G A T E メッセージは、先の図 2 4 に示した実施の形態 3 の G A T E メッセージの 1 バイトのデリミタの代わりに 8 バイトのプリアンブルを備えるとともに、m 番目の制御情報の後に G A T E メッセージの誤りを検出するためのコードを格納する F C S が追加されている。プリアンブルの詳細については後述する。

10

【 0 1 3 0 】

図 2 9 は、この実施の形態 4 の R E P O R T メッセージのフォーマットを示す図である。図 2 9 において、この実施の形態 4 の R E P O R T メッセージは、T o n、T r e c e i v e r _ s e t t l i n g、T c d r、および T c o d e _ g r o u p _ a l i g n からなる 2 0 9 バイトの B - O H と、8 バイトのプリアンブル、2 バイトのオペコード (O p c o d e)、4 バイトの T i m e s t a m p、およびどの論理リンクの制御情報を格納するフィールドであるかを識別するための L L I D 値を格納する 2 バイトの L L I D と、当該論理リンクに対するキューのデータ蓄積量を示すキュー長情報を格納するキュー長情報フィールド (N u m b e r o f q u e u e s e t s , q u e u e s e t 1 (R e p o r t b i t m a p , Q u e u e # 1 R e p o r t , . . . , Q u e u e # q R e p o r t) , q u e u e s e t 2 (R e p o r t b i t m a p , Q u e u e # 1 R e p o r t , . . . , Q u e u e # q R e p o r t)) とからなる h 個の制御情報で構成される。すなわち、図 2 9 に示したこの実施の形態 4 の R E P O R T メッセージは、先の図 2 7 に示した実施の形態 3 の R E P O R T メッセージの 1 バイトのデリミタの代わりに 8 バイトのプリアンブルを備え、h 番目のキュー長情報フィールドの後に、R E P O R T メッセージの誤りを検出するためのコードを格納する F C S が追加されている。

20

【 0 1 3 1 】

先の図 2 8 に示した G A T E メッセージ、および図 2 9 に示した R E P O R T メッセージのプリアンブルは、1, 2, 4 バイト目に位置し予約値「0x55」を格納する未使用領域、3 バイト目に位置しプリアンブルに L L I D が格納されていることを示す情報を格納する S L D (S t a r t o f L L I D D e l i m i t e r)、5 バイト目に位置し、フレーム種別を格納するフレームタイプ (F r a m e T y p e) と、6, 7 バイト目に位置する L L I D、8 バイト目に位置し S L D から L L I D までの領域の符号誤りチェックのためのコードを格納する C R C 8 で構成される。すなわち、この実施の形態 4 の G A T E メッセージのプリアンブルは、先の図 2 に示した実施の形態 1 のプリアンブル 2 1 の 5 バイト目に位置する未使用領域をフレームタイプとして用いている。

30

【 0 1 3 2 】

フレームタイプが格納するフレーム種別は、M P C P フレームであるか否かを示す情報である。具体的には、フレームタイプの最下位ビットを用いて、たとえば、フレームタイプの最下位ビットが「1」の場合は M P C P フレームであることを示し、フレームタイプの最下位ビットが「0」の場合は M P C P フレーム以外のフレームであることを示す。また、プリアンブル内の L L I D は、先の実施の形態 1 のプリアンブルでは、論理リンクを識別するための論理リンク識別子 (L L I D : L o g i c a l L i n k I d e n t i f i e r) 値を格納したが、この実施の形態 4 のプリアンブルにおいては、特に意味を持つものではない。

40

【 0 1 3 3 】

フレーム送信する際 O L T 1 a の G A T E 生成部 1 3 3 は、送信する M P C P フレームに対しては、G A T E メッセージのプリアンブルの 5 バイト目のフレームタイプの最下位ビットに「1」を設定する。また、M A C 部 1 4 は、送信する M P C P フレーム以外のフレームのプリアンブルのフレームタイプの最下位ビットに「0」を設定する。

50

【 0 1 3 4 】

OLT 1 aからのフレームを受信すると、ONU 3 aの復号部 3 5は、必要に応じて受信したフレームを復号した後、フレームのプリアンプルの5バイト目のフレームタイプの最下位ビットを参照して受信したフレームの転送先を判断する。プリアンプルのフレームタイプの最下位ビットが「1」の場合、復号部 3 5は、受信したフレームはMPCPフレームであると判断して、受信したフレームをGATE処理部 3 3 1に転送する。プリアンプルのフレームタイプの最下位ビットが「0」の場合、復号部 3 5は、受信したフレームはMPCPフレーム以外のフレームであると判定して、受信したフレームをMAC部 3 4にフレームを転送する。

【 0 1 3 5 】

フレーム送信する際ONU 3 aのREPORT生成部 3 3 2は、送信するMPCPフレームに対しては、REPORTメッセージのプリアンプルの5バイト目のフレームタイプの最下位ビットに「1」を設定する。また、MAC部 3 4は、送信するMPCPフレーム以外のフレームのプリアンプルのフレームタイプの最下位ビットに「0」を設定する。

【 0 1 3 6 】

ONU 3 aからのフレームを受信すると、OLT 1 aの光送受信部 1 6は、プリアンプルの5バイト目のフレームタイプの最下位ビットを参照して受信したフレームの転送先を判断する。プリアンプルのフレームタイプの最下位ビットが「1」の場合、光送受信部 1 6は、受信したフレームはMPCPフレームであると判断して、受信したフレームをREPORT処理部 1 3 1に転送する。プリアンプルのフレームタイプの最下位ビットが「0」の場合、光送受信部 1 6は、受信したフレームはMPCPフレーム以外のフレームであると判定して、受信したフレームをMAC部 1 4にフレームを転送する。

