

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2012-114965
(P2012-114965A)

(43) 公開日 平成24年6月14日(2012.6.14)

(51) Int.Cl. F I テーマコード(参考)
HO4L 12/44 (2006.01) HO4L 12/44 200 5K033
 HO4L 12/44 M

審査請求有 請求項の数 7 O L (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願2012-65170 (P2012-65170)
 (22) 出願日 平成24年3月22日(2012.3.22)
 (62) 分割の表示 特願2011-518158 (P2011-518158)
 の分割
 原出願日 平成21年6月8日(2009.6.8)

(71) 出願人 00006013
 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
 (74) 代理人 100089118
 弁理士 酒井 宏明
 (72) 発明者 辻 亮宏
 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
 Fターム(参考) 5K033 AA05 CA11 CB01 CC02 DA01
 DA16 DB02 DB06 DB17 DB25
 EA07 EB04

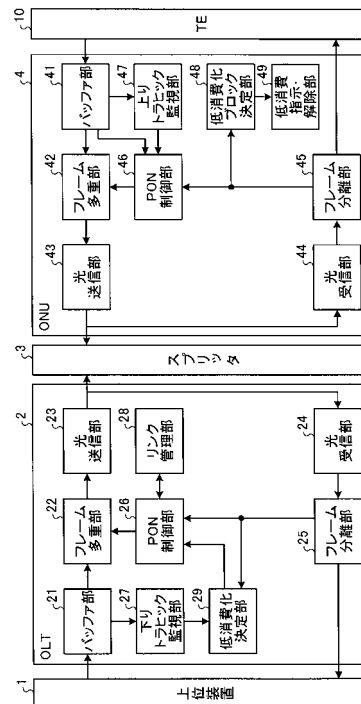
(54) 【発明の名称】 局側通信装置、加入者側通信装置、通信システムおよび通信方法

(57) 【要約】

【課題】 OLTとONUのリンクを維持したまま、ONUの低消費電力化を実行可能なPONシステムを得ることを得ること。

【解決手段】 ONU 4 とのリンクの状態を制御するPON制御部 2 6 を有するOLT 2 において、PON制御部 2 6 は、ONU 4 の低消費電力モードへの遷移に関する制御信号を生成し、生成された制御信号をONU 4 へ送信し、該制御部から送信された制御信号に基づく低消費電力モードでのONU 4 の動作期間が予め定められた期間に到達するまでの間、OLT 2 とONU 4 との間のリンクの状態を維持し、低消費電力モードでのONU 4 の動作期間が予め定められた期間に到達した場合に、リンクの状態を切断するか否かの判断を行う。

【選択図】 図 1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

加入者側通信装置（以下、ONUという）と協働してPONシステムを構成し、前記ONUとのリンクの状態を制御する制御部を有する局側通信装置（以下、OLTという）において、前記制御部は、
前記ONUが非低消費電力モードで動作しているときに該OLTと前記ONUとの間のリンクの状態を切断するか否かの判断を行い、前記ONUが低消費電力モードで動作しているときに該OLTと前記ONUとの間のリンクの状態を切断するか否かの判断を抑制すること
を特徴とするOLT。

【請求項 2】

加入者側通信装置（以下、ONUという）と協働してPONシステムを構成し、前記ONUとのリンクの状態を制御する制御部を有する局側通信装置（以下、OLTという）において、前記制御部は、
前記ONUの低消費電力モードへの遷移に関する制御信号を生成し、
生成された前記制御信号を該ONUへ送信し、
該制御部から送信された前記制御信号に基づく前記低消費電力モードでの該ONUの動作期間が予め定められた期間に到達するまでの間、該OLTと該ONUとの間のリンクの状態を維持し、前記低消費電力モードでの該ONUの動作期間が予め定められた期間に到達した場合に、前記リンクの状態を切断するか否かの判断を行うこと
を特徴とするOLT。

【請求項 3】

前記ONUの上り方向通信及び下り方向通信の動作モードが低消費電力モードである場合に、該ONUが前記低消費電力モードに遷移している間、下りトラヒックを保持すること
を特徴とする請求項 2 に記載のOLT。

【請求項 4】

加入者側通信装置（以下、ONUという）と協働してPONシステムを構成し、前記ONUとのリンクの状態を制御する制御部を有する局側通信装置（以下、OLTという）において、前記制御部は、
前記ONUの低消費電力モードへの遷移に関する制御信号を、前記ONUの上り方向通信の動作モードを低消費電力モードへ遷移させ下り方向通信の動作モードを非低消費電力モードへ遷移させる第1の制御信号、または、前記ONUの上り方向通信の動作モード及び下り方向通信の動作モードを低消費電力モードへ遷移させる第2の制御信号として生成し、
生成された前記第1および第2の制御信号を該ONUへ送信し、
該制御部から送信された前記第1または第2の制御信号に基づき前記ONUが低消費電力モードで動作しているときに、該OLTと該ONUとの間のリンクの切断をするか否かの判断を抑制すること
を特徴とするOLT。

【請求項 5】

局側通信装置（以下、OLTという）と協働してPONシステムを構成する加入者側通信装置（以下、ONUという）において、前記ONUは、
該ONUの上り方向通信の動作モードを低消費電力状態へ遷移させ下り方向通信の動作モードを低消費電力状態へ遷移させない第1の低消費電力モード、並びに、該ONUの上り方向通信の動作モード及び下り方向通信の動作モードを低消費電力状態へ遷移させる第2の低消費電力モード、に対応可能に設けられ、
前記OLTと該ONUとが相互にリンクされている状態で前記OLTより送信される該ONUの動作モードに関する制御信号を受信し、
受信した前記制御信号に基いて前記第1または第2の低消費電力モードへ遷移し、
前記第1または第2の低消費電力モードへ遷移した後のONUは、
該ONUと前記OLTとが相互にリンクが維持されている状態で、該第1または第2の低消費

10

20

30

40

50

電力モードで動作をすること
を特徴とするONU。

【請求項 6】

局側通信装置（以下、OLTという）および加入者側通信装置（以下、ONUという）を備え、前記OLT及び前記ONU間がリンクされている状態で通信を行う通信システムにおいて、前記OLTは、

前記ONUの低消費電力モードへの遷移に関する制御信号を生成する生成手段と、前記生成手段により生成された前記制御信号を該ONUへ送信する送信手段と、を備え、前記ONUは、

前記OLTから送信された前記制御信号を受信する受信手段と、

前記受信手段により受信した前記制御信号に基づき、上り方向通信の動作モードを低消費電力状態へ遷移させ下り方向通信の動作モードを低消費電力状態へ遷移させない第1の低消費電力モード、並びに、該ONUの上り方向通信の動作モード及び下り方向通信の動作モードを低消費電力状態へ遷移させる第2の低消費電力モード、への遷移を実行する遷移実行手段と、を備え、

前記OLTに備えられた前記制御部は、前記第1または第2の低消費電力モードへ遷移したONUが低消費電力モードで動作しているときに、前記OLT及び該ONU間のリンクの状態を切断するか否かの判断を抑制すること

を特徴とする通信システム。

【請求項 7】

局側通信装置（以下、OLTという）および加入者側通信装置（以下、ONUという）を備え、前記OLT及び前記ONU間がリンクされている状態で通信を行う通信システムの通信方法において、

前記OLTが前記ONUの低消費電力モードへの遷移に関する制御信号を生成する第1のステップと、

前記第1のステップにより生成された前記制御信号を該OLTが前記ONUへ送信する第2のステップと、

前記第2のステップにより送信された前記制御信号を前記ONUが受信する第3のステップと、

前記第3のステップにより受信された前記制御信号に基づき、前記ONUが、該ONUの上り方向通信の動作モードを低消費電力状態へ遷移させ下り方向通信の動作モードを低消費電力状態へ遷移させない第1の低消費電力モード、または、該ONUの上り方向通信及び下り方向通信の動作モードを低消費電力状態へ遷移させる第2の低消費電力モード、へ遷移する第4のステップと、

前記第4のステップにより前記第1または第2の低消費電力モードへ遷移した前記ONUが該第1または第2の低消費電力モードで動作しているときに、該ONU及び前記OLT間のリンクの状態を切断するか否かの判断を抑制する第5のステップと、

