

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号
特許第5882886号
(P5882886)

(45) 発行日 平成28年3月9日(2016.3.9)

(24) 登録日 平成28年2月12日(2016.2.12)

(51) Int.Cl.

HO 4 L 12/44 (2006.01)

F I

HO 4 L 12/44 2 0 0

HO 4 L 12/44 M

請求項の数 6 (全 20 頁)

(21) 出願番号	特願2012-282340 (P2012-282340)	(73) 特許権者	000004226
(22) 出願日	平成24年12月26日 (2012.12.26)		日本電信電話株式会社
(65) 公開番号	特開2014-127803 (P2014-127803A)		東京都千代田区大手町一丁目5番1号
(43) 公開日	平成26年7月7日 (2014.7.7)	(74) 代理人	100064621
審査請求日	平成27年1月28日 (2015.1.28)		弁理士 山川 政樹
		(74) 代理人	100098394
			弁理士 山川 茂樹
		(74) 代理人	100153006
			弁理士 小池 勇三
		(72) 発明者	川合 健治
			東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日
			本電信電話株式会社内
		(72) 発明者	有川 勇輝
			東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日
			本電信電話株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ユーザ側光回線終端装置およびユーザ側光回線終端装置の消費電力制御方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ユーザネットワークを介してユーザ側通信装置と接続されて、前記ユーザ側通信装置とフレームを送受信するとともに、前記ユーザ側通信装置がフレームを送信または受信する機能を制限してフレームの送受信に関わる消費電力を低減する低電力送受信状態にあることを示すスリープ信号を受信すると、フレームを送信または受信する機能を制限して消費電力を低減可能な低電力送受信状態となる第1のインタフェースと、

受動光網を介して局側光回線終端装置と接続されて、光信号と電気信号とを相互に変換して前記局側光終端装置とフレームを送受信するとともに、フレームを送信または送受信する機能を制限して消費電力を低減可能なスリープ状態となることができ第2のインタフェースとを備え、

前記第2のインタフェースは、前記第1のインタフェースが前記スリープ信号を受信したことまたは前記低電力送受信状態となったことを契機として前記スリープ状態となり、

前記第1のインタフェースは、

前記ユーザ側通信装置からフレームを受信するとともに、前記第2のインタフェースが前記局側光終端装置から受信したフレームの少なくとも一部を前記ユーザ側通信装置に送信する第1の送受信部と、

前記ユーザ側通信装置がフレームを送信または受信する機能を制限してフレームの送受信に関わる消費電力を低減する低電力送受信状態にあることを示すスリープ信号を前記第1のインタフェースが受信すると、前記第1の送受信部のフレームを送信または受信する

10

20

機能を制限して、前記第 1 のインタフェースを、前記第 1 のインタフェースの消費電力を低減可能な低電力送受信状態とする第 1 の状態制御部とを含み、

前記第 2 のインタフェースは、

光信号と電気信号とを相互に変換して、前記局側光終端装置からフレームを受信するとともに、前記第 1 のインタフェースが前記ユーザ側通信装置から受信したフレームの少なくとも一部を前記局側光回線終端装置に送信する第 2 の送受信部と、

前記第 1 のインタフェースが前記スリープ信号を受信したことまたは前記低電力送受信状態となったことを契機として、前記第 2 の送受信部のフレームを送信または送受信する機能を制限して、前記第 2 のインタフェースを、前記第 2 のインタフェースの消費電力を低減可能なスリープ状態とする第 2 の状態制御部とを含む

10

ことを特徴とするユーザ側光回線終端装置。

【請求項 2】

請求項 1 に記載されたユーザ側光回線終端装置において、

さらに前記局側光終端装置に送信するフレームを保留するバッファを備え、

前記第 2 の状態制御部は、

前記第 1 のインタフェースが前記低電力送受信状態となり、かつ、前記バッファに保留されたフレームの量が所定の値以下となった後に、前記第 2 のインタフェースを前記スリープ状態とする

ことを特徴とするユーザ側光回線終端装置。

【請求項 3】

20

請求項 1 または 2 に記載されたユーザ側光回線終端装置において、

前記第 1 の状態制御部は、さらに、

前記低電力送受信状態にある前記第 1 のインタフェースが、前記ユーザ側通信装置が前記低電力送受信状態からフレームを送信または受信する機能を制限しない通常送受信状態となることを示すアイドル信号を受信すると、前記第 1 のインタフェースを、前記低電力送受信状態から前記第 1 の送受信部が前記ユーザ側通信装置とフレームを送信または受信する機能を制限しない通常送受信状態とし、

前記第 2 の状態制御部は、

前記第 1 のインタフェースが前記アイドル信号を受信したことまたは前記低電力送受信状態から前記通常送受信状態となったことを契機として、前記第 2 のインタフェースを前記スリープ状態から前記第 2 の送受信部がフレームを送信または送受信する機能を制限しない通常送受信状態とする

30

ことを特徴とするユーザ側光回線終端装置。

【請求項 4】

ユーザネットワークを介してユーザ側通信装置と接続されて、前記ユーザ側通信装置とフレームを送受信するとともに、前記ユーザ側通信装置がフレームを送信または受信する機能を制限してフレームの送受信に関わる消費電力を低減する低電力送受信状態にあることを示すスリープ信号を受信すると、フレームを送信または受信する機能を制限して消費電力を低減可能な低電力送受信状態となる第 1 のインタフェースと、

受動光網を介して局側光回線終端装置と接続されて、光信号と電気信号とを相互に変換して前記局側光終端装置とフレームを送受信するとともに、フレームを送信または送受信する機能を制限して消費電力を低減可能なスリープ状態となることが第 2 のインタフェースと

40

を備え、

前記第 1 のインタフェースは、

前記ユーザ側通信装置からフレームを受信するとともに、前記第 2 のインタフェースが前記局側光終端装置から受信したフレームの少なくとも一部を前記ユーザ側通信装置に送信する第 1 の送受信部と、

フレームを送信または受信する機能を制限して消費電力を低減可能な低電力送受信状態にある前記第 1 のインタフェースが、前記ユーザ側通信装置がフレームを送信または受信

50

する機能を制限してフレームの送受信に関わる消費電力を低減する低電力送受信状態からフレームを送信または受信する機能を制限しない通常送受信状態となることを示すアイドル信号を受信すると、前記第1のインタフェースを、前記低電力送受信状態から前記第1の送受信部が前記ユーザ側通信装置とフレームを送信または受信する機能を制限しない通常送受信状態とする第1の状態制御部と

を備え、

前記第2のインタフェースは、

光信号と電気信号とを相互に変換して、前記局側光終端装置からフレームを受信するとともに、前記第1のインタフェースが前記ユーザ側通信装置から受信したフレームの少なくとも一部を前記局側光回線終端装置に送信する第2の送受信部と、

前記第1のインタフェースが前記アイドル信号を受信したことまたは前記低電力送受信状態から前記通常送受信状態となったことを契機として、前記第2のインタフェースを前記スリープ状態から前記第2の送受信部がフレームを送信または送受信する機能を制限しない通常送受信状態とする第2の状態制御部と

を備えたことを特徴とするユーザ側光回線終端装置。

【請求項5】

ユーザネットワークを介してユーザ側通信装置と接続される第1のインタフェースと、受動光網を介して局側光回線終端装置と接続される第2のインタフェースと、前記局側光回線終端装置に送信するフレームを保留するバッファとを備え、前記第1のインタフェースが前記ユーザ側通信装置から受信したフレームの少なくとも一部を前記第2のインタフェースから前記局側光回線終端装置に送信し、前記第2のインタフェースが前記局側光回線終端装置から受信したフレームの少なくとも一部を前記第1のインタフェースから前記ユーザ側通信装置に送信するユーザ側光回線終端装置の消費電力制御方法において、

前記ユーザ側通信装置がフレームを送信または受信する機能を制限してフレームの送信または受信に関わる消費電力を低減する低電力送受信状態にあることを示すスリープ信号を前記第1のインタフェースが受信するステップと、