【 0 1 3 7 】

図 2 8 に示した G A T E メッセージを用いた場合の G A T E メッセージのフレーム長をバイト数で表すと、

$$G A T E \text{ メッセージのフレーム長} = 18 + m(3 + 6n)$$

で表すことができる。なお、mは論理リンク数であり、nは1論理リンクあたりのグラント数を示す。

【 0 1 3 8 】

図 2 9 に示した R E P O R T メッセージを用いた場合の R E P O R T メッセージのフレーム長をバイト数で表すと、




$$R E P O R T \text{ メッセージのフレーム長} = B - O H + 16 + h \{ 3 + 2(2q + 1) \}$$

で表すことができる。なお、B - O H はバーストオーバーヘッド長、hはONU 3 aあたりの論理リンク数、sは論理リンクあたりのキューセット数、qはキューセットあたりのキュー数を示す。


【 0 1 3 9 】

図 3 0 および図 3 1 は、P O N インタフェースに接続される (O L T 1 a が収容する) ONU 3 a の台数を 3 2 とし、1リンクあたりのグラント数 n を「4」とし、G A T E メッセージ生成周期を 1 m s とした場合の G A T E メッセージに必要な帯域を示している。

【 0 1 4 0 】

図 3 0 において、縦軸は帯域を示し、横軸は1台のONU 3 aが有する論理リンクの数を示しており、「」は図 3 に示した従来のE P O N システムのG A T E メッセージを用いた場合に必要な帯域を示し、「」は図 2 に示したこの実施の形態1のE P O N システムのG A T E メッセージに上記(方法1)によってONU単位でグラント設定情報を格納した場合に必要な帯域を示し、「」は図 2 8 に示したこの実施の形態4のE P O N システムのG A T E メッセージに上記(方法1)によってONU単位でグラント設定情報を格納した場合に必要な帯域を示している。

【 0 1 4 1 】

図 3 1 において、縦軸は帯域を示し、横軸は1台のONU 3 aが有する論理リンクの数を示しており、「」は図 3 に示した従来のE P O N システムのG A T E メッセージを用

10

20

30

40

50

いた場合に必要な帯域を示し、「 」は図2に示したこの実施の形態1のEPONシステムのGATEメッセージに上記(方法2)によってPON単位でgrant設定情報を格納した場合に必要な帯域を示し、「 」は図28に示したこの実施の形態4のEPONシステムのGATEメッセージに上記(方法2)によってPON単位でgrant設定情報を格納した場合に必要な帯域を示している。

【0142】

図30および図31に示すように、上記(方法1)または(方法2)によってgrant設定情報を格納したこの実施の形態4のEPONシステムのGATEメッセージを用いた場合の方が、従来のEPONシステムのGATEメッセージを用いた場合よりも必要な帯域が少なく、さらに、この実施の形態1のGATEメッセージを用いた場合よりも必要な帯域が少なくなっている。

10

【0143】

このように、この実施の形態4においては、プロトコルスタックにおいて、MAC層とMPCP層とを同等とし、MACレイヤのプリアンプルの後に、同一ONU3aに設定された論理リンク毎、または同一PONインタフェースに設定された論理リンク毎に、論理リンクを識別するための論理リンク識別子と、当該論理リンクが示す論理リンクを用いてONU3aがMACフレームを送信するタイミングを制御するgrant情報とを組として複数の論理リンクの制御情報を付加したGATEメッセージ、または自身に設定されたすべての論理リンク毎に、論理リンクを識別するための論理リンク識別子と、当該論理リンク識別子が示す論理リンクに対応するキューセット毎のキュー蓄積量を示すキュー長情報とを組とした制御情報を付加したREPORTメッセージを用いるようにしたため、論理リンク毎の制御情報を個別のMACフレームとして送信する場合や、論理リンク毎の制御情報を1つのMACフレームのペイロードに格納した場合と比較して、制御情報として最低限必要となる情報を少ない帯域で転送することが可能となり、PONインタフェース上の通信帯域を確保することができる。また、プリアンプルの未使用バイトを、フレーム種別を表すために用いることとしたため、フレーム受信時のフレーム振り分けが容易となる。

20

【0144】

実施の形態5。

図32～図35を用いてこの発明の実施の形態5を説明する。図32は、この実施の形態5のEPONシステムのプロトコルスタックを示す図である。図32において、この実施の形態5のEPONシステムのプロトコルスタックは、MAC Client、OAM (Operations, Administration, and Maintenance)、MPCP (Multi-Point MAC Control)、MAC (Media Access Control)、暗号/復号、RS (Reconciliation Sublayer)、GMII (Gigabit Media Independent Interface)、およびPHY (Physical Layer Device)で構成され、MPCPとOAMとMACとを同一に扱っている。PHYは、PCS (Physical Coding Sublayer)、FEC (Forward Error Correction)、PMA (Physical Medium Attachment)、およびPMD (Physical Medium Dependent)で構成される。

30

【0145】

これに対して、先の図20に示した実施の形態3のEPONシステムのプロトコルスタックは、MAC Client、OAM、MPCP、MAC、暗号/復号、RS、GMII、およびPHYで構成される。PHYは、PCS、FEC、PMA、およびPMDで構成され、OAMがMACの上位に位置している。そのため、OAMフレームがMACフレームによって転送される。

40

【0146】

MACフレームには、12バイトのIPG、8バイトのプリアンプル、14バイトのMACヘッダ(6バイトの宛先アドレス、6バイトの送信元アドレス、2バイトのType/Length)、および4バイトのFCSが必ず付与される。

【0147】

50

これに対して、図 3 2 に示したこの実施の形態 5 の E P O N システムのプロトコルスタックでは、O A M を M A C レイヤの上位とはせず、O A M と M A C レイヤとを同じに扱うことにより、実施の形態 3 の E P O N システムのプロトコルスタックにおいて必要な M A C フレームの I P G および M A C ヘッダを削除して、M A C フレーム化に伴うオーバーヘッドをなくすようにしている。

