

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5463165号  
(P5463165)

(45) 発行日 平成26年4月9日(2014.4.9)

(24) 登録日 平成26年1月24日(2014.1.24)

(51) Int.Cl. F I  
H04L 12/44 (2006.01) H04L 12/44 200

請求項の数 10 (全 21 頁)

(21) 出願番号	特願2010-41269 (P2010-41269)	(73) 特許権者	000005108 株式会社日立製作所 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号
(22) 出願日	平成22年2月26日(2010.2.26)	(74) 代理人	100100310 弁理士 井上 学
(65) 公開番号	特開2011-181990 (P2011-181990A)	(74) 代理人	100098660 弁理士 戸田 裕二
(43) 公開日	平成23年9月15日(2011.9.15)	(72) 発明者	栖川 淳 東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地 株式会社日立製作所中央研究所内
審査請求日	平成24年9月4日(2012.9.4)	(72) 発明者	池田 博樹 東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地 株式会社日立製作所中央研究所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 省電力化可能なPONシステムにおける、ONUのスリープ状態からの復旧方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

少なくとも1以上の端末装置および制御装置を備え、前記端末装置と前記制御装置との間でデータを送受信する通信システムであって、

前記端末装置は、

前記制御装置から送信されるフレームを受信する受信部と、

前記制御装置にフレームを送信する送信部と、

前記フレームを処理する制御回路と、

該端末装置の少なくとも一部をスリープ状態にするスリープ制御回路と、を備え、

前記制御装置は、

前記端末装置から送信されるフレームを受信する受信部と、

前記端末装置にフレームを送信する送信部と、

前記フレームを処理する制御回路と、を備え、

前記制御装置の制御回路は、スリープ状態にある前記端末装置に対して、該端末装置がスリープ解除通知を前記制御装置に送信するための帯域を周期的に割り当て、前記制御装置の送信部を介して該帯域割り当て情報を含む制御フレームを周期的に該スリープ状態の端末装置に送信する通信システム。

【請求項2】

請求項1に記載の通信システムであって、

前記端末装置および前記制御装置は、スリープ状態に入る前にディスカバリプロセスに

て決定する前記端末装置の初期設定情報を保持し、

前記制御装置は、端末装置がスリープ状態から通常状態に復旧するとき、ディスクバリエーションプロセスを省略して、前記保持した初期設定情報を参照して端末装置を登録状態にする通信システム。

【請求項 3】

請求項 1 に記載の通信システムであって、

前記スリープ解除通知は、上り帯域要求情報を含み、

前記端末装置は、上り通信用のバッファを備え、前記バッファに格納されたバッファ量に基づいて上り帯域要求情報を決定し、

前記端末装置は、前記上り帯域要求情報を含むスリープ解除通知を前記制御装置に送信し、

前記制御装置は、前記端末装置をスリープ状態から登録状態にした後に、前記上り帯域要求情報に基づいて、上り帯域を割り当てる通信システム。

【請求項 4】

請求項 1 に記載の通信システムであって、

前記スリープ解除通知は、上り帯域要求情報を含み、

前記端末装置は、上り通信用のバッファを備え、前記バッファに格納されたバッファ量およびあらかじめ設定されたバッファ量に基づいて上り帯域要求情報を決定し、

前記端末装置は、上り帯域要求情報を含むスリープ解除通知を前記制御装置に送信し、

前記制御装置は、前記端末装置をスリープ状態から登録状態にした後に、前記上り帯域情報に基づいて、上り帯域を割り当てる通信システム。

【請求項 5】

請求項 1 に記載の通信システムであって、

前記制御装置の制御回路は、スリープ状態にある前記端末装置に対しては、該端末がスリープ解除通知を前記制御装置に送信するための帯域およびあらかじめ設定された帯域の和を周期的に割り当て、前記制御装置の送信部を介して該帯域割り当て情報を含む制御フレームを周期的に該スリープ状態の端末装置に送信する通信システム。

【請求項 6】

請求項 1 に記載の通信システムであって、

前記スリープ解除通知用の帯域割り当ての、周期および割り当て帯域は、端末装置ごとに異なる値を設定する通信システム。

【請求項 7】

請求項 1 に記載の通信システムであって、

前記制御装置は、スリープ状態の端末装置に対して、個別にスリープ解除通知用の帯域割り当てフレームを送信し、スリープ解除通知を送信する端末装置が応答する通信システム。

【請求項 8】

少なくとも 1 以上の端末装置に接続され、該端末装置との間でデータを送受信する制御装置であって、

前記端末装置から送信されるフレームを受信する受信部と、

前記端末装置にフレームを送信する送信部と、

前記フレームを処理する制御回路と、を備え、

前記制御装置の制御回路は、スリープ状態にある前記端末装置に対して、該端末がスリープ解除通知を前記制御装置に送信するための帯域を周期的に割り当て、前記制御装置の送信部を介して該帯域割り当て情報を含む制御フレームを周期的に該スリープ状態の端末装置に送信する制御装置。

【請求項 9】

請求項 1 に記載の通信システムであって、

前記制御装置は、スリープ解除時刻を示す情報を前記スリープ状態に遷移する端末装置に送信し、

10

20

30

40

50

前記端末装置は、前記スリープ解除時刻前に、前記制御フレームの帯域割り当て情報に従って前記スリープ解除通知を送信することを特徴とする通信システム。

【請求項 10】

請求項 8 に記載の制御装置であって、  
スリープ解除時刻を示す情報を前記スリープ状態に遷移する端末装置に送信し、  
前記スリープ解除時刻前に、前記制御フレームの帯域割り当て情報に従って前記端末装置から送信される前記スリープ解除通知を受信することを特徴とする制御装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

【0001】

本発明は、端末装置の省電力化が可能な通信システムであって、端末装置の低電力状態からの復旧方法に関する。

【背景技術】

【0002】

[光アクセスネットワークの普及]

近年、インターネットの普及に伴い、ネットワークへの高速化への要求が高まり、ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line)、そして B-PON (Broadband PON)、E-PON (Ethernet PON)、G-PON (Gigabit Capable PON) の普及が進んでいる。特に、PON 方式は、局に置かれる収容局 (OLT: Optical Line Terminal) と各ユーザ宅に置かれるネットワークユニット (ONU: Optical Network Unit) の間を接続する際に、OLT から 1 本のファイバを出し、光スプリッタを用いて分岐して各ユーザが接続される。このため、ファイバの敷設コストが安く、かつ光伝送を用いるため高速に通信を行うことが可能であるため、世界各国で普及が進んでいる状況にある。

20

【0003】

[通信の高速化と消費電力の増大]

ユーザが利用する帯域の増大とともに、光アクセスネットワークにおいて通信の高速化が要求されている。IEEE においては、上り下り双方向で 10 Gbps を実現する 10 G-EPON が IEEE 802.3av 規格として標準化されている (非特許文献 1)。この通信の高速化に伴い、電子部品での消費電力が増大し、OLT や ONU の機器の消費電力が増大すると考えられる。

30

【0004】

[ネットワーク機器での低消費電力化要求]

近年、環境負荷低減への要求から、ネットワーク機器における低消費電力化が求められている。しかしながら、光アクセスネットワークにおいては、光回線加入者拡大に伴う機器数の増大、通信の高速化に伴う機器あたりの消費電力増大により、消費電力が増大する傾向にある。したがって、光アクセスネットワーク機器での低消費電力化が必要である。また、低電力化が必要な別の理由として、停電などの災害時での通信インフラの維持が考えられる。停電時においては、機器のバッテリー動作が考えられる。通信インフラの維持の観点からバッテリーでの長時間動作が望ましい。そのためには機器の低消費電力化が必要である。

40

【0005】

[PON の従来 の低電力化技術]

PON システムの省電力化方法として、ONU のスリープモードを導入する方法が知られている。スリープモードとは、ONU を低電力状態にした状態である。ONU は通常の電力状態である通常モードと低電力状態であるスリープモードを切り替えながら動作する。OLT-ONU 間でのやりとりによりスリープモードを解除する時刻、あるいは、スリープモードにいる時間を決定し、ONU をスリープさせる方法が知られている (例えば、非

