

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5185879号
(P5185879)

(45) 発行日 平成25年4月17日(2013.4.17)

(24) 登録日 平成25年1月25日(2013.1.25)

(51) Int.Cl. F I
HO 4 L 12/44 (2006.01) HO 4 L 12/44 Z
 HO 4 L 12/44 2 0 0

請求項の数 16 (全 15 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2009-99487 (P2009-99487) (22) 出願日 平成21年4月16日 (2009.4.16) (65) 公開番号 特開2009-260970 (P2009-260970A) (43) 公開日 平成21年11月5日 (2009.11.5) 審査請求日 平成22年12月24日 (2010.12.24) (31) 優先権主張番号 12/104, 615 (32) 優先日 平成20年4月17日 (2008.4.17) (33) 優先権主張国 米国 (US)</p> <p>前置審査</p>	<p>(73) 特許権者 506226186 ビーエムシー-シエラ イスラエル リミ テッド PMC-Sierra Israel L t d. イスラエル ハズリヤ ビツアク 46 120 ビーオーボックス 2089</p> <p>(74) 代理人 100085660 弁理士 鈴木 均</p> <p>(72) 発明者 ハラン オン イスラエル イブン ヤフダ 40500 ビーオーボックス2 661 ハヒストドラット ストリート 28</p> <p style="text-align: right;">最終頁に続く</p>
--	--

(54) 【発明の名称】 サービス連続性を維持しつつパッシブ光ネットワークにおける電力消費量を低減するための方法および装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

サービス連続性を維持しつつパッシブ光ネットワーク(PON)における電力消費量を低減するための光ネットワークユニット(ONU)であって、

- (a) スリープメッセージを発生させるためのスリープメッセージ発生器と、
 - (b) 前記スリープメッセージを構文解析するためのスリープメッセージパーサーと、
 - (c) 前記スリープメッセージに基づいてONUスリープモードを実行するための中央処理ユニット(CPU)と、
 - (d) 前記スリープメッセージで指定されるスリープ期間中にデータトラフィックをバッファリングするための媒体アクセス制御機器(MAC)と、
 - (e) 外部システムアクティビティを監視するためのアクティビティセンサーと、
 - (f) 前記データトラフィックを少なくとも1つのサービスカテゴリーに分類するためのトラフィック検出器と、
- を備える光ネットワークユニット(ONU)。

【請求項2】

前記スリープメッセージパーサーは、少なくとも1つの内部パラメータを抽出するように構成される、請求項1に記載の光ネットワークユニット。

【請求項3】

前記CPUは、前記スリープ期間を測定するように構成される、請求項1に記載の前記光ネットワークユニット。

【請求項 4】

前記 M A C は、前記データトラフィックのラインフレーミングを同期化するように構成される、請求項 1 に記載の光ネットワークユニット。

【請求項 5】

前記 O N U は、

(g) 前記スリープ期間を測定するためのシーケンシングタイマーを更に備える、請求項 1 に記載の光ネットワークユニット。

【請求項 6】

サービス連続性を維持しつつ P O N における電力消費量を低減するための方法であって、

(a) 少なくとも 1 つの O N U に対して動作可能に接続される O L T を設けるステップと、

(b) 前記少なくとも 1 つの O N U のうちの少なくとも 1 つの要求 O N U におけるスリープ要求をトリガーするステップと、

(c) スリープ確認の受信時に、前記スリープ要求で指定されるスリープ期間にしたがって、かつ前記少なくとも 1 つの要求 O N U を再登録することなく、前記少なくとも 1 つの要求 O N U のためのスリープモードをアクティブにするステップと、

(d) 前記スリープ期間にしたがって前記スリープモードを終了させるステップと、

(e) 前記スリープ期間の終了時に、バッファリングされたデータトラフィックを前記 O L T から前記少なくとも 1 つの要求 O N U へ送信するステップと、
を備える方法。

【請求項 7】

トリガーする前記ステップは、前記少なくとも 1 つの要求 O N U によって実行される、請求項 6 に記載の方法。

【請求項 8】

前記スリープ確認は、前記 O L T から前記少なくとも 1 つの要求 O N U へ送信される、請求項 6 に記載の方法。

【請求項 9】

前記スリープ期間は、前記スリープ確認におけるスリープコマンドによって実行される、請求項 6 に記載の方法。

【請求項 10】

前記スリープ要求および前記スリープ確認は、P L O A M フォーマット、イーサネット（登録商標）パケットフォーマット、およびベンダー固有のフォーマットから成るグループから選択されるフォーマットを有する、請求項 6 に記載の方法。

【請求項 11】

前記スリープ要求および前記スリープ確認は、前記スリープ要求および前記スリープ確認が受信されるまで繰り返し送信される、請求項 6 に記載の方法。

【請求項 12】

前記スリープ期間は、複数の前記要求 O N U の全てにおいて同期される、請求項 6 に記載の方法。

【請求項 13】

終了させる前記ステップは、スリープ状態の O N U からのウェイクアップ要求によってトリガーされる、請求項 6 に記載の方法。

【請求項 14】

終了させる前記ステップは、前記スリープ状態の O N U からのウェイクアップ要求に応じた前記 O L T からのウェイクアップ確認をスリープ状態の O N U が受けるときにトリガーされる、請求項 6 に記載の方法。

【請求項 15】

終了させる前記ステップは、アクティビティカウンターに基づいてトリガーされる、請求項 6 に記載の方法。

10

20

30

40

50

【請求項 16】

送信する前記ステップは、パケットの並び替えを引き起こすことなく実行される、請求項 6 に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、サービス連続性を維持しつつパッシブ光ネットワーク（PON）における電力消費量を低減するための方法および装置に関する。

