

(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2019-140657

(P2019-140657A)

(43) 公開日 令和1年8月22日 (2019. 8. 22)

(51) Int.Cl.
H04L 12/44 (2006.01)F I
H04L 12/44 200テーマコード (参考)
5K033

審査請求 未請求 請求項の数 12 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2018-25292 (P2018-25292)
(22) 出願日 平成30年2月15日 (2018. 2. 15)(71) 出願人 000000295
沖電気工業株式会社
東京都港区虎ノ門一丁目7番12号
(74) 代理人 110001519
特許業務法人太陽国際特許事務所
(72) 発明者 久野 隆治
東京都港区虎ノ門一丁目7番12号 沖電
気工業株式会社内
Fターム (参考) 5K033 AA05 CB15 DA01 DA15 DB02
DB05 DB11 DB22

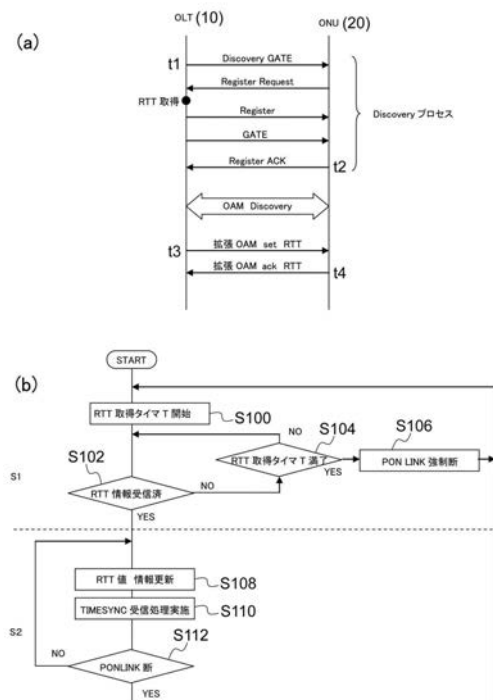
(54) 【発明の名称】 局側光回線終端装置、加入者側光回線終端装置、光通信システム、局側プログラム、加入者側プログラム、および時刻同期プログラム

(57) 【要約】

【課題】局側光回線終端装置と加入者側光回線終端装置との間で時刻同期を行う場合において、通信システム全体の使用可能な帯域の低下が抑制された局側光回線終端装置、加入者側光回線終端装置、光通信システム、局側、加入者側、および時刻同期プログラムを提供すること。

【解決手段】複数の加入者側光回線終端装置と光伝送路で接続される局側光回線終端装置であって、複数の加入者側光回線終端装置の各々との間における遅延時間を取得する取得手段と、複数の加入者側光回線終端装置の各々が時刻を再生するために必要な同期時刻情報を含む時刻同期フレームを生成するフレーム生成手段と、予め定められた第1の条件に従って時刻同期フレームをブロードキャストフレームとして複数の加入者側光回線終端装置の各々に送信するとともに、予め定められた第2の条件に従って遅延時間を複数の加入者側光回線終端装置の各々に送信する送信手段と、を含む。

【選択図】図2



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

複数の加入者側光回線終端装置と光伝送路で接続される局側光回線終端装置であって、前記複数の加入者側光回線終端装置の各々との間における遅延時間を取得する取得手段と、

前記複数の加入者側光回線終端装置の各々が時刻を再生するために必要な同期時刻情報を含む時刻同期フレームを生成するフレーム生成手段と、

予め定められた第 1 の条件に従って前記時刻同期フレームをブロードキャストフレームとして前記複数の加入者側光回線終端装置の各々に送信するとともに、予め定められた第 2 の条件に従って前記遅延時間を前記複数の加入者側光回線終端装置の各々に送信する送信手段と、

10

を含む局側光回線終端装置。

【請求項 2】

前記送信手段は、拡張 O A M フレームを用いたユニキャストフレームで前記遅延時間を前記複数の加入者側光回線終端装置の各々に送信する

請求項 1 に記載の局側光回線終端装置。

【請求項 3】

前記第 1 の条件は、予め定められた第 1 の時間間隔で送信するという条件であり、

前記第 2 の条件は、予め定められた前記第 1 の時間間隔よりも長い第 2 の時間間隔で送信するという条件である

20

請求項 1 または請求項 2 に記載の局側光回線終端装置。

【請求項 4】

マスタクロックおよび通信制御のローカルタイムを計時するローカルタイムをさらに含み、

前記時刻同期フレームには、前記光伝送路の状態に応じて同期時刻を補正する補正係数および前記マスタクロックに対する前記ローカルタイムの単位時間比に応じて前記同期時刻を補正する補正係数の少なくとも一方が含まれる