50

特許文献2)。スリープ解除時刻後にONUはOLTより上り帯域割り当てフレームを受信し、その後、通常モードに復旧し、上りデータを送信可能となる。

【0006】

[無線システムでの低電力化技術]

一方で、無線システムの低電力化方法においても、同様の端末局にスリープモードを導入する方法が知られている。無線システムにおいて、遅延量低減と消費電力低減を実現するために、端末局がスリープモードから抜ける場合は、周期的に送られてくる報知情報の受信を契機に、基地局にスリープ解除通知を送信して、復旧する方法が知られている。(例えば、特許文献1、特許文献2)

【特許文献1】特表2003-517741

【特許文献2】特開2004-172772

【非特許文献1】IEEE 802.3av

【非特許文献2】IEEE P802.3av Task Force "3av\_0809\_mandarin\_4.pdf"

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

非特許文献2に記載の方法ではスリープ解除時刻になるまで、PON間の通信ができないため、上り通信の遅延が問題になる。一方、上り通信の遅延量を低減させるために、ONUを通常モードにする頻度を増やすこととすると消費電力が増大する。そのため、上り通信の遅延量の低減と消費電力の低減を両立することが困難である。具体的には、非特許文献2に記載の方法において上り通信の遅延量を低減させるとすると、OLTとONU間で通信する必要ない場合においても、OLTとONU間が通信して定期的にONUの低電力モードを解除する必要がある。そのため、ONUが通常モードにある割合が多くなり、時間平均での消費電力を十分に低減することができない。例えば、通常モードでの消費電力を $P_n = 10\text{W}$ 、スリープモードでの消費電力を $P_s = 1\text{W}$ 、通常モードにいる時間を $T_n = 1\text{ms}$ 、スリープモードにいる時間を $T_s = 9\text{ms}$ とした場合の、消費電力の時間平均 $P_{average} = (P_n \times T_n + P_s \times T_s) / (T_n + T_s) = 1.9\text{W}$ である。また、この場合でのスリープモードを導入することによるONUで発生する遅延量は $10\text{ms}$ である。遅延量は $10\text{ms}$ に抑えることができるが、消費電力は $1.9\text{W}$ であり、 $P_s$ に比べると大きく、より消費電力を削減することが望ましい。すなわち、上り通信の遅延量と消費電力の両方をより低減することが望ましい。

また、光アクセスシステムで採用されているE-PON、10G-EPONにおいては、特許文献1、2に記載の、周期的に送られてくる報知情報の受信を契機にスリープ解除通知を送信する方法を適用すると、上り通信での帯域利用効率の低下を招いてしまう。具体的には、周期的な報知情報として利用可能なフレームはE-PON、10G-EPONではOLTから全ONUに一定周期で送信されるDiscovery Gateに相当し、Discovery Gateは新規ONUの登録・ONUの登録解除に利用される。しかし、ONUからOLTにスリープ解除通知を送信するためにはスリープ解除通知用にDiscovery Windowが追加が必要になる。Discovery Window期間は他のONUからOLTへの通信ができないため、上りの帯域利用効率の低下を招いてしまう。図23に、OLTから送信されるDiscovery Gateを契機にONUがOLTにスリープ解除通知を送信する場合の動作シーケンスを示す。この例においては、ONU#1は通常状態、スリープ状態、通常状態と順に変化し、ONU#2は通常状態にある。2番目のDiscovery Gateを受信した際に、ONU#1はDiscovery Windowを利用して、スリープ解除通知(Sleep Cancel Report)をOLTに送信する。Discovery Windowの間は、ONU#2はOLTとの間で上り通信ができないため、上り帯域利用効率が低下する。また、ONU#1の上りデータ転送の遅延時間を低減させるためには、Discovery Gateを送信する周期を短くする必要があるが生じるが、その場合には上り帯域利用効率がさらに低下してしまう。

10

20

30

40

50

なお、端末から基地局への上り通信において、端末毎に周波数や時間を分割して通信する無線通信システムでは、他の端末と上り通信の衝突は発生しない。そのため、報知信号を契機にスリープモードを解除する場合においても、他の端末との上り通信の衝突は発生しない。このような無線通信システムでは、Discovery Windowを設ける必要がなく、Discovery Windowを設けることによる上りの帯域利用効率の低下は問題にならない。

したがって、上り帯域利用効率の低下を防ぎ、上り通信の遅延量の低減とスリープモード時間の増大（すなわち、消費電力の低減）を両立する実現する手段が望まれる。

【0008】

本発明は、このような課題を鑑みてなされたものであり、上り帯域利用効率の低下を抑えて、かつ、スリープモード時間が長い場合（すなわち、消費電力が低減できる場合）においても、上り通信の遅延量を低減させることが目的である。

【課題を解決するための手段】

【0009】

少なくとも1以上の端末装置および制御装置を備え、前記端末装置と前記制御装置との間でデータを送受信するシステムであって、前記端末装置は、前記制御装置から送信されるフレームを受信する受信部と、前記制御装置にフレームを送信する送信部と、前記フレームを処理する制御回路と、該端末装置の少なくとも一部を省電力状態にするスリープ制御回路と、を備え、前記制御装置は、前記端末装置から送信されるフレームを受信する受信部と、前記端末装置にフレームを送信する送信部と、前記フレームを処理する制御回路と、を備え、前記制御装置の制御回路は、省電力状態にある前記端末装置に対して、該端末がスリープ解除通知を前記制御装置に送信するための帯域を周期的に割り当て、前記制御装置の送信部を介して該帯域割り当て情報を含む制御フレームを周期的に該スリープ状態の端末装置に送信することを特徴とする。

【発明の効果】

【0010】

本発明によれば、スリープ解除時刻前に、通信が必要となった場合に、PON間の通信を早期に復旧することが可能である。従って、上り通信の遅延量を低減することが可能である。

また、本発明によれば、ONUのスリープ期間を長くとっても、PON間の通信を早期に復旧することが可能となる。従って、ONUのスリープ期間を長くすることが可能となり、従来に比べて低消費電力を実現することが可能となる。

【0011】

さらに、スリープ状態にあるONUにのみ追加のスリープ解除通知用の帯域を割り当てるため、上り帯域利用効率の大幅な低下を防ぐことが可能である。

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】本発明を適用する光アクセスシステムの構成を説明する図である。

【図2】OLTのブロック構成を説明するブロック図である。

【図3】OLTのPON PHY/MAC論理回路のブロック構成を説明するブロック図である。

【図4】ONUのブロック構成を説明するブロック図である。

【図5】ONUのPON PHY/MAC論理回路のブロック構成を説明するブロック図である。

【図6】OLTの上り受信フレーム解析での動作を説明するフローチャートである。

【図7】本発明におけるOLTのSleepプロセスでの動作を説明するフローチャートである。

【図8】本発明におけるONUの下り受信フレーム解析での動作を説明するフローチャートである。

【図9】本発明におけるONUのSleepプロセスでの動作を説明するフローチャート

10

20

30

40

50

である。

【図10】従来の実施形態に基づく、OLT-ONU間との間でおこなわれる相互動作を説明するシーケンスである。

【図11】本発明の第1の実施形態に基づく、OLT-ONU間との間でおこなわれる相互動作を説明するシーケンス図である。

【図12】本発明の第2の実施形態に基づく、OLT-ONU間との間でおこなわれる相互動作を説明するシーケンス図である。

【図13】本発明の第3の実施形態に基づく、OLT-ONU間との間でおこなわれる相互動作を説明するシーケンス図である。

【図14】EPONにおけるフレームフォーマットを説明する図である。

10

【図15】Normal Gateのフレームフォーマットである。

【図16】Discovery Gateのフレームフォーマットである。

【図17】Reportのフレームフォーマットである。

【図18】Sleep Requestのフレームフォーマットである。

【図19】Sleep Grantのフレームフォーマットである。

【図20】Sleep Cancel Reportのフレームフォーマットである。

【図21】OLTが保持する、Sleep時の上り帯域割り当て管理テーブルを説明する図である。

【図22】本発明におけるONU登録状態管理テーブルを説明する図である。

【図23】従来の別の実施形態に基づく、OLT-ONU間との間でおこなわれる相互動作を説明するシーケンスである。

20

【発明を実施するための最良の形態】

【0013】

以下、本発明の実施の形態について、図面を参照して詳細に説明する。なお、各図において共通する部分には、同一の符号が付与されている。

【0014】

[第1の実施形態]