を備えたこと特徴とする通信方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、Ethernet（登録商標）技術を用いたPON（Passive Optical Network）システムに関する。

【背景技術】

【0002】

従来、局とユーザ宅を接続するアクセス網において、高速性および経済性を達成できることから、FTTH（Fiber To The Home）の一方式であるPONシステムが急速に普及している。PONシステムでは、局側装置（OLT：Optical Line Termination）に対し、複数の光ファイバに信号出力を分岐させる光スプリッタを介して、複数の加入者側装置（ONU：Optical Network Unit）が接続される。ONUに対しては、LANケーブルを介してTE（Termi

10

20

30

40

50

nal Equipment) が接続される。TEは、たとえば、HGW (Home Gate Way) , VoIP - TA (Voice over Internet Protocol - Terminal Adapter) , PC、などである。

【 0 0 0 3 】

ところで、ユーザ宅内に設置されるONUは、光電話などのリアルタイム性が必要とされるサービスを提供するため、データ通信を行わない場合（待機時）であっても、常にOLTやTEとのリンクを確立する必要があり、ONUの消費電力が大きいという問題があった。

【 0 0 0 4 】

上記の問題を解決するために、下記特許文献 1 では、PDS (パッシブダブルスター) 構成の呼毎制御において、端末回線終端装置ごとに特定パターンを設定することとし、着信の際には、当該端末回線終端装置が、局内回線終端装置から送信される特定パターンと、自身内の設定（登録）パターンとを比較し、一致した場合にのみ着信動作を行う構成とすることで、不要な消費電力を抑制する方法が開示されている。

10

【 0 0 0 5 】

また、下記特許文献 2 では、ATM (Asynchronous Transfer Mode : 非同期伝送方式) 装置におけるモデムと回線カードとの間で有効なデータの授受が無い場合には、モデムおよび回線カードの送信部の機能を停止させることにより、不要な消費電力を抑制する方法が開示されている。

【 0 0 0 6 】

また、下記特許文献 3 では、PONシステムのONUにおいて、論理リンクおよび物理リンクの状態を監視し、リンクが切断されている状態では、ONU内の搭載回路を低消費電力モードに制御する方法が開示されている。

20

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 0 7 】

【 特許文献 1 】 特開平 9 - 6 4 9 0 3 号公報

【 特許文献 2 】 特開 2 0 0 4 - 6 4 4 5 8 号公報

【 特許文献 3 】 特開 2 0 0 8 - 1 1 3 1 9 3 号公報

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 8 】

30

しかしながら、上記特許文献 1 および 2 の方法によれば、通信を行うための所定の条件を満たす場合のみ動作するため、局内回線終端装置と加入者回線終端装置の間でのリンク状態を維持する事ができない、という問題があった。

【 0 0 0 9 】

また、上記特許文献 3 の方法では、低消費電力モードへ遷移するためのトリガとしてリンクの有無のみを基準とするため、リンクは確立しているがユーザデータがない場合を想定しておらず、当該ケースの消費電力低減動作が示されていない、という問題があった。

【 0 0 1 0 】

本発明は、上記に鑑みてなされたものであって、OLTとONUのリンクを維持したまま、ONUの低消費電力化を実行可能なPON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 】

【 0 0 1 1 】

上述した課題を解決し、目的を達成するために、本発明の局側通信装置は、加入者側通信装置（以下、ONUという）と協働してPONシステムを構成し、前記ONUとのリンクの状態を制御する制御部を有する局側通信装置（以下、OLTという）において、前記制御部は、前記ONUが非低消費電力モードで動作しているときに該OLTと前記ONUとの間のリンクの状態を切断するか否かの判断を行い、前記ONUが低消費電力モードで動作しているときに該OLTと前記ONUとの間のリンクの状態を切断するか否かの判断を抑制することを特徴とする。

【 0 0 1 2 】

50

この発明の加入者側通信装置は、局側通信装置（以下、OLTという）と協働してPONシステムを構成する加入者側通信装置（以下、ONUという）において、前記ONUは、該ONUの上り方向通信の動作モードを低消費電力状態へ遷移させ下り方向通信の動作モードを低消費電力状態へ遷移させない第1の低消費電力モード、並びに、該ONUの上り方向通信の動作モード及び下り方向通信の動作モードを低消費電力状態へ遷移させる第2の低消費電力モード、に対応可能に設けられ、前記OLTと該ONUとが相互にリンクされている状態で前記OLTより送信される該ONUの動作モードに関する制御信号を受信し、受信した前記制御信号に基づいて前記第1または第2の低消費電力モードへ遷移し前記第1または第2の低消費電力モードへ遷移した後のONUは、該ONUと前記OLTとが相互にリンクが維持されている状態で、該第1または第2の低消費電力モードで動作をすることを特徴とする。

10

【0013】

この発明の通信システムは、局側通信装置（以下、OLTという）および加入者側通信装置（以下、ONUという）を備え、前記OLT及び前記ONU間がリンクされている状態で通信を行う通信システムにおいて、前記OLTは、前記ONUの低消費電力モードへの遷移に関する制御信号を生成する生成手段と、前記生成手段により生成された前記制御信号を該ONUへ送信する送信手段と、を備え、前記ONUは、前記OLTから送信された前記制御信号を受信する受信手段と、前記受信手段により受信した前記制御信号に基づき、上り方向通信の動作モードを低消費電力状態へ遷移させ下り方向通信の動作モードを低消費電力状態へ遷移させない第1の低消費電力モード、並びに、該ONUの上り方向通信の動作モード及び下り方向通信の動作モードを低消費電力状態へ遷移させる第2の低消費電力モード、への遷移を実行する遷移実行手段と、を備え、前記OLTに備えられた前記制御部は、前記第1または第2の低消費電力モードへ遷移したONUが低消費電力モードで動作しているときに、前記OLT及び該ONU間のリンクの状態を切断するか否かの判断を抑制することを特徴とする。

20

【0014】

この発明の通信方法は、局側通信装置（以下、OLTという）および加入者側通信装置（以下、ONUという）を備え、前記OLT及び前記ONU間がリンクされている状態で通信を行う通信システムの通信方法において、前記OLTが前記ONUの低消費電力モードへの遷移に関する制御信号を生成する第1のステップと、前記第1のステップにより生成された前記制御信号を該OLTが前記ONUへ送信する第2のステップと、前記第2のステップにより送信された前記制御信号を前記ONUが受信する第3のステップと、前記第3のステップにより受信された前記制御信号に基づき、前記ONUが、該ONUの上り方向通信の動作モードを低消費電力状態へ遷移させ下り方向通信の動作モードを低消費電力状態へ遷移させない第1の低消費電力モード、または、該ONUの上り方向通信及び下り方向通信の動作モードを低消費電力状態へ遷移させる第2の低消費電力モード、へ遷移する第4のステップと、前記第4のステップにより前記第1または第2の低消費電力モードへ遷移した前記ONUが該第1または第2の低消費電力モードで動作しているときに、該ONU及び前記OLT間のリンクの状態を切断するか否かの判断を抑制する第5のステップと、を備えたこと特徴とする。

30

【発明の効果】**【0015】**

本発明にかかる局側通信装置（OLT）、加入者側通信装置（ONU）、通信システム、および通信方法は、OLTとONU間のリンク状態を維持したままONUの消費電力を低減可能とする、という効果を奏する。

40

【図面の簡単な説明】**【0016】**

【図1】 図1は、実施の形態1のPONシステムの構成例を示す図である。

【図2】 図2は、実施の形態2のPONシステムの構成例を示す図である。

【図3】 図3は、実施の形態3のPONシステムの構成例を示す図である。

【図4】 図4は、実施の形態4のPONシステムの構成例を示す図である。

【発明を実施するための形態】**【0017】**

50

以下に、本発明にかかるPONシステム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。

【0018】

実施の形態1.