【 0 1 4 8 】

この実施の形態 5 の E P O N システムは、先の実施の形態 3 の E P O N システムの O L T 1 a および O N U 3 a の代わりに、O L T 1 b および O N U 3 b を備える。図 3 3 は、この実施の形態 5 の O L T 1 b の構成を示すブロック図である。図 3 3 に示した O L T 1 b は、先の図 2 2 に示した実施の形態 3 の O L T 1 a とほぼ同じであるが、M A C 部 1 4 内に O A M フレームを処理する O A M 送信部 1 4 1 および O A M 受信部 1 4 2 を備えている。また、O L T 1 b は、O L T 1 a とはプロトコルスタックが異なるため、O A M 送信部 1 4 1 が生成した O A M フレームの出力先が、M A C 部 1 4 ではなく暗号部 1 5 となり、受信した O A M フレームは、M A C 部 1 4 の機能を介することなく光送受信部 1 6 から O A M 受信部 1 4 2 に入力されている。

10

【 0 1 4 9 】

図 3 4 は、この実施の形態 5 の O N U 3 b の構成を示すブロック図である。図 3 4 に示した O N U 3 b は、先の図 2 3 に示した実施の形態 3 の O N U 3 a とほぼ同じであるが、M A C 部 3 4 内に O A M フレームを処理する O A M 送信部 3 4 1 および O A M 受信部 3 4 2 を備えている。O N U 1 a は、O N U 1 a とはプロトコルスタックが異なるため、復号部 3 5 が復号した O A M フレームの出力先が、M A C 部 3 4 内の O A M 受信部 3 4 2 となり、O A M 送信部 3 4 1 が生成した O A M フレームの出力先はフレームバッファ部 3 6 となっている。

20

【 0 1 5 0 】

このように、この実施の形態 5 と、先の実施の形態 3 との相違点は、プロトコルスタックにおいて O A M と M A C を同層として扱うことにより O A M フレームのフォーマットが異なることであるので、相違点のみを説明する。

【 0 1 5 1 】

図 3 5 は、この実施の形態 5 の O A M フレーム (I n f o r m a t i o n O A M P D U) のフォーマットを示す図である。図 3 5 において、この実施の形態 5 の O A M フレームは、8 バイトのプリアンブル、2 バイトのフラグ (F l a g s)、1 バイトのコード (C o d e)、O A M データ (L o c a l I n f o r m a t i o n T L V , R e m o t I n f o r m a t i o n T L V)、および 4 バイトのフレームチェックシーケンス (F C S) で構成される。すなわち、この実施の形態 5 の O A M フレームは、従来の O A M フレームから M A C ヘッダが削除されている。

30

【 0 1 5 2 】

プリアンブルは、先の実施の形態 4 の G A T E メッセージおよび R E P O R T メッセージのプリアンブルと同様に、1, 2, 4 バイト目に位置し予約値「0 x 5 5」を格納する未使用領域、3 バイト目に位置しプリアンブルに L L I D が格納されていることを示す情報を格納する S L D (S t a r t o f L L I D D e l i m i t e r)、5 バイト目に位置し、フレーム種別を格納するフレームタイプ (F r a m e T y p e) と、6, 7 バイト目に位置する L L I D、8 バイト目に位置し S L D から L L I D までの領域の符号誤りチェックのためのコードを格納する C R C 8 で構成される。

40

【 0 1 5 3 】

なお、この O A M フレームのプリアンブルのフレームタイプが格納するフレーム種別は、O A M フレームであるのか、M P C P フレームであるのか、O A M フレームまたは M P C P フレーム以外のフレームであるのかを格納する。たとえば、フレームタイプの下位 2 ビットが「2」の場合は O A M フレームであることを示し、フレームタイプの下位 2 ビットが「1」の場合は M P C P フレームであることを示し、フレームタイプの下位 2 ビットが「0」の場合は O A M フレームまたは M P C P フレーム以外のフレームであることを示

50

す。

【0154】

フレーム送信する際、OLT 1bのOAM送信部141は、送信するOAMフレームに対しては、プリアンブル5バイト目のフレームタイプの下位2ビットに「2」を設定する。また、GATE生成部133は、送信するMPCPフレームに対しては、プリアンブル5バイト目のフレームタイプの下位2ビットに「1」に設定する。また、MAC部14は、送信するその他のフレームに対しては、リアンブル5バイト目のフレームタイプの下位2ビットに「0」に設定する。

【0155】

OLT 1bからのフレームを受信すると、ONU 3bの復号部35は、必要に応じて受信したフレームを復号した後に、フレームのプリアンブルの5バイト目のフレームタイプの下位2ビットを参照して受信したフレームの転送先を判断する。プリアンブルのフレームタイプの下位2ビットが「2」の場合、復号部35は、受信したフレームはOAMフレームであると判断して、受信したフレームをOAM受信部342に転送する。プリアンブルのフレームタイプの下位2ビットが「1」の場合、復号部35は、受信したフレームはMPCPフレームであると判断して、受信したフレームをGATE処理部331に転送する。プリアンブルのフレームタイプの最下位ビットが「0」の場合、復号部35は、受信したフレームはOAMフレームおよびMPCPフレーム以外のフレームであると判定して、受信したフレームをMAC部34にフレームを転送する。

【0156】

フレーム送信する際ONU 3bのOAM送信部341は、送信するOAMフレームに対しては、プリアンブルの5バイト目のフレームタイプの下位2ビットに「2」を設定する。また、REPORT生成部332は、送信するMPCPフレームに対しては、REPORTメッセージのプリアンブルの5バイト目のフレームタイプの下位2ビットに「1」を設定する。また、MAC部34は、送信するOAMフレームおよびMPCPフレーム以外のフレームのプリアンブルのフレームタイプの下位2ビットに「0」を設定する。

【0157】

ONU 3bからフレームを受信すると、OLT 1bの光送受信部16は、プリアンブルの5バイト目のフレームタイプの下位2ビットを参照して受信したフレームの転送先を判断する。プリアンブルのフレームタイプの下位2ビットが「2」の場合、光送受信部16は、受信したフレームはOAMフレームであると判断して、受信したフレームをOAM受信部142に転送する。プリアンブルのフレームタイプの下位2ビットが「1」の場合、光送受信部16は、受信したフレームはMPCPフレームであると判断して、受信したフレームをREPORT処理部131に転送する。プリアンブルのフレームタイプの下位2ビットが「0」の場合、光送受信部16は、受信したフレームはOAMフレームおよびMPCPフレーム以外のフレームであると判定して、受信したフレームをMAC部14にフレームを転送する。

