

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5541798号
(P5541798)

(45) 発行日 平成26年7月9日(2014.7.9)

(24) 登録日 平成26年5月16日(2014.5.16)

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

請求項の数 9 (全 15 頁)

| | | | |
|-----------|-------------------------------|-----------|-----------------------------------|
| (21) 出願番号 | 特願2010-255773 (P2010-255773) | (73) 特許権者 | 000004226 |
| (22) 出願日 | 平成22年11月16日(2010.11.16) | | 日本電信電話株式会社 |
| (65) 公開番号 | 特開2012-109714 (P2012-109714A) | | 東京都千代田区大手町一丁目5番1号 |
| (43) 公開日 | 平成24年6月7日(2012.6.7) | (74) 代理人 | 100072718 |
| 審査請求日 | 平成25年1月23日(2013.1.23) | | 弁理士 古谷 史旺 |
| | | (74) 代理人 | 100116001 |
| | | | 弁理士 森 俊秀 |
| | | (72) 発明者 | 鶴澤 寛之 |
| | | | 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 | 寺田 和彦 |
| | | | 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】 スリープ制御方法およびスリープ制御装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

複数の加入者側装置と局側装置が論理リンクを介して1対1に接続され、複数の加入者側装置が論理リンク終端のスリープ処理を行うPON(Passive Optical Network)システムの局側装置にあって、スリープ移行を決定した加入者側装置にスリープ移行開始を通知し、当該加入者側装置が当該通知により所定の時間スリープするスリープ制御方法において、

前記スリープ移行を決定した加入者側装置のスリープ移行開始の通知時刻を定め、当該通知時刻に達した時に、当該加入者側装置へのスリープ移行開始の通知を許可する手順により、当該加入者側装置に対するスリープ移行開始の通知時刻を調整するスリープ開始時刻調整処理手順と、

前記許可が与えられた加入者側装置に対して、スリープ移行の決定が継続中か否かを確認し、スリープ移行の決定が継続している場合にはスリープ移行の開始の通知を行い、スリープ移行の決定が中止の場合にはスリープ移行の開始の通知を行わないスリープ移行判断処理手順と

を有することを特徴とするスリープ制御方法。

【請求項2】

請求項1に記載のスリープ制御方法において、

前記スリープ開始時刻調整処理手順は、前記通知時刻までに前記スリープ移行を決定した加入者側装置を記録し、前記通知時刻にスリープすべき全ての加入者側装置に一斉にス

リープ移行開始の通知を許可する

ことを特徴とするスリープ制御方法。

【請求項 3】

請求項 1 に記載のスリープ制御方法において、

前記スリープ開始時刻調整処理手順は、前記スリープ移行開始の通知時刻として前記局側装置と論理リンクを確立中の加入者側装置毎にタイムスロットを割り当て、各タイムスロットの時刻までに当該加入者側装置のスリープ移行を決定していた場合に、当該加入者側装置へスリープ移行開始の通知を許可する

ことを特徴とするスリープ制御方法。

【請求項 4】

請求項 3 に記載のスリープ制御方法において、

前記タイムスロットの時間は、前記加入者側装置の起動時間の最小値を前記加入者側装置の最大数で除算した値とする

ことを特徴とするスリープ制御方法。

【請求項 5】

請求項 3 に記載のスリープ制御方法において、

前記加入者側装置がスリープする所定の時間は、前記加入者側装置の最大数と前記タイムスロットの時間とを乗算した値の整数倍とする

ことを特徴とするスリープ制御方法。

【請求項 6】

請求項 3 に記載のスリープ制御方法において、

前記加入者側装置がスリープする所定の時間は、前記加入者側装置の最大数と前記タイムスロットの時間とを乗算した値の整数倍の時間から前記局側装置と前記加入者側装置間のラウンドトリップ時間を減算した値とする

ことを特徴とするスリープ制御方法。

【請求項 7】

複数の加入者側装置と局側装置が論理リンクを介して 1 対 1 に接続され、複数の加入者側装置が論理リンク終端のスリープ処理を行う P O N (Passive Optical Network) システムの局側装置にあって、スリープ移行を決定した加入者側装置にスリープ移行開始を通知し、当該加入者側装置が当該通知により所定の時間スリープするスリープ制御装置において、

前記スリープ移行を決定した加入者側装置のスリープ移行開始の通知時刻を定め、当該通知時刻に達した時に、当該加入者側装置へのスリープ移行開始の通知を許可する手順により、当該加入者側装置に対するスリープ移行開始の通知時刻を調整するスリープ開始時刻調整処理手段と、

前記許可が与えられた加入者側装置に対して、スリープ移行の決定が継続中か否かを確認し、スリープ移行の決定が継続している場合にはスリープ移行の開始の通知を行い、スリープ移行の決定が中止の場合にはスリープ移行の開始の通知を行わないスリープ移行判断処理手段と

を備えたことを特徴とするスリープ制御装置。

【請求項 8】

請求項 7 に記載のスリープ制御装置において、

前記スリープ開始時刻調整処理手段は、前記通知時刻までに前記スリープ移行を決定した加入者側装置を記録し、前記通知時刻にスリープすべき全ての加入者側装置に一斉にスリープ移行開始の通知を許可する構成である

ことを特徴とするスリープ制御装置。

【請求項 9】

請求項 7 に記載のスリープ制御装置において、

前記スリープ開始時刻調整処理手段は、前記スリープ移行開始の通知時刻として前記局側装置と論理リンクを確立中の加入者側装置毎にタイムスロットを割り当て、各タイムス

10

20

30

40

50

ロットの時刻までに当該加入者側装置のスリープ移行を決定していた場合に、当該加入者側装置へスリープ移行開始の通知を許可する構成である

ことを特徴とするスリープ制御装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、PON (Passive Optical Network)システムにおける局側装置(以下「OLT (Optical Line Terminal)」という)と加入者側装置(以下「ONU (Optical Network Unit)」という)との間でトラフィックがない場合に、当該ONUを停止(スリープ)させるためのスリープ制御方法およびスリープ制御装置に関する。