まず、図1にPONを利用した光アクセス網の構成を示す。光アクセス網は、OLT1、光スプリッタ3、及び複数のONU2(2-1~2-n)を備える。OLT1は光ファイバ4-0を介して光スプリッタ3と接続される。ONU2(2-1~2-n)は、各々、光ファイバ4(4-1~4-n)を介して光スプリッタ3に接続される。

30

端末5(5-1~5-n)はそれぞれ、ONU2(2-1~2-n)に接続される。ネットワーク6は、OLT1に接続される。端末5は、光アクセス網を介して、ネットワーク6に接続される。

【0015】

図2に、PONに利用されるOLTのブロック構成を示す。OLT1は、合波分波器11、光送信機12、光受信機13、PON PHY/MAC論理回路14、NNI-IF回路15、バス16、MPU17、RAM18から構成される。次に、各構成部品の機能を説明する。

【0016】

40

[合波分波器11の機能]

合波分波器11は、PONでの上り通信用波長 $\lambda_1$ と下り通信波長 $\lambda_2$ を合波および分波する。光ファイバ4-0から合波分波器11に入力される波長 $\lambda_1$ の上り通信光信号は、光受信機13へ出力する。また、光送信機12から入力される波長 $\lambda_2$ の下り通信光信号は、光ファイバ4-0へ出力する。

【0017】

[光送信機12の機能]

光送信機12は、PON PHY/MAC論理回路14から入力される電気信号を、波長 $\lambda_2$ の光信号に変換して合波分波器11へ出力する。

【0018】

50

[光受信機 13 の機能]

光受信機 13 は、合波分波器 11 から入力された波長 1 の光信号を電気信号に変換し、その電気信号を増幅、整形して PON PHY/MAC 論理回路 14 へ出力する。

【0019】

[PON PHY/MAC 論理回路 14 の機能]

PON PHY/MAC 論理回路 14 は、NNI-IF 回路 15 から入力されたデータに基づいて、PON 用のフレームフォーマットを生成し、パラレルシリアル変換したのちに、光送信機 12 へ出力する。また、制御フレームを生成して、パラレルシリアル変換したのちに、光送信機 12 へ出力する。また、光受信機 13 から受信した電気信号から、クロック再生、シリアルパラレル変換した後、受信したフレームを解析し、フレーム種別ごとの処理を実施する。受信したフレームがユーザー送信フレームであると判定した場合は、NNI-IF 回路 15 へデータを出力する。

10

【0020】

[NNI-IF 回路 15 の機能]

NNI-IF 回路 15 は、ネットワーク 6 から入力されたフレームを PON PHY/MAC 論理回路 14 に出力する。また、PON PHY/MAC 論理回路 14 から入力されたフレームをネットワーク 6 へ出力する。

【0021】

[バス 16、MPU 17、RAM 18 の機能]

MPU 17、RAM 18、バス 16 を介して、PON PHY/MAC 論理回路 14、NNI-IF 回路 15 に接続される。MPU 17 は、PON PHY/MAC 論理回路で行わない演算処理を実行する。また、RAM 18 は、上りおよび下りでのパケットバッファや、MPU 17 での演算時のメモリなどに利用する。

20

【0022】

[PON PHY/MAC 論理回路 14 の動作詳細]

次に、PON PHY/MAC 論理回路 14 の動作の詳細を、図 3 を用いて説明する。

PON PHY/MAC 論理回路 14 は、送信 PHY/MAC 論理回路 141、MPCP 制御部 143 から構成される。次に、各構成部の機能を説明する。

【0023】

受信 PHY/MAC 論理回路 142 は、光受信機 (OLT 用) 13 から入力された電気信号から、クロック再生、シリアルパラレル変換した後、復号処理を実施する。さらに、復号したビット列からフレーム開始位置を検出し、フレームヘッダを解析する。解析結果により、受信フレームが MPCP 制御フレームである場合は、MPCP 制御 (OLT 用) 143 に送付する。また、受信フレームがユーザー送信フレームである場合は、NNI-IF 15 に送付する。

30

【0024】

送信 PHY/MAC 論理回路 141 は NNI-IF 15 または MPCP 制御 (OLT 用) 143 からフレームを受信し、PON 区間でのヘッダを付与し、符号化、パラレルシリアル変換して、光送信機 (OLT 用) 12 に送付する。

【0025】

MPCP 制御 (OLT 用) 143 は、あらかじめ決められたプロトコルに基づいて、MPCP 制御フレームを送受信し、ONU の登録・解除、上り送信タイミング制御などをおこなう。

40

【0026】

図 4 に、PON に利用される ONU のブロック構成を示す。ONU 2 は、合波分波器 21、光送信機 22、光受信機 23、PON PHY/MAC 論理回路 24、UNI-IF 回路 25、バス 26、MPU 27、RAM 28、スリープ制御回路 29 から構成される。次に、各構成部品の機能を説明する。

【0027】

[合波分波器 21 の機能]

50

合波分波器 2 1 は、P O N での上り通信用波長 1 と下り通信波長 2 を合波および分波する。光ファイバ 4 から合波分波器 2 1 に入力される波長 2 の下り通信光信号は、光受信機 2 3 へ出力する。また、光送信機 2 2 から入力される波長 1 の上り通信光信号は、光ファイバ 4 へ出力する。

【 0 0 2 8 】

[光送信機 2 2 の機能]

光送信機 2 2 は、P O N P H Y / M A C 論理回路 2 4 から入力される電気信号を、波長 1 の光信号に変換して合波分波器 2 1 へ出力する。

【 0 0 2 9 】

[光受信機 2 3 の機能]

光受信機 2 3 は、合波分波器 2 1 から入力された波長 2 の光信号を電気信号に変換し、その電気信号を増幅、整形して P O N P H Y / M A C 論理回路 2 4 へ出力する。

【 0 0 3 0 】

[P O N P H Y / M A C 論理回路 2 4 の機能]

P O N P H Y / M A C 論理回路 2 4 は、U N I - I F 回路 2 5 から入力されたデータに基づいて、P O N 用のフレームフォーマットを生成し、パラレルシリアル変換したのちに、光送信機 2 2 へ出力する。また、制御フレームを生成して、パラレルシリアル変換したのちに、光送信機 2 2 へ出力する。また、光受信機 2 3 から受信した電気信号から、クロック再生、シリアルパラレル変換した後、受信したフレームを解析し、フレーム種別ごとの処理を実施する。受信したフレームがユーザ送信フレームと判定した場合は、U N I - I F 回路 2 5 へデータを出力する。

【 0 0 3 1 】

[U N I - I F 回路 2 5 の機能]

U N I - I F 回路 2 5 は、端末 5 から入力されたフレームを P O N P H Y / M A C 論理回路 2 4 へ出力する。また、P O N P H Y / M A C 論理回路 2 4 から入力されたフレームを端末 5 へ出力する。

【 0 0 3 2 】

[バス 2 6、M P U 2 7、R A M 2 8 の機能]

M P U 2 7、R A M 2 8、バス 2 6 を介して、P O N P H Y / M A C 論理回路 2 4、N N I - I F 回路 2 5 に接続される。M P U 2 7 は、P O N P H Y / M A C 論理回路 2 4 で行わない演算処理を実行する。また、R A M 2 8 は、上りおよび下りでのパケットバッファや、M P U 2 7 での演算時のメモリなどに利用する。