前記スリープ信号を受信した前記第1のインタフェースが、前記ユーザ側通信装置とフレームを送信または受信する機能を制限しない通常送受信状態から、フレームを送信または受信する機能を制限して、前記第1のインタフェースの消費電力を低減可能な低電力送受信状態とするステップと、

前記第1のインタフェースが前記スリープ信号を受信したことまたは前記低電力送受信状態となったことを契機として、前記第2の送受信部のフレームを送信または送受信する機能を制限して、前記第2のインタフェースを、前記第2のインタフェースの消費電力を低減可能なスリープ状態とするステップとを有し、

前記第2のインタフェースを前記スリープ状態とするステップは、

前記第1のインタフェースが前記低電力送受信状態となり、かつ、前記バッファに保留されたフレームの量が所定の値以下となった後に、前記第2のインタフェースを前記スリープ状態とする

ことを特徴とするユーザ側光回線終端装置の消費電力制御方法。

【請求項6】

請求項5に記載されたユーザ側光回線終端装置の消費電力制御方法において、

前記低電力送受信状態にある前記第1のインタフェースが、前記ユーザ側通信装置が前記低電力送受信状態からフレームを送信または受信する機能を制限しない通常送受信状態となることを示すアイドル信号を受信するステップと、

前記アイドル信号を受信した前記第1のインタフェースを、前記低電力送受信状態から前記ユーザ側通信装置とフレームを送信または受信する機能を制限しない通常送受信状態とするステップと、

前記第1のインタフェースが前記アイドル信号を受信したことまたは前記低電力送受信状態から前記通常送受信状態となったことを契機として、前記第2のインタフェースを前記スリープ状態からフレームを送信または送受信する機能を制限しない通常送受信状態と

10

20

30

40

50

するステップと

を有することを特徴とするユーザ側光回線終端装置の消費電力制御方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ユーザ側光回線終端装置およびユーザ側光回線終端装置の消費電力制御方法に関し、特に、受動光網（PON）の局側光回線終端装置（OLT）と接続されるPONインタフェースのスリープ機能を有するユーザ側光回線終端装置およびユーザ側光回線終端装置の消費電力制御方法に関する。

【背景技術】

【0002】

光ファイバーを伝送路として一般ユーザ宅へ直接引き込むFTTH（Fiber To The Home）サービスを提供する光アクセスシステムとして、受動光網（PON：Passive Optical Network。以下、単に「PON」という。）システムがある。PONシステムは、局側光回線終端装置（OLT：Optical Line Terminal。以下、単に「OLT」という。）と複数のユーザ側光回線終端装置（ONU：Optical Network Unit。以下、単に「ONU」という。）が、光ファイバおよび光分岐結合器を介してポイント・ツー・マルチポイントの接続形態によって接続された光アクセス網である。

【0003】

PONシステムでは、局側からユーザ側に送られる下り信号としてOLTが送信した光信号は、光分岐結合器によって分岐され、全ONUに同一の下り信号がブロードキャスト方式で送信される。各ONUは、受信した光信号を光電変換するとともに、受信したフレームに含まれたロジカルリンク識別子（LLID：Logical Link ID）に基づいて、その受信フレームが自分宛（配下のユーザ機器を含む。）であるかどうかを判断し、受信フレームの取捨選択を行っている。

【0004】

一方、ユーザ側から局側に送られる上り信号として各ONUが送信した各光信号は、光分岐結合器によって結合され、OLTで受信される。このとき、異なるONUが送出した各光信号が衝突すること（あるONUからの光信号と別のONUの光信号が共通の光ファイバ中を重なって伝送されることによってOLTが各ONUからの信号を分離して受信できない状態となること）を避けるため、PONシステムでは、OLTは、各ONUが送信可能な時刻と期間を通知するGATE信号を各ONUに送信し、各ONUは、受信したGATE信号によって指定された時刻と期間に光信号をOLTに向けて送信する、いわゆる時分割多元接続（TDMA：Time Division Multiple Access）制御が行われる。

【0005】

下り信号（OLTからONU）と上り信号（ONUからOLT）とは、波長多重により、すなわちそれぞれ異なる波長の光信号を用いて、双方向に通信される。

【0006】

従来より、PONシステムにおける高速・低消費電力化にむけた様々な取り組みがなされている。その中でもONUの消費電力を削減する方法として、イーサネット（登録商標）等のLANを介して接続されるユーザ側通信装置との通信を一時停止する等して、その通信機能を制限する「LAN低電力制御」と、ONUとOLTの間の通信を一時停止させる等して、その通信機能を制限する「PONスリープ制御」がある。

【0007】

このうち、LAN低電力制御は、ONUがユーザ側通信装置とLAN等のユーザネットワークを介して接続するためのONUのインタフェースであるLANインタフェースの機能の一部を一時停止することによって、LANインタフェースの消費電力を低減するものである。ユーザ側通信装置とONUとの接続に用いられるLANには、IEEE 802

10

20

30

40

50

． 3 で標準化されたプロトコルが採用されている。また、LANに接続するためのインタフェース回路を省電力化するために、IEEE 802.3azとして標準化されたLAN低電力制御がある。

【0008】

一方、PONスリープ制御は、OLTとONUとの間で通信が行われていないときには、OLTとの通信の少なくとも一部を一時停止させる「スリープモード」に移行するものである。スリープモードには、ONUからOLTへの上り方向の通信を一時停止させるがOLTからONUへの下り方向の通信を停止させない「上り方向スリープモード」と、両方向の通信を一時停止させる「双方向スリープモード」とがある。いずれのモードにおいても、ONUとOLTとの間の通信の発生を間欠的なものにしたたり、通信速度を低下せたりすることによって、ONUがOLTに接続するONUのインタフェースであるPONインタフェースに関わる消費電力を低減することができる（例えば、非特許文献1、および非特許文献2）。

10

【0009】

このように、ONUの消費電力削減には、LANインタフェースに対するLAN低電力制御とPONインタフェースに対するPONスリープ制御という、2種類の制御方法を採用することが可能である。

【先行技術文献】

【非特許文献】

【0010】

20

【非特許文献1】OKIテクニカルレビュー 2012年4月/第219号Vol.79 No.1

【非特許文献2】信学技報 CS2009-2(2009-04)

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0011】

ところで、上述したPONスリープ制御においては、通信の一時停止による通信アプリケーションへの悪影響を避けるため、OLTとのすべての通信機能が稼働する通常モードからスリープモードへ移行は、ONUやOLTが通信量監視を行い、通信が一定期間（時間Ti）行われていないことを契機として行い、スリープモードから通常モードへの復帰は、ONUがOLTへ送信すべきフレームをユーザ側通信装置から受信すること、または、OLTがONUを介してユーザ側通信装置へ送信すべきフレームをOLTの上流側装置から受信したことを契機として行っている。

30

【0012】

このようにPONスリープ制御においては、一定の時間Ti中に通信が行われなかったときにスリープモードに移行するので、ユーザ側通信装置が通信を停止してからスリープモードに移行するまでに時間Ti以上の遅れが生じ、スリープモードの期間が短縮されることで、消費電力低減の効果が下がるという問題があった。

【0013】

そこで、本発明は、ユーザ側通信装置が通信を停止してからスリープモードに移行するまでの時間を短縮し、PONインタフェースのスリープ制御によるONUの消費電力削減効果を向上させることを目的とする。

40

【課題を解決するための手段】

【0015】

上述した目的を達成するために、本発明に係るユーザ側光回線終端装置（ONU）は、例えば、ユーザネットワークを介してユーザ側通信装置と接続される第1のインタフェースと、受動光網（PON）を介して局側光回線終端装置（OLT）と接続される第2のインタフェースとを備え、前記第1のインタフェースは、前記ユーザ側通信装置からフレームを受信するとともに、前記第2のインタフェースが前記局側光終端装置から受信したフレームの少なくとも一部を前記ユーザ側通信装置に送信する第1の送受信部と、前記ユー