【背景技術】

【0002】

ファイバーアクセスネットワーク（例えば、イーサネットPON - EPONおよびギガビットPON - GPON）は、超高速通信を可能にするために連続動作を行う。ネットワーク動作中、光学素子は常に電源ONであり、媒体アクセス制御（MAC）ユニットは、クロックされ、またMAC論理がトグルされる。電力消費量は、実際に消費された帯域幅に対してごく僅かだけ変化する。

ファイバーアクセスネットワークにおける電力消費量の低減は、停電中に光ネットワークユニット（ONU）に給電するためにバッテリーを使用するファイバー設備に起因して、関心が高まっている。電力消費量の低減は、より小型で且つ金のかからないバッテリー、および、より長い“バッテリーバックアップ”時間の両方を可能にする。また、地球温暖化に対する懸念により、電子装置の電力消費の改善が世界的な要求であると考えられている。

電力消費量を効果的に低減するため、2つの要件が満たされる必要がある。第1の要件は、アクティビティーおよび反応性を減少させることによってファイバーアクセスネットワークにおける電力消費量を低減することである。第2の要件は、サービス利用可能性を維持することである。

【0003】

従来技術では、ONUおよび光ライン端末（OLT）の低電力動作のための既知のスキームが存在する。本明細書中に完全に記載されているかのように参照することによって本願に組み入れられる米国特許出願公開第20060053309号明細書は、AC主電源が失われた後にバッテリーの寿命をかなり延ばす低電力スリープ論理を有するONUを教示する。本明細書中に完全に記載されているかのように参照することによって本願に組み入れられる米国特許出願公開第20060029389号明細書は、低電力ファイバーネーションを有するONUを教示する。いずれの従来技術の引用文献においても、ONUは、アクティブのままである“ウォッチドッグ”回路のみを用いて電源OFFされる。このような従来技術の方法は、サービス連続性を保証することができない。

サービス連続性を維持しつつPONにおける電力消費量を低減するための方法および装置を有することが望ましい。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】米国特許出願公開第20060053309号明細書

【特許文献2】米国特許出願公開第20060029389号明細書

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

本発明の目的は、サービス連続性を維持しつつPONにおける電力消費量を低減するための方法および装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明の好ましい実施形態において、PON電力消費量は、（ONUおよび光ライン端

10

20

30

40

50

末OLTの両方において)使用される帯域幅の相対的な大きさの近くまで低減される。電力消費量は、光学部品およびデジタル処理のアクティビティを最小限に抑えることによって低減される。ONUは、所定の期間にわたって“スリープ”モードに入るようにスケジュールされる。“ウェイクアップ”時、ONUは、それらがスリープモードへ戻るべきか或いはアクティブのままに留まるべきかどうかをチェックする。本発明の方法によれば、ONUは、ネットワークに再登録することも、全くパケット損失を被ることもなく電源遮断から回復できる。ONU(またはOLT)がスリープモードにある間に到達するデータは、バッファメモリ内に記憶される。本発明の他の好ましい実施形態において、本方法は、低電力ONUをレガシーOLTに対して接続できるようにし、それにより、データ損失に起因する更に低い性能が下位互換性に対して与えられる。

10

【0007】

スリープモード動作は、ONUおよびOLTのためのリソース利用を最小限に抑えるように設定される。一般的なOLT実行は、ONU毎に専用のキューを使用するのではなく、全てのONUにおいて共有される待ち行列システムを使用する。このようなスキームは、スリープモード状態の全てのONUが同じスリープサイクル(すなわち、開始および継続時間)にわたってスケジュールされる場合にのみ可能である。電力消費量を最小限に抑えるため、ONUのアクティブ時間は、最小限に抑えられるように設定される。このようなプロトコルは、制御アルゴリズムがOLTとONUとの間のランザクシヨンの数を最小限に抑える必要があることを示唆する。

プロトコルの弾力性は、重要である。ONUは、OLTから“姿を消す”ことができない。ONUは、OLTからの明白な許可がなければ、スリープモードに入らない。節電の低減が存在することに加えて、スリープモード動作がONUとOLTとの間で調整されない場合には、災害が生じないように、失われたパケットに起因するネットワーク挙動が考慮されなければならない。前述したように、幾つかの実施形態は、レガシーOLTに接続されるネットワークの節電を図るため、パケット損失を許容することによって動作の妥協を図る。ONUとOLTとの間の調整のこのような欠如を回避するため、各コマンドメッセージが3回送信されて、受信確率が高められる。

20

【0008】

スリープモードは、サービスがアクティブでないときにのみアクティブにされる。サービスは、ONUがスリープモードに入った直後に開始でき、そのため、スリープ期間によって制限されるサービス取り扱い待ち時間が増大する。しかしながら、受信されたデータは、パケットの損失を伴うことなく、その後の送信のために記憶される。

30

オープン・システム・インターコネクション基本的基準モデル(OSIモデル)に基づく通信プロトコルは、特にネットワーキング用途およびネットワーク通信のために構成される。OSIモデルは、階層スキームを利用することにより、標準的なインターフェースを用いてこのような全てのバリエーションに対応する柔軟な解決策を与える。通常、各プロトコルモジュールは、2つの他のモジュールと通信するため、モジュールは、一般に、プロトコルのスタックの“層”と称される。OSIモデルでは、7つの層が存在する。これらの層は、物理層(L1)、データリンク層(L2)、ネットワーク層(L3)、トランスポート層(L4)、セッション層(L5)、プレゼンテーション層(L6)、およびアプリケーション層(L7)である。

40

層は、その上の層に対してサービスを与え且つその下の層からサービスを受ける関連する機能の集まりである。最下位層(物理層として知られる)は、常に、ハードウェアの低レベルな物理的相互作用を扱う。全ての上位層は、更に多くの特徴を加える。ユーザーアプリケーションは、通常、最上位層(例えばL6およびL7)だけを扱う。本発明の目的のため、本明細書では、PHY層がL1と称され、MAC層がL2と称される。