【0158】

このように、この実施の形態5においては、プロトコルスタックにおいて、MAC層とMPCP層に加えOAM層を同等とし、MACヘッダを伴わないOAMフレームを用いるようにしたため、OAMフレームをMACフレームとして送信する場合と比較して、ONUに対する設定情報通知やONUからの警報通知、Keep Aliveのため定期的なOAM情報として最低限必要となる情報を少ない帯域で転送することが可能となり、PONインタフェース上の通信帯域を確保することができる。

【産業上の利用可能性】

【0159】

以上のように、本発明にかかる光通信システムは、1～複数の加入者端末を収容する1～複数の加入者側装置と、これら加入者側装置を収容する局側装置とを光伝送媒体によって接続し、局側装置と各加入者側装置とは1～複数の論理リンクを設定し、設定した論理リンクを用いてMACフレームによってデータ転送を行う光通信システムに有用であり、特

10

20

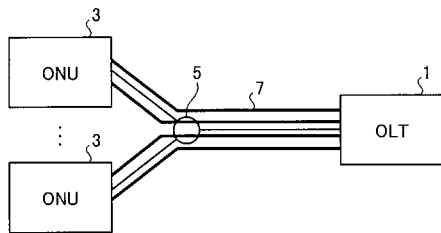
30

40

50

に、設定された論理リンクの数が多い光通信システムに適している。

【 図 1 】



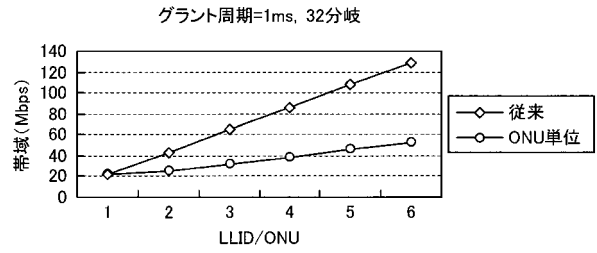
【 図 2 】

0x55	1	Preamble	21
0x55	1		
SLD (Start of LLID delimiter)	1		
0x55	1		
0x55	1		
LLID	1		
LLID	1		
CRC8	1	MACヘッダ	22
DA	6		
SA	6		
Length/Type = 88-08	2	}	23
Opcode = 00-02	2		
Timestamp	4	}	24
LLID	2		
Number of grants/Flags	1	制御情報	25-1
Grant#1 Start time	4		
Grant#1 Length	2		
:	:		
Grant#4 Start time	4		
Grant#4 Length	2		
:	:	}	25-m
LLID	2		
Number of grants/Flags	1	制御情報	25-m
Grant#1 Start time	4		
Grant#1 Length	2		
:	:		
Grant#4 Start time	4		
Grant#4 Length	2		
(Pad)		}	26
FCS	4		
			27

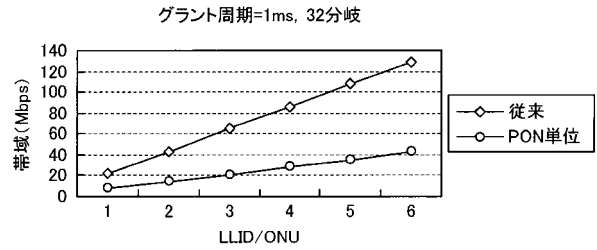
【 図 3 】

0x55	1	Preamble	210	
0x55	1			
SLD (Start of LLID delimiter)	1			
0x55	1			
0x55	1			
LLID (LLID#1)	1			
LLID (LLID#1)	1	MACヘッダ	220	
CRC8	1			
DA	6			
SA	6			
Length/Type = 88-08	2	制御情報	250	
Opcode = 00-02	2			230
Timestamp	4			240
Number of grants/Flags	1			(LLID#1)
Grant#1 Start time	4			
Grant#1 Length	2			
:	:			
Grant#4 Start time	4			
Grant#4 Length	2			
Pad				260
FCS	4	270		

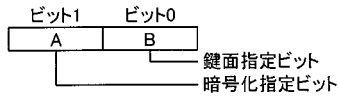
【 図 4 】



【 図 5 】



【 図 6 】

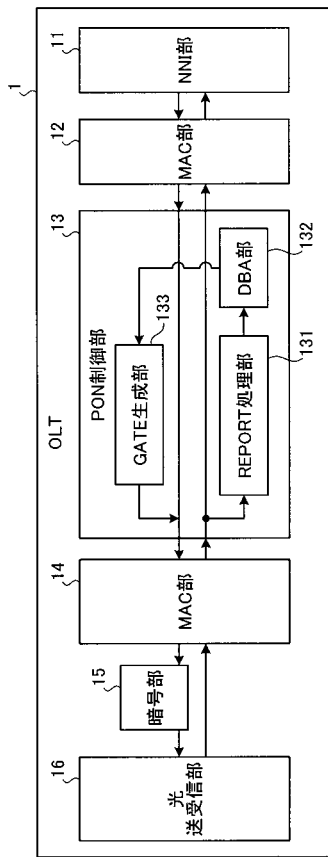


【 図 7 】

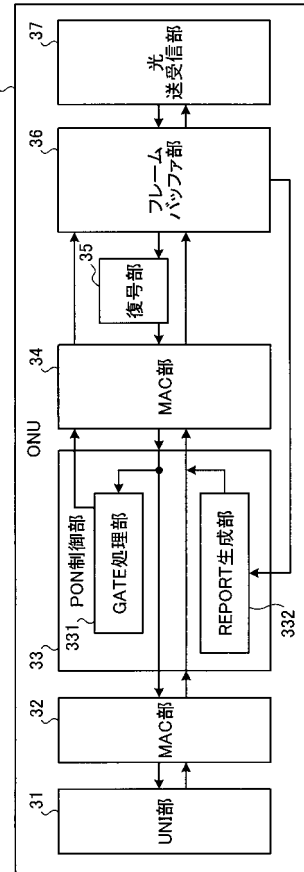
グラント設定情報格納方法	同一-ONUのグラント設定情報を格納 (設定値1) ユニキャスト用のLLID値	同一-PON(マカブ)の グラント設定情報を格納 (設定値2) フローキャスト用のLLID値	暗号化/ 復号方法
フリアングルに含めるLLID値	○	○	○(LLIDごとの暗号化/ 復号化と併用するの が望ましい)
(方法A) 編りリンク毎	○	○	○
(方法B) ユニキャスト用のLLID値	○	×	×
(方法C) フローキャスト用のLLID値	×	○	○