10

【背景技術】

【0002】

図12は、PONシステムの構成例を示す。

図12において、PONシステムは、光スプリッタ11と光ファイバ伝送路12を介して、複数のONU#1~ONU#NとOLTとを接続する構成をとる。ONU#1~ONU#NとOLT間の通信は、物理的には光ファイバ伝送路12を共有した多対1の通信であるが、論理的には1対1の通信が行えるように、OLTとONU#1~ONU#N間で論理リンクが確立される。

【0003】

近年、PONシステムに省電力化が求められるようになり、OLTとONU間でトラフィックがない場合には、当該ONUが、起動と停止(スリープ)を周期的に繰り返す間欠起動を行うことで、ONUを省電力化するスリープ制御処理が提案された(例えば非特許文献1)。

20

【0004】

図13は、従来のスリープ制御処理例を示す。

図13において、上りと下りのいずれも制御用トラフィックを除くユーザトラフィック(以下「トラフィック」という)がないONU#iをOLTが検出し、当該ONU#iのスリープ移行を決定すると、OLTはスリープ移行の開始を指示するためにSLEEPフレームを当該ONU#iへ送信する。スリープ移行の決定方法には、例えば当該ONU#i宛のデータの到着間隔に基づいて決定する方法(非特許文献2)がある。

30

【0005】

ONU#iは、SLEEPフレームを受信すると所定の時間スリープする。OLTは、所定の時間経過後に、ONU#iに対してGATEフレームを送信する。ONU#iはGATEフレームを受信すると、OLTに対して送信データがない場合には、再度のスリープ移行要求を示すSLEEP REQフレームをOLTに送信し、OLTはONU#iへの送信データがなければ、再びONU#iのスリープ移行を決定してONU#iへSLEEPフレームを送信し、ONU#iは受信次第スリープする。一方、所定の時間経過後に、ONU#iがGATEフレーム受信時に、OLTに対して送信データがある場合には、通常処理と同様にREPORTフレームをOLTに送信して、通常処理を再開する。

【0006】

40

図14は、スリープ制御処理部を備えたOLTの構成例を示す。

図14において、OLTは通常処理部21およびスリープ制御処理部22を備える。スリープ制御処理部22は、通常処理部21から、ONU毎のトラフィック量の情報g、ONU毎の論理リンクの確立の情報h、SLEEP REQフレームの情報iを受け取る。スリープ制御処理部22は、受け取った各情報に基づいて、図13で説明したスリープ制御処理手順に従い、ONU毎にSLEEPフレーム送信要求eを通常処理部21に通知し、対応するONU宛てにSLEEPフレームを送信させる。また、スリープ制御処理部22は、ONUのスリープの開始から所定の時間経過すると、通常処理部21に対してGATEフレーム送信要求fを通知し、スリープ中のONU宛てにGATEフレームを送信させる。

【0007】

50

PONシステムに当該スリープ制御処理手順を適用した場合、OLTは、全ONUが同時にスリープした場合でも蓄積可能な大容量のバッファを備える必要がある。なぜなら、ONUがスリープ中でも、スリープ中のONUに対してデータが到達する可能性があるため、OLTが受信するスリープ中のONU宛のデータの内、特に高優先度のデータはOLTが蓄積する必要があるからである。

【0008】

大容量のバッファは、一般に外付けメモリ（以下「外部バッファ」という）を用いて実装されるため、I/Oや専用の制御回路がOLTのプロトコル制御用LSI内に必要となる。したがって、LSI内蔵のメモリ（以下「内部バッファ」という）で対応可能であったスリープ制御処理導入前と比較してOLTの消費電力が大きくなる。

10

【0009】

このようなOLTのバッファでの消費電力の増大を抑える方法として、ONUの状態により、ONU宛のデータの蓄積方法をOLTが変更するバッファ制御方法が開示されている（非特許文献3）。当該バッファ制御方法を適用した場合のOLTの下りバッファを図15に示す。ここで、OLTの下りバッファとは、OLTが図12中に示すネットワークノードインタフェースから受信するONU宛のデータを蓄積するためのバッファである。

【0010】

図15において、OLTの下りバッファは、内部バッファと外部バッファとで構成される。OLTは、起動中のONU宛のデータは、内部バッファのアクティブ用領域に蓄積し、スリープ中のONU宛のデータは、内部バッファもしくは外部バッファのいずれかのスリープ用領域に蓄積する。アクティブ用領域では、優先度毎に分けて蓄積し、スリープ用領域では、スリープ中のONU毎に蓄積領域を割り当てて個別に蓄積する。この時、内部バッファのスリープ用領域内の蓄積領域から優先的に割り当てること、内部バッファのみでスリープ中のONU数を収容可能な場合には、外部バッファやI/O等を停止してOLTの消費電力を抑えることができる。

20

【先行技術文献】

【非特許文献】

【0011】

【非特許文献1】Jeff Mandin、"EPON Powersaving via Sleep Mode"、IEEE802.3av 10G-EPON Task Force(Sep,2008)

30

【非特許文献2】久保亮吾他、"省電力機能を有する10G-EPONシステムにおけるスリープ時間の動的制御方法"、電子情報通信学会全国大会(March,2009)

【非特許文献3】鷓澤寛之他、"省電力PONにおけるOLTのバッファ制御方法の検討"、電子情報通信学会ソサイエティ大会(Sep,2009)

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0012】

従来のスリープ制御方法では、スリープ中のONU数が少ない時間帯を集約できないため、非特許文献3で開示されたバッファ制御方法を用いても、OLTの省電力効果を高められないことが課題であった。スリープ中のONU数が少ない時間帯とは、スリープ中のONU数が、図15の内部バッファのスリープ用領域の蓄積領域数以下の時間帯を指す。このスリープ制御方法では、OLTがSLEEPフレームを任意の時刻で送信可能であるため、ONUは任意の時刻でスリープし、スリープ中のONU数が少ない時間帯が短時間で頻繁に発生する可能性がある。