請求項 1 から請求項 3 のいずれか 1 項に記載の局側光回線終端装置。

【請求項 5】

請求項 1 から請求項 4 のいずれか 1 項に記載の局側光回線終端装置から送信された前記遅延時間および前記時刻同期フレームを受信する受信手段と、

30

前記受信手段で受信した前記遅延時間を保持する保持手段と、

前記受信手段で受信した前記時刻同期フレームに含まれる前記同期時刻情報、および前記保持手段に保持されている前記遅延時間を用いて時刻情報を再生する再生手段と、

を含む加入者側光回線終端装置。

【請求項 6】

前記遅延時間の受信が正常であるか否かを判定する判定手段をさらに含み、

前記保持手段は、前記判定手段が正常であると判定した後に受信した遅延時間を保持し

、

前記再生手段は、前記判定手段が正常であると判定した後に受信した前記同期時刻情報、および前記保持手段に保持されている前記遅延時間を用いて時刻情報を再生する

40

請求項 5 に記載の加入者側光回線終端装置。

【請求項 7】

前記判定手段は、前記遅延時間の受信が正常でないと判定した場合には、局側光回線終端装置との接続を遮断するとともに前記局側光回線終端装置からの再接続を待機する

請求項 6 に記載の加入者側光回線終端装置。

【請求項 8】

請求項 1 から請求項 4 のいずれか 1 項に記載の局側光回線終端装置と、

前記局側光回線終端装置と光ファイバ伝送路で接続された光スプリッタと、

前記光スプリッタに接続された複数の光ファイバ伝送路に各々接続された複数の請求項

50

5 から請求項 7 のいずれか 1 項に記載の加入者側光回線終端装置と、を含む光通信システム。

【請求項 9】

局側光回線終端装置と、

前記局側光回線終端装置と光伝送路を介して接続された複数の加入者側光回線終端装置と、を含む、

前記局側光回線終端装置は、前記複数の加入者側光回線終端装置の各々が時刻を再生するために必要な同期時刻情報を、予め定められた第 1 の時間間隔でかつブロードキャストフレームを用いて前記複数の加入者側光回線終端装置の各々に送信するとともに、前記局側光回線終端装置と前記複数の加入者側光回線終端装置の各々との間の遅延時間を、予め

10

定められた前記第 1 の時間間隔より長い第 2 の時間間隔で前記複数の加入者側光回線終端装置の各々に送信し、

前記複数の加入者側光回線終端装置の各々は、前記局側光回線終端装置から受信した前記同期時刻情報および前記遅延時間を用いて時刻を再生する

光通信システム。

【請求項 10】

複数の加入者側光回線終端装置と光伝送路で接続される局側光回線終端装置の局側プログラムであって、当該局側光回線終端装置に搭載されるコンピュータを、

前記複数の加入者側光回線終端装置の各々との間における遅延時間を取得する取得手段

20

と、前記複数の加入者側光回線終端装置の各々が時刻を再生するために必要な同期時刻情報を含む時刻同期フレームを生成するフレーム生成手段、

予め定められた第 1 の条件に従って前記時刻同期フレームをブロードキャストフレームとして前記複数の加入者側光回線終端装置の各々に送信するとともに、予め定められた第 2 の条件に従って前記遅延時間を前記複数の加入者側光回線終端装置の各々に送信する送信手段、

として機能させる局側プログラム。

【請求項 11】

局側光回線終端装置と光伝送路で接続される加入者側光回線終端装置の加入者側プログラムであって、当該加入者側光回線終端装置に搭載されるコンピュータを、

30

前記局側光回線終端装置から送信される局側光回線終端装置との間における遅延時間、および前記加入者側光回線終端装置が時刻再生に用いる同期時刻情報を含む時刻同期フレームを受信する受信手段、

前記受信手段で受信した前記遅延時間を保持する保持手段、

前記受信手段で受信した前記時刻同期フレームに含まれる前記同期時刻情報、および前記保持手段に保持されている前記遅延時間を用いて時刻情報を再生する再生手段、

として機能させる加入者側プログラム。

【請求項 12】

局側光回線終端装置と、前記局側光回線終端装置と光伝送路を介して接続された複数の加入者側光回線終端装置と、を含む光通信システムが時刻同期を行うための時刻同期プログラムであって、

40

前記複数の加入者側光回線終端装置の各々が時刻を再生するために必要な同期時刻情報を、予め定められた第 1 の時間間隔でかつブロードキャストフレームを用いて前記複数の加入者側光回線終端装置の各々に送信させるとともに、前記局側光回線終端装置と前記複数の加入者側光回線終端装置の各々との間の遅延時間を、予め定められた前記第 1 の時間間隔より長い第 2 の時間間隔で前記複数の加入者側光回線終端装置の各々に送信させるように前記局側光回線終端装置を制御する第 1 の制御手段と、

前記局側光回線終端装置から受信した前記同期時刻情報および遅延時間を用いて時刻を再生するように前記複数の加入者側光回線終端装置の各々を制御する第 2 の制御手段と、

として機能させる時刻同期プログラム。

50

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、局側光回線終端装置、加入者側光回線終端装置、光通信システム、局側プログラム、加入者側プログラム、および時刻同期プログラムに関し、特に、例えばE-PON(Ethernet(登録商標) Passive Optical Network)に例示される1:n接続形のトポロジーを用い、局側光回線終端装置(OLT:Optical Line Terminal)が時刻同期ネットワークから受信した時刻情報を、複数の加入者側光回線終端装置(ONU:Optical Network Unit)に伝送し、該時刻情報を受信したONUからONUに接続される装置に時刻を提供するPONシステムの時刻同期制御方法に関するものである。

10

【背景技術】

【0002】

従来、PONシステムにおける時刻同期に関する文献として、特許文献1に開示された局側装置が知られている。特許文献1に開示された局側装置は、光スプリッタを介してPONシステムの加入者側装置と接続されるとともに上位装置と接続されて、これら加入者側装置と上位装置との間でやり取りするフレームを相互に転送処理するとともに、当該加入者側装置との間で時刻同期を行う局側装置であって、加入者側装置と上位装置との間でやり取りするフレームを相互に転送処理するとともに、これら当該加入者側装置と当該局側装置との間の往復の信号伝搬時間を取得し、当該加入者側装置との時刻同期を行うための時刻同期フレームを当該加入者側装置へ送信する局側PON処理部と、当該局側装置における同期用ローカルタイムを計時するとともに、加入者側装置との時刻同期に用いるマスタ同期時刻を計時し、これら同期用ローカルタイムおよびマスタ同期時刻を同一タイミングで取得して補助情報として出力する局側時刻同期部と、加入者側装置との間で時刻同期を行う際、局側PON処理部から信号伝搬時間を取得するとともに、前記局側時刻同期部から補助情報を取得し、これら信号伝搬時間および補助情報から、時刻補正の基準となる時刻を示すタイムスタンプと、当該タイムスタンプが示す時点で当該加入者側装置がとるべきスレーブ同期時刻とからなる局側同期時刻補正情報を生成し、当該局側同期時刻補正情報を含む時刻同期フレームを局側PON処理部へ出力する局側プロセッサ部とを備えている。