【 0 0 3 3 】

[スリープ制御回路 2 9 の機能]スリープ制御回路 2 9 は、U N I - I F 2 5、P O N P H Y / M A C 論理回路 2 4 の状態をモニタする。また、モニタした結果に基づいて、P O N P H Y / M A C 論理回路 2 4、U N I - I F 回路 2 5、光送信機 2 2、光受信機 2 3、R A M 2 7、M P U 2 8 の電力状態を制御する。本回路での制御により、O N U 2 を通常通りの消費電力で動作するノーマルモードと、低消費電力で動作するスリープモードを切り替えることが出来る。ノーマルモードの場合でもスリープモードの場合でも最低限、光送信機と光受信機は動作する状態にしておけばよい。

【 0 0 3 4 】

[P O N P H Y / M A C 論理回路 2 4 の動作詳細]

次に、P O N P H Y / M A C 論理回路 2 4 の動作の詳細を、図 5 を用いて説明する。

P O N P H Y / M A C 論理回路 2 4 は、送信 P H Y / M A C 論理回路 2 4 1、M P C P 制御部 2 4 3 から構成される。

基本的な動作は、P O N P H Y / M A C 論理回路 1 4 と同じであるが、M P C P 制御部 2 4 6 の論理は、M P C P 制御部 1 4 6 の論理と異なる。

【 0 0 3 5 】

[O L T の上り受信フレーム解析動作]本発明における、O L T の P O N P H Y / M A C 論理回路 1 4 での上り受信フレーム解析動作を、図 6 を用いて説明する。まず、S 1 0

10

20

30

40

50

1にて受信PHY/MAC論理回路142はフレームの受信を待つ。受信PHY/MAC論理回路142が、合波分波器11、及び光受信器13を介してフレームを受信すると、S102に移り、受信PHY/MAC論理回路は受信したフレームを解析し、S103に移る。S103では、フレーム解析結果にもとづいて、受信したフレームがMPCP制御フレームか否かを判定する。受信フレームがMPCP制御フレームである場合は、S104に移る、MPCP制御部143は、受信フレームのOpCodeを解析し、S105に移る。S105では、MPCP制御部143は、OpCode毎の処理を実施する。

#### 【0036】

本発明においては、スリープモードに関する制御フレームを追加することで、スリープモードとノーマルモードの切替制御を実現する。処理が終了すると、S101に戻る。S102で、受信PHY/MAC論理回路が受信フレームはMPCP制御フレームでないと判定した場合は、S106に移る。S106では、NNI-IF15で処理を実施する。処理終了後、S101に戻る。

#### 【0037】

##### [OLTのスリーププロセスでの動作]

本発明における、OLTのスリーププロセスでの動作を、図7を用いて説明する。図6のS104の上りフレーム解析でのOpCode解析により、受信フレームがSleepRequestである場合、MPCP制御部143は、次のスリーププロセスを実行する。S201にて、SleepRequestを受信すると、S202に移り、スリーププロセスを開始する。開始後、S203に移り、該当するONUに対して、Sleep許可を出すか否かを判定する。Sleepを許可する場合はS204へ、許可しない場合はS205へ移る。S205では、SleepGrant(NG)を送信し、S209へ移り、Sleepプロセスを終了する。なお、Sleep許可判定する時刻に、送信PHY/MAC論理回路141において、送出すべき該当ONU宛ユーザーフレームの存在有無に基づいて、Sleep許可判定をおこなう。例えば、該当ONU宛ユーザーフレームが存在する場合にはSleep許可しない。

S204では、該当するONUに対して、SleepGrant(OK)を送信し、S206に移る。尚、SleepGrantのフレームフォーマットについては、図19で後述する。OLTでは、該当するONUに対して、SleepGrant(OK)を送信した場合に該ONUをスリープモードのONUとして管理する。管理方法については図22で後述する。S206では、Sleep解除時刻前か否かを判定する。判定は、フレーム送信時にTimeStampとして付与する時刻を利用して行う。具体的には、現在時刻を表すTimeStampが、SleepGrantフレームにて設定したスリープ解除時刻のTimeStampよりも前か後に基づいておこなう。Sleep解除時刻前である場合はS207へ移り、Gateを該当するONUへ送信し、S208へ移る。尚、SleepGrantのフレームフォーマットについては、図15で後述する。一方、Sleep解除時刻後である場合はGateを該ONUに送信する必要がないためS209へ移り、Sleepプロセスを終了する。

#### 【0038】

S208では、該当するONUからSleepCancelを受信しているか確認する。SleepCancelを受信した場合は、S209へ移り、Sleepプロセスを終了する。SleepCancelを受信していない場合は、S206へ移る。尚、SleepCancelのフレームフォーマットは、図20で後述する。

#### 【0039】

S206からS208までの動作を繰り返すことにより、スリープモードのONUに対して、Gateを定期的送信し、該ONUからSleepCancelを受信すると、Sleep解除送信用に出すGate送信を停止し、通常動作に復旧させることが可能である。尚、スリープモードのONUに対して定期的送信するGateの周期は図21で後述するように管理すること等により実現してもよい。[ONU登録状態の管理]

ONU登録状態の管理方法について、図22を用いて説明する。OLTは、図22に示

10

20

30

40

50

すような管理テーブルを保持する。この管理テーブルはONU識別ID、ONU登録状態、初期設定パラメータ（例えば、論理リンクID：LLID、ONUのLaserON時間：Ton、ONUのLaserOFF時間：Toff、上り送信時のSyncTime）から構成される。ONU識別IDは、OLTに接続されるONUを識別するためのIDである。また、ONU登録状態は、登録/スリープ/未登録のいずれかである。また、初期設定パラメータは、ディスカバリプロセスにて、ONUを登録する際に決定するパラメータである。

本発明では、ONUがスリープ状態になった場合においても、初期設定パラメータを保持することにより、ONUがスリープモードから通常モードに変化する際に、初期設定パラメータをOLTが取得するためのディスカバリプロセスを実行することなく、ONUを登録状態にすることが可能になる。その結果、ONUがスリープ状態から通常状態に変化した際に、PON区間の通信が可能になるまでの時間を短縮することが可能である。なお、図22で示した初期設定パラメータは一例であり、他のパラメータを含めてもかまわない。

10

#### 【0040】

【ONUの下り受信フレーム解析動作】本発明における、ONUの下り受信フレーム解析動作を、図8を用いて説明する。まず、S301にて、受信PHY/MAC論理回路242はフレームの受信を待つ。フレームを受信すると、S302に移り、受信PHY/MAC論理回路242は受信したフレームを解析し、S303に移る。S303では、フレーム解析結果にもとづいて、受信したフレームがMPCP制御フレームか否かを判定する。受信フレームがMPCP制御フレームである場合は、S304に移り、MPCP制御243が受信フレームのOpCodeを解析し、S305に移る。S305では、MPCP制御243がOpCode毎の処理を実施する。本発明においては、スリープモードに関する制御フレームを追加することで、スリープモードとノーマルモードの切替制御を実現する。処理が終了すると、S301に戻る。S303で、受信フレームがMPCP制御フレームでないと判定した場合は、S306に移る。S306では、UNI-IF部での処理を実施する。処理終了後、S301に戻る。

20

#### 【0041】

【ONUのスリーププロセスでの動作】本発明における、ONUのスリーププロセスでの動作を、図9を用いて説明する。フレーム解析でのOpCode解析により、受信フレームがSleepGrantである場合、スリーププロセスを実行する。S401にて、SleepGrantを受信すると、S402に移り、スリーププロセスを開始する。スリーププロセス開始後、S403に移り、スリープモードを開始する。ここでは、スリープ制御回路29が、各部品に対する電力状態を低電力状態にすることで、スリープモードに移す。その後、S404に移る。

30

#### 【0042】

S404では、設定されたSleep解除時刻前か否かを判定する。設定されたSleep解除時刻前か否であるかは、フレーム送信時にTimeStampとして付与する時刻を利用して行う。具体的には、現在時刻を表すTimeStampが、SleepGrantフレームにて設定したスリープ解除時刻のTimeStampよりも前か後に基づいておこなう。Sleep解除前と判定した場合はS405に移り、Sleep解除後と判定した場合は、S408へ移りSleepプロセスを終了する。