40

【0013】

図16は、従来のスリープ制御処理におけるスリープ中のONU数の変化例を示す。

図16において、横軸は時間、縦軸はスリープ中のONU数である。OLTの外部バッファの蓄積領域が割り当てられたONUが全て起動するまでの間は外部バッファが使用中となり、外部バッファを停止できないため、図16の点線以下のスリープ中のONU数が少ない時間帯においても、外部バッファを停止可能な時間帯（外部バッファが使用中でな

50

い時間帯)がないか、もしくは短時間になる。このように、スリープ中のONU数が少ない時間帯が短時間で頻繁に発生すると、OLTの消費電力の削減が困難になる。

【0014】

本発明は、ONUがスリープになる時間を集約し、外部バッファの停止可能な時間帯を増やすことができるスリープ制御方法およびスリープ制御装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0015】

第1の発明は、複数のONUと局側装置が論理リンクを介して1対1に接続され、複数のONUが論理リンク終端のスリープ処理を行うPONシステムのOLTにあって、スリープ移行を決定したONUにスリープ移行開始を通知し、当該ONUが当該通知により所定の時間スリープするスリープ制御方法において、スリープ移行を決定した加入者側装置のスリープ移行開始の通知時刻を定め、当該通知時刻に達した時に、当該加入者側装置へのスリープ移行開始の通知を許可する手順により、当該加入者側装置に対するスリープ移行開始の通知時刻を調整するスリープ開始時刻調整処理手順と、許可が与えられたONUに対して、スリープ移行の決定が継続中か否かを確認し、スリープ移行の決定が継続している場合にはスリープ移行の開始の通知を行い、スリープ移行の決定が中止の場合にはスリープ移行の開始の通知を行わないスリープ移行判断処理手順とを有する。

10

【0016】

第1の発明のスリープ制御方法におけるスリープ開始時刻調整処理手順は、通知時刻までにスリープ移行を決定したONUを記録し、通知時刻にスリープすべき全てのONUに一斉にスリープ移行開始の通知を許可する。

20

【0017】

第1の発明のスリープ制御方法におけるスリープ開始時刻調整処理手順は、スリープ移行開始の通知時刻としてOLTと論理リンクを確立中のONU毎にタイムスロットを割り当て、各タイムスロットの時刻までに当該ONUのスリープ移行を決定していた場合に、当該ONUへスリープ移行開始の通知を許可する。

【0018】

ここで、タイムスロットの時間は、ONUの起動時間の最小値をONUの最大数で除算した値とする。ONUがスリープする所定の時間は、ONUの最大数とタイムスロットの時間とを乗算した値の整数倍とする。あるいは、ONUがスリープする所定の時間は、ONUの最大数とタイムスロットの時間とを乗算した値の整数倍の時間からOLTとONU間のラウンドトリップ時間を減算した値とする。

30

【0019】

第2の発明は、複数のONUとOLTが論理リンクを介して1対1に接続され、複数のONUが論理リンク終端のスリープ処理を行うPONシステムのOLTにあって、スリープ移行を決定したONUにスリープ移行開始を通知し、当該ONUが当該通知により所定の時間スリープするスリープ制御装置において、スリープ移行を決定した加入者側装置のスリープ移行開始の通知時刻を定め、当該通知時刻に達した時に、当該加入者側装置へのスリープ移行開始の通知を許可する手順により、当該加入者側装置に対するスリープ移行開始の通知時刻を調整するスリープ開始時刻調整処理手段と、許可が与えられたONUに対して、スリープ移行の決定が継続中か否かを確認し、スリープ移行の決定が継続している場合にはスリープ移行の開始の通知を行い、スリープ移行の決定が中止の場合にはスリープ移行の開始の通知を行わないスリープ移行判断処理手段とを備える。

40

【0020】

第2の発明のスリープ制御装置におけるスリープ開始時刻調整処理手段は、通知時刻までにスリープ移行を決定したONUを記録し、通知時刻にスリープすべき全てのONUに一斉にスリープ移行開始の通知を許可する構成である。

【0021】

第2の発明のスリープ制御装置におけるスリープ開始時刻調整処理手段は、スリープ移

50

行開始の通知時刻としてOLTと論理リンクを確立中のONU毎にタイムスロットを割り当て、各タイムスロットの時刻までに当該ONUのスリープ移行を決定していた場合に、当該ONUへスリープ移行開始の通知を許可する構成である。

【発明の効果】

【0022】

本発明によれば、ONUのスリープの開始時刻を制御できる。特に、OLTがスリープ移行を決定していた全ONUに一齐に、または順番にスリープ移行の開始を通知するため、トラフィックが無いONU数が多い場合でも、スリープ中のONU数が少ない時間帯が集約される。これにより、図17に示すように、OLTの内部バッファのスリープ用領域に収容可能なONU数以下になる時間帯が集約され、その後半に外部バッファを停止可能な時間帯を確保することができる。

10

【0023】

また、OLTが、ONUのスリープ移行を決定してからOLTが当該ONUへスリープ移行の開始を通知するまでの間に、当該ONUに送信すべきデータを受信した際に、当該ONUのスリープ移行を中止してデータの遅延を短くすることができる。