図1は、本実施の形態のPONシステムの構成例を示す図である。図1のPONシステムは、上位装置1と、局側装置であるOLT2と、スプリッタ3と、加入者側装置であるONU4と、TE10とを構える。図1では、ONU4およびTE10は、ひとつずつのみ示すが、実際には複数が接続可能である。上位装置1は、ネットワーク側に設置されるOLT2を管理する。スプリッタ3は、OLT2からの光信号を分岐してONU4に送信する。TE10は、たとえば、HGW, VOIP-TA, PCなどである。

10

【0019】

OLT2は、バッファ部21と、フレーム多重部22と、光送信部23と、光受信部24と、フレーム分離部25と、PON制御部26と、下りトラヒック監視部27と、リンク管理部28と、低消費化決定部29とを備える。バッファ部21は、上位装置1から受信するデータを一時的に蓄積する。フレーム多重部22は、ユーザフレームと制御フレームとを多重する。光送信部23は、フレーム多重部22から出力される電気信号を光信号へ変換してONU4へ向けて送信する。光受信部24は、ONU4からの光信号を受信して電気信号へ変換する。フレーム分離部25は、制御フレームとユーザフレームとを分離する。PON制御部26は、OLT2とONU4との間で送受信する制御フレームを処理する。下りトラヒック監視部27は、下りトラヒックの有無を監視する。リンク管理部28は、ONU4との間のリンク状態を管理する。低消費化決定部29は、低消費電力化するONUおよび通信方向を決定する。

20

【0020】

ONU4は、バッファ部41と、フレーム多重部42と、光送信部43と、光受信部44と、フレーム分離部45と、PON制御部46と、上りトラヒック監視部47と、低消費化ブロック決定部48と、低消費指示・解除部49とを備える。バッファ部41は、TE10からのデータを一時的に蓄積する。フレーム多重部42は、ユーザフレームと制御フレームとを多重する。光送信部43は、自ONUからの電気信号を光信号へ変換してOLT2へ向けて送信する。光受信部44は、OLT2からの光信号を受信して電気信号へ変換する。フレーム分離部45は、制御フレームとユーザフレームとを分離する。PON制御部46は、ONU4とOLT2との間で送受信する制御フレームを処理する。上りトラヒック監視部47は、バッファ部41のデータ量を監視することで上りトラヒックを監視する。低消費化ブロック決定部48は、低消費電力化するブロックを決定する。低消費指示・解除部49は、低消費化ブロック決定部48により決定されたブロックに対し、低消費電力化の指示または解除を行う。

30

【0021】

このPONシステムでは、従来動作として、リンクを維持するために定期的に、OLT2のPON制御部26およびONU4のPON制御部46の間で、制御フレーム(後述)をやり取りしてその内容を確認し、リンクが維持されている場合にのみデータ通信を行う。

【0022】

つづいて、以上のように構成されたPONシステムの動作について説明する。以下、PON区間のリンクの状態と、上りおよび下りトラヒックの状態とに基づいて、場合を分けて説明する。

40

【0023】

(ケース1-1) PON区間のリンクが確立された状態であって、かつ、上り下りともにトラヒックがない場合。

ONU4の上りトラヒック監視部47は、バッファ部41を監視することでTE10からの上りトラヒックを監視し、所定の時間にわたって蓄積データ量がないことにより、TE10からの上りトラヒックがないことを検出する。この場合、上りトラヒック監視部47は、PON制御部46に上りトラヒックがない旨を通知する。一方、OLT2は、従来動作として

50

、定期的に、リンク確認および上り帯域割当算出を目的とした蓄積データ量の問合せを行う制御フレーム（以下、「問合せフレーム」という）を送信する。光受信部 4 4 およびフレーム分離部 4 5 を介して当該問合せフレームを受信すると、PON制御部 4 6 は、バッファ部 4 1 から通知される蓄積データ量を含めた制御フレームを送信する（以下、「問合せ応答フレーム」という）。ここでは、上りトラヒック監視部 4 7 から上りトラヒックがない旨を通知されるので、PON制御部 4 6 は、その旨を当該制御フレームにさらに含める。

【 0 0 2 4 】

OLT 2 の低消費化決定部 2 9 は、問合せ応答フレームを光受信部 2 4 およびフレーム分離部 2 5 を介して受信する。また、下りトラヒック監視部 2 7 は、バッファ部 2 1 のデータ蓄積状態を監視し、一定時間にわたりONU 4 宛のデータがない場合には、ONU 4 宛のトラヒックがない旨を低消費化決定部 2 9 に通知する。以上により、低消費化決定部 2 9 は、ONU 4 において蓄積データがない旨およびONU 4 宛のトラヒックがない旨を通知されるので、ONU 4 との間で上りおよび下りのトラヒックがないと判断し、ONU 4 を上り・下りの両方向とも低消費電力モードへ遷移させることを決定し、その旨を通知するようPON制御部 2 6 に指示する。PON制御部 2 6 は、当該通知の内容（低消費電力モードへ遷移する旨、および遷移させる通信方向）を含めた制御フレーム（以下、「遷移指示フレーム」ともいう）を、フレーム多重部 2 2 および光送信部 2 3 を介して、ONU 4 へ送信する。

10

【 0 0 2 5 】

ONU 4 の低消費化ブロック決定部 4 8 は、光受信部 4 4 およびフレーム分離部 4 5 を介して当該遷移指示フレームを受信する。低消費化ブロック決定部 4 8 は、当該遷移指示フレームにおける指示、すなわち、自ONUの上りおよび下りを低消費電力モードへ遷移させる旨の指示にしたがい、OLT 2 からのデータを受信してTE 1 0 へ送信するブロック、TE 1 0 からのデータを受信してOLT 2 へ送信するブロック、OLT 2 との通信制御に必要なブロック、を低消費電力モードへ遷移させる。すなわち、低消費化ブロック決定部 4 8 は、フレーム多重部 4 2 , 光送信部 4 3 , 光受信部 4 4 , フレーム分離部 4 5 , PON制御部 4 6 , 上りトラヒック監視部 4 7 , 低消費化ブロック決定部 4 8 、を低消費電力モードへ遷移させるブロックと決定し、その旨を低消費指示・解除部 4 9 に通知する。

20

【 0 0 2 6 】

低消費指示・解除部 4 9 は、たとえば、予めPONシステムにおいて決定されONU 4 内に設定された時間を指定して、上記のブロックに対し低消費電力モードへ遷移するよう指示する。以下、ONU 4 における当該「時間」を、「低消費電力稼働時間」ともいう。なお、OLT 2 が送信する遷移指示フレーム内に、当該時間を指示する、としてもよい。

30

【 0 0 2 7 】

ところで、OLT 2 のPON制御部 2 6 は、上記遷移指示フレームの指示によって、ONU 4 が低消費電力モードに遷移している間、OLT 2 とONU 4 との通信が中断することが予想できる。このため、PON制御部 2 6 は、ONU 4 との間リンクを断としないように、予めPONシステムで決定され自OLT内に設定された時間（または、自OLTから送信した遷移指示フレームで指定した時間）が経過するまで、リンクを監視する処理を停止する。すなわち、該当ONU (ONU 4) への定期的な問合せフレーム送信を停止し、リンク管理部 2 8 が保持するリンク状態を維持する。

40

【 0 0 2 8 】

この間、OLT 2 では、上位装置 1 から該当ONU (ONU 4) 宛のトラヒックが到着した場合には、バッファ部 2 1 に蓄積させておく。

【 0 0 2 9 】

同様に、ONU 4 では、TE 1 0 からOLT 2 宛のトラヒックが到着した場合には、バッファ部 4 1 に蓄積させておく。

【 0 0 3 0 】

ONU 4 において低消費電力モード稼働時間が満了すると、ONU 4 の低消費指示・解除部 4 9 は、上記各ブロックに対して低消費電力モードを解除する指示を送信し、各ブロックを活性化させる。また、OLT 2 において低消費電力モード稼働時間が満了すると、OLT 2 のPO

50

N制御部 2 6 は、該当ONU (ONU 4) への定期的な問い合わせを再開させることで、リンク監視を再開させる。

【 0 0 3 1 】

これにより、ONU 4 において上下トラヒックがない場合に、OLT 2 とのリンクを維持したままOLT 2 との通信に不要なブロックを低消費電力化することが可能となる。また、ONU 4 が低消費電力モードで稼働中に発生したトラヒックについても、下りトラヒックはOLT 2 のバッファ部 2 1 で、上りトラヒックはONU 4 のバッファ部 4 1 で蓄積し、再開時に送受信することとするので、フレームロスの発生を回避しつつ、低消費電力モードで稼働できる。