40

#### 【0043】

S405では、スリープ制御回路29が、モニタ結果に基づいてPON通信が必要な状態か否かを判定する。例えば、端末とのインタフェース部分がリンクダウンからリンクアップした場合や、端末からユーザフレームを受信した場合にPON通信を必要であると判定し、それ以外はPON通信を不要と判定する。PON通信が必要であると判定した場合はS406へ移り、PON通信が不要であると判定した場合はS404へ戻る。

#### 【0044】

S406では、Sleepモードを解除する。具体的には、スリープ制御回路29が各

50

部品の電力状態を通常電力状態に移すことで、Sleepモードを解除する（ノーマルモードに移す）。

【0045】

S407では、OLT1に対してSleepCancelを送信する。SleepCancelの送信タイミングは、OLT1から受信したGateフレームに基づいて決定する。SleepCancelを送信すると、S408へ移り、Sleepプロセスを終了する。

【0046】

[従来例におけるONU - OLT間の相互動作]

次に、従来例（非特許文献2）におけるONU - OLT間の相互動作を、図10を用いて説明する。

10

【0047】

ONUが通常状態にある状態から説明を開始する。この状態において、ONU2は、端末の状態から、PON間の通信が不要であると検出し、最大Sleep時間を決定し、OLT1にSleepRequestを送信する。OLT1は、ONU2からSleepRequestを受信すると、ONU2のSleep可否とスリープ復旧時刻を決定し、ONU2にSleepGrantを送信する。ONU2は、SleepGrantを受信すると、SleepGrant中で指定されたSleepWakeUpTimeまで、スリープモードへ遷移する。

スリープモードへ遷移したONU2は、スリープ解除時刻WakeUpTime前に、端末の状態から、通信可能な状態を検出すると、その後端末から受信した上りデータをバッファに格納しておく。スリープ解除時刻WakeUpTimeになると、OLTは、ONU2は通常モードに移っていると判断し、該当するONU2に対して、Gateを送信する。ONU2は、Gateを受信すると、Gate中で指定された時刻と期間を利用してReportをOLTに送信し、格納しているバッファ量に基づいて、上り帯域割り当てを要求する。OLTは、Reportを受信すると、Reportに含まれるバッファ量に基づいて、該ONUに対する上り帯域割り当てを決定し、ONUにGateを送信する。ONUは、Gateを受信すると、指定された時刻と期間を利用して、上りデータをOLTへ送信する。OLTは、上りデータを受信すると、ネットワークに転送する。

20

【0048】

この動作では、Sleep解除時刻WakeUpTimeになるまで、上り帯域が割り当てられないため、上りデータ転送に遅延が発生する。上りデータ遅延量は、設定するスリープ期間に依存する。

30

【0049】

[本発明におけるONU - OLT間の相互動作]

次に、本発明におけるONU - OLT間の相互動作を、図11を用いて説明する。

OLT1、ONU2の構成は、図2、図3、図4、図5に示した通りである。

【0050】

ONUが通常状態にある状態から説明を開始する。ONUは、端末の状態から、PON間の通信が不要であると検出すると、あらかじめ定められた最大Sleep時間を含むSleepRequestをOLT1に送信する。OLT1は、SleepRequestを受信すると、図7で説明した通りSleep可否とスリープ解除時刻を決定し、ONU2にSleepGrantを送信する。ONU2は、SleepGrantを受信すると、図9において説明したスリープモードへ遷移する。OLTは、図7で説明した通りスリープモードにあるONUに対して、あらかじめ設定された周期、上り帯域割り当てに基づいて、Gateを送信し続ける。これにより、スリープ解除時刻前であっても、ONUはスリープモードからノーマルモードに遷移することができる。尚、ONUがスリープモードにある間は、ONUはGateに対して応答しない（あるいは、応答ができない）。

40

【0051】

ONUは、スリープ解除時刻WakeUpTime前に、端末の状態から、通信可能な状

50

態を検出すると、図9で説明した通りスリープモードを解除する。さらに、図9で説明した通りその後OL Tから受信したGateで割り当てられた時刻と期間を利用して、SleepCancelReportを送信する。OL Tは、図7で説明した通りSleepCancelReportを受信すると、該当するONUに対するSleepプロセスを終了する。その後、OL Tは、ONUに対してGateを送信する。また、ONUは、図7で説明した通り通信可能な状態を検出した後に、端末から受信した上りデータをバッファに格納する。ONUは、SleepCancelReport送信後にOL TからGateを受信すると、該ONUに格納しているバッファ量に基づいて、ReportをOL Tに送信して、上り帯域割り当てを要求する。OL Tは、受信したReportに基づいて、ONUに割り当てる上り帯域を決定し、Gateを送信する。ONUはGateを受信すると、割り当てられた帯域を利用して上りデータをOL Tに送信する。OL Tは、ONUから受信した上りデータをネットワークに転送する。

10

## 【0052】

この動作により、Sleep解除時刻WakeUpTimeになる前でも、上り帯域の利用効率低下を抑えつつもON間の通信が可能となり、上りデータ転送の遅延を小さくすることが可能である。また、上りデータ遅延量は、設定するスリープ時刻に依存せず、OL TがSleep期間中に送信するGateの周期に依存する。

## 【0053】

## [拡張したMPCP制御フレーム]

本発明で利用するMPCP制御フレームフォーマットを図14、図15、図16、図17、図18、図19、図20を用いて説明する。EPONで利用されるフレームフォーマットを図14に示す。MPCP制御フレーム利用時は、OpcodeF105に制御フレームの種別を表す値が入力される。IEEE802.3avに規定されているフレームフォーマットと同じであるため、各フィールドF101からF108の説明は割愛する。

20

## 【0054】

Normal Gateフレーム、Discovery Gateフレーム、ReportフレームのMPCP制御フレームフォーマットをそれぞれ図17、図18、図19に示す。これらのフレームフォーマットは、IEEE802.3avに規定されているフレームフォーマットと同じであるため、各フィールドの説明は割愛する。

## 【0055】

Sleep Requestフレームにおける、各フィールドの内容を図18を用いて説明する。このSleep Requestフレームは、ONUがOL Tに対してSleep許可を要求するフレームである。OpcodeF504は、Sleep Requestを表す値が入る。本実施例では0x0007としたが、IEEE802.3avの規格を満たせば、他の値でもかまわない。また、MaxSleepTimeF506にて、ONUがOL Tに対して要求するSleep時間の最大値を入力する。OL TはMaxSleepTimeに基づいて、Sleep解除を実行する時刻WakeUpTimeを決定する。ONU毎やONUのトラフィック状態、時間帯によって適切なSleep時間が異なる可能性があるため、ONUは適切なSleep時間を通知する必要がある。また、最大値を入力するのは、ONUでの時刻を保持するカウンタが有限であるなどの制約により実現可能なSleep時間が制限される可能性があるためである。他のフィールドについては、IEEE802.3av規格通りであるため、説明を割愛する。

30

40

## 【0056】

Sleep Grantフレームにおける、各フィールドの内容を図19を用いて説明する。このSleep Grantフレームは、OL TがONUに対してSleep許可を通知するフレームである。OpcodeF604は、Sleep Grantを表す値が入る。本実施例では0x0008としたが、IEEE802.3avの規格を満たせば、他の値でもかまわない。また、Sleep PermissionF606は、Sleep許可の有無を表す値が入る。例えば、Sleepを許可する場合には0x01、S

50

leepを許可しない場合には0x02を入力する。WakeUpTimeF607は、ONUがSleepモードを解除する時刻を入力する。(ONUはWakeUpTimeで指定された時刻までにSleepモードを解除する。Sleepモードから通常モードに復旧するのに時間がかかるため、ONUは復旧時間分早くSleepモードから通常モードへの制御を実行する。なお、WakeUpTimeで指定された時刻前であっても、ONUに接続している端末の通信可を検出するなどPON区間の通信が必要であると検出した場合は、Sleepモードを解除する。

他のフィールドについては、IEEE802.3av規格通りであるため、説明を割愛する。

#### 【0057】

Sleep Cancel Reportフレームにおける、各フィールドの内容を図20を用いて説明する。このSleep Cancel Reportフレームは、ONUがOLTに対してSleep状態を解除したことを通知するフレームである。OpcodeF704は、Sleep Cancel Reportを表す値が入る。本実施例では0x0009としたが、IEEE802.3avの規格を満たせば、他の値でもかまわない。フレームフォーマット自体は、Reportフレームと同じであり、Opcodeの値が異なる。