20

【0003】

30

特許文献1によれば、局側同期時刻補正情報の計算に用いられる補助情報の同期用ローカルタイムおよび同期時刻は同じタイミングで取得したものであることから、両者の取得タイミングの予測不可能な時間差に起因した、補助情報に関する時間精度の劣化を回避でき、その結果、局側同期時刻補正情報の誤差を抑制することができ、高い精度で時刻同期を行うことが可能となるとしている。

【0004】

また、特許文献2に開示された、OLTが光ネットワークユニットの測距結果を迅速に更新するシステムも知られている。特許文献2に開示されたシステムは、OLTが取得された測距差をすべてのONUに伝送することに用いられる伝送ユニットと、現在のONUが取得された測距差に応じて、現在のONU自身の測距結果を迅速に更新することに用いられる更新ユニットとを含んでいる。

40

【0005】

特許文献2によれば、メッセージ量を節約し、保護状態での高速切り換えを実現でき、そして保護スイッチングを効果的に実現することができるとしている。

【0006】

ここで、図3を参照し、E-PONシステムを例にとってPONシステムの概要について説明する。図3(a)に示すように、E-PONシステム1は、1台のOLT10と、複数台のONU20とが光ファイバ32、34および光スプリッタ30で接続されたPoint to Multi Point型の光加入者ネットワークシステムである。OLT10とONU20との間で通信をする場合の動作は、非特許文献1(IEEE802.3ah、IEE

50

E802.3av (米国電気電子学会))で標準化されている。

【0007】

E-PONシステム1における通信は、OLT10とONU20との間においてEthernet (登録商標)フレームを用いた光信号を送受信することにより行われる。より具体的には、接続されるすべてのONU20はLLID (Logical Link ID)によって論理的に識別され、下り(OLT10からONU20の方向)信号は、光スプリッタ30で受動的に分岐される。その結果すべてのONU20に同じ光信号が到達するため、ONU20の各々は自分宛のLLIDもしくは全員宛のLLID (ブロードキャストLLID: Broadcast LLID)を受信し、自分以外を宛先とするLLIDは廃棄する。

【0008】

一方、上り(ONU20からOLT10の方向)信号は、フレーム送信時間を複数ユーザで分割して共有する多重化方式のTDMA (時分割多元接続: Time Division Multiple Access)とされている。E-PONシステム1では、各ONU20から送出されたフレームは光スプリッタ30で合波されるため、各ONU20が送出する光信号の送信タイミングを制御しないと衝突が発生する。

【0009】

ONU20からの光信号をの送信タイミングを制御するためには、OLT10と各ONU20との間の時刻が同期されていることが前提となる。すなわち、PONシステム1では、衝突を回避する仕組みの一環として、OLT10が各ONU20を接続するために実行するDiscoveryプロセスにおいて、OLT10が備える32ビットのローカルタイマ (Local Timer) と呼ばれるタイマのカウンタの値を、各ONU20がロードすることでローカルタイマの同期が行われる。この際、OLT10とONU20は物理的な距離の遅延差分だけ異なるカウンタ値をロードしている。

【0010】

この遅延差分は、一般にRTT (Round Trip Time) と呼ばれており、図3 (b) のように測定される。すなわち、OLT10がONU20にタイムスタンプ t_0 を送信した後、ONU20がローカルタイム t_0 に基づいて自己のローカルタイマを設定し、一定時間 (Wait) 経過後、時刻 t_1 でOLT10に向けタイムスタンプ t_1 を送信し、OLT10は時刻 t_2 でタイムスタンプ t_1 を受信する。この手順における $(t_2 - t_1)$ がRTTとなる。

【0011】

このように、OLT10とONU20とは同期したローカルタイマを用い、OLT10からの指示でONU20からの信号の送出が管理され、衝突を回避している。つまり、E-PONシステム1では、OLT10とONU20との間で精度の良いローカルタイマによる同期がなされており、またOLT10はONU20までの伝送距離時間であるRTTをDiscoveryプロセスで取得する。そして、ONU20が接続されている間はOLT10によって定期的に該RTTが更新されている。

【0012】

上述した、E-PONシステム1で用いられるOLT10とONU20との間の時刻同期方式については非特許文献2 (IEEE802.1As) で規定されている。非特許文献2による時刻同期方式は、OLT10をクロックマスタとし、ONU20をクロックスレーブとして、クロックマスタのOLT10からクロックスレーブの各ONU20へ、時刻同期用のEthernet (登録商標) フレームであるTIMESYNCメッセージを送信する。TIMESYNCメッセージには、ローカルタイム値の X と、ONU20がクロックスレーブとして再生すべき時刻の値 $ToD_{x,i}$ (以下、「再生時刻」という) が含まれている。

【0013】

ONU20は、受信したTIMESYNCメッセージの X と $ToD_{x,i}$ の情報を元に、ONU20自身のローカルタイマに基づいて、 X の値から $ToD_{x,i}$ を再生しONU20のスレーブクロックを生成する。この場合、OLT10とONU20の間ではOLT10のローカルタイマが基準となり、OLT10が時刻を示したローカルタイム値 X と

10

20

30

40

50

ONU 20のスレーブクロックがとるべき同期された時刻 $ToDx, i$ は、IEEE802.1ASに基づいて、次の式(1)で表される。

$$ToDx, i = ToDx, o + RTT \cdot \frac{Ndown}{Ndown + Nup} \cdot rateRatio \quad \dots(1)$$