【 0 0 3 2 】

(ケース 1 - 2) PON区間のリンクが確立された状態であって、かつ、下りトラヒックのみがない場合。

つぎに、下りトラヒックのみが停止した場合の動作について説明する。OLT 2 の下りトラヒック監視部 2 7 は、バッファ部 2 1 のデータ蓄積状態を監視し、ONU 4 宛のデータが一定時間にわたってない場合には、ONU 4 宛の下りトラヒックがない旨を低消費化決定部 2 9 に通知する。また、低消費化決定部 2 9 は、上述のように送信されるONU 4 からの問合せ応答フレームを参照し、ONU 4 に蓄積データがあることを認識している。以上により、OLT 2 の低消費化決定部 2 9 は、ONU 4 に対する下りトラヒックのみがないと判断する。したがって、低消費化決定部 2 9 は、自装置からONU 4 への下り方向を低消費電力モードへ遷移させることを決定し、その旨を通知するようPON制御部 2 6 に指示する。PON制御部 2 6 は、当該通知の内容を含めた遷移指示フレームを、フレーム多重部 2 2 および光送信部 2 3 を介して、ONU 4 へ送信する。

【 0 0 3 3 】

ONU 4 の低消費化ブロック決定部 4 8 は、光受信部 4 4 およびフレーム分離部 4 5 を介して当該遷移指示フレームを受信すると、OLT 2 からのデータを受信してTE 1 0 へ送信するブロック、およびOLT 2 との通信制御に必要なブロックを低消費電力モードへ遷移させることを決定する。すなわち、低消費化ブロック決定部 4 8 は、光受信部 4 4 , フレーム分離部 4 5 , PON制御部 4 6 , 上りトラヒック監視部 4 7 , 低消費化ブロック決定部 4 8 、を低消費電力モードへ遷移させるブロックとして決定し、その旨を低消費指示・解除部 4 9 に通知する。

【 0 0 3 4 】

低消費指示・解除部 4 9 は、該当ブロックに対して、上記低消費電力稼働時間を指定し、低消費電力モードへ遷移するよう指示する。

【 0 0 3 5 】

また、OLT 2 のPON制御部 2 6 は、上記遷移指示フレームの指示によって、ONU 4 が低消費電力モードに遷移している間、OLT 2 とONU 4 との通信が中断することが予想できる。このため、PON制御部 2 6 は、ONU 4 との間リンクを断としないように、予めPONシステムで決定され自OLT内に設定された時間 (または、自OLTから送信した遷移指示フレームで指定した時間) が経過するまで、リンクを監視する処理を停止する。すなわち、該当ONU (ONU 4) への定期的な問合せフレーム送信を停止し、リンク管理部 2 8 が保持するリンク状態を維持する。

【 0 0 3 6 】

ところで、下りトラヒックに関するブロックとともに、OLT 2 との間制御情報のやり取りに関するブロックを低消費電力モードに遷移させることにより、ONU 4 は、上りトラヒックが発生しても制御情報を送信できないため、上りの送信許可が得られないこととなる。これに対する対応として、OLT 2 のPON制御部 2 6 は、上記低消費電力稼働時間などに応じて、自身が保持するこれまでの統計情報や、PONシステムにおける最低帯域保障情報などを用いて、将来の上り送信許可をONU 4 へ送信しておく。また、ONU 4 が低消費電力モードに遷移している間、OLT 2 では、上位装置 1 から該当ONU (ONU 4) 宛のトラヒックが到着した場合には、バッファ部 2 1 に蓄積させておく。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 7 】

ONU 4 における低消費電力稼働時間が満了すると、ONU 4 の低消費指示・解除部 4 9 は、上記各ブロックに対して低消費電力モード解除を指示し、各ブロックを活性化させる。一方、OLT 2 では、ONU 4 が低消費電力モードへ遷移している時間が満了すると、リンク管理部 2 8 が、該当ONU (ONU 4) への定期的な問合せフレーム送信のPON制御部 2 6 への指示を再開することで、リンク監視を再開させる。

【 0 0 3 8 】

これにより、下りトラヒックがない場合において、リンクを維持し、かつ、上りトラヒックの送信許可を予め与えることで、下りトラヒックの伝送に不要なブロックを低消費電力化することが可能となる。また、低消費電力モードへ遷移している間に発生する下りトラヒックをOLT 2 のバッファ部 2 1 が蓄積し、下りトラヒックの再開時に送信することとしたので、フレームロスの発生を回避できる。

10

【 0 0 3 9 】

(ケース 1 - 3) PON区間のリンクが確立された状態であって、かつ、上りトラヒックのみがない場合。

つぎに、上りトラヒックのみが停止した場合の動作について説明する。上述同様に、ONU 4 のバッファ部 4 1 は、データ蓄積量をPON制御部 4 6 に通知する。また、上りトラヒック監視部 4 7 は、TE 1 0 からの上りトラヒックを監視し、一定時間にわたりTE 1 0 からの上りトラヒックがないことを検出すると、その旨をPON制御部 4 6 に通知する。また、PON制御部 4 6 は、光受信部 4 4 およびフレーム分離部 4 5 を介してOLT 2 から問合せフレームを受信すると、バッファ部 4 1 から通知されるデータ蓄積量を含めた問合せ応答フレームを作成する。ここで、PON制御部 4 6 は、上りトラヒック監視部 4 7 からの通知により、上りトラヒックがない旨をさらに含めて、問合せ応答フレームを返信する制御を行う。

20

【 0 0 4 0 】

OLT 2 の低消費化決定部 2 9 は、光受信部 2 4 およびフレーム分離部 2 5 を介して上記問合せ応答フレームを受信すると、ONU 4 において蓄積データ量がないことを認識する。一方、下りトラヒック監視部 2 7 は、下りトラヒックがないとは検出しなない。したがって、低消費化決定部 2 9 は、ONU 4 からの上りトラヒックのみがないと判断し、ONU 4 からの上り方向について低消費電力モードへ遷移することを決定し、その旨を通知するようPON制御部 2 6 に指示する。PON制御部 2 6 は、上り方向について低消費電力モードへ遷移する旨を指示する遷移指示フレームを、ONU 4 へ送信する。

30

【 0 0 4 1 】

ONU 4 の低消費化ブロック決定部 4 8 は、光受信部 4 4 およびフレーム分離部 4 5 を介して当該遷移指示フレームを受信すると、TE 1 0 からのデータを受信してOLT 2 へ送信するブロックおよび、OLT 2 との通信制御に必要なブロックを、低消費電力モードへ遷移させることを決定する。すなわち、フレーム多重部 4 2 および光送信部 4 3 (送信処理に関するブロック) と、PON制御部 4 6 , 上りトラヒック監視部 4 7 , 低消費化ブロック決定部 4 8 (通信制御に関するブロック)、を低消費電力モードへ遷移させるブロックとして決定し、その旨を低消費指示・解除部 4 9 に通知する。

【 0 0 4 2 】

低消費指示・解除部 4 9 は、該当ブロックに対して、上記低消費電力稼働時間を指定し、低消費電力モードへ遷移するよう指示する。

40

【 0 0 4 3 】

また、OLT 2 のPON制御部 2 6 は、上記遷移指示フレームの指示によって、ONU 4 が低消費電力モードに遷移している間、OLT 2 とONU 4 との通信が中断することが予想できる。このため、PON制御部 2 6 は、ONU 4 との間のリンクを断としないように、予めPONシステムで決定され自OLT内に設定された時間(または、自OLTから送信した遷移指示フレームで指定した時間)が経過するまで、リンクを監視する処理を停止する。すなわち、該当ONU (ONU 4) への定期的な問合せフレーム送信を停止し、リンク管理部 2 8 が保持するリンク状態を維持する。