#### 【0058】

上記で示したSleep Cancel Reportフレームは、一例である。Sleep Cancel Reportを利用する代わりにReportフレームをそのまま用いても構わない。また、Sleep Cancel ReportのフォーマットはReportフレームと異なっても構わない。Reportフレームでは、QueueReport#nは8個あるが、SleepCancelReportでは例えば4個にしても構わない。

#### 【0059】

以上により、第1の実施形態によれば、Sleep解除時刻前においても、上り帯域の利用効率低下を抑えつつもPON間通信を短時間で復旧することができる。また、Sleep期間を長く設定可能であるため、従来例に比べて、低電力化が可能である。

#### 【0060】

##### [第2の実施形態]

次に、本発明の第2の実施形態について、図12を用いて説明する。第1の実施形態との差分を中心に説明する。

第1の実施形態においては、ONUがSleepCancelReportを送信した後、Gate受信、Report送信、Gate受信、上りデータ送信という手順で復旧する。

#### 【0061】

第2の実施形態においては、1往復分のGate受信、Report送信を短縮する。即ち、ONUがSleepCancelReportを送信した後、Gate受信、上りデータ送信という手順で復旧する。

#### 【0062】

この実現手段を以下に説明する。

ONUは、SleepCancelReportを送信する際に、あらかじめ設定した上り帯域を要求する。すなわち、ONUは、上りバッファ量がゼロの場合でも、常に一定の帯域を要求する。OLTは、SleepCancelReportを受信すると、SleepCancelReport中の上り帯域要求に基づいて、ONUに対して帯域割り当てを決定し、GateをONUに送信する。ONUは、Gateにより指定された時刻に上りデータをOLTに送信する。OLTは、ONUから受信した上りデータをネットワークに転送する。

#### 【0063】

第2の実施形態によれば、第1の実施形態よりもさらに短時間でPON間通信を復旧す

10

20

30

40

50

ることができる。

【0064】

[第3の実施形態]

次に、本発明の第3の実施形態について、図13を用いて説明する。第2の実施形態との差分を中心に説明する。

第2の実施形態においては、ONUがSleepCancelReportを送信した後、Gate受信、上りデータ送信という手順で復旧する。

第3の実施形態においては、ONUがSleepCancelReportを送信した後、次のGateを待たずに、上りデータ送信して、復旧する。

【0065】

この実現手段を以下に説明する。

第1の実施形態や、第2の実施形態においては、ONUがスリープモードにあるときに、OLTがONUに送信するGateは、SleepCancelReportを送信分の帯域のみ割り当てをおこなう。第3の実施形態においては、ONUがスリープモードにあるときにOLTが該スリープモードのONUに送信するGateは、SleepCancelReport送信帯域分に加えてあらかじめ設定した帯域分を常に割り当てる。これにより、ONUは、通信可能な状態を検出した後に、OLTからGateを受信すると、割り当てられた帯域を利用して、SleepCancelReportおよび上りデータを送信する。

【0066】

第3の実施形態によれば、第2の実施形態よりもさらに短時間でPON間通信を復旧することができる。第3の実施形態においては、スリープ中のONUに対して、余分に上り帯域を割り当てるため、上りの帯域利用効率が低下する。他のONUの上り帯域要求に基づいて、スリープモードのONUに割り当てる帯域を決定することで、上り帯域利用効率の低下を防ぐことが可能である。

【0067】

[ONU毎の遅延量と割り当て帯域の最適化]

第1の実施形態、第2の実施形態、第3の実施形態においては、単一のONUとOLT間の相互動作を説明した。

加入者によって、即ち、ONUによって許容できる遅延量は一定であるとは限らない。そのため、スリープモードのONUに対して送信するGateの送信周期および割り当て帯域は、全てのONUに対して一定にする必要はない。

その場合に必要となる、Sleep時の帯域割当管理テーブルを、図21を用いて説明する。

【0068】

Sleep時の帯域割当管理テーブルは、ONU識別ID、Sleep時のGate送信周期、Sleep時の割り当て帯域から構成される。ONU識別IDは、OLTに接続しているONUを識別するためのIDであり、1からnまでの値をとる（nはPONの分岐数）。ONU識別IDの代わりにONU MACアドレスを利用してもかまわない。Sleep時のGate送信周期は、Sleep時のONUに定期的に送信するGateの周期である。一般に、EPONでは、DBA周期 $T_{dba}$ でGateを送信するため、周期を $T_{dba}$ の整数倍とすると実装が容易である。また、Sleep時の割り当て帯域は、Sleep時のONUに送信するGateで割り当てる上り帯域の量を表す。

このSleep時の帯域割当管理テーブルは、ONUを接続しサービスを開始する前に設定する。また、設定する値は、運用中に変更してもかまわない。なお、変更は、例えば、OLTにネットワークを経由して接続している運用保守端末からおこなう。

また、設定する値は各ONUで必要とされるサービス品質によって決定する。例えば、遅延時間が大きくてもONUの消費電力を小さくしたい場合には、Sleep時のGate送信周期は長く設定し、Sleep時の割当帯域を小さくする。

【0069】

[補足]

本説明においては、10GE-PON(IEEE802.3av)でのフレーム形式を用いて説明したが、E-PON(IEEE802.3ah)やG-PONでのフレーム形式でも同様に適用が可能である。

【符号の説明】

【0070】

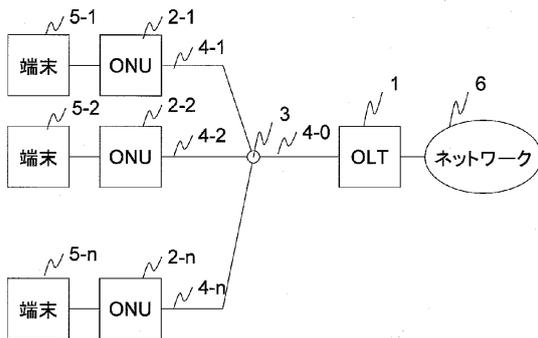
- 1 - 1 ~ 1 - n 光回線装置(OLT)
- 2 - 1 ~ 2 - n 光ネットワーク装置(ONU)
- 3 光スプリッタ
- 4 - 0 ~ 4 - n 光ファイバ
- 5 - 1 ~ 5 - n 端末
- 6 ネットワーク
- 11、21 合波・分波器
- 12、22 光送信機
- 13、23 光受信機
- 14、24 PON PHY/MAC論理回路
- 141、241 送信PHY/MAC論理回路
- 142、242 受信PHY/MAC論理回路
- 143、243 MPCP制御回路
- 15 NNI-IF回路
- 16、26 バス
- 17、27 MPU
- 18、28 RAM
- 25 UNI-IF回路
- 29 スリープ制御回路