【0014】

式(1)における $ToDx, o$ は、OLT 10のローカルタイマ値にOLT 10の内部遅延補正值 $oltLatencyFactor$ を加えた値に一致する同期時刻を示している(以下、「同期時刻」という)。またRTTは、上述したOLT 10とONU 20との間の往復の伝送遅延時間RTTである。ここで、 Nup 、 $Ndown$ は、それぞれ上り伝送における光の有効屈折率、下り伝送における光の有効屈折率であり、 $rateRatio$ はマスタクロックに対するローカルタイマの単位時間比である。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0015】

【特許文献1】特開2016-46744号公報

【特許文献2】特開2013-500646号公報

【非特許文献】

【0016】

【非特許文献1】IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers), IEEE Std 802.3-2012

【非特許文献2】「Timing and Synchronization for Time-Sensitive Applications in Bridged Local Area Networks」, IEEE802.1AS-2011, IEEE, 30 March 2011

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0017】

ここで、1:n接続のE-PONシステム1では、OLT 10が受信し保有する時刻情報をONU 20へ伝達する場合、各ONU 20ごとにRTTが異なるため、OLT 10は、各ONU 20にTIMESYNCメッセージを送らなければならない。図3(c)は、このOLT 10から各ONU 20へのTIMESYNCメッセージの送信状態を示している。図3(c)に示すように、OLT 10は、例えばONU 20-1のLLIDを1、ONU 20-2のLLIDを2、ONU 20-3のLLIDを3として、各々のRTTを含んだTIMESYNCメッセージを各ONU 20宛に送信する。ONU 20の各々は自己のLLIDの付されたRTTを受け取ることにより、ONU 20-1は自己のRTTであるaaを、ONU 20-2は自己のRTTであるbbを、ONU 20-3は自己のRTTであるccを取得する。

【0018】

また、IEEE802.3に従って、OLT 10は、配下のONU 20を接続するためのDiscoveryプロセスにおいて、OLT 10と各ONU 20との間の伝送遅延時間、すなわちRTTを取得する。つまり、従来技術では、RTTはOLT 10が保有しONU 20の各々では保有しない情報となっている。

【0019】

そのため、TIMESYNCメッセージは、各ONU 20に対し、各ONU 20宛のLLID(以後、ユニキャストLLIDと呼ぶ)を付して送信される。この場合、OLT 10は、ONU 20の接続数にかかわらずTIMESYNCメッセージをONU 20の台数分だけ送信する必要がある。その結果、従来技術では、このTIMESYNCメッセージの個別送信がユーザの使用可能な帯域を制限していた。

【0020】

10

20

30

40

50

より詳細には、OLT 10 は、接続された各 ONU 20 に対し、時刻同期のための TIMESYNC フレームを送信周期ごとに送信していたため、ONU 20 の台数を N 台、送信帯域を S (bps : bits per second) とすれば、使用帯域は $N \times S$ (bps) であった。OLT 10 に接続される ONU 20 の台数 N は 1 台から 128 台に及ぶ場合もあり、特に ONU 20 の台数が多い場合には E-PON システム 1 全体での使用可能帯域が制限されていた。

【0021】

この点、特許文献 1 に開示された局側装置は同期時刻の誤差を問題とするものであり、また特許文献 2 に開示されたシステムは ONU における測距結果の更新の迅速さを問題とするものであり、いずれも PON システムにおける使用可能な帯域の制限を問題とするものではない。

10

【0022】

この発明は、上述の問題点に鑑みてなされたものであり、局側光回線終端装置と加入者側光回線終端装置との間で時刻同期を行う場合において、通信システム全体の使用可能な帯域の低下が抑制された局側光回線終端装置、加入者側光回線終端装置、光通信システム、局側プログラム、加入者側プログラム、および時刻同期プログラムを提供することを目的としている。

【課題を解決するための手段】

【0023】

上述した目的を達成するために、本発明に係る局側光回線終端装置は、複数の加入者側光回線終端装置と光伝送路で接続される局側光回線終端装置であって、前記複数の加入者側光回線終端装置の各々との間における遅延時間を取得する取得手段と、前記複数の加入者側光回線終端装置の各々が時刻を再生するために必要な同期時刻情報を含む時刻同期フレームを生成するフレーム生成手段と、予め定められた第 1 の条件に従って前記時刻同期フレームをブロードキャストフレームとして前記複数の加入者側光回線終端装置の各々に送信するとともに、予め定められた第 2 の条件に従って前記遅延時間を前記複数の加入者側光回線終端装置の各々に送信する送信手段と、を含むものである。

20

【0024】

上述した目的を達成するために、本発明に係る加入者側光回線終端装置は、上記の局側光回線終端装置から送信された前記遅延時間および前記時刻同期フレームを受信する受信手段と、前記受信手段で受信した前記遅延時間を保持する保持手段と、前記受信手段で受信した前記時刻同期フレームに含まれる前記同期時刻情報、および前記保持手段に保持されている前記遅延時間を用いて時刻情報を再生する再生手段と、を含むものである。

30

【0025】

上述した目的を達成するために、本発明に係る光通信システムは、上記の局側光回線終端装置と、前記局側光回線終端装置と光ファイバ伝送路で接続された光スプリッタと、前記光スプリッタに接続された複数の光ファイバ伝送路に各々接続された複数の上記の加入者側光回線終端装置と、を含むものである。

【0026】

上述した目的を達成するために、他の態様の本発明に係る光通信システムは、局側光回線終端装置と、前記局側光回線終端装置と光伝送路を介して接続された複数の加入者側光回線終端装置と、を含み、前記局側光回線終端装置は、前記複数の加入者側光回線終端装置の各々が時刻を再生するために必要な同期時刻情報を、予め定められた第 1 の時間間隔でかつブロードキャストフレームを用いて前記複数の加入者側光回線終端装置の各々に送信するとともに、前記局側光回線終端装置と前記複数の加入者側光回線終端装置の各々との間の遅延時間を、予め定められた前記第 1 の時間間隔より長い第 2 の時間間隔で前記複数の加入者側光回線終端装置の各々に送信し、前記複数の加入者側光回線終端装置の各々は、前記局側光回線終端装置から受信した前記同期時刻情報および前記遅延時間を用いて時刻を再生するものである。