50

ザ側通信装置がフレームを送信または受信する機能を制限してフレームの送受信に関わる消費電力を低減する低電力送受信状態にあることを示すスリープ信号を前記第1のインタフェースが受信すると、前記第1の送受信部のフレームを送信または受信する機能を制限して、前記第1のインタフェースを、前記第1のインタフェースの消費電力を低減可能な低電力送受信状態とする第1の状態制御部とを備え、前記第2のインタフェースは、光信号と電気信号とを相互に変換して、前記局側光終端装置からフレームを受信するとともに、前記第1のインタフェースが前記ユーザ側通信装置から受信したフレームの少なくとも一部を前記局側光回線終端装置に送信する第2の送受信部と、前記第1のインタフェースが前記スリープ信号を受信したことまたは前記低電力送受信状態となったことを契機として、前記第2の送受信部のフレームを送信または送受信する機能を制限して、前記第2のインタフェースを、前記第2のインタフェースの消費電力を低減可能なスリープ状態とする第2の状態制御部とを備えたことを特徴とする。

10

【0016】

また、本発明に係るユーザ側光回線終端装置(ONU)の消費電力制御方法は、ユーザネットワークを介してユーザ側通信装置と接続される第1のインタフェースと、受動光網(PON)を介して局側光回線終端装置(OLT)と接続される第2のインタフェースと、前記局側光終端装置(OLT)に送信するフレームを保留するバッファとを備え、前記第1のインタフェースが前記ユーザ側通信装置から受信したフレームの少なくとも一部を前記第2のインタフェースから前記局側光回線終端装置に送信し、前記第2のインタフェースが前記局側光終端装置から受信したフレームの少なくとも一部を前記第1のインタフェースから前記ユーザ側通信装置に送信するユーザ側光回線終端装置(ONU)の消費電力制御方法において、前記ユーザ側通信装置がフレームを送信または受信する機能を制限してフレームの送受信に関わる消費電力を低減する低電力送受信状態にあることを示すスリープ信号を前記第1のインタフェースが受信するステップと、前記スリープ信号を受信した前記第1のインタフェースが、前記ユーザ側通信装置とフレームを送信または受信する機能を制限しない通常送受信状態から、フレームを送信または受信する機能を制限して、前記第1のインタフェースの消費電力を低減可能な低電力送受信状態とするステップと、前記第1のインタフェースが前記スリープ信号を受信したことまたは前記低電力送受信状態となったことを契機として、前記第2の送受信部のフレームを送信または送受信する機能を制限して、前記第2のインタフェースを、前記第2のインタフェースの消費電力を低減可能なスリープ状態とするステップとを有し、前記第2のインタフェースを前記スリープ状態とするステップは、前記第1のインタフェースが前記低電力送受信状態となり、かつ、前記バッファに保留されたフレームの量が所定の値以下となった後に、前記第2のインタフェースを前記スリープ状態とすることを特徴とする。

20

30

【0017】

ここで、本発明においては、前記ユーザ側光回線終端装置(ONU)は、さらに前記局側光終端装置(OLT)に送信するフレームを保留するバッファを備え、前記第2の状態制御部は、前記第1のインタフェースが前記低電力送受信状態となり、かつ、前記バッファに保留されたフレームの量が所定の値以下となった後に、前記第2のインタフェースを前記スリープ状態とするように構成してもよい。

40

【0018】

また、本発明において、前記第1の状態制御部は、さらに、前記低電力送受信状態にある前記第1のインタフェースが、前記ユーザ側通信装置が前記低電力送受信状態からフレームを送信または受信する機能を制限しない通常送受信状態となることを示すアイドル信号を受信すると、前記第1のインタフェースを、前記低電力送受信状態から前記第1の送受信部が前記ユーザ側通信装置とフレームを送信または受信する機能を制限しない通常送受信状態とし、前記第2の状態制御部は、前記第1のインタフェースが前記アイドル信号を受信したことまたは前記低電力送受信状態から前記通常送受信状態となったことを契機として、前記第2のインタフェースを前記スリープ状態から前記第2の送受信部がフレームを送信または送受信する機能を制限しない通常送受信状態とするように構成してもよい

50

。

【 0 0 1 9 】

また、本発明に係るユーザ側光回線終端装置（ONU）は、ユーザネットワークを介してユーザ側通信装置と接続されて、前記ユーザ側通信装置とフレームを送受信するとともに、前記ユーザ側通信装置がフレームを送信または受信する機能を制限してフレームの送受信に関わる消費電力を低減する低電力送受信状態にあることを示すスリープ信号を受信すると、フレームを送信または受信する機能を制限して消費電力を低減可能な低電力送受信状態となる第1のインタフェースと、受動光網を介して局側光回線終端装置と接続されて、光信号と電気信号とを相互に変換して前記局側光終端装置とフレームを送受信するとともに、フレームを送信または送受信する機能を制限して消費電力を低減可能なスリープ状態となることができる第2のインタフェースとを備え、前記第1のインタフェースは、前記ユーザ側通信装置からフレームを受信するとともに、前記第2のインタフェースが前記局側光終端装置から受信したフレームの少なくとも一部を前記ユーザ側通信装置に送信する第1の送受信部と、フレームを送信または受信する機能を制限して消費電力を低減可能な低電力送受信状態にある前記第1のインタフェースが、前記ユーザ側通信装置がフレームを送信または受信する機能を制限してフレームの送受信に関わる消費電力を低減する低電力送受信状態からフレームを送信または受信する機能を制限しない通常送受信状態となることを示すアイドル信号を受信すると、前記第1のインタフェースを、前記低電力送受信状態から前記第1の送受信部が前記ユーザ側通信装置とフレームを送信または受信する機能を制限しない通常送受信状態とする第1の状態制御部とを備え、前記第2のインタフェースは、光信号と電気信号とを相互に変換して、前記局側光終端装置からフレームを受信するとともに、前記第1のインタフェースが前記ユーザ側通信装置から受信したフレームの少なくとも一部を前記局側光回線終端装置に送信する第2の送受信部と、前記第1のインタフェースが前記アイドル信号を受信したことまたは前記低電力送受信状態から前記通常送受信状態となったことを契機として、前記第2のインタフェースを前記スリープ状態から前記第2の送受信部がフレームを送信または送受信する機能を制限しない通常送受信状態とする第2の状態制御部とを備えたことを特徴とする。

【発明の効果】

【 0 0 2 0 】

本発明によれば、ユーザ側通信装置がフレームを送信または受信する機能を制限してフレームの送信に関わる消費電力を低減する低電力送受信状態にあることがスリープ信号により第1のインタフェースに通知されると、第1のインタフェースを低電力送受信状態とするとともに、これを契機として、受動光網（PON）に接続された第2のインタフェースをスリープ状態とする。したがって、第1のインタフェースが低電力送受信状態となった後は、第2のインタフェースをスリープ状態にするために、時間 T_i の間、通信を監視する必要がないので、第2のインタフェースがスリープ状態となるまでの時間を短縮することができ、ひいては、第2のインタフェースのスリープ制御によるONUの消費電力の削減効果を向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 2 1 】

【図1】図1は、受動光網システム（PONシステム）の概要を示す図である。

【図2】図2は、本発明の実施の形態に係るユーザ側光回線終端装置（ONU）の構成を概念的に示す図である。

【図3】図3は、本発明の実施の形態に係るユーザ側光回線終端装置（ONU）の一構成例を示すブロック図である。

【図4】図4は、本発明の実施の形態に係るユーザ側光回線終端装置（ONU）のPONインタフェースが通常状態からスリープ状態に移行する過程を説明するシーケンス図である。

【図5】図5は、本発明の実施の形態に係るユーザ側光回線終端装置（ONU）のPONインタフェースがスリープ状態から通常状態に復帰する過程を説明するシーケンス図であ

る。

【図6】図6は、従来のユーザ側光回線終端装置（ONU）のPONインタフェースが通常状態からスリープ状態に移行する過程を説明するシーケンス図である。

【発明を実施するための形態】

【0022】

以下、本発明の実施の形態について、図面を参照しながら説明する。

【0023】

[PONシステム]