【図面の簡単な説明】

【0024】

【図1】本発明の実施例1におけるOLTの構成例を示す図である。

【図2】本発明の実施例1におけるスリープ移行判断処理部24の処理手順を示すフローチャートである。

20

【図3】本発明の実施例1におけるスリープ開始時刻調整処理例を示すタイムチャートである。

【図4】本発明の実施例1におけるスリープ開始時刻調整処理部23の処理手順を示すフローチャートである。

【図5】本発明の実施例2におけるスリープ開始時刻調整処理例を示すタイムチャートである。

【図6】本発明の実施例2におけるタイムスロットの割り当て処理手順を示すフローチャートである。

【図7】本発明の実施例2におけるタイムスロット管理テーブルの一例を示す図である。

【図8】本発明の実施例2におけるタイムスロットの返却処理手順を示すフローチャートである。

30

【図9】本発明の実施例2におけるスリープ開始時刻調整処理部23の処理手順1を示すフローチャートである。

【図10】本発明の実施例2におけるスリープ開始時刻調整処理部23の処理手順2を示すフローチャートである。

【図11】本発明の実施例2におけるスリープ時間の設定例を示すタイムチャートである。

【図12】PONシステムの構成例を示す図である。

【図13】従来のスリープ制御処理例を示すタイムチャートである。

【図14】スリープ制御処理部を備えたOLTの構成例を示す図である。

40

【図15】従来のOLTの下りバッファの構成例を示す図である。

【図16】従来のスリープ制御処理におけるスリープ中のONU数の変化例を示すタイムチャートである。

【図17】本発明におけるスリープ中のONU数の変化例を示すタイムチャートである。

【発明を実施するための形態】

【実施例1】

【0025】

図1は、本発明の実施例1におけるOLTの構成例を示す。

図1において、実施例1のOLTは、図14に示す従来のOLTと同様の通常処理部21およびスリープ制御処理部22に加えて、OLTがONUのスリープ移行の開始の通知

50

時刻を定め、当該時刻にスリープすべき全てのONUに対して一斉にスリープ移行の開始の通知(SLEEPフレームの送信)の許可を行うスリープ開始時刻調整処理部23と、送信許可が与えられたONUに対して、スリープ移行の決定が継続中か否かを確認し、スリープ移行の決定/中止に応じてスリープ移行の開始の通知(SLEEPフレームの送信)を行う/行わないスリープ移行判断処理部24とを備える。なお、スリープ移行判断処理部24は、各ONU対応に設けられる。

【0026】

スリープ制御処理部22は、通常処理部21からONU毎のトラフィック量の情報g、ONU毎の論理リンクの確立の情報h、SLEEP REQフレームの情報iを入力し、ONU毎のトラフィック量の有無等に応じてスリープ移行の決定または中止を通知するスリープ移行の決定/中止通知aを、ONU毎のスリープ移行判断処理部24に出力する。また、スリープ制御処理部22は、ONU毎のスリープ移行判断処理部24からSLEEPフレームを送信したことを示すSLEEPフレーム送信完了通知bを入力し、当該ONUのスリープ期間の監視を開始し、当該スリープ期間終了後に通常処理部21にGATEフレーム送信要求fを通知し、スリープ中のONUにGATEフレームを送信させる。ONU毎のスリープ移行判断処理部24は、スリープ制御処理部22から通知されたスリープ移行の決定通知cをスリープ開始時刻調整処理部23に出力し、スリープ開始時刻調整処理部23から入力するSLEEPフレーム送信許可dに応じてSLEEPフレーム送信要求eを通常処理部21に出力する。

10

【0027】

以下、実施例1におけるスリープ開始時刻調整処理部23およびスリープ移行判断処理部24の機能について詳しく説明する。

20

【0028】

(1) スリープ移行判断処理部24の機能

図2は、本発明の実施例1におけるスリープ移行判断処理部24の処理手順を示す。なお、スリープ移行判断処理部24はONU毎に設けられ、ONU毎にスリープ移行判断処理が行われる。非特許文献1では、明示的には記述されていないが、ステップA1とA5とを結合したフローチャートであると考えられる。これに対して、本実施例では、ステップA2, A3, A4, A6, A7を新たに追加した点が異なる。

【0029】

図1, 図2において、スリープ制御処理部22でトラフィックのないONU#iを検出し、当該ONU#iのスリープ移行を決定すると、ONU#iに対応するスリープ移行判断処理部24-iは、ONU#iのスリープ移行の決定を検出し(ステップA1)、ONU#iのスリープ移行の決定をスリープ開始時刻調整処理部23に通知し(ステップA2)、スリープ開始時刻調整処理部23からONU#iへのSLEEPフレーム送信許可が与えられるまで待機する(ステップA3)。スリープ移行判断処理部24-iは、SLEEPフレーム送信許可が与えらると、ONU#iのスリープ移行の決定が継続中か否かを確認し、スリープ移行の決定が継続している場合には、ONU#iにSLEEPフレームを送信するように通常処理部21に指示し(ステップA4, A5)、SLEEPフレーム送信完了をスリープ制御処理部22に通知する(ステップA6)。一方、SLEEPフレーム送信許可が与えられた際に、ONU#iのスリープ移行が中止になっている場合には、ONU#iへのSLEEPフレームの送信を中止する(ステップA4, A7)。

30

40

【0030】

(2) スリープ開始時刻調整処理部23の機能

図3は、本発明の実施例1におけるスリープ開始時刻調整処理例を示す。

図3(a)は、実施例1におけるOLTが各ONUにSLEEPフレームを送信した時の動作例を示し、図3(b)はスリープ中のONU数の変化を示す。いずれも横軸は時間、図3(b)の縦軸はスリープ中のONU数である。なお、図3(a)において、SLEEPフレーム以外のGATEフレーム、SLEEP REQフレーム、REPORTフレームは、記述を省略している。

【0031】

スリープ開始時刻調整処理部23は、スリープ移行が決定したONU宛のSLEEPフレー

50

ムの送信許可を与えず、当該ONUのスリープ移行が決定したことのみに記録する期間であるスリープリスト生成期間と、当該期間中に記録した全ONUに対して連続的に SLEEP フレームの送信許可を与える期間であるスリープ指示期間とを交互に繰り返す。ここでは、スリープリスト生成期間 1 に n_1 個のONUのスリープ移行が順次決定し、スリープ指示期間に n_1 個のONUに一斉に SLEEP フレームが送信され、スリープ期間の経過後に一斉に起動し、次のスリープリスト生成期間 2 に n_2 個のONUのスリープ移行が順次決定し、スリープ指示期間に n_2 個のONUに一斉に SLEEP フレームが送信される様子を示す。このように、トラヒックがないONUが一斉にスリープを開始し、一斉に起動するため、図 3 (b) に示すようにスリープ中のONU数が少ない時間帯が集約される。これにより、図 17 に示すように、OLTの内部バッファのスリープ用領域に収容可能なONU数以下になる時間帯が集約され、その後半に外部バッファを停止可能な時間帯を確保することができる。