< 凡例 > ○: 適用可能 / ×: 適用不可

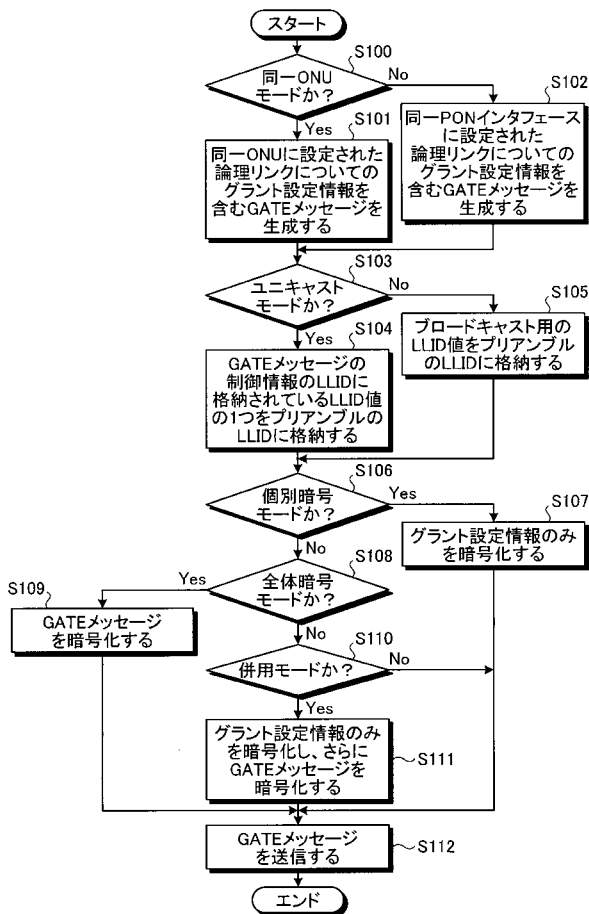
【 図 8 】



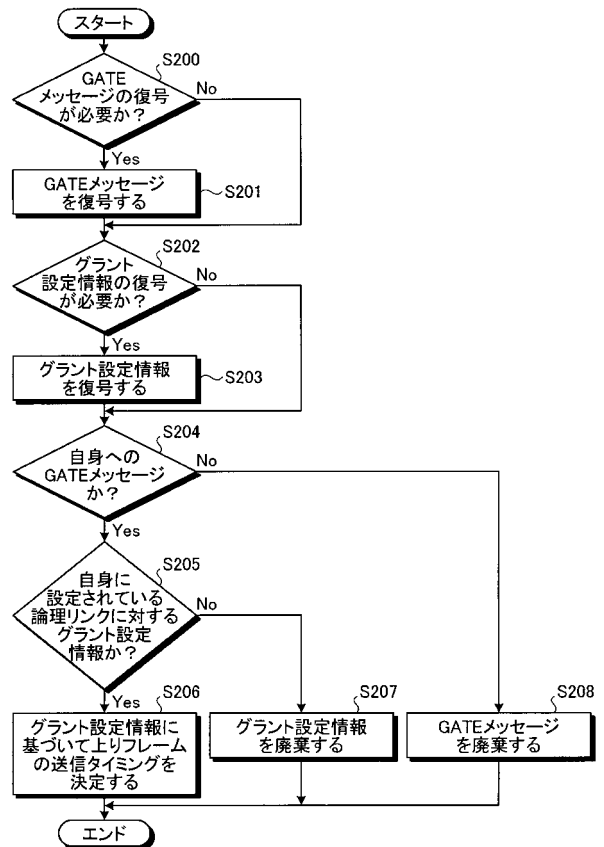
【 図 9 】



【 図 10 】



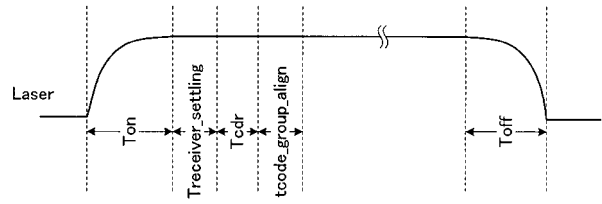
【 図 11 】



【 図 1 2 】

B-OH (Ton~ Tcode_group_align)	209	41
IPG	12	42
Preamble	8	43
DA	6	MACヘッダ 44
SA	6	
Length/Type = 88-08	2	
Opcode = 00-03	2	
Timestamp	4	46
LLID	2	(LLID#1)
Number of queue sets	1	Queue set 1 47-1
Report bitmap	1	
Queue#1 Report	2	
:	:	
Queue#q Report	2	
Report bitmap	1	Queue set 2
Queue#1 Report	2	
:	:	
Queue#q Report	2	
LLID	2	(LLID#h)
Number of queue sets	1	Queue set 1 47-h
Report bitmap	1	
Queue#1 Report	2	
:	:	
Queue#q Report	2	
Report bitmap	1	Queue set 2
Queue#1 Report	2	
:	:	
Queue#q Report	2	
(Pad)		48
FCS	4	49
B-OH (Toff)	80	50