【0009】

スリープ状態の装置は、アクティブな受信回路を有していない(すなわち、L1およびL2が一時的に非アクティブである)。MAC層は、このMAC層にバッファリングを加えることによって一時的な非アクティビティをブリッジするための機構を含む。その

50

結果、上側の層（すなわち、L3およびその上の層）は、下側の層の一時的な非アクティビティに気付かない。スリープ状態の装置をスリープさせているか或いは“与えている”各装置は、バッファを含んでいる。“無損失”モードにおいて、スリープ状態の装置のためのデータを受ける装置は、全てのトラフィックを専用のスリープバッファ内に記憶するとともに、スリープ期間が終了した後にだけバッファからデータを送信する。データ損失が許容されると、バッファリングは、行なわれない。

前述したように、このようなリソース利用スキームのための前提条件は、スリープ期間の終わりに下側の層を全て利用できることである。これを達成するため、L1は、ゲイン（利得）、クロック周波数、および位相の必要なレベルを決定する必要がある、またMAC層は、ラインフレーミングを再同期させる必要がある。いったん完全同期化が取り戻されると、装置は、それがスリープモード状態でなかったかのように、動作を再開する。全ての設定パラメータは、無傷のままであり、また装置は動作可能なままである。

【0010】

GPONにおいて、状態は、“動作”状態（O5）と呼ばれる。EPONにおいて、状態は、“登録”状態と呼ばれる。このような手法において、サービス連続性は、上側層の観点から維持される。ウェイクアップ時、PON装置は、“リレンジ”する必要がない。往復遅延（RTD）で検出される変化は、ONUがそのスリープ期間を終了した後に、OLTによって送られる。往復時間（RTT）の予期される変化は、十分に小さく、そのためスリープ期間が終了した後に正しいアップリンク動作が可能である。スリープ期間中、性能計測器が中断される。性能計測器は、スリープ期間中に計測を中止し、且つ同期化が回復された後にだけ動作を再開することによって、連続性を維持する。

したがって、本発明によれば、サービス連続性を維持しつつパッシブ光ネットワーク（PON）における電力消費量を低減するための光ネットワークユニット（ONU）であって、（a）スリープメッセージを発生させるためのスリープメッセージ発生器と、（b）スリープメッセージを構文解析するためのスリープメッセージパーサーと、（c）スリープメッセージに基づいてONUスリープモードを実行するための中央処理ユニット（CPU）と、（d）スリープメッセージで指定されるスリープ期間中にデータトラフィックをバッファリングするための媒体アクセス制御機器（MAC）と、（e）外部システムアクティビティを監視するためのアクティビティセンサーと、（f）データトラフィックを少なくとも1つのサービスカテゴリーに分類するためのトラフィック検出器とを含む光ネットワークユニット（ONU）が初めて提供される。

【0011】

スリープメッセージパーサーは、少なくとも1つの内部パラメータを抽出するように構成されることが好ましい。

CPUは、スリープ期間を測定するように構成されることが好ましい。

MACは、データトラフィックのラインフレーミングを同期化するように構成されることが好ましい。

ONUは、（g）スリープ期間を測定するためのシーケンシングタイマーを更に含むことが好ましい。

本発明によれば、サービス連続性を維持しつつPONにおける電力消費量を低減するための光ライン端末（OLT）であって、（a）データトラフィックのためのONU送信先を決定するためのONUセレクターと、（b）ONUがアクティブモードか或いはスリープモードかどうかを条件としてアクティブデータトラフィックかまたはスリープデータトラフィックかのいずれかを選択するためのマルチプレクサーと、（c）マルチプレクサーから受けられるデータトラフィックを少なくとも1つのONUへ送信するための媒体アクセス制御機器（MAC）と、を含む光ネットワーク端末（OLT）が初めて提供される。

好ましくは、各ONUは、専用のバッファを有し、前記専用のバッファは、各ONUのためのアクティブキューバッファおよびスリープキューバッファの両方の役割を果たす。

【0012】

10

20

30

40

50

マルチプレクサーは、パケットの並び替えを引き起こすことなく、データトラフィックをMACへ送信するようになっていたことが好ましい。

MACは、ONUが再登録されることなく、少なくとも1つのONUをウェイクアップするように構成されることが好ましい。

OLTは、(d) ONUがアクティブモードにある間にアクティブデータトラフィックをバッファリングするためのアクティブキューバッファと、(e) ONUがスリープモードにある間にスリープデータトラフィックをバッファリングするためのスリープキューバッファとを更に含むことが好ましい。

アクティブキューバッファおよびスリープキューバッファは、ハードウェアで実行されることが最も好ましい。

10

アクティブキューバッファおよびスリープキューバッファは、ONUのCPUで実行されるようになっていたプログラムコードで実行されることが最も好ましい。

【0013】

本発明によれば、サービス連続性を維持しつつPONにおける電力消費量を低減するための方法であって、(a) 少なくとも1つのONUに対して動作可能に接続されるOLTを設けるステップと、(b) 少なくとも1つの要求ONUにおけるスリープ要求をトリガーするステップと、(c) スリープ確認の受信時に、スリープ要求で指定されるスリープ期間にしたがって少なくとも1つの要求ONUのためのスリープモードをアクティブにするステップと、(d) スリープ期間にしたがってスリープモードを終了させるステップとを含む方法が初めて提供される。

20

トリガーする前記ステップは、要求ONUによって行われることが好ましい。

スリープ確認は、OLTから要求ONUへ送信されることが好ましい。

スリープ期間は、スリープ確認におけるスリープコマンドによって実行されることが好ましい。

スリープ要求およびスリープ確認は、PLOAMフォーマット、イーサネットパケットフォーマット、およびベンダー固有のフォーマットから成るグループから選択されるフォーマットを有することが好ましい。