10

【0032】

図 4 は、本発明の実施例 1 におけるスリープ開始時刻調整処理部 23 の処理手順を示す。

図 4 において、スリープ開始時刻調整処理部 23 は、スリープリスト生成期間中 (ステップ B1: Yes) に、スリープ移行を決定したONUの識別子を抽出し (ステップ B2)、FIFO (First In First Out) に抽出した識別子を記録する (ステップ B3)。ONUの識別子とは、例えばONUに予め一意に定められた論理リンク終端識別子 LLID である。スリープリスト生成期間中に記録したONUの識別子は、スリープリスト生成期間終了後のスリープ指示期間中に (ステップ B1: No)、FIFO から順に取り出し (ステップ B4)、当該ONUに対して SLEEP フレームの送信許可 (ステップ B5) を FIFO が空になるまで連続的に繰り返す (ステップ B6)。これにより、スリープリスト生成期間中にスリープ移行が決定した全ONUに連続的に SLEEP フレームの送信許可を行う。FIFO が空になると、スリープ指示期間が終了するのを待った後 (ステップ B7)、再びステップ B1 からやり直す。

20

【実施例 2】

【0033】

実施例 2 は、図 1 に示す実施例 1 における OLT において、スリープ開始時刻調整処理部 23 の機能が実施例 1 と異なり、その他は同様の機能を有する。本実施例のスリープ開始時刻調整処理部 23 は、OLT と論理リンクを確立可能な N 台のONU (最大ONU数) 個々にスリープ移行の決定を受け付ける期間を一定周期 ($N \times T_s$) 毎に設け、時間 T_s 毎に SLEEP フレームの送信許可を与えるONUを切り替えることを特徴とする。なお、時間 T_s の値は、例えばONUの起動時間の最小値を N で除算した時の商である。以下の実施例の説明では、ONUの LLID を用いて説明するが、ONUを一意に識別できれば LLID 以外でもよい。

30

【0034】

(1) スリープ開始時刻調整処理部 23 の機能

図 5 は、本発明の実施例 2 におけるスリープ開始時刻調整処理例を示す。

図 5 (a) は、実施例 2 における OLT が各ONUに SLEEP フレームを送信した時の動作例を示し、図 5 (b) はスリープ中のONU数の変化を示す。いずれも横軸は時間、図 5 (b) の縦軸はスリープ中のONU数である。なお、図 5 (a) において、SLEEP フレーム以外の GATE フレーム、SLEEP REQ フレーム、REPORT フレームは、記述を省略している。

40

【0035】

スリープ開始時刻調整処理部 23 は、各タイムスロット T_s に OLT との論理リンクが確立中のONUを割り当てる。当該ONUに割り当てたタイムスロット内で、当該ONUのスリープ移行が決定した場合には、当該ONUに対して SLEEP フレームの送信許可を与える。一方、当該ONUに割り当てたタイムスロット以外の時に、当該ONUのスリープ移行が決定した場合には、当該ONUのスリープ移行の決定を記録し、当該ONUに割り当てられたタイムスロットになるまで待った後、当該ONUに対して SLEEP フレームの送

50

信許可を与える。スリープ移行判断処理部 24 は、スリープ開始時刻調整処理部 23 から SLEEPフレームの送信許可を受けた後、図 2 に示すスリープ制御処理のステップ A4 ~ A6 に基づいて各 ONU に SLEEPフレームを送信する。

【 0036 】

図 6 は、タイムスロットの割り当て処理手順を示す。

図 6 において、OLT と ONU 間で論理リンクが確立し、当該 ONU に対して LLID が割り当てられたことを OLT が検出すると (ステップ C1)、スリープ開始時刻調整処理部 23 は、当該 ONU の LLID を抽出し (ステップ C2)、抽出した LLID に割り当てるタイムスロット番号を、未割り当てのタイムスロット番号の中から決定し (ステップ C3)、抽出した LLID とタイムスロット番号とを対応付けてタイムスロット管理テーブルで記録管理を行う (ステップ C4)。タイムスロット管理テーブルの一例を図 7 に示す。

10

【 0037 】

図 8 は、タイムスロットの返却処理手順を示す。

図 8 において、OLT と ONU 間で論理リンクの確立が終了したことを OLT が検出すると (ステップ D1)、スリープ開始時刻調整処理部 23 は、論理リンクの確立が終了した当該 ONU の LLID を抽出し (ステップ D2)、タイムスロット管理テーブルから、抽出した LLID に対応するタイムスロット番号を抽出し (ステップ D3)、抽出したタイムスロット番号をタイムスロット番号を管理する機能に返却する (ステップ D4)。

【 0038 】

このような ONU の LLID とタイムスロットの割り当てに基づき、タイムスロット毎に対応する ONU に対して SLEEPフレームの送信許可が行われる。図 5 の例では、ONU # 1 のスリープ移行がタイムスロット # 1 の前に決定すると、タイムスロット # 1 まで待った後に ONU # 1 に対して SLEEPフレームが送信される。ONU # 2 に対してはスリープ移行の決定はない。ONU # 3 のスリープ移行がタイムスロット # 3 内で決定すると、タイムスロット # 3 内で SLEEPフレームが送信される。そして、タイムスロット # 1 ~ # N の間に n 個の ONU に対して SLEEPフレームが送信され、さらにスリープ期間の経過後に順番に起動する。すなわち、トラヒックがない ONU がタイムスロットごとに順番にスリープを開始し、順番に起動するため、スリープ中の ONU 数が少ない時間帯が集約される。これにより、図 17 に示すように、OLT の内部バッファのスリープ用領域に収容可能な ONU 数以下になる時間帯が集約され、その後半に外部バッファを停止可能な時間帯

20

30

【 0039 】

図 9 は、本発明の実施例 2 におけるスリープ開始時刻調整処理部 23 の処理手順 1 を示す。本処理手順 1 は、スリープ移行が決定した ONU を記録する処理である。

図 9 において、スリープ開始時刻調整処理部 23 は、スリープ移行判断処理部 22 から ONU のスリープ移行の決定通知を受信すると (ステップ E1)、当該 ONU の LLID を抽出し (ステップ E2)、スリープ開始時刻調整処理部 23 が備える当該 LLID の移行決定フラグを 1 にする (ステップ E3)。