【 図 1 3 】



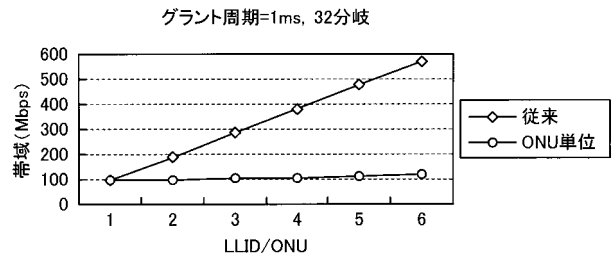
【 図 1 4 】

B-OH詳細	最大値	参照
Ton	512ns(640ビット)	Clause60
Treceiver_settling	400ns(500ビット)	Clause60
Tcdr	400ns(500ビット)	Clause65
Tcode_group_align	25.6ns(4バイト)	Clause65
Toff	512ns(640ビット)	Clause60

【 図 1 5 】

B-OH (Ton~ Tcode_group_align)	209	410
IPG	12	420
Preamble	8	430
DA	6	MACヘッダ 440
SA	6	
Length/Type = 88-08	2	
Opcode = 00-03	2	
Timestamp	4	460
Number of queue sets	1	510
Report bitmap	1	Queue set 1 470
Queue#1 Report	2	
:	:	
Queue#q Report	2	
Report bitmap	1	Queue set 2
Queue#1 Report	2	
:	:	
Queue#q Report	2	
Pad		480
FCS	4	490
B-OH (Toff)	80	500

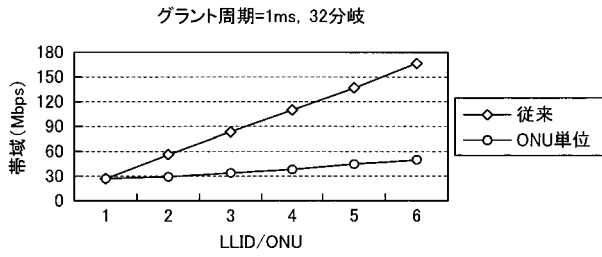
【 図 1 6 】



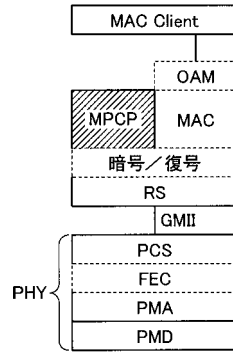
【 図 1 7 】

B-OH詳細	最大値
Ton	32ns(4バイト)
Treceiver_settling	128ns(16バイト)
Tcdr	
Tcode_group_align	
Toff	32ns(4バイト)