図1は、受動光網システム（以下、「PONシステム」という。）1に含まれる複数のユーザ側光回線終端装置（以下、「ONU」という。）13-1～13-n（ただし、nは整数。）に、それぞれユーザネットワーク17-1～17-nを介してユーザ通信装置（UT：User Terminal）14-1～14-nが接続されている構成を示している。

10

【0024】

ここでPONシステム1は、図1に示すように、サービス網を構成する上位装置（図示せず）と接続された局側光回線終端装置（以下、「OLT」という。）11と、複数のONU13-1～13-nとが、光ファイバ15, 16および光分岐結合器12を介してポイント・ツー・マルチポイントの接続形態によって接続されている。

【0025】

このようなPONシステム1において、OLT11が送信した光信号は、光分岐結合器12によって分岐され、各ONU13-1～13-nで受信される。また、各ONU13-1～13-nが送信した各光信号は、光分岐結合器12によって結合され、OLT11で受信される。

20

PONシステム1では、複数の異なるONU13-1～13-nが送出した各光信号が衝突する（あるONUからの光信号と別のONUの光信号が共通の光ファイバ中を重なって伝送されることによってOLTが各ONUからの信号を分離して受信できない状態となる）ことを避けるため、OLT11は、各ONU13-1～13-nにGATE信号を送信して、各ONU13-1～13-nが光信号を送信可能な時刻と期間を通知する。各ONU13-1～13-nが、受信したGATE信号に基づいて光信号をOLT11に向けて送信することによって、時分割多元接続（TDMA）制御が行われる。

30

【0026】

一方、各ONU13-1～13-nとユーザ側通信装置機器14-1～14-nとを接続するユーザネットワーク17-1～17-nは、例えば、イーサネット（登録商標）等の信号で接続されたローカル・エリア・ネットワーク（LAN：Local Area Network。以下、「LAN」という。）である。また、ユーザ通信機器17-1～17-nは、例えば、ユーザのパーソナルコンピュータ（PC）やIP電話端末などの他、1個以上の宅内通信端末が接続されたホームゲートウェイが考えられる。

【0027】

[ONUの構成]

次に、本実施の形態に係るONUについて、上述したPONシステム1を構成する複数のONU13-1～13-nのうちのONU13-nを例に説明する。以下、ONU13-nを「ONU #n」ということがある。

40

【0028】

ONU #nは、図2に示すように、ONU #nを光ファイバ16-nを介してOLT11に接続するためのインタフェースであるPONインタフェース部131と、ONU #nをユーザ通信装置14-nにLAN17-nを介して接続するためのインタフェースであるLANインタフェース部132を備えている。

【0029】

PONインタフェース部131は、OLT11が送信した下りフレームのうちONU #n宛てのフレームを受信して、PONインタフェースに従ったMAC処理を行った後、

50

LANインタフェース部132に出力する。また、LANインタフェース部132から出力された上りフレームをPONインタフェースに沿った処理を行って送信する。

【0030】

一方、LANインタフェース部132は、ユーザ側通信装置14-nが送信した上りフレームを受信してLANインタフェースに従ったMAC処理やブリッジ処理を行ったのち、PONインタフェース部131に出力する。また、LANインタフェース部132は、PONインタフェース部131から出力された下りフレームにブリッジ処理やLANインタフェースに従ったMAC処理を行った後、ユーザ側通信装置14-nに送信する。

【0031】

ユーザ側通信装置14-nは、LANインタフェースを備え、ONU #nとLANを介して接続される。ユーザ側通信装置14-nがLANインタフェースから送信したフレームはLAN17-nを介してONU #nのLANインタフェース部132へと転送される。さらに、このフレームは、ONU #nのPONインタフェース131から送出され、PONを介して、OLT11のPONインタフェースへと転送され、さらには、OLT11の上流側装置へと転送される。

10

【0032】

また、OLTの上流側装置からOLTに転送されたフレームは、OLTのPONインタフェースから送出され、PONを介して、ONUのPONインタフェースへと転送される。さらに、前記フレームは、ONUのLANインタフェースから送出され、LANを介して、ユーザ側通信装置のLANインタフェースへと転送され、前記ユーザ側通信装置において受信される。

20

【0033】

上述したPONシステム1において、ONU #nの消費電力を削減するために、ONU #nとOLT11との間の通信を制限する「PONスリープ制御」を採用する。このPONスリープ制御では、通信を一時停止させる「スリープモード」に移行することによって、ONU #nがOLT11に接続するONUのインタフェースであるPONインタフェースに関わる、消費電力を低減することができる。前記スリープモードには、ONUからOLTへの上り方向の通信を一時停止させるがOLTからONUへの下り方向の通信を停止させない「上り方向スリープモード」と、両方向の通信を一時停止させる「双方向スリープモード」がある。

30

【0034】

また、PONインタフェース部131は、PONスリープ制御を行うための信号をOLT11との間で送受信するとともに、PONスリープ制御に関わる状態遷移を管理し、その状態に基づいてPONインタフェース部131内の回路での消費電力を低減する。

【0035】

一方、LANインタフェース部132は、LAN低電力制御を行うための信号をユーザ側通信装置14-nとの間で送受信するとともに、LAN低電力制御に関わる状態遷移を管理し、その状態に基づいてLANインタフェース部132内の回路での消費電力を低減する。より具体的には、ONU #nとユーザ側通信装置14-nの各LANインタフェースに関わる回路を省電力化するために、IEEE 802.3azとして標準化されたLAN低電力制御を採用する。低電力モードへの移行によって、LANインタフェースに関わる、消費電力を低減することができる。

40

【0036】

本実施の形態に係るONU #nでは、さらに、LANインタフェース部132は、LAN低電力制御によってLANインタフェースが、フレームを受信する機能を停止しない通常受信状態から低電力受信状態に移行したこと、または、LANインタフェースが通常受信状態においてユーザ側通信装置14-nからのスリープ信号を受信したことを、LANスリープ通知信号aによってPONインタフェース部131に通知する。

【0037】

本実施の形態に係るONU #nにおいて、PONインタフェース部131は、LAN

50

インタフェース部 132 が出力した LAN スリープ通知信号 a が入力されると、この信号に基づいて、通常状態からスリープ要求信号送信待ち状態に移行し、さらに、上り方向スリープ要求信号の送信によって上り方向スリープ状態へと移行するか、双方向スリープ要求信号の送信によって双方向スリープ状態へと移行する。

【0038】

また、LAN インタフェース部 132 は、LAN 低電力制御によって LAN インタフェースが低電力受信状態から通常受信状態に移行したこと、または、LAN インタフェースが低電力受信状態においてユーザ側通信装置からのアイドル信号を受信したことを、LAN ウェイクアップ通知信号 b によって PON インタフェース部 131 に通知する。

【0039】

PON インタフェース部 131 は、LAN インタフェース部 132 が出力する LAN ウェイクアップ通知信号 b が入力されると、ONU # n の PON インタフェースは、上り方向スリープ状態あるいは双方向スリープ状態から、ウェイクアップ要求信号送信待ち状態に移行し、さらに、ウェイクアップ要求信号の送信によって通常状態へと移行する。

【0040】

図 3 は、上述した ONU の一構成例を示す機能ブロック図である。

ONU がフレームを受け取り転送する機能に関わるものとしては、上位装置に近い方から、PON 区間の光信号と ONU 内の電気信号を変換する光送受信部 (TRx 送受信部) 1212、MPCP (Multipoint Control Protocol) 制御フレームの送受信処理や同期処理を行う PON 信号処理部 1313、MAC (Media Access Control) 処理やブリッジ処理を行う BRG 部 133、下り方向フレームおよび上り方向フレームをそれぞれ一時蓄積したり、フレーム蓄積量を算出するバッファ 134、135、ユーザネットワーク (LAN) とのインタフェースとなる UNI (User Network Interface) 1322 等を備えている。

【0041】

また、上述した PON インタフェース部 131 の PON スリープ制御に関わる状態遷移を管理し制御する状態制御部 1311、および LAN インタフェース部 132 の LAN 低電力制御に関わる状態遷移を管理し制御する状態制御部 1321 を備えている。