【 0040 】

図 10 は、本発明の実施例 2 におけるスリープ開始時刻調整処理部 23 の処理手順 2 を示す。本処理手順 2 は、図 9 に示す処理手順 1 とは独立に SLEEPフレームの送信許可を行うか否かを判断する処理である。

40

【 0041 】

図 10 において、タイムスロット # i の初期値として $i = 1$ とし (ステップ F1)、 i が N 以下であることを確認した後 (ステップ F2)、タイムスロット # i が割り当てられた LLID を図 8 のタイムスロット管理テーブルを用いて抽出し (ステップ F3)、タイムスロット # i の時間 T_s の経過を待つ (ステップ F4)。そして、当該 LLID の移行決定フラグを確認し (ステップ F5)、移行決定フラグが 1 であった場合には当該 LLID の ONU に対して SLEEPフレームの送信許可を与え (ステップ F6)、移行決定フラグを 0 にした後 (ステップ F7)、 i を 1 インクリメント (ステップ F8) してステップ F2 に戻る。一方、

50

移行決定フラグが0だった場合には、当該LLIDのONUに対してSLEEPフレームの送信許可を与えずに、 i を1インクリメント(ステップF8)してステップF2に戻る。また、ステップF2において i が N を超える場合には、ステップF1に戻る。

【0042】

ところで、スリープ開始時刻調整処理部23において、ONUへのスリープ移行の決定からSLEEPフレームを送信するまでの時間を短くするために、ONUがSLEEPフレームを受信してスリープする時間(以下「スリープ時間」という)は、

(A) 一定周期($N \times Ts$)の整数倍の時間

(B) 一定周期($N \times Ts$)の整数倍の時間からラウンドトリップ時間を減算した時間のいずれかにするとよい。

10

【0043】

なお、一定周期($N \times Ts$)は、スリープ終了からONUが再びスリープするまでの最短時間である。すなわち、スリープ終了を起点として、GATEフレームで当該ONUがフレームの送信を許可された時間が経過するまでの時間と、SLEEP_REQフレームがOLTに届くまでの時間と、OLTが当該SLEEP_REQフレームから当該ONUへのスリープ移行を決定するまでの処理時間とを加算した時間であり、固定値である。

【0044】

図11(a)に示すように、スリープ時間が一定周期($N \times Ts$)の整数倍であれば、例えばタイムスロット#1内、またはタイムスロット#1より前にスリープ移行の決定がOLTで行われても、スリープ終了後から最初のタイムスロット#1でSLEEPフレームの送信許可を与えることができる。一方、図11(b)に示すように、スリープ時間が一定周期($N \times Ts$)の整数倍でない場合は、スリープ終了後から最初のタイムスロット#1では起動が完了しておらず、同じタイミングのスリープ移行の決定に対して、その次のタイムスロット#1でSLEEPフレームの送信許可を与えられることになる。すなわち、1周期分の余分な起動時間が発生し、ONUへのスリープ移行の決定からSLEEPフレームを送信するまでの時間が長くなる。

20

【0045】

また、一定周期($N \times Ts$)の整数倍の時間からラウンドトリップ時間を減算した場合には、ラウンドトリップ時間が長くとも、当該ONUの図11(a)内の2回目のスリープ移行の決定が、タイムスロット#1またはタイムスロット#1より前に確実に行われ、ONUの余分な起動時間が発生しない。

30

【符号の説明】

【0046】

OLT 局側装置

ONU 加入者側装置

11 光スプリッタ

12 光ファイバ伝送路

21 通常処理部

22 スリープ制御処理部

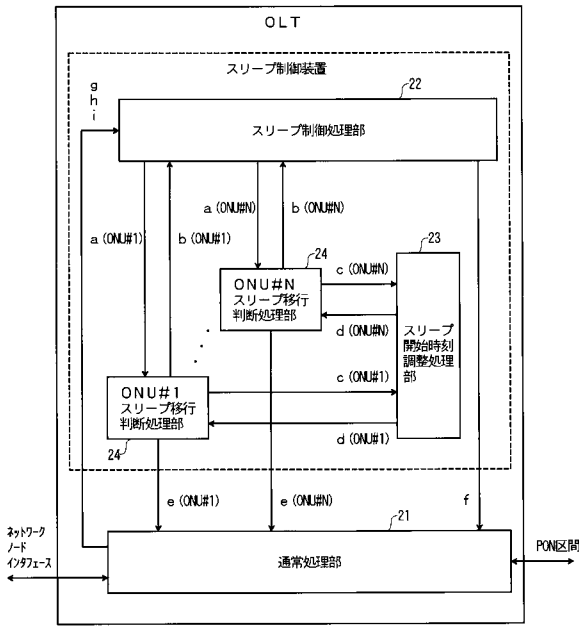
23 スリープ開始時刻調整処理部

24 スリープ移行判断処理部

40

【図1】

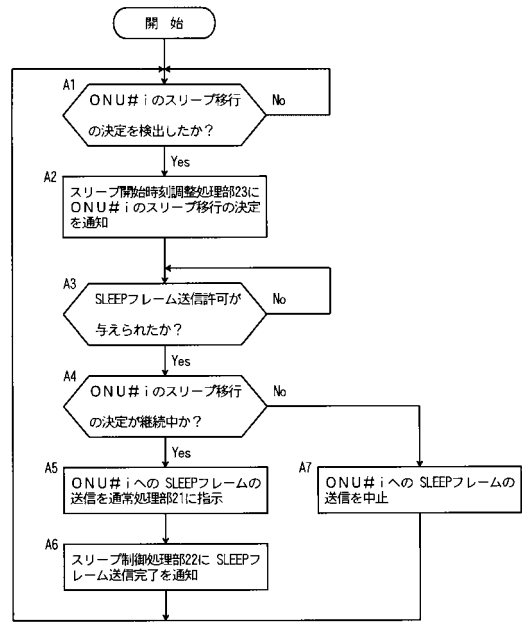
本発明の実施例1におけるOLTの構成例



- a : スリープ移行の決定/中止通知
- b : SLEEPフレーム送信完了通知
- c : スリープ移行の決定通知
- d : SLEEPフレーム送信許可
- e : SLEEPフレーム送信要求
- f : GATEフレーム送信要求
- g : トラフィック量 (ONU毎) の情報
- h : 論理リンクの確立 (ONU毎) の情報
- i : SLEEP REQフレームの情報