50

【 0 0 4 4 】

低消費電力稼働時間が経過するまで、ONU 4 においてTE 1 0 からOLT 2 へ宛てたトラヒックが到着した場合には、バッファ部 4 1 がトラヒックを蓄積する。ONU 4 における低消費電力稼働時間が満了すると、ONU 4 の低消費指示・解除部 4 9 は、上記各ブロックに対して低消費電力モード解除を指示し、各ブロックを活性化させる。一方、OLT 2 において、ONU 4 が低消費電力モードへ遷移している時間が満了すると、リンク管理部 2 8 は、該当ONU (ONU 4) への定期的な問合せフレーム送信の指示を再開することでリンク監視を再開させる。

【 0 0 4 5 】

これにより、ONUからの上りトラヒックがない場合には、ONU~OLT間のリンクを維持したまま、ONUからOLTへの上り方向の通信に不要なブロックを低消費電力化することが可能となる。また、低消費電力モードへ遷移している間に発生する上りトラヒックは、ONUのバッファ部に蓄積し、通信再開時に送信することとしたため、フレームロスを回避できる。

10

【 0 0 4 6 】

なお、上記上りのみトラヒックが停止した場合の動作では、OLTから該当ONUへの定期的な問合せ処理を停止させることとしたが、リンク管理部が保持するリンクを維持しつつ、定期的な問合せを継続して実施してもよい。この場合にも、問合せフレームは定期的送信され、光受信部 4 4 やフレーム分離部 4 5 がこれを受信している。そして、バッファ部 4 1 は、自身内に緊急を要すトラヒックが到着した場合は、その旨を低消費指示・解除部 4 9 に通知し、これを受けた低消費指示・解除部 4 9 が、各部に低消費電力モードの解除を指示する。こうすることで、活性化したPON制御部 4 6 が、OLT 2 からの問合せフレームをフレーム分離部 4 5 から受信し、当該問合せフレームに対して問合せ応答フレームを返信することにより上り送信許可を得ることができる。これにより、ONU 4 は、緊急の場合には、予め決められた時間が満了するより早く低消費電力モードから脱して、上りデータを送信することが可能である。

20

【 0 0 4 7 】

(ケース 1 - 4) PON区間のリンクが断である場合

最後に、OLT 2 とのリンクが断となった場合の動作について説明する。OLT 2 とONU 4 との間では、リンクを維持するために、定期的にお互いのPON制御部からの問合せフレームおよび問合せ応答フレームをやり取りしてその内容を確認し、リンクが維持されている場合にのみデータ通信を行う。

30

【 0 0 4 8 】

ONU 4 の低消費化ブロック決定部 4 8 は、一定の時間にわたり上記問合せフレームを検出しない場合には、リンクを確認できないので、OLT 2 との通信制御に必要なブロックである、フレーム多重部 4 2 , 光送信部 4 3 , 光受信部 4 4 , フレーム分離部 4 5 , PON制御部 4 6 、のみを残し、他のブロックを低消費電力モードへ遷移させるブロックに決定し、その旨を低消費指示・解除部 4 9 に通知する。

【 0 0 4 9 】

ONU 4 の低消費指示・解除部 4 9 は、PONのリンク (OLT 2 との間のリンク) が回復するまで、該当のブロックに対し低消費電力モードへ遷移するよう指示する。低消費化ブロック決定部 4 8 は、リンクが回復し、光受信部 4 4 およびフレーム分離部 4 5 を介してOLT 2 からの問合せフレームを受信すると、遷移解除の指示を発行し、これを受けた低消費指示・解除部 4 9 が、各部を活性化させる指示を出す。これにより、OLT 2 とのリンクを回復可能な状態を維持したまま、リンクがない状態に応じた低消費電力効果が得られる。

40

【 0 0 5 0 】

以上説明したように、本実施の形態では、ONUからOLTへの上りトラヒックをONUが監視してOLTに報告し、下りトラヒックをOLTが監視することとし、これらの監視結果により、OLTにおいて低消費電力モードへ遷移させるONUおよび通信方向を決定し、ONUに指示する構成とした。また、これを受けたONUが、指定された通信方向に応じた機能部を一定時間

50

にわたり低消費電力モードへ遷移させる構成とした。また、OLTにおいて、当該一定時間が経過するまではリンク確認の処理を停止させ、リンク断とみなされることを回避する構成とした。さらに、ONUにおいてリンクが確認できない場合には、リンクを行う機能を維持したまま、その他の機能を低消費電力モードへ遷移させる構成とした。これにより、OLTとONUとの間のリンクを維持したまま、またはリンク可能な状態を維持したまま、ONUにおける消費電力を低減させることが可能となる。

【 0 0 5 1 】

実施の形態 2 .

実施の形態 1 では、OLTにおいてONUとの間の上り方向および下り方向のトラフィックを監視し、ONUからの上り方向トラフィックについては、ONUが監視し、OLTに報告することとした。本実施の形態では、上りトラフィックをOLTにおいて監視する場合を説明する。

10

【 0 0 5 2 】

図 2 は、本実施の形態におけるPONシステムの構成例を示す図である。図 2 の構成は、図 1 の構成と比較すると、OLT 2 に代えてOLT 2 Bを備え、ONU 4 に代えてONU 4 Bを備える。ONU 4 B は、上りトラフィック監視部 4 7を備えず、代わりに、OLT 2 Bが上りトラフィック監視部 3 0を備える。上りトラフィック監視部 3 0は、ONU 4 Bからの上りトラフィックを監視する目的で設けられる。

【 0 0 5 3 】

OLT 2 Bの上りトラフィック監視部 3 0は、光受信部 2 4およびフレーム分離部 2 5を介して上位装置 1へ転送されるユーザフレームを監視する。これにより、トラフィック監視部 3 0は、図 1の上りトラフィック監視部 4 7と同等の機能を果たす。

20

【 0 0 5 4 】

つづいて、以上のように構成されたPONシステムにおける動作について説明する。ここでは、ONU 4 BからOLT 2 Bへの上りトラフィックのみが停止した場合を例に説明する。

【 0 0 5 5 】

OLT 2 Bの上りトラフィック監視部 3 0は、光受信部 2 4およびフレーム分離部 2 5を介して上位装置 1へ転送されるユーザフレームを監視し、一定期間にわたりユーザフレームを検出しない場合には、上りトラフィックがないと判断して、その旨を低消費電力決定部 2 9に通知する。これを受けた低消費電力決定部 2 9は、該当のONU (ONU 4 B) に対する上り方向のみを低消費電力モードへ遷移させることを決定し、その旨を通知するようPON制御部 2 6に指示する。PON制御部 2 6は、上り方向について低消費電力モードへ遷移すべき旨を指示する遷移指示フレームを、ONU 4 Bへ送信する。

30

【 0 0 5 6 】

ONU 4 Bでは、実施の形態 1の「ケース 1 - 3」同様に、低消費電力モードへ遷移させる処理を行う。その後も、上述同様、ONU 4 Bにおける低消費電力稼働時間が満了すると、ONU 4 Bの低消費指示・解除部 4 9は、低消費電力モード解除を指示し、各ブロックを活性化させる。一方、OLT 2 Bにおいて、ONU 4 Bが低消費電力モードへ遷移している時間が満了すると、PON制御部 2 6は、該当ONU (ONU 4) への定期的な問い合わせを再開することでリンク監視を再開させる。

【 0 0 5 7 】

以上説明したように、本実施の形態では、ONUからOLTへの上りトラフィックおよび、OLTからONUへの下りトラフィックの双方をOLTが監視することとし、これらの監視結果により、OLTにおいて低消費電力モードへ遷移させるONUおよび通信方向を決定し、ONUに指示する構成とした。この場合にも、実施の形態 1と同様、OLTとONUとの間のリンクを維持したまま、またはリンク可能な状態を維持したまま、ONUにおける消費電力を低減させることが可能となる。

40

【 0 0 5 8 】

実施の形態 3 .