【0042】

この実施の形態においては、LAN インタフェース部 132 は、本発明におけるユーザネットワークを介してユーザ側通信装置と接続される「第 1 のインタフェース」に相当し、PON インタフェース部 131 は、PON を介して OLT と接続される「第 2 のインタフェース」に相当する。

また、LAN インタフェース部 132 を構成する UNI 部 1322 は、本発明におけるユーザ側通信装置からフレームを受信するとともに、第 2 のインタフェース (PON インタフェース部 131) が OLT から受信したフレームの少なくとも一部を前記ユーザ側通信装置に送信する「第 1 の送受信部」に相当する。

【0043】

また、ユーザ側通信装置がフレームを送信する機能を制限してフレームの送信に関わる消費電力を低減する低電力送受信状態にあることを示すスリープ信号を第 1 のインタフェース (LAN インタフェース部 132) が受信すると、第 1 の送受信部 (UNI 部 1322) のフレームを受信する機能を一時停止して、第 1 のインタフェース (LAN インタフェース部 132) を、第 1 のインタフェースの消費電力を低減可能な低電力受信状態 (LAN 低電力受信状態) とする「第 1 の状態制御部」に相当する。

【0044】

また、PON インタフェース部 131 を構成する光送受信部 1312 は、光信号と電気信号とを相互に変換して、OLT からフレームを受信するとともに、第 1 のインタフェース (LAN インタフェース部 132) がユーザ側通信装置から受信したフレームの少なくとも一部を OLT に送信する「第 2 の送受信部」に相当し、状態制御部 1311 は、第 1 のインタフェース (LAN インタフェース部 132) がスリープ信号を受信したことまた

10

20

30

40

50

は低電力受信状態となったことを契機として、第2の送受信部（光送受信部1312）のフレームを送信する機能を停止して、第2のインタフェース（PONインタフェース部131）を、第2のインタフェースの消費電力を低減可能なスリープ状態とする「第2の状態制御部」に相当する。

【0045】

なお、本実施の形態に係るONUは、後述するように、第1のインタフェース（LANインタフェース部132）がスリープ信号を受信したことまたは低電力受信状態となったことを契機として、第2のインタフェース（PONインタフェース部131）を、第2のインタフェースの消費電力を低減可能なスリープ状態とする他、従来のONUと同様に、OLTからの指示に基づいて、または、ONU自身が上り若しくは下りの少なくとも一方のトラフィックを監視することによって、PONインタフェース部131およびLANインタフェース部132をそれぞれスリープ状態および低電力送受信状態に移行させることもできる。

【0046】

上述した各種機能部による処理は、記憶装置を備えた演算装置（CPU：Central Process Unit）とコンピュータプログラムとが協働することによって実現される。

【0047】

なお、LANスリープ通知信号とLANウェイクアップ通知信号とを1本のLANウェイクアップ・スリープ通知信号として実装することも可能であり、この場合は、前記LANウェイクアップ・スリープ通知信号の値が0から1に変化する時点をLANウェイクアップ通知信号として使用し、前記LANウェイクアップ・スリープ通知信号の値が1から0に変化する時点をLANスリープ通知信号として使用することができる。

また、PONインタフェース部131がPONスリープ制御を内部のCPU上で動作するソフトウェアとして実装する場合には、LANウェイクアップ通知信号とLANスリープ通知信号を前記CPUへの割り込み信号線として実装することも可能である。

【0048】

〔ONUの動作〕

次に、本実施の形態に係るONU #nの動作について、図4および図5を参照して説明する。

【0049】

〔通常モードからスリープモードへの移行シーケンス〕

図4は、ユーザ側通信装置14-n（以下、「UT #n」ということがある。）-ONU #n間が「通常モード」（M3）の状態から「低電力アイドルモード」（M4）の状態に移行することに伴って、OLT11-ONU #n間が「通常モード」（M1）の状態から「上りスリープモード（M2）」の状態に移行する様子を示すシーケンス図である。

なお、本実施の形態においては、上述したように「スリープモード」には、「上り方向スリープモード」と「双方向スリープモード」とがある。以下の説明においては、便宜上、「上りスリープモード」に移行する場合を例に説明するが、「双方向スリープモード」に移行する場合であっても、本質的には同様のシーケンスとなる。

ここで、「OLT11-ONU #n間が通常モード（M1）の状態」にあるとは、OLT11-ONU #n間においてフレームの送受信が可能な状態であることを意味し、「上りスリープモード（M2）の状態」にあるとは、ONU #nの消費電力を減らすため、ONU #nからOLT11への上り方向フレームの送信機能が制限されていることを意味する。

【0050】

同様に、「UT #n-ONU #n間が通常モード（M3）の状態にある」とは、UT #n-ONU #n間においてフレームの送受信（特に上り方向フレームの送信）が可能な状態にあることを意味する。また、「UT #n-ONU #n間が低電力アイドル

ルモード (M4) の状態にある」とは、UT #n - ONU #n 間においてフレームの送受信 (特に上り方向フレームの送信) の機能が制限され、フレームの送信に関わる消費電力が低減可能な状態にあることを意味する。

【0051】

図4に示すように、まず、LAN低電力制御によってユーザ側通信装置 #n から ONU #n への通信が「通常モード」(M3) の状態であるとき、UT #n の LAN インタフェースは、フレームを送信する機能を制限しない「通常送信状態」(S31) にあり、ONU #n の LAN インタフェース部 132 はフレームを受信する機能を制限しない「通常受信状態」(S21) にある。

このとき、OLT 11 - ONU #n 間が PON スリープ制御における「通常モード」(M1) の状態であるとき、ONU #n の PON インタフェース部 131 は、フレームを送信する機能を制限しない「通常状態」(S11) にある。

【0052】

ここで、UT #n の LAN インタフェースが、「通常送信状態」(S31) から、スリープ信号を ONU #n に送信する時間 Ts の「スリープ信号送信状態」(S32) を経て、フレームを送信または受信する機能を制限してフレームの送受信に関わる消費電力を低減する「低電力送受信状態」(S32) に移行したとする。例えば、IEEE いわゆる「Deep Sleep」はこの「低電力送受信状態」の一例である。この低電力送受信状態への移行プロセスは、例えば、IEEE 802.3az に規定されたプロトコルに従う。

【0053】

このような事象は、たとえば、UT #n が IP 電話端末装置である場合には、UT #n のユーザが電話を切断するために行ったユーザ側通信装置 #n の操作を契機として発生する。この場合、UT #n の LAN インタフェースは、セッションの終了を要求する SIP BYE に相当するフレームを ONU #n に送信し、前記フレームへの応答として外部 (たとえば SIP サーバ) から ONU #n を介して SIP 200 OK に相当するフレームを受信した時点で、UT #n の LAN インタフェースは、通常送信状態 (S31) から、スリープ信号送信状態 (S32) に移行する。

これは、UT #n に外部 (たとえば SIP サーバ) から電話の切断を示す SIP BYE に相当するフレームを、ONU #n を介して UT #n が受信したことを契機に発生する。この場合、UT #n の LAN インタフェースは、このフレームに対する応答として SIP 200 OK に相当するフレームを ONU #n に送信する。

【0054】

このように、UT #n の LAN インタフェースは、通信を行わないと判断した時点で、LAN低電力制御によってスリープ信号を送信する「スリープ信号送信状態」(S32) に移行して、自己が低電力送受信状態に移行することを示す「スリープ信号」を ONU #n に対して送出した後、「低電力送受信状態」(S33) に移行する。

【0055】

一方、ONU #n の LAN インタフェース部 132 は、通常受信状態 (S21) において UT #n からスリープ信号を受信したことを契機として、UT #n から受信されたフレームを受信しない代わりに消費電力を低減する「低電力受信状態」(S22) へと移行する。