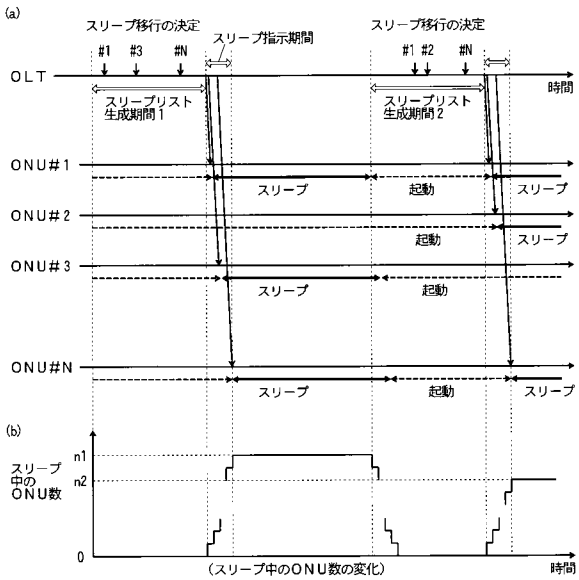
【図2】

本発明の実施例1におけるスリープ移行判断処理部24の処理手順



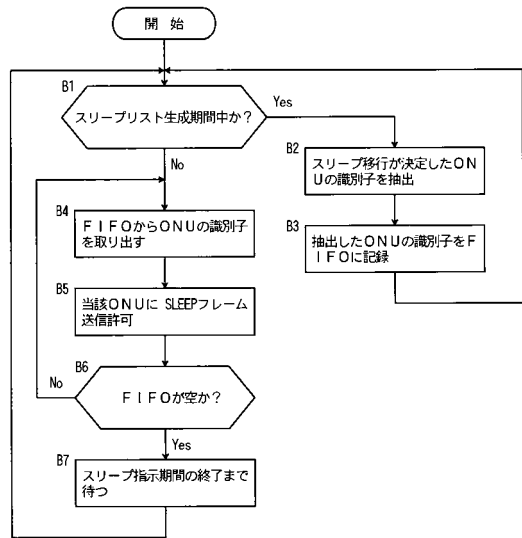
【図3】

本発明の実施例1におけるスリープ開始時刻調整処理例



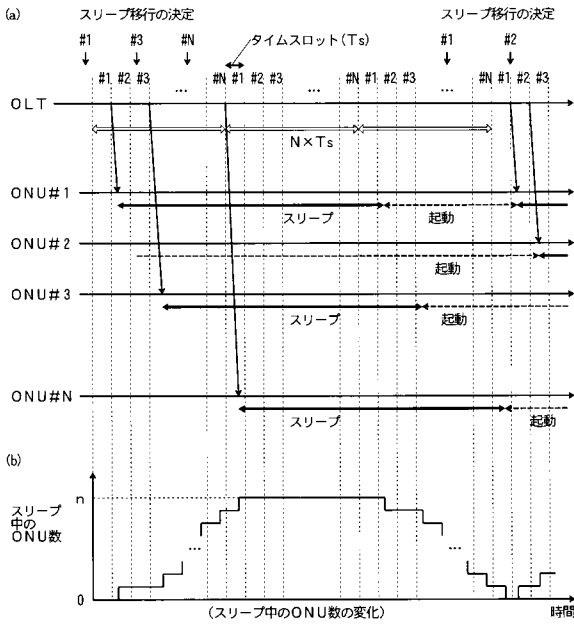
【図4】

本発明の実施例1におけるスリープ開始時刻調整処理部23の処理手順



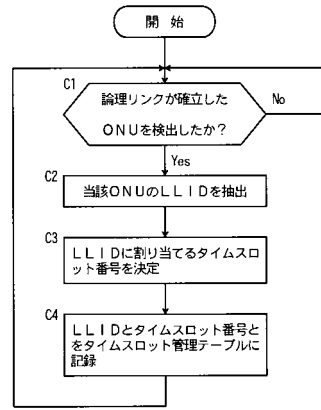
【図5】

本発明の実施例2におけるスリープ開始時刻調整処理例



【図6】

本発明の実施例2におけるタイムスロットの割り当て処理手順



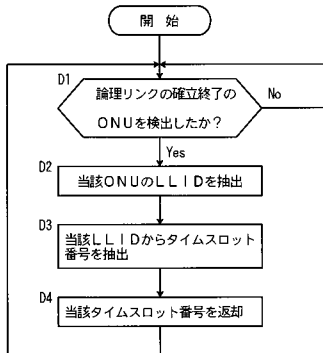
【図7】

本発明の実施例2におけるタイムスロット管理テーブルの一例

| ONU識別子 | タイムスロット |
|--------|---------|
| LLID#1 | #1 |
| LLID#2 | #2 |
| ⋮ | ⋮ |
| LLID#N | #N |