実施の形態 1および2では、OLT側において、低消費電力化するONUとその通信方向とを決定することとした。本実施の形態では、低消費電力化するか否か、およびその通信方向

50

を、ONUにおいて決定する場合を説明する。

【 0 0 5 9 】

図 3 は、本実施の形態におけるPONシステムの構成例を示す図である。図 3 の構成は、図 1 の構成と比較すると、OLT 2 C において低消費化決定部 2 9 を備えず、また、ONU 4 C において、低消費化ブロック決定部 4 8 の代わりに低消費化ブロック決定部 4 8 C を備える点異なる。低消費化ブロック決定部 4 8 C は、低消費化ブロック決定部 4 8 の機能に加え、低消費電力化する通信方向をも決定する機能を備える。

【 0 0 6 0 】

つづいて、以上のように構成されたPONシステムにおける動作について説明する。以下、PON区間のリンクの状態と、上りおよび下りトラヒックの状態とに基づいて、場合を分けて説明する。

10

【 0 0 6 1 】

(ケース 2 - 1) PON区間のリンクが確立された状態であって、かつ、上り下りともにトラヒックがない場合。

OLT 2 C の下りトラヒック監視部 2 7 は、上位装置 1 からONU 4 C へ宛てた下り方向のトラヒックが一定期間ないことを検出すると、その旨をPON制御部 2 6 に通知する。PON制御部 2 6 は、フレーム多重部 2 2 および光送信部 2 3 を用いて、その旨を通知する制御フレーム(以下、「トラヒック通知フレーム」という)をONU 4 C へ送信する。

【 0 0 6 2 】

ONU 4 C の低消費化ブロック決定部 4 8 C は、光受信部 4 4 およびフレーム分離部 4 5 を介して当該トラヒック通知フレームを受信する。一方、ONU 4 C の上りトラヒック監視部 4 7 は、バッファ部 4 1 を監視し、TE 1 0 からのトラヒックが一定期間ないことを検出すると、その旨を低消費化ブロック決定部 4 8 C に通知する。低消費化ブロック決定部 4 8 C は、このようにして、OLT 2 C から下りトラヒックがない旨、およびTE 1 0 からのトラヒックがない旨の通知を受信している場合には、OLT 2 C に対する上りおよび下りの両通信方向について低消費電力モードへ遷移することを決定し、その旨をOLT 2 C へ報告することをPON制御部へ指示する。PON制御部は、当該内容(低消費電力モードへ遷移する旨、および遷移する通信方向)を載せた制御フレーム(以下、「遷移宣言フレーム」という)をOLT 2 C へ送信する。

20

【 0 0 6 3 】

ONU 4 C の低消費化ブロック決定部 4 8 C は、当該遷移宣言フレームの送信を指示した後で、自律的に、OLT 2 C からのデータを受信しTE 1 0 へ送信するブロック、TE 1 0 からのデータを受信してOLT 2 C へ送信するブロック、OLT 2 C と自ONU 4 C との通信制御に必要なブロック、を低消費電力モードへ遷移させる。すなわち、フレーム多重部 4 2 , 光送信部 4 3 , 光受信部 4 4 , フレーム分離部 4 5 , PON制御部 4 6 , 上りトラヒック監視部 4 7 , 低消費化ブロック決定部 4 8 C 、を低消費電力モードへ遷移させると決定し、その旨を低消費指示・解除部 4 9 に通知する。

30

【 0 0 6 4 】

ONU 4 C の低消費指示・解除部 4 9 は、たとえば、予めPONシステムで決定され自装置に設定されている時間である低消費電力稼動時間を指定して、上記ブロックに対し、低消費電力モードへ遷移するよう指示する。

40

【 0 0 6 5 】

一方、OLT 2 C のPON制御部 2 6 は、光受信部 2 4 およびフレーム分離部 2 5 を介して当該遷移宣言フレームを受信すると、ONU 4 C が低消費電力モードへ遷移することを認識する。また、PON制御部 2 6 は、ONU 4 C が低消費電力モードに遷移している間、自装置とONU 4 C との通信が中断することが予想できる。このため、PON制御部 2 6 は、ONU 4 C との間のリンクを断としないように、予めPONシステムで決定され自OLT内に設定された時間(または、ONU 4 C から受信した遷移宣言フレームに指定された時間)が経過するまで、リンクを監視する処理を停止する。すなわち、該当ONU (ONU 4 C) への定期的な問合せフレーム送信を停止し、リンク管理部 2 8 が保持するリンク状態を維持する。

50

【 0 0 6 6 】

この間、OLT 2 C では、上位装置 1 から該当ONU (ONU 4 C) 宛のトラヒックが到着した場合には、バッファ部 2 1 に蓄積させておく。

【 0 0 6 7 】

同様に、ONU 4 C では、TE 1 0 からOLT 2 C 宛のトラヒックが到着した場合には、バッファ部 4 1 に蓄積させておく。

【 0 0 6 8 】

ONU 4 C において低消費電力稼働時間が満了すると、ONU 4 C の低消費指示・解除部 4 9 は、上記各ブロックに対して低消費電力モードを解除する指示を送信し、各ブロックを活性化させる。また、OLT 2 C において低消費電力モード稼働時間が満了すると、OLT 2 C の PON制御部 2 6 は、該当ONU (ONU 4 C) への定期的な問い合わせを再開させることで、リンク監視を再開させる。

【 0 0 6 9 】

これにより、ONU 4 C において上りおよび下りのトラヒックがない場合に、OLT 2 C との間のリンクを維持したまま、OLT 2 C との通信に不要なブロックを低消費電力化することが可能となる。また、低消費電力モードへ移行している間に発生する上下トラヒックについては、下りトラヒックはOLT 2 C のバッファ部 2 1 で、上りトラヒックはONU 4 C のバッファ部 4 1 で蓄積し、低消費電力モード解除後に送受信するので、フレームロスが発生しないという効果が得られる。

【 0 0 7 0 】

(ケース 2 - 2) PON区間のリンクが確立された状態であって、かつ、下りトラヒックのみがない場合。

つぎに、下りトラヒックのみが停止した場合の動作について説明する。OLT 2 C の下りトラヒック監視部 2 7 は、バッファ部 2 1 のデータ蓄積状態を監視し、ONU 4 C 宛のデータがない場合には、ONU 4 C 宛のトラヒックがない旨をPON制御部 2 6 に通知する。PON制御部 2 6 は、ONU 4 C に対する下り方向のトラヒックがない旨を通知するトラヒック通知フレームを、フレーム多重部 2 2 および光送信部 2 3 を介してONU 4 C へ送信する。

【 0 0 7 1 】

ONU 4 C の低消費化ブロック決定部 4 8 C は、上りトラヒック監視部 4 7 から上りトラヒックがないことを通知されていない状態で、光受信部 4 4 およびフレーム分離部 4 5 を介して当該トラヒック通知フレームを受信すると、下りトラヒックのみがないと判断する。この場合、低消費化ブロック決定部 4 8 C は、OLT 2 C からのデータを受信してTE 1 0 へ送信するブロック、およびOLT 2 C との通信制御に必要なブロックを低消費電力モードへ移行させることを決定する。すなわち、光受信部 4 4 , フレーム分離部 4 5 , PON制御部 4 6 , 上りトラヒック監視部 4 7 , 低消費化ブロック決定部 4 8 C、を低消費電力モードへ移行させるブロックと決定し、その旨を低消費指示・解除部 4 9 に通知する。また、低消費電力モードへ移行する旨をOLT 2 C へ報告することをPON制御部 4 6 へ指示する。PON制御部 4 6 は、当該内容を載せた遷移宣言フレームをOLT 2 C へ送信する。

【 0 0 7 2 】

ONU 4 C の低消費指示・解除部 4 9 は、後述するOLT 2 C からの上り送信許可を受信しだい、予めPONシステムで決められている時間、または自装置からOLT 2 C へ送信する遷移宣言フレーム内で指定した時間である低消費電力稼働時間を指定して、該当ブロックに対し、低消費電力モードへ移行するよう指示する。

【 0 0 7 3 】

OLT 2 C のPON制御部 2 6 は、上記遷移宣言フレームを受信すると、ONU 4 C が低消費電力モードへ移行することを認識する。OLT 2 C は、ONU 4 C が低消費電力モードに移行している間、ONU 4 C との通信が中断することが予想できる。このため、PON制御部 2 6 は、ONU 4 C との間のリンクを断としないように、予めPONシステムにて決定され自OLT内に設定された時間 (または、ONU 4 C から受信する遷移宣言フレーム内に記載された時間) が経過するまで、リンクを監視する処理、すなわち、該当ONU (ONU 4 C) への定期的な問合せ