スリープ要求およびスリープ確認は、スリープ要求およびスリープ確認が受信されるまで、繰り返し送信されることが好ましい。

【0014】

30

スリープ期間は、要求ONUの全てにおいて同期されることが好ましい。

終了させる前記ステップは、スリープ状態のONUからのウェイクアップ要求によってトリガーされることが好ましい。

終了させる前記ステップは、スリープ状態のONUからのウェイクアップ要求に応じたOLTからのウェイクアップ確認をスリープ状態のONUが受けるときにトリガーされることが好ましい。

終了させる前記ステップは、アクティビティカウンターの値に基づいてトリガーされることが好ましい。

好ましくは、この方法は、(e) スリープ期間の終了時に、バッファリングされたデータトラフィックをOLTからスリープ状態のONUへ送信するステップを更に含む。

40

送信する前記ステップは、スリープ状態のONUが再登録されることなく行われることが好ましい。

送信する前記ステップは、パケットの並び替えを引き起こすことなく行われることが好ましい。

これらの実施形態および他の実施形態は、以下の詳細な説明および実施例から明らかである。

【図面の簡単な説明】

【0015】

【図1】本発明の好ましい実施形態に係るGPON節電ネゴシエーションシーケンスの実行のための動作スキームの簡略化されたブロック図である。

50

【図2】本発明の好ましい実施形態に係るポイント・ツー・ポイント実行を使用する典型的なONUの簡略化された概略ブロック図である。

【図3】本発明の好ましい実施形態に係る単一スリープキュー実行を使用する典型的なOLTの簡略化された概略ブロック図である。

【図4】本発明の好ましい実施形態に係るONU状態マシンにおけるプロセスステップの簡略化されたフローチャートである。

【図5】本発明の好ましい実施形態に係るOLT状態マシンにおけるプロセスステップの簡略化されたフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0016】

ここで、添付図面を参照して、本発明を単なる一例として説明する。

本発明は、サービス連続性を維持しつつPONにおける電力消費量を低減するための方法および装置に関する。本発明にしたがってサービス連続性を維持しつつPONにおける電力消費量を低減するための原理および動作は、添付の明細書本文および図面を参照して更に良く理解できる。

ここで、図面を参照すると、図1は、本発明の好ましい実施形態に係るGPON節電ネゴシエーションシーケンスの実行のための動作スキームの簡略化されたブロック図である。ONU10は、OLT30に対して動作可能に接続されて示されている。

前記スキームは、O5状態のONU10から始まる(ブロックA)。スリープモードは、ONU要求によってトリガーされる(ブロックB)。ONU10は、3つのPLOAMスリープモード要求メッセージ(ここで、PLOAMとは、IEEEによって規定される物理層オペレーション・管理・保守のことである)のシーケンスを送信する(ブロックC)。OLT30は、前記要求を確認してONU10をスリープモードに設定する(ブロックD)とともに、3つのPLOAM確認メッセージを送ることによって応答する(ブロックE)。前記確認メッセージは、“ユニキャスト”であり(すなわち、要求するONUのみへ送られる)、スリープ終了時間を含む。ONU10は、確認受信時に直ぐにスリープモードに入ることができる(ブロックF)。

【0017】

ONU10は、前の送信のときから特定の期間が経過する前にPLOAM送信の他のシーケンスを開始することができない。ONU10がスリープ要求をひとたび送信してしまうと、プロセスを中断することができない。前記プロセスは、スリープトリガーがもはや有効でない場合であっても完了しなければならず、またONU10は、アクティブでなければならない。ONU10は、スリープ要求を確認されるまで送信し、またウェイクアップを求める前にスリープ期間の終了まで待たなければならない。

その後のスリープモードは、“ブロードキャスト”スリープPLOAMメッセージを送る(すなわち、全てのONUへ送る)ことによってOLT30によりトリガーすることができる(ブロックI)。OLT30は、全てのスリープ状態のONUがウェイクアップして(ブロックG)全てのバッファートラフィックを受ける(ブロックH)とともに係属中のPLOAMメッセージが存在しなくなった後に、そのようなブロードキャストスリープメッセージを送る。そのようなブロードキャストスリープメッセージは、全てのONUを

【0018】

ONU10がアクティビティを検出する(ブロックK)場合、ONU10は、ウェイクアップ要求PLOAMメッセージをOLT30へ3回送る(ブロックN)ことによってウェイクアップ(すなわち、スリープモードを終わらせること)を要求できる(ブロックM)。OLT30は、ウェイクアップ要求を受けて、3つの確認PLOAMメッセージをONU10へ送る(ブロックO)。その間に、他のONUがスリープモードからウェイクアップされてもよい(ブロックL)。OLT30は、要求するONU10におけるスリープモードの終了を確認する(ブロックQ)。ONU10は、確認が受けられない場合であってもスリープモードを終了するが、ONU10は、確認が最終的に受けられるまでPL

10

20

30

40

50

OAMシーケンスを送信し続ける。その間、OLTは、“ブロードキャスト”スリープPLOAMメッセージを他のONUへ送ることができる(ブロックP)。GPONの場合には、全てのタイムイベントがスーパーフレームカウンタに参照され、EPONの場合には、PON__クロックが代わりに使用される。

【0019】

ネゴシエーションシーケンスは、メッセージ損失の場合に障害を最小限に抑えるように設計されていた。OLT確認がなければ、ONU10からの失われたメッセージは、スリープ状態のONU10および気付いていないOLT30の状況をもたらす。ONU10は、OLT30の観点から“見えなくなる”。これは破滅的なシナリオであり、それにより、データ管理アспектおよびネットワーク管理アспектからのサービス連続性が損な