10

20

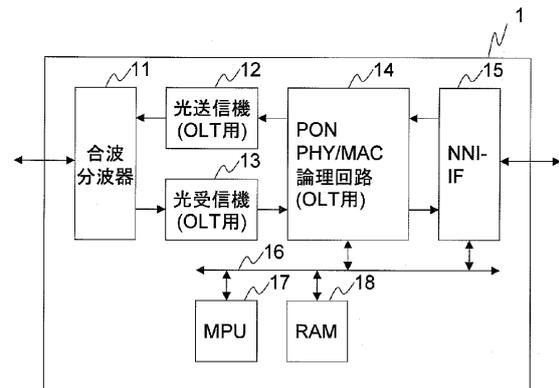
【図1】

図1  
PONシステム



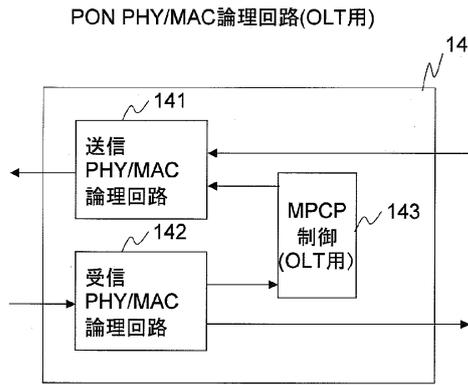
【図2】

図2  
OLTブロック構成



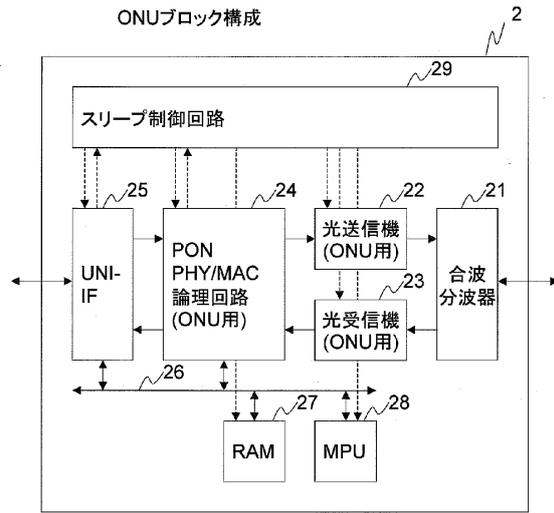
【図3】

図3



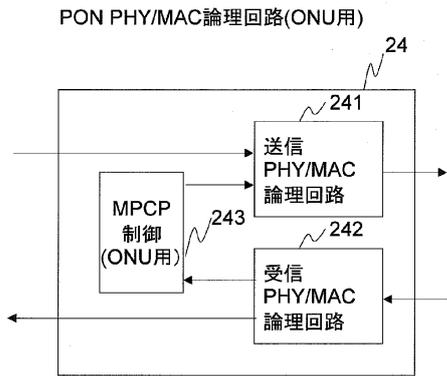
【図4】

図4



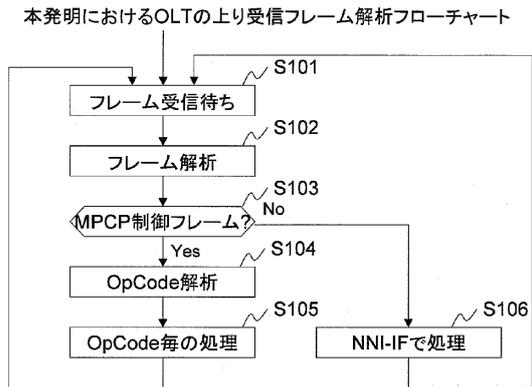
【図5】

図5



【図6】

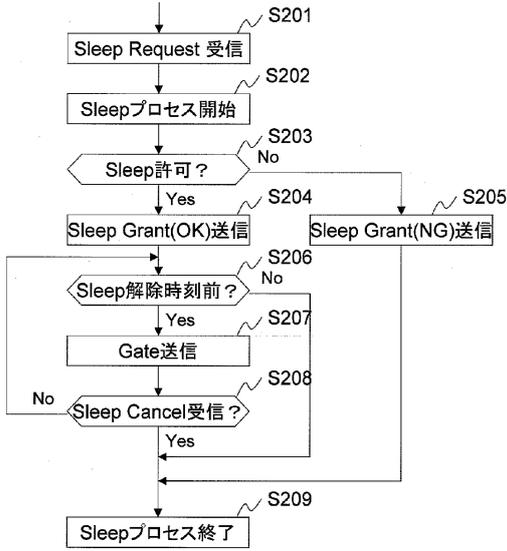
図6



【図7】

図7

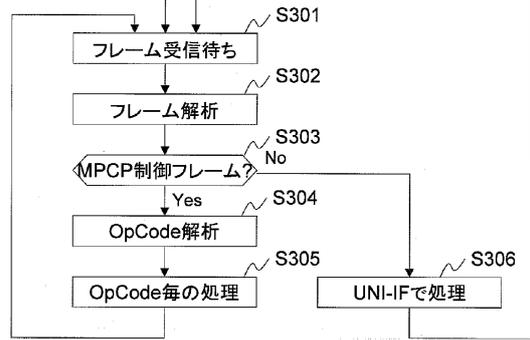
本発明におけるOLTのSleepプロセスフローチャート



【図8】

図8

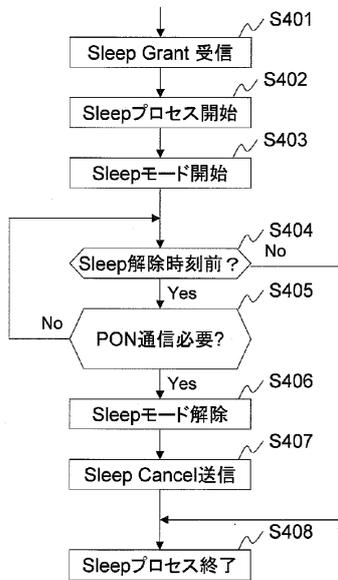
本発明におけるONUの下り受信フレーム解析フローチャート



【図9】

図9

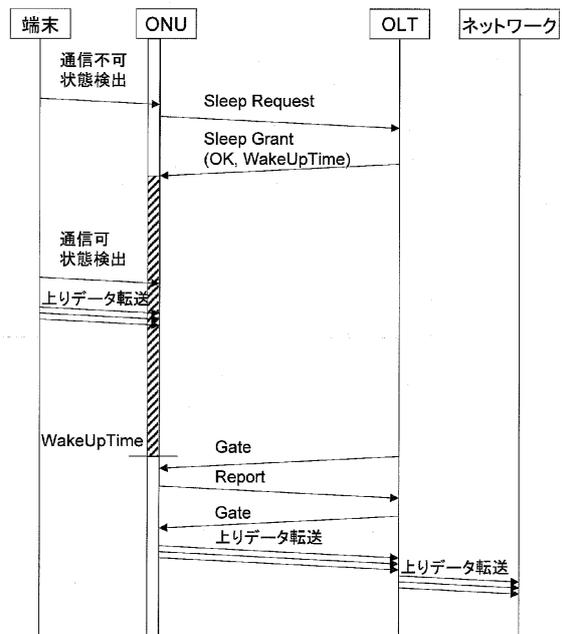
本発明におけるONUのSleepプロセスフローチャート



【図10】

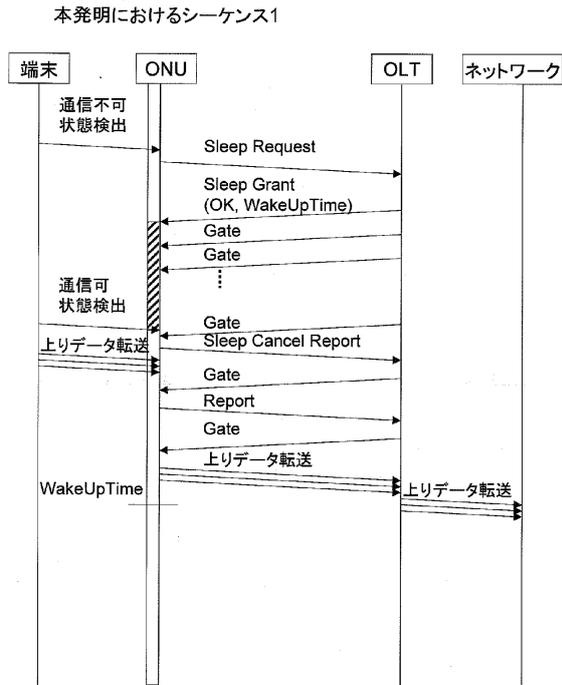
図10

従来例におけるシーケンス



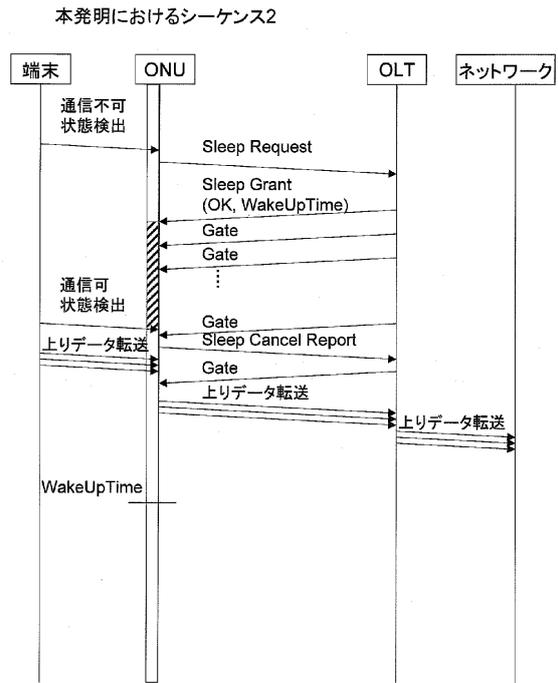
【図 1 1】

図11



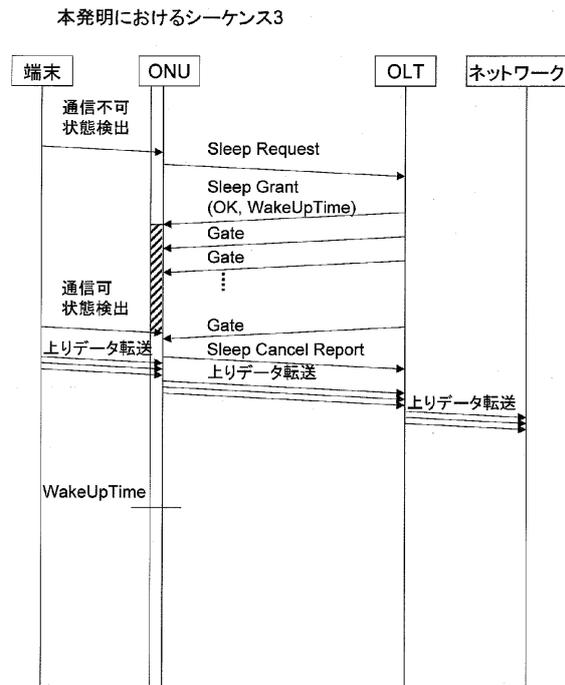
【図 1 2】

図12



【図 1 3】

図13



【図 1 4】

図14

EPON フレームフォーマット

Field	Octets	Value	Count
F101	Preamble/SFD	8	2
F102	Destination Address	6	1
F103	Source Address	6	2
F104	Length/Type	2	2
F105	Opcode	2	1
F106	Timestamp	4	1
F107	Data/Pad/Reserved	40	1
F108	FCS	4	1

【 図 1 5 】

図15

Normal Gate MPCPDUフレームフォーマット

		Octets
F201	Destination Address	6
F202	Source Address	6
F203	Length/Type = 0x8808	2
F204	Opcode = 0x0002	2
F205	Timestamp	4
F206	Number of grants/Flags	1
F207	Grant #1 Start time	0/4
F208	Grant #1 Length	0/2
F209	Grant #2 Start time	0/4
F210	Grant #2 Length	0/2
F211	Grant #3 Start time	0/4
F212	Grant #3 Length	0/2
F213	Grant #4 Start time	0/4
F214	Grant #4 Length	0/2
F215	Pad/Reserved	15-39
F216	FCS	4

【 図 1 6 】

図16

Discovery Gate MPCPDUフレームフォーマット

		Octets
F301	Destination Address	6
F302	Source Address	6
F303	Length/Type = 0x8808	2
F304	Opcode = 0x0002	2
F305	Timestamp	4
F306	Number of grants/Flags	1
F307	Grant #1 Start time	4
F308	Grant #1 Length	2
F309	Sync Time	2
F310	Discovery Information	2
F311	Pad/Reserved	29
F312	FCS	4

【 図 1 7 】

図17

Report MPCPDUフレームフォーマット

		Octets
F401	Destination Address	6
F402	Source Address	6
F403	Length/Type = 0x8808	2
F404	Opcode = 0x0003	2