40

【0027】

50

上述した目的を達成するために、本発明に係る局側プログラムは、複数の加入者側光回線終端装置と光伝送路で接続される局側光回線終端装置の局側プログラムであって、当該局側光回線終端装置に搭載されるコンピュータを、前記複数の加入者側光回線終端装置の各々との間における遅延時間を取得する取得手段、前記複数の加入者側光回線終端装置の各々が時刻を再生するために必要な同期時刻情報を含む時刻同期フレームを生成するフレーム生成手段、予め定められた第１の条件に従って前記時刻同期フレームをブロードキャストフレームとして前記複数の加入者側光回線終端装置の各々に送信するとともに、予め定められた第２の条件に従って前記遅延時間を前記複数の加入者側光回線終端装置の各々に送信する送信手段、として機能させるものである。

【００２８】

10

上述した目的を達成するために、本発明に係る加入者側プログラムは、局側光回線終端装置と光伝送路で接続される加入者側光回線終端装置の加入者側プログラムであって、当該加入者側光回線終端装置に搭載されるコンピュータを、前記局側光回線終端装置から送信される局側光回線終端装置との間における遅延時間、および前記加入者側光回線終端装置が時刻再生に用いる同期時刻情報を含む時刻同期フレームを受信する受信手段、前記受信手段で受信した前記遅延時間を保持する保持手段、前記受信手段で受信した前記時刻同期フレームに含まれる前記同期時刻情報、および前記保持手段に保持されている前記遅延時間を用いて時刻情報を再生する再生手段、として機能させるものである。

【００２９】

20

上述した目的を達成するために、本発明に係る時刻同期プログラムは、局側光回線終端装置と、前記局側光回線終端装置と光伝送路を介して接続された複数の加入者側光回線終端装置と、を含む光通信システムが時刻同期を行うための時刻同期プログラムであって、前記複数の加入者側光回線終端装置の各々が時刻を再生するために必要な同期時刻情報を、予め定められた第１の時間間隔でかつブロードキャストフレームを用いて前記複数の加入者側光回線終端装置の各々に送信させるとともに、前記局側光回線終端装置と前記複数の加入者側光回線終端装置の各々との間の遅延時間を、予め定められた前記第１の時間間隔より長い第２の時間間隔で前記複数の加入者側光回線終端装置の各々に送信させるように前記局側光回線終端装置を制御する第１の制御手段と、前記局側光回線終端装置から受信した前記同期時刻情報および遅延時間を用いて時刻を再生するように前記複数の加入者側光回線終端装置の各々を制御する第２の制御手段と、として機能させるものである。

30

【発明の効果】

【００３０】

本発明によれば、局側光回線終端装置と加入者側光回線終端装置との間で時刻同期を行う場合において、通信システム全体の使用可能な帯域の低下が抑制された局側光回線終端装置、加入者側光回線終端装置、光通信システム、局側プログラム、加入者側プログラム、および時刻同期プログラムを提供することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【００３１】

40

【図１】実施の形態に係る、（ａ）は局側光回線終端装置の構成の一例を示すブロック図、（ｂ）は加入者側光回線終端装置の構成の一例を示すブロック図である。

【図２】実施の形態に係る、（ａ）は局側光回線終端装置と加入者側光回線終端装置との間の通信の一例を示す図、（ｂ）は加入者側光回線終端装置におけるＲＴＴの受信処理を示すフローチャートである。

【図３】（ａ）は光通信システムを示すブロック図、（ｂ）はＲＴＴを説明する図、（ｃ）は局側光回線終端装置から加入者側光回線終端装置の各々への時刻同期フレームの送信を示すブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【００３２】

以下、図面を参照して、本発明を実施するための形態について詳細に説明する。以下の説明では、ＰＯＮシステムの一例としてＥ－ＰＯＮシステムを用いた形態を例示して説明

50

する。

【0033】

図1および図2を参照して、本実施の形態に係る局側光回線終端装置(OLT)、加入者側光回線終端装置(ONU)、光通信システム、局側プログラム、加入者側プログラム、および時刻同期プログラムについて説明する。ここで、光通信システムについては、上述したE-PONシステム1と同様なので、必要な場合は図3を参照することとして、詳細な説明を省略する。

【0034】

まず、図1(a)を参照して、本実施の形態に係るOLT10の構成について説明する。図1(a)に示すように、OLT10は、NI側送受信部101、ブリッジ部102、OAM送受信部103、MPCP送受信部104、CPU部105、RAM部106、ROM部107、PON送信部108、PON受信部109、PON光送受信部110、ローカルタイマ部111、TIMESYNC送信部112、時刻送受信部113、およびマスタクロック部114を含んで構成されている。

10

【0035】

NI側送受信部101は、上位ネットワーク(図3(a)に示す「コアネットワーク」に相当する)からユーザデータであるEthernet(登録商標)フレームの送受信を行う。

【0036】

ブリッジ部102は、NI側送受信部101から送られたフレームをPON側(ONU20と対向する側)のどのLLIDへ転送するかを判断するため、MAC(Media Access Control)アドレスやVLAN(Virtual Local Area NetworkあるいはVirtual LAN)情報から転送先を決定するアドレス学習機能や、LLIDごとの上流フレーム、下流フレームの導通監視を実施する機能、VLAN識別のためのVLAN-Tagの付与、削除、優先処理やLLID識別のためのバッファリングを行う。

20

【0037】

OAM送受信部103は、ONU20の動作に必要な各種設定を実施するためのOAM(Operations, Administration, Maintenance)フレームの送信を実施し、ONU20の状態を読み出したOAMフレームを受信する。