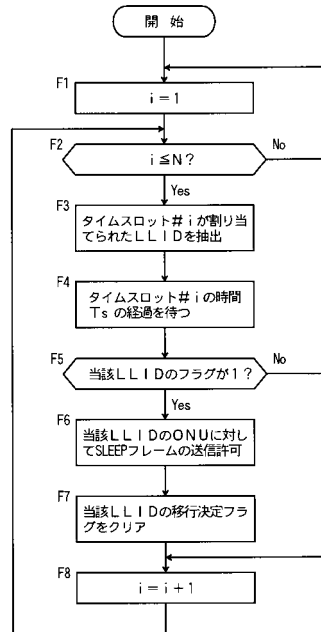
【図8】

本発明の実施例2におけるタイムスロットの返却処理手順



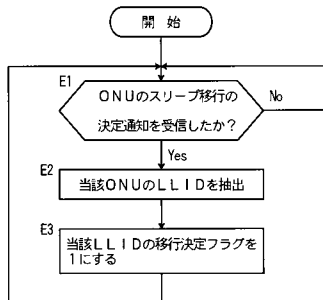
【図10】

本発明の実施例2におけるスリープ開始時刻調整処理部23の処理手順2



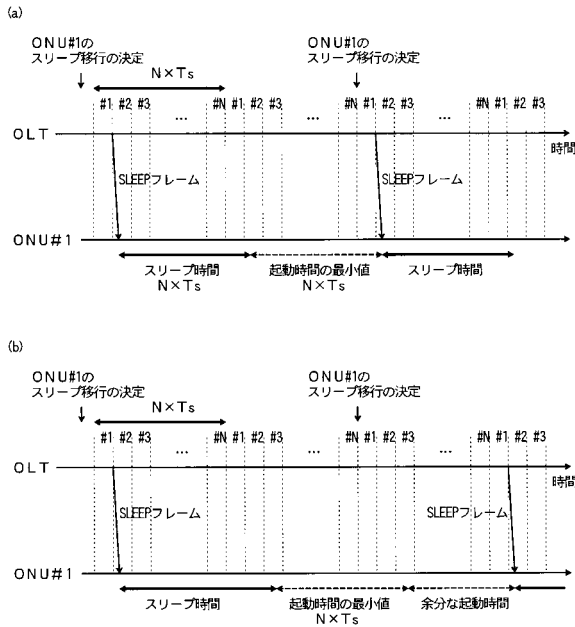
【図9】

本発明の実施例2におけるスリープ開始時刻調整処理部23の処理手順1



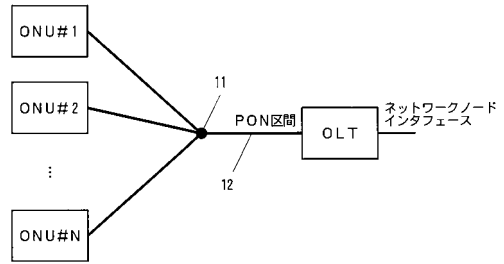
【図11】

本発明の実施例2におけるスリープ時間の設定例



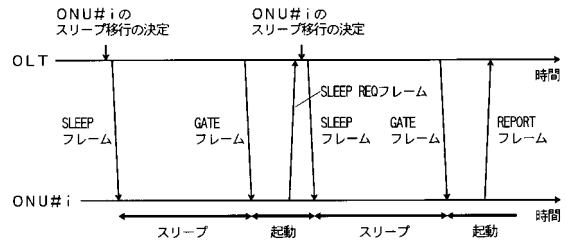
【図12】

PONシステムの構成例



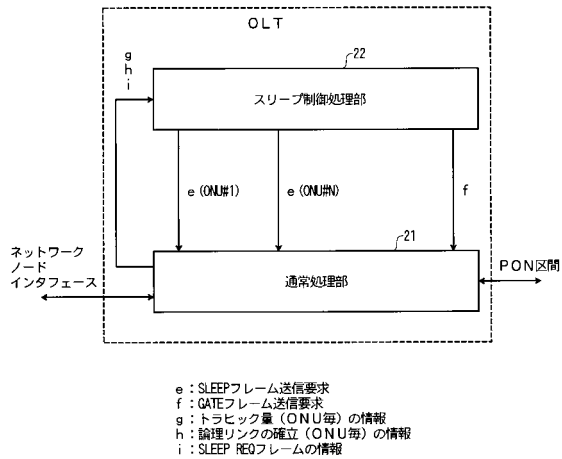
【図13】

従来のスリープ制御処理例



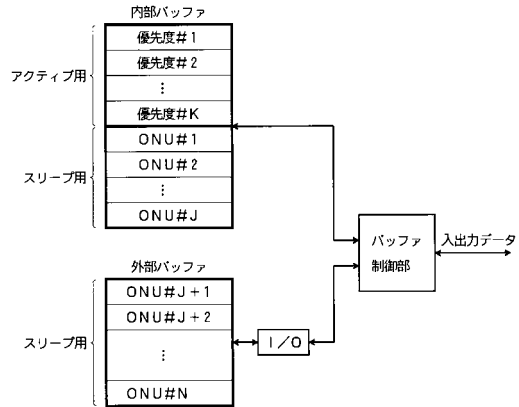
【図14】

スリープ制御処理部を備えたOLTの構成例



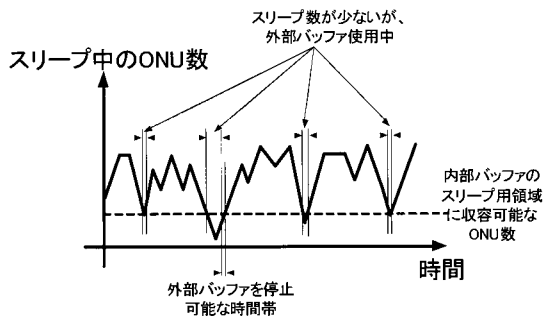
【図15】

従来のOLTの下リバッファの構成例



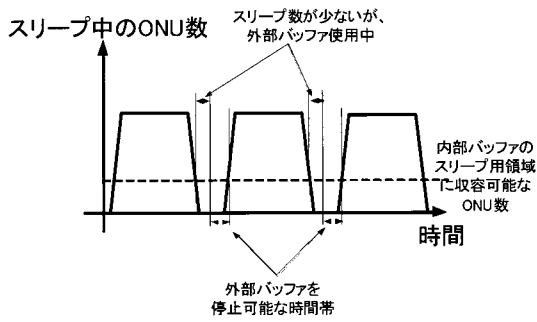
【図16】

従来のスリープ制御処理におけるスリープ中のONU数の変化例



【図17】

本発明におけるスリープ中のONU数の変化例



フロントページの続き

- (72)発明者 池田 奈美子
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 宮崎 昭彦
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 浦野 正美
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 鈴木 崇雅

- (56)参考文献 国際公開第2010/098262(WO, A1)
特開2009-260970(JP, A)
特開2008-113193(JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H04L 12/00-955