10

20

30

40

50

フレーム送信の処理を停止する。

【 0 0 7 4 】

ところで、ONU 4 Cにおいて、下りトラヒックに関するブロックとともにOLT 2 Cとの制御情報のやり取りに関するブロックを低消費電力モードに遷移させることにより、ONU 4 Cは、上りデータが発生しても問合せ応答フレームを送信できないため、上りの送信許可を得られないこととなる。したがって、OLT 2 CのPON制御部 2 6は、上記低消費電力稼働時間などに応じて、自身が保持するこれまでの統計情報や最低帯域保障情報などを用いて、将来の上り送信許可をONU 4 Cへ送信する。ONU 4 Cの低消費化ブロック決定部 4 8 Cは、光受信部 4 4およびフレーム分離部 4 5を介して当該上り送信許可を受信しだい、低消費指示・解除部 4 9に、低消費電力モードへの遷移を指示する。

10

【 0 0 7 5 】

また、ONU 4 Cが低消費電力モードに遷移している間、OLT 2 Cでは、上位装置 1から該当ONU (ONU 4 C)宛のトラヒックが到着した場合には、バッファ部 2 1に蓄積させておく。

【 0 0 7 6 】

ONU 4 Cにおける低消費電力稼働時間が満了すると、ONU 4 Cの低消費指示・解除部 4 9は、上記各ブロックに対して低消費電力モード解除を指示し、各ブロックを活性化させる。一方、OLT 2 CのPON制御部 2 6は、ONU 4 Cが低消費電力モードへ遷移している時間が満了すると、該当ONU (ONU 4 C)への定期的な問合せフレームの送信を再開することでリンク監視を再開させる。

20

【 0 0 7 7 】

これにより、下りトラヒックがない場合において、実施の形態 1と同様の効果が得られる。

【 0 0 7 8 】

(ケース 2 - 3) PON区間のリンクが確立された状態であって、かつ、上りトラヒックのみがない場合。

つぎに、上りトラヒックのみが停止した場合の動作について説明する。ONU 4 Cの上りトラヒック監視部 4 7は、バッファ部 4 1におけるデータ蓄積量を監視し、TE 1 0からの上りデータが一定時間にわたってない場合には、上りデータがないことを検出し、低消費化ブロック決定部 4 8 Cにその旨を通知する。低消費化ブロック決定部 4 8 Cは、OLT 2 Cからのトラヒック通知フレームにより下りトラヒックがない旨を通知されていない場合であって、当該通知を受けた場合には、上りトラヒックのみがないと判断する。したがって、低消費化ブロック決定部 4 8 Cは、OLT 2 Cに対する上り方向を低消費電力モードに遷移させることを決定し、その旨を通知する遷移宣言フレームを送信するようPON制御部 4 6に指示する。これを受けたPON制御部 4 6は、光受信部 4 4およびフレーム分離部 4 5を介して、OLT 2 Cに遷移宣言フレームを送信する。

30

【 0 0 7 9 】

また、ONU 4 Cの低消費化ブロック決定部 4 8 Cは、予め決められた時間、またはOLT 2 Cへ送信した遷移宣言フレーム内に記載した時間である低消費電力稼働時間にわたり、TE 1 0からのデータをOLT 2 Cへ送信するブロック、およびOLT 2 Cとの間の通信制御に必要なブロックを遷移させることを決定する。すなわち、フレーム多重部 4 2, 光送信部 4 3, PON制御部 4 6, 上りトラヒック監視部 4 7, 低消費化ブロック決定部 4 8 C、を低消費電力モードへ遷移させるブロックとして決定し、その旨を低消費指示・解除部 4 9に通知する。

40

【 0 0 8 0 】

低消費指示・解除部 4 9は、該当ブロックに対して、上記低消費電力稼働時間を指定し、低消費電力モードへ遷移するよう指示する。

【 0 0 8 1 】

OLT 2 CのPON制御部 2 6は、上記遷移宣言フレームを受信すると、ONU 4 Cが低消費電力モードへ遷移することを認識する。また、PON制御部 2 6は、ONU 4 Cが低消費電力モー

50

ドに遷移している間、自装置とONU 4 Cとの通信が中断することが予想できる。このため、PON制御部 2 6 は、ONU 4 Cとの間のリンクを断としないように、予めPONシステムで決定され自OLT内に設定された時間（または、ONU 4 Cから受信した遷移宣言フレームに指定された時間）が経過するまで、リンクを監視する処理を停止する。すなわち、該当ONU（ONU 4 C）への定期的な問合せフレーム送信を停止し、リンク管理部 2 8 が保持するリンク状態を維持する。

【 0 0 8 2 】

低消費電力稼働時間が経過するまでの間、ONU 4 CにおいてTE 1 0 からOLT 2 Cへ宛てたトラヒックが到着した場合には、パッファ部 4 1 がデータを蓄積する。低消費電力稼働時間が満了すると、ONU 4 Cの低消費指示・解除部 4 9 は、上記各ブロックに対して低消費電力モード解除を指示し、各ブロックを活性化させる。一方、OLT 2 Cにおいて、ONU 4 Cが低消費電力モードへ遷移している時間が満了すると、PON制御部 2 6 は、該当ONU（ONU 4 C）への定期的な問合せフレーム送信を再開することでリンク監視を再開させる。

【 0 0 8 3 】

これにより、ONUからの上りトラヒックがない場合において、実施の形態 1 と同様の効果が得られる。

【 0 0 8 4 】

なお、上記上りのみトラヒックが停止した場合の動作では、OLTから該当ONUへの定期的な問合せ処理を停止させることとしたが、リンク管理部 2 8 においてリンクを維持しつつ、定期的な問合せを継続して実施してもよい。具体的な動作は上述同様である。

【 0 0 8 5 】

（ケース 2 - 4）PON区間のリンクが断である場合

最後に、OLT 2 Cとのリンクが断となった場合の動作について説明する。OLT 2 CとONU 4 Cとの間では、上述した様に、リンクを維持するために、定期的にお互いのPON制御部間で問合せフレームおよび問合せ応答フレームをやり取りしてその内容を確認し、リンクが維持されている場合にのみデータ通信を行う。

【 0 0 8 6 】

ONU 4 Cの低消費化ブロック決定部 4 8 Cは、一定の時間にわたり上記問合せフレームを検出しない場合には、OLT 2 Cとの通信制御に必要なブロックである、フレーム多重部 4 2，光送信部 4 3，光受信部 4 4，フレーム分離部 4 5，PON制御部 4 6、のみを残し、他のブロックを低消費電力モードへ遷移させるブロックに決定し、その旨を低消費指示・解除部 4 9 に通知する。

【 0 0 8 7 】

低消費指示・解除部 4 9 は、PONのリンク（OLT 2 Cとの間のリンク）が回復するまで、該当のブロックに対し低消費電力モードへ遷移するよう指示する。ONU 4 Cの低消費化ブロック決定部 4 8 Cは、リンクが回復し、光受信部 4 4 およびフレーム分離部 4 5 を介してOLT 2 Cから問合せフレームを受信すると、低消費指示・解除部 4 9 へ解除の指示を行う。これを受けた低消費指示・解除部 4 9 は、各ブロックに対し遷移解除の指示を出し、各部を活性化させる。

【 0 0 8 8 】

これにより、OLT 2 Cとの間のリンクが断となった場合にも、実施の形態 1 と同様の効果が得られる。

【 0 0 8 9 】

以上説明したように、本実施の形態では、ONUからOLTへの上りトラヒックをONUが監視し、OLTからONUへの下りトラヒックをOLTが監視することとし、これらの監視結果により、ONUにおいて低消費電力モードへ遷移させる通信方向およびブロックを決定する構成とした。この場合にも、実施の形態 1 および 2 と同様、OLTとONUとの間のリンクを維持したまま、またはリンク可能な状態を維持したまま、ONUにおける消費電力を低減させることが可能となる。

【 0 0 9 0 】

実施の形態 4 .