10

われる。このようなシナリオでは、パフォーマンスモニタリングが問題を特定することができない。確認メッセージが使用される場合、以下の2つの故障シナリオが存在する。

(1) ONU10からOLT30へのメッセージが失われ、そのため、両側がアクティブのままとなり、それにより、要求通りに電力が節約されない。
 (2) OLT30からONU10へのメッセージが失われ、そのため、OLT30は、ONU10がスリープ状態であると想定するが、実際にはONU10は、スリープ状態から覚めており、それにより、ONU10で要求通りに電力が節約されない。

【0020】

ONUスリープ期間中にファイバーの切断またはOLTの故障が起こる場合がある。このような事象を検出するため、“時間ベース連続性”方法が使用される。EPONおよびGPONは、いずれもONU10とOLT30との間で単一の時間ベースを維持するためにランニングカウンタを使用する。ウェイクアップ時に時間ベースで主要なシフトが検出される場合には、障害が起こったと見なされ、ONU10は、再登録がなければ送信すべきではない。OLT30は、随意に、スリープエンドパラメータを伴うOLT確認を送信することによって、スリープモードを停止するようにONU10に求めてもよい。

20

特に、GPONでは、状態マシンの時間-同期移行状態のスーパーフレーム値と期待スーパーフレーム値との間で閾値が規定される。例えば、その差異が M_3 GPON送信収束(GTC)フレームよりも大きく離れている場合(ここで、 M_3 は、GPON仕様で規定される M_1 および M_2 に類似するパラメータである)には、ネットワークタイミングパラメータが失われたため、ONU10は、O5状態から“ポップアップ”状態(O6)へ移行しなければならない。 M_3 における好ましい値は、16である。

30

【0021】

GPONでは、制御とデータトラフィックとが分離される。2つのチャンネル、すなわち、管理・制御インターフェース(OMCI)およびPLOAMが管理に専用のものである。各OLT30でのバッファリングは、制御メッセージおよび前述したデータバッファリングを含むように広げられる。起動を伴わないブロードキャストPLOAMメッセージなど、スリープ期間中に送信されたブロードキャストPLOAMメッセージがスリープ状態のONU10にとって興味深い場合には、OLT30は、ONU10がウェイクアップした後、メッセージをブロードキャストとして或いはユニキャストとして再送信する。

40

前述したネゴシエーションシーケンスでは、3つのメッセージが使用される。第1のメッセージは、3回送信されるONU10からOLT30へのスリープモード要求である。第2のメッセージは、3回送信されるOLT30からONU10へのスリープモード確認である。OLT30は、OLT確認にしたがってONU10の状態を中継する。OLT30は、(スリープ終了時間を指定する)確認メッセージの受信時にスリープモードに入るようにONU10に指示できる能力を有する。

【0022】

第3のメッセージは、3回送信されるOLT30からONU10へのスリープコマンドである。前記コマンドは、スリープ終了時間を含む。1つのONUだけがスリープモードに入る必要がある場合には、前記メッセージがユニキャストとなり得る。本発明の好まし

50

い実施形態では、メッセージがブロードキャストである。スリープモードにある間にスリープコマンドを受信する全てのONUは、直ちにスリープ状態に入る。

G P O N は、P L O A Mメッセージを使用するが、E P O N は、標準的なイーサネット（登録商標）パケットを使用する。両方（すなわち、P L O A MメッセージおよびE P O Nパケット）におけるパラメーターは、異なる時間ベースおよびONUナンバリングスキームから生じる違いを除いて同一である。

ネゴシエーションシーケンスの他の実施形態も同様に実行できる。例えば、ONU 10は、スリープ取り消しメッセージを送信することによってスリープ期間を中断することが許容され得る。このような実施形態において、OLT 30は、ONU 10がスリープ状態にあると予期されていても、ONU 10を周期的に“ポーリングする”必要がある。

【0023】

OLT 30は、アクティビティカウンターに基づいてスリープ期間を中断してもよい。OLT 30は、ONU 10へ向かう全ての下流トラフィックのアクティビティカウンターを読み取ることができる。アクティビティカウンターが所定の値よりも高い場合には、OLT 30がスリープエンドメッセージをONU 10へ送信する。

スリープ要求トリガーは、システムアクティビティ（または、非アクティビティ）に依存する。アクティビティは、以下の方法のうちの一つ以上によって決定される。

(1) ONU 10を通じて流れるトラフィックが測定される。ONU 10は、内部条件に基づいて選択されたトラフィックフローを無視できる。例えば、停電中、ONU 10は、停電中に果たされるべき重大なサービスのみを測定を限定することができる。

(2) トラフィックの開始および終了を示す上位層制御メッセージが監視される。例えば、“呼び出し開始”を示すセッション開始プロトコル(SIP)制御メッセージにより、トラフィックが検出される前であっても、ONU 10がアクティビティを明示できる。

(3) システムアクティビティの外部表示(SLIC/SLAC(加入者線インターフェースコントローラー/加入者線アクセスコントローラー)から到達する例えば電話接続状態-変化)が調査される。

【0024】

本発明の好ましい実施形態では、フレームパターンの高速ロックが実行される。ONU受信器をONした後の回復時間を最小限に抑えて、ONU 10が電源ONされる期間全体を改善する必要がある。更に、ONU 10が予期された時間内で要求された全ての同期化を完了したという保証が要件である。本発明の好ましい実施形態では、フレームパターンをロックして、無作為な偽パターン検出によって生じるロックプロセスの遅延を回避するために、並列状態マシンが実施される。なお、節電サポートのために、高速ロックは、強制的ではないことに注目すべきである。サポートなしの装置は、予期されるウェイクアップ時間前に更に長く装置を給電できる。