【0038】

MPCP送受信部104は、PONインタフェースのリンク確立に必要な制御フレームを送受信する。

30

【0039】

PON送信部108は、ブリッジ部102からのユーザデータや、OAM送受信部103からのOAMフレームや、MPCP送受信部104からのMPCPフレームを制御し、PON光送受信部110へ送信する。

【0040】

PON受信部109は、PON光送受信部110からのユーザデータやPON制御フレームを受信および識別し、MPCP送受信部104、OAM送受信部103、ブリッジ部102へ振り分ける。

【0041】

PON光送受信部110は、PON送信部108からの電気信号を光信号へ変換しPONインタフェースへ送信し、PONインタフェースからの光信号を電気信号に変換しPON受信部109へ送信する。

40

【0042】

CPU部105は、各種設定や、読み出しを行う。RAM部106は、CPU部105におけるプログラム実行やDBA(Dynamic Bandwidth Allocation)演算処理を一時的に記憶する。ROM部107は、OLT10の起動プログラムやDBA処理プログラム、各種設定値を格納する。

【0043】

TIMESYNC送信部112は、各ONU20に向けて送信するTIMESYNCフ

50

レーン生成する。

【0044】

ローカルタイム部111は、OLT10が固有に保持するタイムである。

【0045】

なお、本実施の形態に係るPON光送受信部110、PON送信部108および、PON受信部109は、1G-ONU(1ギガビット対応のONU)と、10G-ONU(10ギガビット対応のONU)のデュアルレートを送受信可能なように構成されている。

【0046】

MPCP送受信部104は、ONU20との接続のために送信するDiscovery GATEフレームや、接続後の上り帯域割当のために送信するGATEフレームに付与されるローカルタイムをフレームに埋め込むため、ローカルタイム部111に接続される。また、上記のGATEフレームと、ONU20から上り帯域要求のためにOLT10へ送信されるREPORTフレームに付与された各ONU20のローカルタイムから、各ONU20に対するRTTがMPCP送受信部104によって生成され、CPU部105はこれらのRTT取得し、RAM106等の記憶手段に保有する。

【0047】

例えば、IEEE1588v2で標準化されている時刻同期ネットワークから、時刻同期フレームの送受信を行う時刻送受信部113は、CPU部105に接続され時刻同期に用いられるプロトコルを終端し、OLT10の時刻情報であるマスタクロック部114を生成する。

【0048】

次に、図1(b)を参照して、本実施の形態に係るONU20について説明する。図1(b)に示すONU20は、1G-ONU(1ギガビット対応のONU)および10G-ONU(10ギガビット対応のONU)を共通に示した図である。図1(b)に示すように、ONU20は、UI側送受信部201、ブリッジ部202、OAM送受信部203、MPCP送受信部204、CPU部205、RAM部206、ROM部207、PON送信部208、PON受信部209、PON光送受信部210、ローカルタイム部211、TIMESYNC受信部212、およびスレーブクロック部214を含んで構成されている。

【0049】

UI側送受信部201は、UNI(User Network Interface)からユーザデータであるEthernet(登録商標)フレームの送受信を行う。

【0050】

ブリッジ部202は、PON側(OLT20と対向する側)への転送のためのバッファリングや、VLAN識別のためのVLAN-Tagの付与、削除、アドレス学習、優先処理等、および上りフレームおよび下りフレームの導通監視を行う。

【0051】

MPCP送受信部204およびOAM送受信部203は、PONインタフェースの制御を行う。

【0052】

PON送信部208は、ユーザデータやMPCPフレーム、OAMフレームなどのPON制御フレームをPON光送受信部210へ送信する。

【0053】

PON受信部209は、PON光送受信部210からのユーザデータやPON制御フレームを受信および識別し、MPCP送受信部204、OAM送受信部203、ブリッジ部202へ振り分ける。

【0054】

PON光送受信部210は、PON送信部208からの電気信号を光信号に変換してPONインタフェースへ送信し、PONインタフェースからの光信号を電気信号に変換してPON受信部209へ送信する。

【0055】

10

20

30

40

50

CPU部205は、各種設定、読み出しを行う。RAM部206は、CPU部205で実行される各種プログラムや、処理を一時記憶する。ROM部207は、各種プログラムや各種設定値を格納する。

【0056】

MPCP送受信部204は、受信したDiscovery GATEフレームや、GATEフレームによってOLT10から送られてくるタイムスタンプを受信し、ローカルタイマ部211にロードする。また、TIMESYNC受信部212は、ローカルタイマ部211を基準にスレーブクロック部214を再生させる。

【0057】

図3(a)に示すE-PONシステム1では、OLT10のPON光送受信部110と、各ONU20のPON光送受信部210とが、光スプリッタ30を介した光ファイバ32、34によって接続されている。

【0058】

次に、図2を参照して、本実施の形態に係るOLT10およびONU20の動作について説明する。図2に示す手順が、本実施の形態に係る時刻同期プログラムに相当する。本実施の形態に係るOLT10およびONU20は、上記課題を解決するために、以下の構成を採用している。

(1) OLT10は配下のONU20の各々のRTTを測定するが、測定した各ONU20のRTTを各ONU20宛てに送信し、ONU20は送信されたRTTを保持する。つまり、従来技術とは異なり、ONU20の各々は自己のRTTを知っている。RTTの各ONU20への配信は、拡張OAMフレームを用いユニキャストで行う。

(2) OLTは、式(1)で示される再生時刻の代わりに、同期時刻ToDx, oを各ONU20に配信する。同期時刻ToDx, oの配信は、TIMESYNC(時刻同期)フレームを用いブロードキャストで行う。

(3) 各ONU20は、OLT10から配信されたRTTと同期時刻ToDx, oを用いて、時刻再生処理を実行する。

【0059】

図2(a)は、OLT10から各ONU20へのRTTの送信動作を示している。図2(a)に示すように、ONU20は、まずOLT10との間で、Discoveryプロセスの一連の処理を実行する(図2(a)に示す時刻t1からt2の間)。このDiscoveryプロセスによって、OLT10は各ONU20との間で通信の確立を行う。