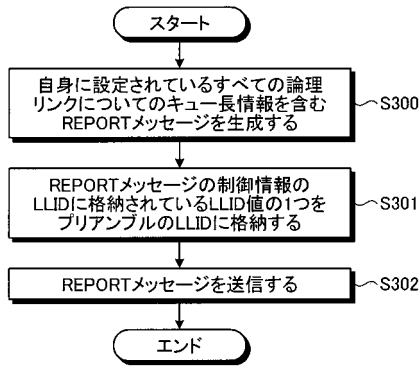
【 図 1 8 】



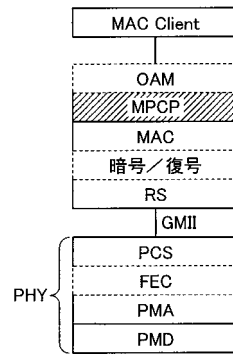
【 図 2 0 】



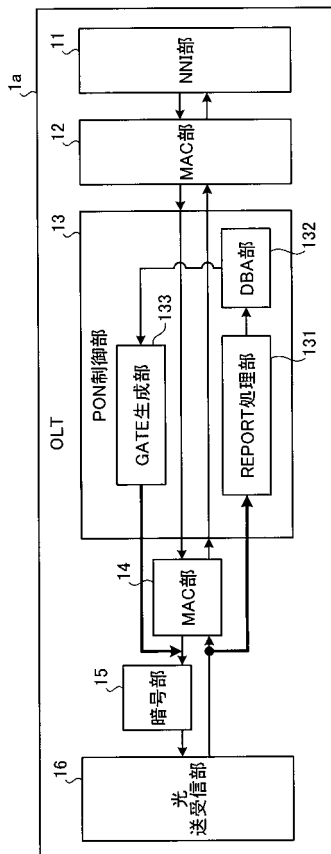
【 図 1 9 】



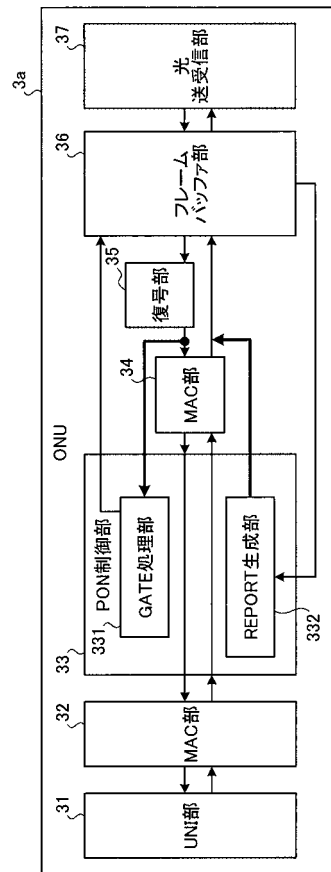
【 図 2 1 】



【 図 2 2 】



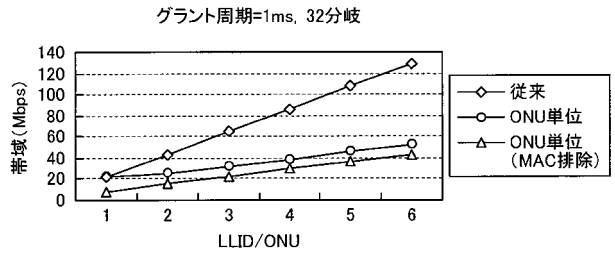
【 図 2 3 】



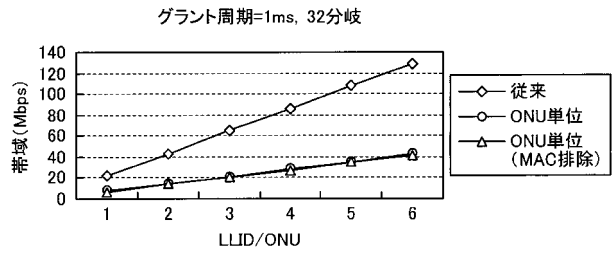
【 図 2 4 】

Delimiter	1	
Opcode = 00-02	2	GATE
Timestamp	4	
LLID	2	(LLID#1)
Number of grants/Flags	1	
Grant#1 Start time	4	
Grant#1 Length	2	制御情報
:	:	
Grant#4 Start time	4	
Grant#4 Length	2	
:	:	
LLID	2	(LLID#m)
Number of grants/Flags	1	
Grant#1 Start time	4	
Grant#1 Length	2	制御情報
:	:	
Grant#4 Start time	4	
Grant#4 Length	2	

【 図 2 5 】



【 図 2 6 】



【 図 2 7 】

B-OH (Ton~Tcode_group_align)	209	
Delimiter	1	
Opcode = 00-03	2	
Timestamp	4	
LLID	2	LLID#1
Number of queue sets	1	
Report bitmap	1	Queue set 1
Queue#1 Report	2	
:	:	
Queue#q Report	2	
Report bitmap	1	Queue set 2
Queue#1 Report	2	
:	:	
Queue#q Report	2	
LLID	2	LLID#h
Number of queue sets	1	
Report bitmap	1	Queue set 1
Queue#1 Report	2	
:	:	
Queue#q Report	2	
Report bitmap	1	Queue set 2
Queue#1 Report	2	
:	:	
Queue#q Report	2	
B-OH (Toff)	80	

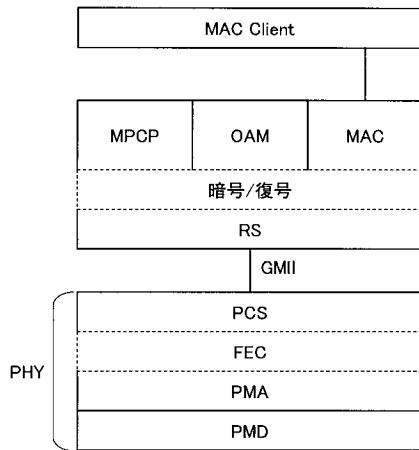
【 図 2 8 】

0x55	1	Preamble
0x55	1	
SLD (Start of LLID delimiter)	1	
0x55	1	
Frame Type (1→MPCP, 0→Other)	1	
LLID	2	GATE
CRC8	1	
Opcode = 00-02	2	(LLID#1)
Timestamp	4	
LLID	2	
Number of grants/Flags	1	
Grant#1 Start time	4	制御情報
Grant#1 Length	2	
:	:	
Grant#4 Start time	4	
Grant#4 Length	2	
:	:	
LLID	2	(LLID#m)
Number of grants/Flags	1	
Grant#1 Start time	4	制御情報
Grant#1 Length	2	
:	:	
Grant#4 Start time	4	
Grant#4 Length	2	
FCS	4	

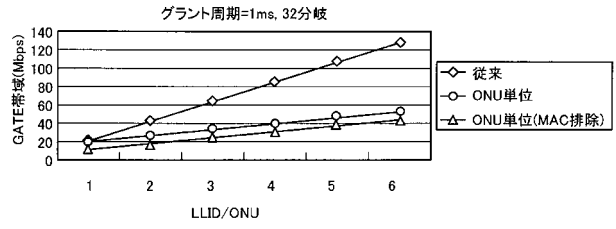
【 図 2 9 】

B-OH (Ton~Tcode_group_aligh)	209	Preamble
0x55	1	
0x55	1	
SLD (Start of LLID delimiter)	1	
0x55	1	
Frame Type (1→MPCP, 0→Other)	1	
LLID	2	LLID#1
CRC8	4	
Timestamp	4	Queue set 1
LLID	2	
Number of queue sets	1	Queue set 1
Report bitmap	1	
Queue#1 Report	2	Queue set 2
:	:	
Queue#q Report	2	Queue set 2
Report bitmap	1	
Queue#1 Report	2	Queue set 1
:	:	
Queue#q Report	2	Queue set 2
Report bitmap	1	
Queue#1 Report	2	Queue set 1
:	:	
Queue#q Report	2	Queue set 2
Report bitmap	1	
FCS	4	Queue set 1
B-OH (Toff)	80	