例えば、G P O Nにおいて、P同期化状態マシンは、直列であり、そのため、1パターンを一度にチェックする。幾つかの同期化イベントを一度にチェックする並列状態マシンの性能は、“偽りのロック”の結果として低下されない。このような並列状態マシンは、最も長いロック時間のための更に信頼できる上限も与える。これは、予期されるゼロでないビット誤り率(BER)を伴う状況下で更に良好な動作も与える。G P O N基準では、単一の偽パターンが状態マシンをクリアし、一方、並列状態マシンが1状態元に戻して、ロック時間を加速させることができる。

【0025】

次世代E P O NおよびG P O Nの電力消費量は、予期される帯域幅比率の増大に伴って増大し、それにより、低電力動作の必要性が高まる。このような全ての高率P O Nは、下位互換性のための本明細書で説明される方法をサポートする。本発明の実施形態に係る節電スキームは、ポイント・ツー・ポイントまたは共用アクセスのいずれにおいても、あらゆる媒体に対して適用できる。このような方法は、送信技術(例えば、ファイバー、銅、C O A Xまたは無線)にかかわらず有用である。

共用アクセス媒体における一例がホームエリアネットワーク(HAN)である。HAN

10

20

30

40

50

は、PONに類似する特性を示す（電力消費量を低減する同様の理由を伴う）。HANは、全ての他のエンドステーションのスリープ期間を制御して同期化する集中型エンティティとして装置を選択する（OLTの役割に類似する）。ポイント・ツー・ポイント媒体の他の例は、ポイント・ツー・ポイントイーサネットである。節電動作は、省エネイーサネット（EEE）において考慮すべき事項であり、そのため、本明細書で説明される動作に類似する概念が同様に適用される。

【0026】

図2は、本発明の好ましい実施形態に係るポイント・ツー・ポイント実行を使用する典型的なONUの簡略化された概略ブロック図である。ONU10は、MAC12（すなわち、PON MAC）と、スリープメッセージパーサー14と、スリープメッセージ発生器16と、シーケンシングタイマー18と、アクティビティセンサー20と、トラフィック検出器22と、CPU24とを有して示されている。PHY制御ピン26は、ON/OFF制御を可能にし、また内部制御ピン28は、内部要素制御（例えば、クロックゲート、電力ゲート、およびスリープモードメモリー）を可能にする。このような実行は、あらゆるポイント・ツー・ポイント装置または共用アクセスネットワーク内のスレーブ装置に適用できる。

スリープメッセージパーサー14は、スリープメッセージの内容を構文解析するとともに、随意に、内部パラメーターを抽出できる。メッセージの内容は、CPU24へ転送される。スリープメッセージ発生器16は、CPU24によって制御される時間にしたがってスリープメッセージを発生させる。随意に、CPU24は、全体のメッセージを発生させることができる。シーケンシングタイマー18は、スリープ時間を測定するとともに、制御ピン26、28を設定する責任を負う。CPU24もこのアクティビティに関与するが、精度が更に低く、そのため、節電が低減する。

【0027】

アクティビティセンサー20は、外部システムアクティビティ（例えば、電話接続状態の変化）を監視する。トラフィック検出器22は、トラフィックを複数のサービスへと分類し、各サービスのアクティビティが測定される。トラフィック検出器22は、ONU10の全てのインターフェース（図2に図示せず）を監視する。CPU24は、ONU10がスリープモードに入ることができるかどうかを決定するとともに、適切なスリープ期間を決定する。CPU24は、専用のハードウェア（HW）状態マシンまたは既製のCPUコアを使用して実行できる。ONU10は、電力消費量を最小限に抑えるように構成されるため、電力を節約するためにOFFできる全ての要素がそうするための能力を有するべきである。

【0028】

図3は、本発明の好ましい実施形態に係る単一スリープキュー実行を使用する典型的なOLTの簡略化された概略ブロック図である。OLT30は、MAC32（すなわち、PON MAC）と、MUX34（すなわち、マルチプレクサー）と、アクティブキューバッファ36と、スリープキューバッファ38と、ONUセレクター40とを有して示されている。OLT30において、節電手法の重要な部分は、サービス連続性を保証することである。それには、2つの一般的な実行方法がある。

(1) 専用のバッファがONU毎に割り当てられるユーザー毎の下流バッファ。ONUへのトラフィックは、ONUスリープ状態にかかわらず、関連するバッファに入る。サービス連続性およびトラフィック順序付けは、ONUスリープ期間に設定されるタイマーを介してトラフィック出口を開閉することによって維持される。

(2) 図3に示されるように、全てのスリープ状態のONUを扱う共通バッファ。GPONまたはEPONのいずれかのMAC32がPHY層（例えば、光学トランシーバー）に接続される。MUX34は、アクティブキューバッファ36またはスリープキューバッファ38からのトラフィックを選択する。キューバッファ36、38は、専用のHWブロックを使用して実行することができ、あるいは、CPU24によりソフトウェア（SW）を使用して実行することができる。キューバッファ36、38への入力、ON

10

20

30

40

50

U毎に各パケットの送信先を決めるONUセレクター40によって決定される。

【0029】

パケットの並び替えを伴うことなく状態間の移行を保証するために必要とされる2つの動作が存在する。

(1)スリープモードからアクティブモード(すなわち、O5状態または登録された状態)への移行-この移行は、スリープ期間の終わりに全てのONUにおいて行われる。全てのONUは、スリープ状態から覚めており、パケットを受け入れることができる。全てのトラフィックは、ONUセレクター40を設定することによってアクティブキューバッファ36へ方向付けられる。スリープキューバッファ38内のパケットは、アクティブキューバッファ36内のパケットの前にMUX34によって送信するようにスケジュー 10
ルされ、それにより、パケットの並び替えが防止される。スリープキューバッファ38は、ONU10がスリープ状態から覚めているときに使用されないため、スリープキューバッファ38が最初に空になる。その後、送信のためのパケットは、アクティブキューバッファ36から取り出される。