F405	Timestamp	4
F406	Number of queue sets	1
F407	Report bitmap	1
F408	Queue #0 Report	0/2
F409	Queue #1 Report	0/2
F410	Queue #2 Report	0/2
F411	Queue #3 Report	0/2
F412	Queue #4 Report	0/2
F413	Queue #5 Report	0/2
F414	Queue #6 Report	0/2
F415	Queue #7 Report	0/2
F416	Pad/Reserved	0-39
F417	FCS	4

↑  
Repeated n times  
indicated by  
Number of  
Queue sets  
↓

【 図 1 8 】

図18

Sleep Request MPCPDUフレームフォーマット

		Octets
F501	Destination Address	6
F502	Source Address	6
F503	Length/Type = 0x8808	2
F504	Opcode = 0x0007	2
F505	Timestamp	4
F506	Max Sleep Time	4
F507	Pad/Reserved	36
F508	FCS	4

【 図 1 9 】

図19

Sleep Grant MPCPDUフレームフォーマット

		Octets
F601	Destination Address	6
F602	Source Address	6
F603	Length/Type = 0x8808	2
F604	Opcode = 0x0008	2
F605	Timestamp	4
F606	Sleep Permission	1
F607	WakeUpTime	4
F608	Pad/Reserved	35
F609	FCS	4

【 図 2 0 】

図20

Sleep Cancel Report MPCPDUフレームフォーマット

		Octets
F701	Destination Address	6
F702	Source Address	6
F703	Length/Type = 0x8808	2
F704	Opcode = 0x0009	2
F705	Timestamp	4
F706	Number of queue sets	1
F707	Report bitmap	1
F708	Queue #0 Report	0/2
F709	Queue #1 Report	0/2
F710	Queue #2 Report	0/2
F711	Queue #3 Report	0/2
F712	Queue #4 Report	0/2
F713	Queue #5 Report	0/2
F714	Queue #6 Report	0/2
F715	Queue #7 Report	0/2
F716	Pad/Reserved	0-39
F717	FCS	4

Repeated n times indicated by Number of Queue sets

【 図 2 1 】

図21

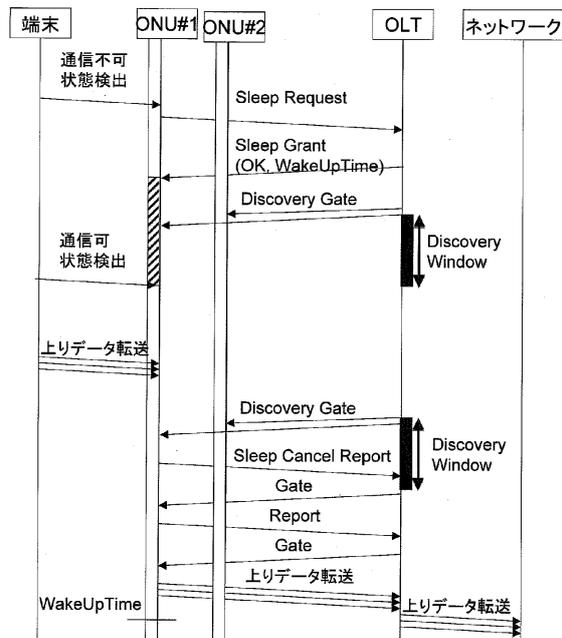
Sleep時の帯域割当管理テーブル

ONU 識別ID	Sleep時の Gate送信周期	Sleep時の 割り当て帯域
1	$N1 * T\_dba$	$T\_length\_1$
2	$N2 * T\_dba$	$T\_length\_2$
...		
n	$Nn * T\_dba$	$T\_length\_n$

【 図 2 3 】

図23

従来例におけるシーケンス2



【 図 2 2 】

図22

ONU登録状態管理テーブル

ONU 識別ID	ONU 状態	初期設定パラメータ			
		LLID	Ton	Toff	Sync Time
1	登録	1001	128	128	512
2	スリープ	1002	256	256	512
...					
n	未登録	N/A	N/A	N/A	N/A

---

フロントページの続き

(72)発明者 加沢 徹

神奈川県横浜市戸塚区戸塚町216番地 株式会社日立製作所 通信ネットワーク事業部内

審査官 岩田 玲彦

(56)参考文献 特開2009-171424(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04L 12/44