【0056】

このとき、ONU #n の LAN インタフェース部 132 は、通常受信状態において UT #n からスリープ信号を受信したこと、または、通常受信状態から低電力受信状態へと移行したことを LAN スリープ通知信号 a によって PON インタフェース部 131 に通知する。

【0057】

ONU #n の PON インタフェース部 131 は、LAN スリープ通知信号 a を受信することによって、LAN インタフェース部 132 が通常受信状態において UT #n から

10

20

30

40

50

スリープ信号を受信したこと、または、通常受信状態から低電力受信状態へと移行したことを契機として、「通常状態」(S11)からOLTに上り方向スリープモードへの移行を要求するための信号(上り方向スリープ要求信号)を送信可能となるまで(OLTからのGATE信号を受信し前記GATE信号が示す送信時刻となるまで)待つ「スリープ要求信号送信待ち状態」(S12)に移行し、さらに、上り方向スリープ要求信号の送信によって、「上り方向スリープ状態」(S13)へと移行する。

【0058】

本実施の形態に係るONUによれば、UT #nのLANインタフェースがフレームを送信する機能を制限してフレームの送信に関わる消費電力を低減する低電力送受信状態にあることがスリープ信号によりONU #nのLANインタフェース部132に通知されると、LANインタフェース部132を低電力受信状態とするとともに、これを契機として、PONに接続されたPONインタフェース部131をスリープ状態とする。

10

【0059】

したがって、LANインタフェース部132が「低電力受信状態」(S22)となった後は、PONインタフェース部131をスリープ状態にするにあたり、通信の一時停止による通信アプリケーションへの悪影響を避けるために、時間Tiの間、通信を監視する必要がある。したがって、PONインタフェース部131が「スリープ状態」(S13)となるまでの時間を短縮することができ、ひいては、PONインタフェースのスリープ制御によるONUの消費電力の削減効果を向上させることができる。

【0060】

20

ここで、UT #nが通信を終了する最後のフレームをONUに向けて送信した時点で、ユーザ機器がLAN低電力制御メッセージをONUに通知し、通知に従ってONUがスリープモードに移行する、本実施の形態に係るONUの方式(図4参照。)と、ONU #nがユーザ側通信装置(UT #n)からOLTへのフレーム転送の状態を監視し、フレーム転送が監視時間Ti以上なかったときにスリープモードに移行する、従来の方式(図5参照。)との比較を行なう。

【0061】

監視時間Tiを、TCPセッションのタイムアウトである30秒とし、UTがサーバに接続していることを定期的に通知するキープアライブフレームを1分間隔で送信すると仮定する。キープアライブフレームの送信によって、スリープモードは1分間に1回の割合で復帰されるが、従来の方式では、監視時間Tiである30秒間はスリープモードへの移行ができず、残り30秒間のスリープとなる。

30

これに対し、本実施の形態に係るONUの方式では、ユーザ機器がキープアライブフレームであるか、通話を開始するフレームであるかを判断して、前者であれば、フレーム送信直後からONUがスリープモードに移行できるので、ほぼ1分間のスリープが可能となり、スリープ時間を倍増することが可能となる。

【0062】

このように本実施の形態に係るONUは、ONUを中継とするLANとPONという2つのネットワークの低電力制御を連携させ、ユーザ側通信装置(UT)からの低電力化の開始を契機として、LANインタフェースの低電力化のみならず、PONインタフェースの低電力化をも行なう点に特徴がある。

40

【0063】

これを換言するならば、本実施の形態に係るONUは、PONとLANという2つのネットワークの独立した低電力制御、すなわち、PONスリープ制御とLAN低電力制御を連携させた点で、PONおよびLANのそれぞれの低電力制御が独立していた従来の技術と大きく異なっており、ユーザ側通信装置(UT)からのLAN低電力制御のシグナリングをPON低電力制御に利用することによって、PONインタフェース部の低電力化を図るものということができる。

【0064】

本実施の形態に係るONUは、LANインタフェース部132が「低電力受信状態」(

50

S 2 2) となることと連動して、P O N インタフェース部 1 3 1 をスリープ状態にすることにより、時間 T i の間、通信を監視することなく、P O N インタフェース部 1 3 1 をスリープ状態にして、省電力の効果を向上させるものである。

特に、ユーザ側通信装置 (U T) で通信の有無を監視する必要がある場合に、より早いタイミングで P O N インタフェース部 1 3 1 をスリープ状態にすることによって、高い省電力化の効果が得られる。

【 0 0 6 5 】

また、一般的に、ネットワーク階層の上位で監視するユーザ側通信装置 (U T) と、レイヤ 2 の装置である O N U の監視のレベルの違いにより、フレームの中身まで読み取らない通常の O N U の監視時間 T i と比べると、フレームの中身まで読み取って監視するユーザ側通信装置 (U T) の監視時間 T i の方が長くなる。

10

しかしながら、ユーザ側通信装置 (U T) と O N U との双方において通信の有無をそれぞれ監視する場合であって、低電力モードに入るまでの監視時間がユーザ機器 (U T) に比べて O N U の方が短い場合には、より早く P O N インタフェース部 1 3 1 をスリープモードに移行させることができるので、ユーザ側通信装置 (U T) と O N U との双方において通信の有無をそれぞれ監視する場合であっても、省電力化の効果が期待できる。

【 0 0 6 6 】

[通常モードからスリープモードへの他の移行シーケンス]

上述した本実施の形態の説明では、O N U # n の L A N インタフェース部 1 3 2 が「通常受信状態」(S 2 1) から「低電力受信状態」(S 2 2) へと移行したことを契機として O N U # n の P O N インタフェース部 1 3 1 が「通常状態」(S 1 1) から「スリープ要求信号送信待ち状態」(S 1 2) に移行するものとしたが、O N U # n の P O N インタフェース部 1 3 1 が「通常状態」(S 1 1) から「スリープ要求信号送信待ち状態」(S 1 2) に移行するシーケンスについては、様々な変形が可能である。

20

【 0 0 6 7 】

一例として、O N U # n の L A N インタフェース部 1 3 2 が「通常受信状態」(S 2 1) から「低電力受信状態」(S 2 2) へと移行し、かつ、O N U # n 内 (具体的には、上りバッファ 1 3 5) に蓄積されていた上りフレームが全て O L T 1 1 に送出された時点で、O N U # n の P O N インタフェース部 1 3 1 が「通常状態」(S 1 1) から「スリープ要求信号送信待ち状態」(S 1 2) に移行するシーケンスが可能である。

30

【 0 0 6 8 】

これは、仮に O N U # n 内にフレームが蓄積された状態で O N U # n の P O N インタフェース部 1 3 1 が「上り方向スリープ状態」(S 1 3) へと移行した場合は、上り方向スリープ状態が継続する時間分、O N U # n から O L T 1 1 へのフレームの転送が遅れることになり、通信品質の劣化を招く恐れがあったのに対し、上記の他のシーケンスによれば、P O N スリープ制御に伴う上りフレームの転送遅延の増大を抑制することができるため、通信品質を保ちつつ消費電力を低減できるという効果がある。

【 0 0 6 9 】

[スリープモードから通常モードへの復帰シーケンス]

次に、スリープモードから通常モードへの復帰シーケンスについて説明する。

40

【 0 0 7 0 】

図 5 は、O L T 1 1 - O N U # n 間が P O N スリープ制御によって「上り方向スリープモード」(M 2) の状態であり、かつ、L A N 低電力制御によってユーザ側通信装置 # n から O N U # n への通信が「低電力アイドルモード」(M 4) の状態である場合に、ユーザ側通信装置 (U T) # n が送信したフレームを O L T 1 1 の上位側装置に転送を開始するときの、フレームの流れと、各装置の状態の変化を表すシーケンス図である。

【 0 0 7 1 】

O L T 1 1 - O N U # n 間が P O N スリープ制御によって「上り方向スリープモード」(M 2) の状態であるとき、O N U # n の P O N インタフェース部 1 3 1 は、「送信スリープ状態」(S 1 3) にある。また、L A N 低電力制御によってユーザ側通信装置 #