(2)アクティブモードからスリープモードへの移行-この移行は、OLT30がスリープコマンドをONU10へ送った後に行われる。単一のONUまたは一群のONUが同時に移行できる。移行されたONU10のトラフィックは、ONUセレクター40を設定することによってスリープキューバッファ38へ方向付けられる。MUX34によって制御されるように、アクティブキューバッファ36からの送信は、スリープキューバッファ38からの送信よりも優先し、それにより、トラフィックが正しい順序で空にされる 20
ことが保証される。スリープキューバッファ38のトラフィックは、次のアクティビティサイクルまで送信が阻止され、また移行するONU10は、アクティブキューバッファ36を空にした後、更なるトラフィックを全く受け入れない。

スリープモードのONUは、固定されたグループであり、通常の動作下でONUが時として状態を変えることは、ほとんど無いため、MUX34は、グループONU設定を回復させることができる能力を有する。なお、キューバッファ36、38の空き時間は、特定の移行ケースにおいて考慮に入れる必要がある。例えば、激しくロードされるアクティブキューバッファ36は、設定されたスリープ開始時間を満たすように時間内に空にならなくてもよい。

【0030】

図4は、本発明の好ましい実施形態に係るONU状態マシーンにおけるプロセスステップの簡略化されたフローチャートである。このプロセスは、ONUがO5状態を終了することで始まる(ステップ50)。ここで、スリープモード(すなわち、節電モード(P1))は、一般に無効となる(ステップ52)。スリープモードがトリガーされる(ステップ54)と、スリープモードは、3つのスリープ要求PLOAMメッセージを送ることによって要求される(ステップ56)。

その後、スリープ確認が受信されたかどうか決定される(ステップ58)。スリープ確認が受信されなかった場合には、時間が満了されたかどうかを決定するために時間 $t_{retransmission\ timer}$ がチェックされる(ステップ60)。 $t_{retransmission\ timer}$ が満了された場合には、プロセスがステップ56へ戻る。 $t_{retransmission\ timer}$ が満了されな 40
かった場合には、プロセスがステップ58へ戻る。いったんステップ58でスリープ確認が受信されると、スリープモードが有効になる(ステップ62)。

【0031】

スリープ期間が終了したら(ステップ64)、ONUは、一時的にスリープ状態から覚める(P4)(ステップ66)。その後、ウェイクアップがトリガーされたか或いは予め要求されたかどうか決定される(ステップ68)。ウェイクアップがトリガーされなかった場合あるいは予め要求されなかった場合には、スリープ期間の終了を示すウェイク確認が受信されたかどうか決定される(ステップ70)。ウェイク確認が受信された場合には、プロセスがステップ52を続ける。ウェイク確認が受信されなかった場合には、スリープ要求PLOAMメッセージが受信されたかどうか決定される(ステップ72)。

10

20

30

40

50

スリープ要求 P L O A M メッセージが受信されなかった場合には、プロセスがステップ 6 8 へ戻る。スリープ要求 P L O A M メッセージが受信された場合には、次にスリープモードが再び有効になる (ステップ 6 2)。ステップ 6 8 においてウェイクアップがトリガーされ或いは予め要求された場合には、3 つのウェイクアップ要求 P L O A M メッセージを送ることによってウェイクアップが要求される (P 5) (ステップ 7 4)。

その後、ウェイク確認が受信されたかどうか決定される (ステップ 7 6)。ウェイク確認が受信されなかった場合には、時間が満了されたかどうかを決定するために時間 $t_{retransmission\ timer}$ がチェックされる (ステップ 7 8)。 $t_{retransmission\ timer}$ が満了された場合には、プロセスがステップ 7 4 へ戻る。 $t_{retransmission\ timer}$ が満了されなかった場合には、次にプロセスがステップ 7 6 へ戻る。ステップ 7 6 でウェイク確認が受信されると、次にスリープモードが無効になる (ステップ 5 2)。

【 0 0 3 2 】

図 5 は、本発明の好ましい実施形態に係る O L T 状態マシーンにおけるプロセスステップの簡略化されたフローチャートである。プロセスは、O N U が O 5 状態に入ることから始まる (ステップ 8 0)。このとき、O N U は、通常の動作状態にある (P 1) (ステップ 8 2)。その後、ウェイクアップ要求が受信されたかどうか決定される (ステップ 8 4)。ウェイクアップ要求が受信された場合には、その後、ウェイクアップ確認が 3 回送信され (ステップ 8 6)、プロセスがステップ 8 2 へ戻る。ステップ 8 4 においてウェイクアップ要求が受信されなかった場合には、その後、スリープ要求が受信されたかどうか決定される (ステップ 8 8)。スリープ要求が受信されなかった場合には、その後、プロセスがステップ 8 2 へ戻る。スリープ要求が受信された場合には、スリープ確認が 3 回送信される (ステップ 9 0)。その後、スリープモードが有効になる (P 2) とともに全ての他の O N U とタイミングが合わされる (ステップ 9 2)。

その後、スリープ期間が終了したかどうか決定される (ステップ 9 4)。終了した場合には、その後、バッファリングされたデータがスリープ状態の O N U へ送信される (ステップ 9 6)。終了しなかった場合には、スリープ期間が終了するまでプロセスがステップ 9 4 へ戻る。その後、スリープ要求が受信されたかどうか決定される (ステップ 9 8)。スリープ要求が受信された場合には、その後、スリープ確認が 3 回送信され (ステップ 1 0 0)、プロセスがステップ 9 2 へ戻る。