【0060】

OLT10はDiscovery GATEフレームをONU20に周期的に送信している(時刻t1)。OLT10に接続されているONU20は、Discovery GATEフレームを受信すると、Register RequestフレームをOLT10に送信する。

【0061】

OLT10は、従来技術である図3(b)に示す手順によって各ONU20のRTTを取得する(図2(a)では、取得時刻の一例を黒丸で示している)。RTTを取得したOLT10は、ONU20の接続を許可するRegisterフレームおよびGATEフレームをONU20に送信する。この時のGATEフレームの送信タイミングにはONU20のRTTが反映されているので、他のONU20の上りフレームとの衝突は発生しない。

【0062】

ONU20はその後Register Ackフレームを送信し(時刻t2)、Discoveryプロセスを完了する。OLT10とONU20は必要に応じてOAM Discovery処理を実行する。OAM Discoveryとは、隣接しているEthernet(登録商標)機器間でOAMフレームをやり取りし、お互いがEthernet(登録商標)OAMをサポートしているかどうかを確認したり、OAMパラメータのやりとりを行う処理である。一般的には、その後OLT10とONU20との間の認証プロセス(図示省略)

10

20

30

40

50

が実行され、その後にデータフレームが導通する。

【0063】

その後、OLT10は、取得したONU20のRTTを、拡張OAMフレームを使ってONU20へ送信する(時刻t3)。RTTを受信したONU20は、拡張OAMフレームを用いてRTTに対するackをOLT10に送信する(時刻t4)。なお、OLT10からの拡張OAMフレームを用いたRTTの配信は各ONU20に対して同時に行ってもよいし、各ONUごとに個別に行ってもよい。

【0064】

ここで、RTTはOLT10とONU20との間の遅延時間であり、通常はこのような遅延時間が短い時間で変化することはない。しかしながら、一定の期間を考えた場合の遅延時間の変化の要因として光伝送路の状態変化が想定される。すなわち、E-PONシステム1の伝送路を構成する光ファイバは、温度の変化、使用する波長によって遅延時間が異なる。そこで、本実施の形態では、数時間、例えば3時間ごと(以下、「更新周期」)にOLT10がONU20へRTTを送信し、ONU20は更新されたRTTを受信して現在の光伝送路等の状態に応じたRTTを常に保持するようにしている。むろん、更新周期を任意に設定可能なように構成し、環境温度の変化量が多い設置場所や気候等に合わせて変更するようにしてもよい。いずれにしろ、本実施の形態に係るRTTの更新周期は、同期時刻ToDx, oの送信周期と比較して長く設定されている。

【0065】

一方、本実施の形態に係る同期時刻ToDx, oの配信は以下のように行う。すなわち、従来OLT10は、ONU20ごとのRTTを加味した式(1)による演算を行い、ユニキャストLLIDが付与されたTIMESYNCフレームを用いて各ONU20に送信していた。これに対し本実施の形態では、OLT10は式(1)の演算を行わず、同期時刻ToDx, oのみを、全員宛LLID(ブロードキャストLLID)の付与されたTIMESYNCフレームを用いて全ONU20に向けて一度に送信する。OLT10からONU20に向けてのこのTIMESYNCフレームの送信は、例えば1秒ごとに行われる。

【0066】

次に、図2(b)を参照して、ONU20における時刻同期処理について説明する。図2(b)では、ONU20とOLT10との間のDiscoveryプロセスが未だ完了していないものとする。

【0067】

ONU20は、まず図2(b)に示すステータスS1の動作を実行する。すなわち、ステップS100で、RTT取得タイマTを開始する。ステータスS1の処理は、例えばONU20とOLT10との間の接続処理がなされる過程において、ONU20が未だRTTを受信していない状態における処理である。ステータスS1の処理が、本発明に係る「判定手段」に相当する。

【0068】

ステップS102では、RTT情報を受信済であるか否かを判定する。当該判定が肯定判定の場合にはステップS108(ステータスS2)に移行し、否定判定の場合にはステップS104に移行する。

【0069】

ステップS104では、RTT取得タイマTが満了したか否かを判定する。当該判定が否定判定となった場合にはステップS102に戻ってRTT情報が受信されるまで待機する。一方、当該判定が肯定判定となった場合にはステップS106に移行し、PONリンクを強制的に断としてステップS100に戻る。

【0070】

すなわち、ステータスS1では、RTT取得タイマTを開始し、拡張OAMフレームでのRTTの受信の有無を周期監視し、RTTの受信がなければ、RTT取得タイマTが満了しているか否かを監視し、タイマTが満了していなければRTTの取得まで繰り返し待

10

20

30

40

50

機し、R T T取得タイマTが満了していれば、P O Nリンクを強制的に断とし、再度D i s c o v e r yプロセスからやり直している。一方、O N U 2 0がR T Tを受信した場合は、ステータスS 1を終了し、ステータスS 2へ進む。なお、ステータスS 1では、O L T 1 0からT I M E S Y N Cフレームが送られても、O N U 2 0は更新を行うためのR T Tを取得していないため、時刻同期の処理を実行することはできない。そのため、ステータスS 1で受信したT I M E S Y N Cフレームは廃棄する。

【0071】

次にステータスS 2について説明する。ステータスS 2の処理は、O N U 2 0が自己のR T Tを受信した後、通常の通信を行う場合の処理である。ステータスS 2では、まずステップS 1 0 8において、R T Tの情報の更新を行う。この際O N U 2 0は、ステップS 1 0 2で取得したR T T情報を不揮発性のR A M部2 0 6や、図示しないレジスタなどに一時保管してもよい。一時保管したR T Tは、次の更新までのR T Tとして使用する。