50

n から ONU # n への通信が「低電力アイドルモード」(M4)の状態であるとき、UT # n の送信側 LAN インタフェースは「低電力送受信状態」(S33)であり、ONU # n の受信側 LAN インタフェース部 132 は「低電力受信状態」(S22)にある。

なお、UT # n の送信側 LAN インタフェースと ONU # n の受信側 LAN インタフェース部 132 との間の信号は、送受信を停止する時間 Tq と、リフレッシュ信号を送受信する時間 Tr とが交互に繰り返され、低電力アイドルモードで間欠的に通信が行われる。

【0072】

ここで、UT # n の送信側 LAN インタフェースが、「低電力送受信状態」(S33)から、アイドル信号を ONU # n に送信する時間 Tw の「アイドル信号送信状態」(S34)を経て、フレームを ONU # n に送信可能な状態である「通常送信状態」(S35)に移行し、フレームを ONU # n に送信する。

【0073】

この「低電力送受信状態」から「アイドル信号送信状態」を経て「通常送信状態」に至る状態の遷移は、例えば、UT # n のユーザが電話をかけるために行った UT # n の操作を契機として、UT # n が行う。この場合、UT # n の LAN インタフェースは、セッションの開始を要求する SIP INVITE に相当するフレームを ONU # n に送信する。

【0074】

また、上述した状態の遷移は、UT # n に外部(たとえば SIP サーバ)から電話がかかってきたことを示す SIP INVITE に相当するフレームを、ONU # n を介して UT # n が受信したことを契機として、UT # n が行う。

この場合、UT # n の LAN インタフェースは、呼び出し中を表す応答信号である SIP 180 Ringing に相当するフレームを ONU # n に送信する。このように、ユーザ側通信装置 # n の LAN インタフェースは、通信を行わない期間中は、LAN 低電力制御によって低電力送受信状態と送信リフレッシュ状態を繰り返し、フレーム送信が必要となった時点で、低電力送受信状態からアイドル信号を ONU # n に送信する一定時間のアイドル送信状態を経て、フレームを ONU # n に送信可能な状態である通常送信状態に移行し、前記フレームを ONU # n に送信する。

【0075】

一方、ONU # n の LAN インタフェースは、「低電力受信状態」(S22)において UT # n からのアイドル信号の受信を契機として、UT # n から送信されたフレームを受信可能な「通常受信状態」(S23)へと移行し、UT # n から送信されたフレームを受信する。

【0076】

このとき、ONU # n の LAN インタフェース部 132 は、UT # n からのアイドル信号を受信したこと、または、低電力受信状態から通常受信状態に移行したことを LAN ウェイクアップ通知信号 b によって PON インタフェース部 131 に通知する。

【0077】

ONU # n の PON インタフェース部 131 は、LAN ウェイクアップ通知信号 b を受信することによって、「上り方向スリープ状態」(S13)から、OLT に通常モードに戻ることを要求するための信号(ウェイクアップ要求信号)を送信可能となるまで(OLT からの GATE 信号を受信し前記 GATE 信号が示す送信時刻となるまで)待つ「ウェイクアップ要求信号送信待ち状態」(S14)に移行し、さらに、ウェイクアップ要求信号の送信によって、「通常状態」(S15)へと移行する。さらに、ONU # n の LAN インタフェース部 132 が受信した UT # n から送信されたフレームを、通常状態へと移行した ONU # n の PON インタフェース部 131 が、OLT 11 からの GATE 信号を受信し前記 GATE 信号に基づいて送信する。

【0078】

〔スリープモードから通常モードへの他の移行シーケンス〕

上述した本実施の形態の説明では、ONU #nのLANインタフェース部132が「低電力受信状態」(S22)から「通常受信状態」(S23)に移行したことを契機として、ONU #nのPONインタフェース部131が「上り方向スリープ状態(送信スリープ状態)」(S13)から「ウェイクアップ要求信号送信待ち状態」(S14)に移行するものとしたが、ONU #nのPONインタフェース部131が「上り方向スリープ状態(送信スリープ状態)」(S13)から「ウェイクアップ要求信号送信待ち状態」(S14)に移行するシーケンスについても、様々な変形が可能である。

【0079】

一例として、ONU #nのLANインタフェース部132が「低電力受信状態」(S22)から「通常受信状態」(S23)に移行してから時間Twf以内に、ユーザ側通信装置#nから送信されたフレームをLwfバイト以上受信した場合に、ONU #nのPONインタフェース部132が送信スリープ状態からウェイクアップ要求信号送信待ち状態に移行するシーケンスが可能である。

【0080】

これは、仮にONU #nのPONインタフェース部131が「上り方向スリープ状態(送信スリープ状態)」(S13)であっても、所定のLwfバイト未満のフレームであれば、時間Twf以内にONU #nからOLTに前記フレームを送信することができるような場合に、Lwfバイト未満のフレーム(例えばユーザ側通信装置#nがSIPサーバに登録を維持するために送信するフレーム)をユーザ側通信装置#nから送信したときにONU #nのPONインタフェース部131が送信スリープ状態を維持しつつ前記フレームをOLT11に転送できるため、PONインタフェース部131に関わる消費電力を低減することができるという効果がある。

【0081】

また上記のシーケンスにおいて、ONU #nのLANインタフェース部132が「低電力受信状態」(S22)から「通常受信状態」(S23)に移行してから、ONU #nのPONインタフェース部131が「上り方向スリープ状態(送信スリープ状態)」(S13)から「通常状態」(S15)へと移行するまでの遅延があるが、この遅延によって、ONU #nの通常受信状態となったLANインタフェース部132で受信したUT #nから受信したフレームを、通常状態に移行が完了していないONU #nのPONインタフェース部131から送信することができない期間が発生する。この期間に受信したフレームはONU #n内に保留されるが、ONU #nのバッファ容量に限りがあるため、受信した全てのフレームをONU #n内に保留することができず、廃棄されるフレームが発生する場合がある。

【0082】

そこで、前記フレームの廃棄が生じないように、ユーザ側通信装置#nからONU #nへのフレーム送信を停止させるための、IEEE 802.3xとして標準化されたフロー制御を行う。具体的には、ONU #n内に保留されたフレームの数あるいはデータ量が所定量以上となったことを契機として、ONU #nはポーズフレームをユーザ側通信装置#nに送信する。また、ONU #nが複数のキューを持ち、ユーザ側通信装置#nからONU #nへのフレームのヘッダに記載された優先度に応じて、前記フレームが蓄積されるキューが選択される場合には、フレームの優先度によってONU #n内のフレームの保留状況が異なるので、ユーザ側通信装置#nからONU #nへのフレーム送信を優先度に応じて停止させるための、IEEE 802.1Qbbとして標準化されたフロー制御を行うことも可能である。

【0083】

フロー制御の解除(フロー制御の解除を示すポーズフレームをユーザ側通信装置#nからONU #nへ送信すること)は、ONU #nのPONインタフェース部131が「上り方向スリープ状態(送信スリープ状態)」(S13)から「通常状態」(S15)へと移行した時点、あるいは「通常状態」(S15)への移行によってONU #n内に保

10

20

30

40

50

留されたフレームがOLTに送信されて、その量が減少して廃棄が生じなくなったと判断できる量以下になった時点で行う。

【0084】

また上記のシーケンスにおいて、ONU #nのLANインタフェース部132が「低電力受信状態」(S22)から「通常受信状態」(S23)に移行したことを契機としてフロー制御によってUT #nからONU #nへのフレーム送信を停止させ(すなわち、ポーズフレームをユーザ側通信装置#nに送信し)、ONU #nのPONインタフェース部131が「上り方向スリープ状態(送信スリープ状態)」(S13)から「通常状態」(S15)へと移行した時点で前記フロー制御を解除することも可能である。

【0085】

また前記フロー制御の解除を、ONU #nのPONインタフェース部131が「上り方向スリープ状態(送信スリープ状態)」(S13)から「通常状態」(S15)へと移行する時点よりも前に行うことで、PONインタフェース部131が「通常状態」(S15)になった時点で、ONU #nにUT #nがフロー制御の解除後に送信した上りフレームが蓄積されていることになり、PONインタフェース部131が通常状態になった直後から、ONU #nは上りフレームをOLTに送信できる。