【 0 0 3 3 】

ステップ 9 8 においてスリープ要求が受信されなかった場合には、その後、ウェイクアップ要求が受信されたかどうか、或いはスリープ状態の O N U がウェイクアップすべきであることをアクティビティカウンターが示しているかどうか決定される (ステップ 1 0 2)。ウェイクアップ要求が受信された場合或いは閾値アクティビティが検出される場合には、ウェイクアップ確認が 3 回送信され (ステップ 1 0 4)、プロセスがステップ 8 2 へ戻る。ウェイクアップ要求が受信されなかった場合、またステップ 1 0 2 において閾値アクティビティが検出されない場合には、スリープ期間のアクティビティが満了したかどうか、また、係属中の P L O A M メッセージが存在しないかどうか決定される (ステップ 1 0 6)。スリープ期間のアクティビティ段階は、スリープモードに組み込まれる “リフレッシュサイクル” であり、このサイクルでは、所定期間 (例えば、1 0 0 - 1 0 0 0 m s) にわたってスリープ状態にあった後、O N U がデータを受けるために一時的 (例えば、1 - 5 m s) にウェイクアップする。アクティビティ段階が満了し、係属中の P L O A M メッセージが存在しない場合には、3 つのスリープ要求 P L O A M メッセージが送られ (ステップ 1 0 8)、スリープモードが再び有効となる (ステップ 9 2)。ステップ 1 0 6 においていずれかの条件が満たされない場合には、その後、プロセスがステップ 9 8 へ戻る。

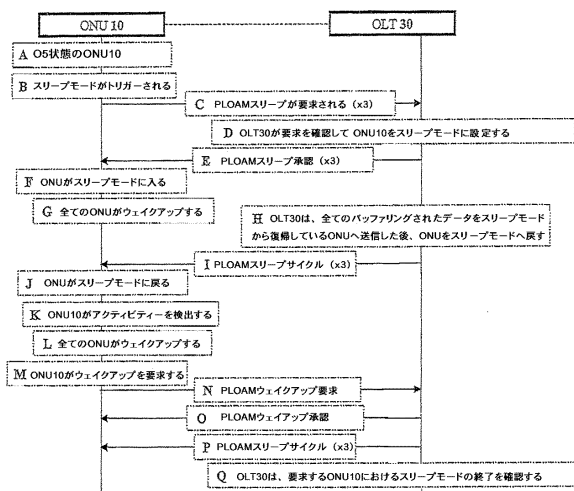
限られた数の実施形態に関して本発明を説明してきたが、本発明の多くの変形、改良、および他の適用がなされてもよいことは、理解されよう。

【 符号の説明 】

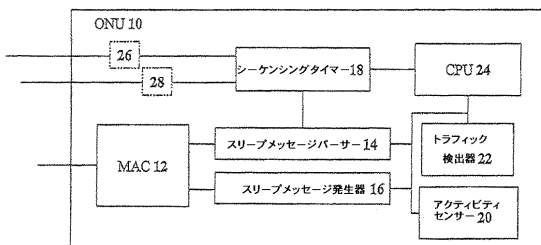
【 0 0 3 4 】

10 ONU、12 MAC、14 スリープメッセージパーサー、16 スリープメッセージ発生器、18 シーケンシングタイマー、20 アクティビティセンサー、22 トラフィック検出器、24 CPU、26 PHY制御ピン、28 内部制御ピン、30 OLT、32 MAC、34 MUX、36 アクティブキューバッファ、38 スリープキューバッファ、40 ONUセレクター

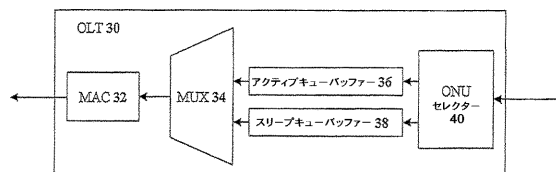
【図1】



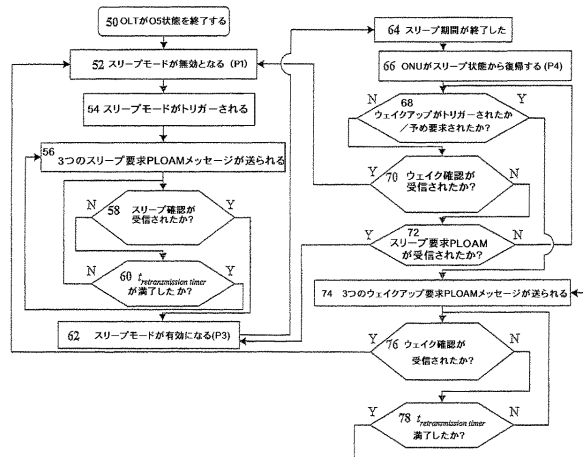
【図2】



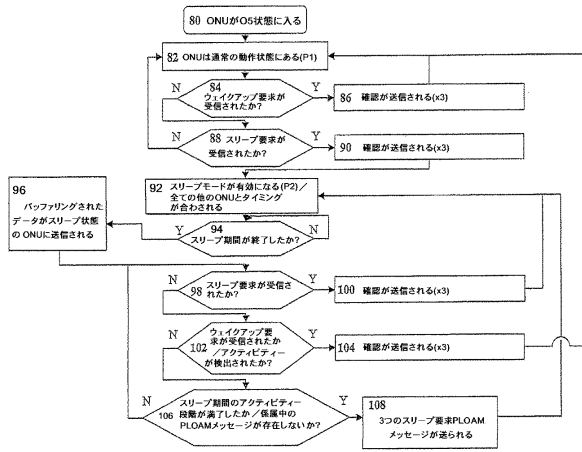
【図3】



【図4】



【図5】



フロントページの続き

- (72)発明者 ケールモッシュ リオール
イスラエル ギヴァタイム 53523
1 ハマアヴァック ストリート 1
- (72)発明者 バイスリーブ ビクター
イスラエル ラマツト ガン(番地なし)

審査官 玉木 宏治

- (56)参考文献 特開2007-089027(JP,A)
特開2008-022581(JP,A)

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