実施の形態 3 では、OLTにおいてONUとの間の下りトラヒックを監視することとした。本実施の形態では、下りトラヒックをONUで監視する場合を説明する。

【 0 0 9 1 】

図 4 は、本実施の形態におけるPONシステムの構成例を示す図である。図 4 の構成は、図 3 の構成と比較すると、OLT 2 C に代えてOLT 2 D を備え、ONU 4 C に代えてONU 4 D を備える。OLT 2 D は、下りトラヒック監視部 2 7 を備えず、代わりに、ONU 4 D が下りトラヒック監視部 5 0 を備える。下りトラヒック監視部 5 0 は、OLT 2 D からの上りトラヒックを監視する目的で設けられる。

【 0 0 9 2 】

OLT 4 D の下りトラヒック監視部 5 0 は、光受信部 4 4 およびフレーム分離部 4 5 を介してTE 1 0 へ送信されるユーザフレームを監視する。これにより、下りトラヒック監視部 5 0 は、図 3 の下りトラヒック監視部 2 7 と同等の機能を果たす。

【 0 0 9 3 】

つづいて、以上のように構成されたPONシステムにおける動作について説明する。ここでは、OLT 2 D からONU 4 D への下りトラヒックのみが停止した場合を例に説明する。

【 0 0 9 4 】

ONU 4 D の下りトラヒック監視部 5 0 は、光受信部 4 4 およびフレーム分離部 4 5 を介してTE 1 0 へ送信されるユーザフレームを監視し、一定期間にわたりユーザフレームを検出しない場合には、下りトラヒックがないと判断して、その旨を低消費化ブロック決定部 4 8 C に通知する。これを受けた低消費化ブロック決定部 4 8 C は、OLT 2 D に対する上り方向のみを低消費電力モードへ遷移させることを決定し、その旨を通知するようPON制御部 2 6 に指示する。PON制御部 2 6 は、上り方向について低消費電力モードへ遷移する旨を宣言する遷移宣言フレームを、OLT 2 D へ送信する。

【 0 0 9 5 】

ONU 4 D では、実施の形態 3 の「ケース 2 - 3」同様に、低消費電力モードへ遷移させる処理を行う。その後、ONU 4 D における低消費電力稼働時間が満了すると、上述同様、ONU 4 D の低消費指示・解除部 4 9 は、低消費電力モード解除を指示し、各ブロックを活性化させる。一方、OLT 2 D において、ONU 4 D が低消費電力モードへ遷移している時間が満了すると、PON制御部 2 6 は、該当ONU (ONU 4) への定期的な問合せフレームの送信を再開することでリンク監視を再開させる。

【 0 0 9 6 】

以上説明したように、本実施の形態では、ONUからOLTへの上りトラヒックおよび、OLTからONUへの下りトラヒックの双方をONUが監視することとし、これらの監視結果により、ONUにおいて低消費電力モードへ遷移させる通信方向およびブロックを決定する構成とした。この場合にも、実施の形態 3 と同様、OLTとONUとの間のリンクを維持したまま、またはリンク可能な状態を維持したまま、ONUにおける消費電力を低減させることが可能となる。

【 産業上の利用可能性 】

【 0 0 9 7 】

以上のように、本発明にかかるPONシステムは、リアルタイム性が必要とされるサービスを提供するPONシステムに有用であり、特に、データ通信を行わない間もリンクを維持する場合に適している。

【 符号の説明 】

【 0 0 9 8 】

- 1 上位装置
- 2 , 2 B , 2 C , 2 D OLT
- 3 スプリッタ
- 4 , 4 B , 4 C , 4 D ONU
- 1 0 TE

10

20

30

40

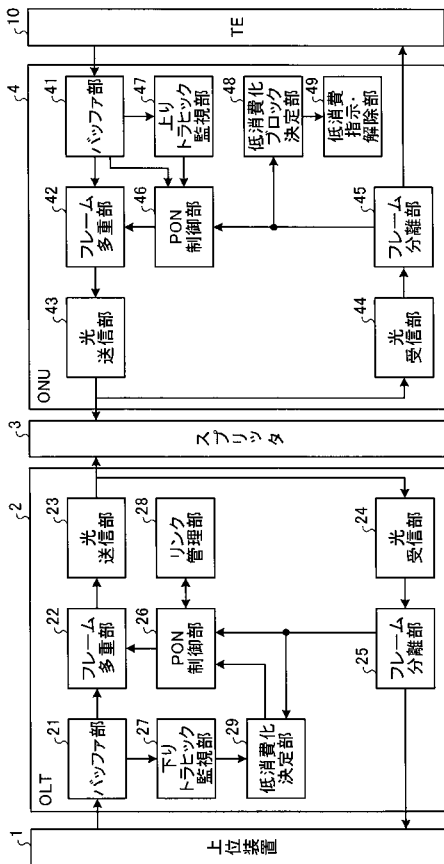
50

- 2 1 バッファ部
- 2 2 フレーム多重部
- 2 3 光送信部
- 2 4 光受信部
- 2 5 フレーム分離部
- 2 6 PON制御部
- 2 7 下りトラヒック監視部
- 2 8 リンク管理部
- 2 9 低消費化決定部
- 3 0 上りトラヒック監視部
- 4 1 バッファ部
- 4 2 フレーム多重部
- 4 3 光送信部
- 4 4 光受信部
- 4 5 フレーム分離部
- 4 6 PON制御部
- 4 7 上りトラヒック監視部
- 4 8 , 4 8 C 低消費化ブロック決定部
- 4 9 低消費指示・解除部
- 5 0 下りトラヒック監視部

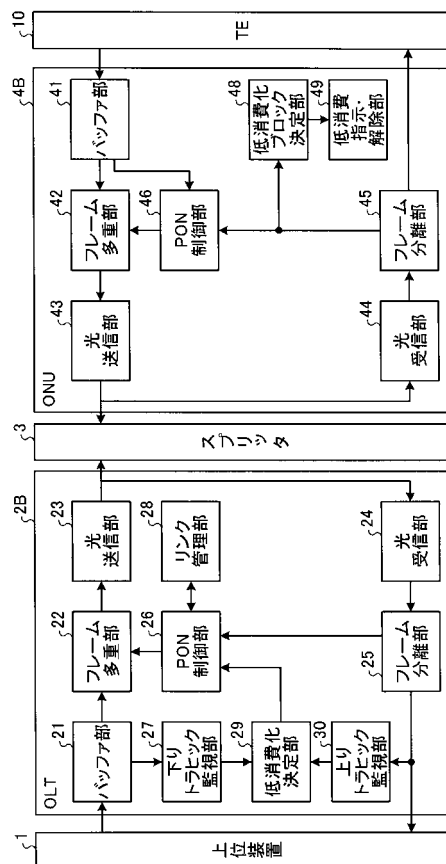
10

20

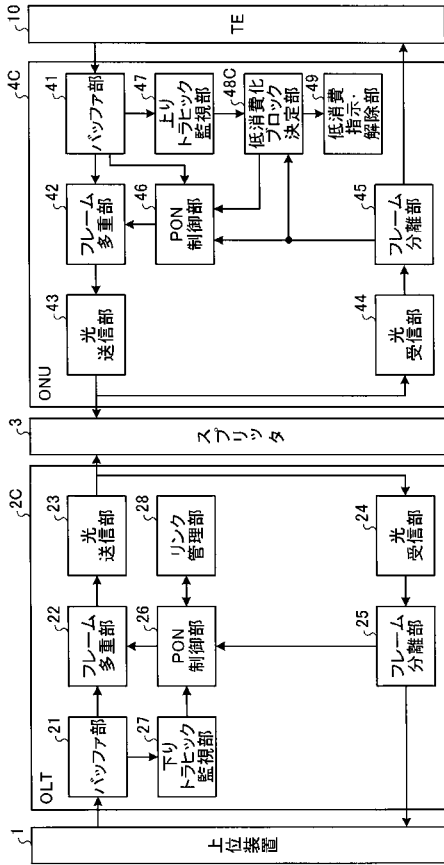
【 図 1 】



【 図 2 】



【 図 3 】



【 図 4 】