【0086】

なお、本実施の形態においては、UT #nがIP電話端末である場合を例に説明しているが、これ以外の端末装置であっても、UT #nからONU #nへの通信を開始するときの最初のフレームを送信する場合に、本実施の形態において説明したユーザ側通信装置#nとONU #nの状態遷移のシーケンスを採用できる。

【0087】

例えば、UT #nの一例はホームゲートウェイであり、このホームゲートウェイには、1個以上の宅内通信端末が接続され、この宅内通信端末が送出した信号をフレームとしてONU #nに転送し、ONU #nから受信したフレームをこの宅内通信端末への信号として送出する。この場合、ユーザ側通信装置#n(ホームゲートウェイ)のLANインタフェース(ONU #nとLANを介して接続するインタフェース)が、低電力送受信状態から通常送信状態に移行する契機の例は、このホームゲートウェイに接続された宅内通信端末が送出した信号をホームゲートウェイが受信し、信号を上りフレームとしてONU #nに送信する必要が生じたことである。

【0088】

また、別の例は、前記ホームゲートウェイに搭載されたCPUで動作しているアプリケーションソフトウェアがフレームの送受信を必要とする活動状態となったことである。

【0089】

なお、本実施の形態では、OLT11 - ONU #n間がPONスリープ制御によって上り方向スリープモードとなる場合について示したが、双方向スリープモードの場合も同様のシーケンスを採用することが可能である。なお、PONスリープ制御によって双方向スリープモードとなった場合は、ONU #nからユーザ側通信装置#nへの下り方向のLAN低電力制御によって、双方向スリープモードの期間中に、ONU #nからユーザ側通信装置#nへの通信を低電力モードの状態とすることが可能である。

【0090】

以上のように、本実施の形態に係るONUによれば、LAN低電力制御のためにユーザ側通信装置からONUに通知されるスリープ信号やアイドル信号をLANインタフェース部132で受信したことを契機として、LANスリープ通知信号aおよびLANウェイクアップ通知信号bをLANインタフェース部132からPONインタフェース部131に渡すことによって、PONスリープ制御によりスリープモードへの移行が可能となったことやPONスリープ制御により通常モードへの移行が必要となったことを、低遅延で、PONスリープ制御に反映させることができる。

【産業上の利用可能性】

【0091】

10

20

30

40

50

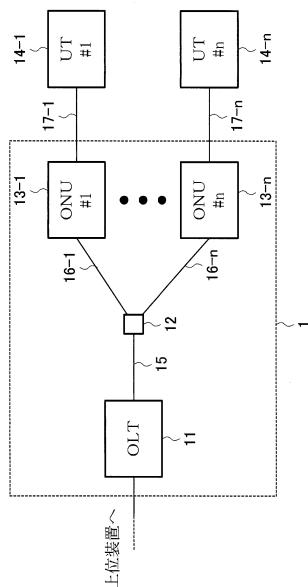
本発明は、ＦＴＴＨ（Ｆｉｂｅｒ　Ｔｏ　Ｔｈｅ　Ｈｏｍｅ）など、ＰＯＮシステムを用いた通信システムに利用することができる。

【符号の説明】

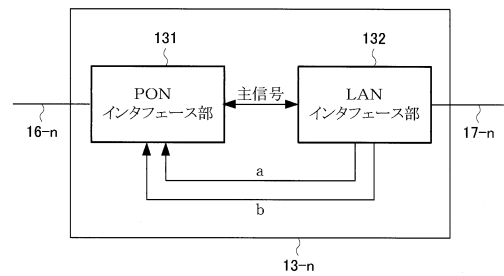
【００９２】

１…ＰＯＮシステム、１１…ＯＬＴ、１２…光分岐結合器、１３－１～１３－ｎ…ＯＮＵ、１４－１～１４－ｎ…ユーザ側通信装置、１５、１６－１～１６－ｎ…光ファイバ、１７－１～１７－ｎ…ＬＡＮ、１３１…ＰＯＮインタフェース部、１３２…ＬＡＮインタフェース部。

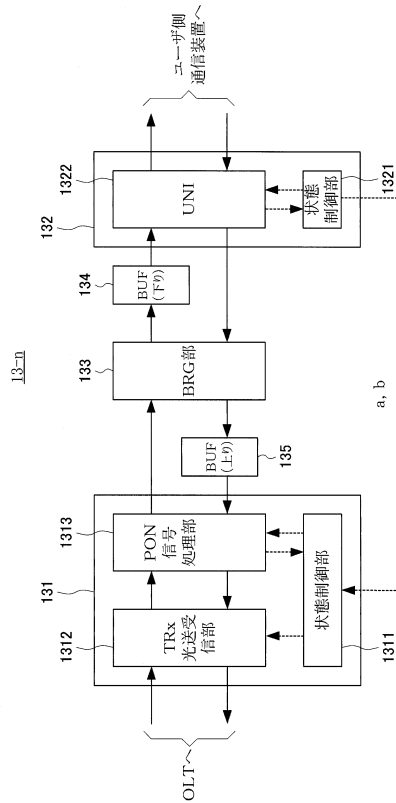
【図１】



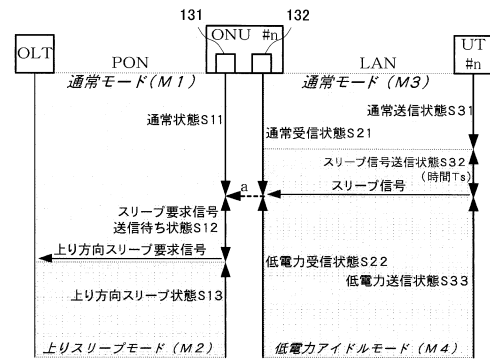
【図２】



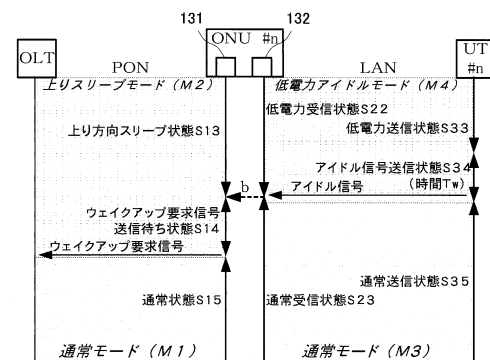
【 図 3 】



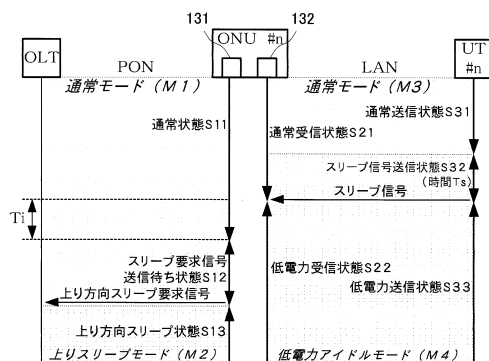
【 図 4 】



【 図 5 】



【 図 6 】



フロントページの続き

(72)発明者 重松 智志

東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日本電信電話株式会社内

審査官 宮島 郁美

(56)参考文献 特開2008-113193(JP,A)

特開2007-089027(JP,A)

特開2011-103532(JP,A)

特開2013-026818(JP,A)

特開2012-175654(JP,A)

欧州特許出願公開第02362675(EP,A2)

西原 晋 SUSUMU NISHIHARA, ホームゲートウェイ連携による光アクセスシステム系宅内装置
省電力化に向けた制御手法に関する検討 Power-saving Effectiveness Improvement and the C
ontrol Mechanisms of Home-gateway Assisted In-home Appliances for Optical Access Syste
ms, 情報処理学会論文誌 論文誌トランザクション 2012(平成24)年度 1 [CD
-ROM], 日本, 一般社団法人情報処理学会, 第2巻

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04L12/28, 12/44-12/46

H04B10/00-10/90