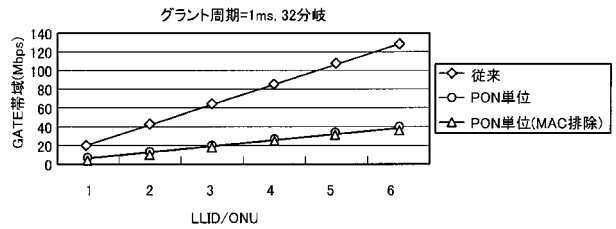
【 図 3 2 】



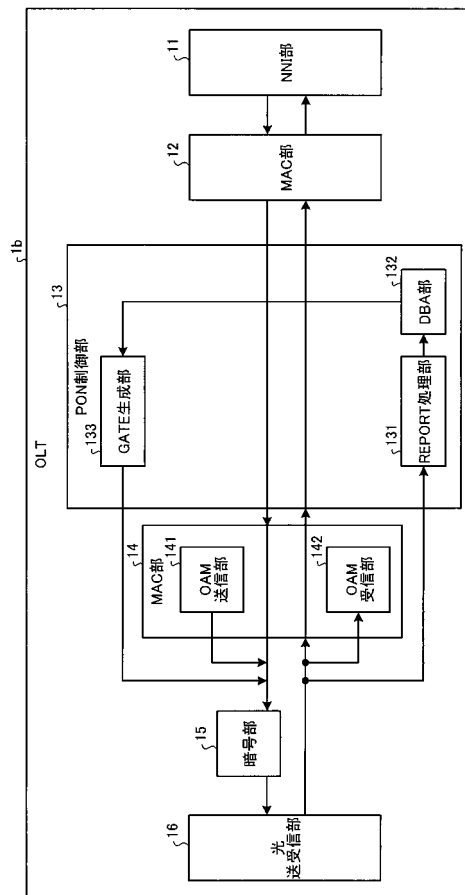
【 図 3 0 】



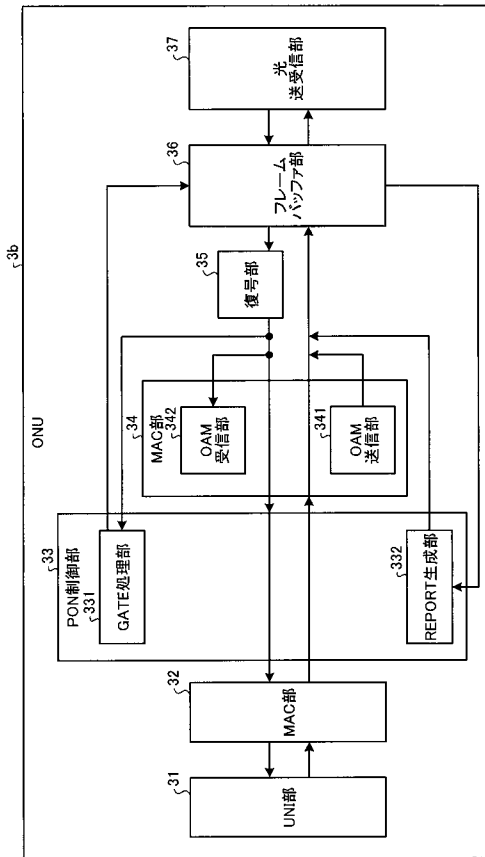
【 図 3 1 】



【 図 3 3 】



【 図 3 4 】



【 図 3 5 】

0x55	1	Preamble
0x55	1	
SLD (Start of LLID delimiter)	1	
0x55	1	
Frame Type (2→OAM, 1→MPCP, 0→Other)	1	
LLID	2	Data
CRC8	1	
Flags	2	
Code	1	
Local Information TLV	16	
Remote Information TLV	16	
Information TLV	n	
:		
FCS	4	

【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/JP2007/059517
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER H04L12/44(2006.01)i, H04B10/20(2006.01)n According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) H04L12/44, H04B10/20 Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2007 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2007 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2007 Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A A E,A	Masaki TANAKA et al., "GE-PON no Fukusu LLID Shuyoji no REPORT Hoho no Ichiteian", IEICE Communications Society Conference Koen Ronbunshu, 2, 08 September, 2004 (08.09.04), page 220 JP 2004-343243 A (Mitsubishi Electric Corp.), 02 December, 2004 (02.12.04), Full text; all drawings (Family: none) JP 2007-116587 A (Fujitsu Access Ltd.), 10 May, 2007 (10.05.07), Full text; all drawings (Family: none)	1,12,13,21,25,27 2-11,14-20,22-24,26,28 1-28 1-28
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 06 June, 2007 (06.06.07)		Date of mailing of the international search report 19 June, 2007 (19.06.07)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office		Authorized officer
Facsimile No.		Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2007/059517

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
E, A	JP 2007-503165 A (Teknovus, Inc.), 15 February, 2007 (15.02.07), Full text; all drawings & CN 1813432 A & KR 20060071403 A & US 2005/041682 A1 & WO 2005/020481 A1	1-28

国際調査報告		国際出願番号 PCT/JP2007/059517									
A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. H04L12/44(2006.01)i, H04B10/20(2006.01)n											
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. H04L12/44, H04B10/20											
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922-1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971-2007年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2007年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2007年</td> </tr> </table>				日本国実用新案公報	1922-1996年	日本国公開実用新案公報	1971-2007年	日本国実用新案登録公報	1996-2007年	日本国登録実用新案公報	1994-2007年
日本国実用新案公報	1922-1996年										
日本国公開実用新案公報	1971-2007年										
日本国実用新案登録公報	1996-2007年										
日本国登録実用新案公報	1994-2007年										
国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)											
C. 関連すると認められる文献											
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号									
X	田中正基 (外4名), GE-PON の複数 LLID 収容時の REPORT 方法の一 提案, 電子情報通信学会通信ソサイエティ大会講演論文集, 2, 2004.09.08, P.220	1, 12, 13, 21, 25, 27									
A		2-11, 14-20, 22-24, 26, 28									
A	JP 2004-343243 A (三菱電機株式会社) 2004.12.02, 全文、全図 (ファミリー無し)	1-28									
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。		<input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。									
* 引用文献のカテゴリー 「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す) 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願		の日の後に公表された文献 「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」同一パテントファミリー文献									
国際調査を完了した日 06.06.2007		国際調査報告の発送日 19.06.2007									
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/JP) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		特許庁審査官 (権限のある職員) 土居 仁士	5X 9371								
		電話番号 03-3581-1101 内線	3596								

国際調査報告		国際出願番号 PCT/JP2007/059517
C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
E, A	JP 2007-116587 A (富士通アクセス株式会社) 2007. 05. 10, 全文、全図 (ファミリー無し)	1-28
E, A	JP 2007-503165 A (テクノバス インコーポレイテッド) 2007. 02. 15, 全文、全図 & CN 1813432 A & KR 20060071403 A & US 2005/041682 A1 & WO 2005/020481 A1	1-28

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), EP(AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW

(注)この公表は、国際事務局(WIPO)により国際公開された公報を基に作成したものである。なおこの公表に係る日本語特許出願(日本語実用新案登録出願)の国際公開の効果は、特許法第184条の10第1項(実用新案法第48条の13第2項)により生ずるものであり、本掲載とは関係ありません。