10

【0072】

次のステップS 1 1 0でT I M E S Y N Cフレームを受信した場合には、O N U 2 0は自己が保持しているR T T、およびT I M E S Y N Cフレームに含まれる同期時刻T o D x , oを用いて時刻再生処理（T I M E S Y N C受信処理）を実行する。上述したように、この際のT I M E S Y N Cフレームには、従来技術のようにO N U 2 0ごとに式（1）を用いて算出された再生時刻T o D x , iは含まれていない。

【0073】

次のステップS 1 1 2では、P O Nリンクが断となったか否か判定する。当該判定が否定判定となった場合にはステップS 1 0 8に戻り、肯定判定となった場合にはステップS 1 0 0に戻る。すなわち、P O Nリンクが断になるまでは現在保持しているR T Tを用いてO L T 1 0との間の通信が行われる。一方、P O Nリンク断が発生した場合はステータスS 1に戻り、D i s c o v e r yプロセスから開始する。

20

【0074】

以上詳述したように、本実施の形態に係る局側光回線終端装置、加入者側光回線終端装置、光通信システム、局側プログラム、加入者側プログラム、および時刻同期プログラムによれば、O N U 2 0ごとの伝送遅延時間R T TはO N U 2 0側での更新が可能であることから、時刻同期に必要な帯域はO N U 2 0の台数に無関係にS (b p s)となる。その結果、従来N × S (b p s)必要であった帯域が1 / Nに縮小することが可能となった。そのため、本実施の形態に係る局側光回線終端装置、加入者側光回線終端装置、光通信システム、局側プログラム、加入者側プログラム、および時刻同期プログラムは、O N U 2 0の接続台数Nが多い場合に特に効果を発揮する。また、O L T 1 0は式（1）に基づく演算を行う必要がないので、O L T 1 0における処理時間（演算時間）が減少し、O L T 1 0の演算負荷を抑制することもできる。

30

【0075】

なお、上記実施の形態では、本発明をE - P O N（一例として、1 G - P O N、1 0 G - P O N）システムに適用した形態を例示したが、これに限られず、R T TをO L T 1 0で管理するP O Nシステム一般に適用した形態としてもよい。つまり、本発明は、時刻同期の配信をP O Nシステムを用いて行う場合に適用することが可能であり、時刻同期機能を使用しない場合を基準にして、時刻同期機能を使用した場合でも、接続されるO N U 2 0台数に関わらず、時刻同期に必要な帯域を非常に少ない帯域に抑制することが可能である。

40

【0076】

また、上記実施の形態ではO L T 1 0からO N U 2 0に送られるT I M E S Y N Cフレームに含まれる情報が同期時刻T o D x , oである形態を例示して説明したが、これに限られない。例えば、さらにO L T 1 0の内部遅延を加味した同期時刻とする形態、あるいは式（1）の第2項におけるR T Tに掛けられた係数（補正係数）に関する情報を送る形態としてもよい。該補正係数をO N U 2 0に送信すれば、O N U 2 0は環境の変化等を加味した時刻を再生できるので、R T Tの更新周期をより短縮することができる。

50

【 0 0 7 7 】

また、上記実施の形態では、O L T 1 0 が O N U 2 0 に R T T を配信する場合に、専用の拡張 O A M フレームを用いる形態を例示して説明したが、これに限られず、例えば G A T E フレーム、あるいは通常の O A M フレームの一部に埋め込んで配信する形態としてもよい。

【 0 0 7 8 】

また、上記実施の形態では、各 O N U 2 0 に対してユニキャスト L L I D を用いて R T T を配信する形態を例示して説明したが、これに限られない。例えば、各 O N U 2 0 の R T T と各 O N U 2 0 の L L I D とを対応付けたデータを 1 つのフレームとし、O L T 1 0 がこのフレームをブロードキャスト L L I D として各 O N U 2 0 に送り、各 O N U 2 0 が自己の L L I D の R T T を受け取るようにしてもよい。

10

【 符号の説明 】

【 0 0 7 9 】

1 E - P O N システム

1 0 O L T

2 0 、 2 0 - 1 、 2 0 - 2 、 2 0 - 3 O N U

3 0 光カブラ

3 2 、 3 4 光ファイバ

1 0 1 N I 側送受信部

1 0 2 ブリッジ部

1 0 3 O A M 送受信部

1 0 4 M P C P 送受信部

1 0 5 C P U 部

1 0 6 R A M 部

1 0 7 R O M 部

1 0 8 P O N 送信部

1 0 9 P O N 受信部

1 1 0 P O N 光送受信部

1 1 1 ローカルタイマ部

1 1 2 T I M E S Y N C 送信部

1 1 3 時刻送受信部

1 1 4 マスタクロック部

2 0 1 U I 側送受信部

2 0 2 ブリッジ部

2 0 3 O A M 送受信部

2 0 4 M P C P 送受信部

2 0 5 C P U 部

2 0 6 R A M 部

2 0 7 R O M 部

2 0 8 P O N 送信部

2 0 9 P O N 受信部

2 1 0 P O N 光送受信部

2 1 1 ローカルタイマ部

2 1 2 T I M E S Y N C 受信部

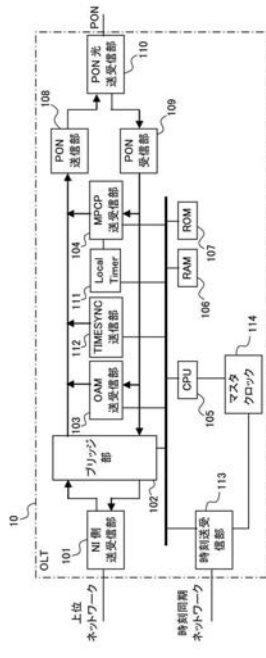
2 1 4 スレーブクロック部

20

30

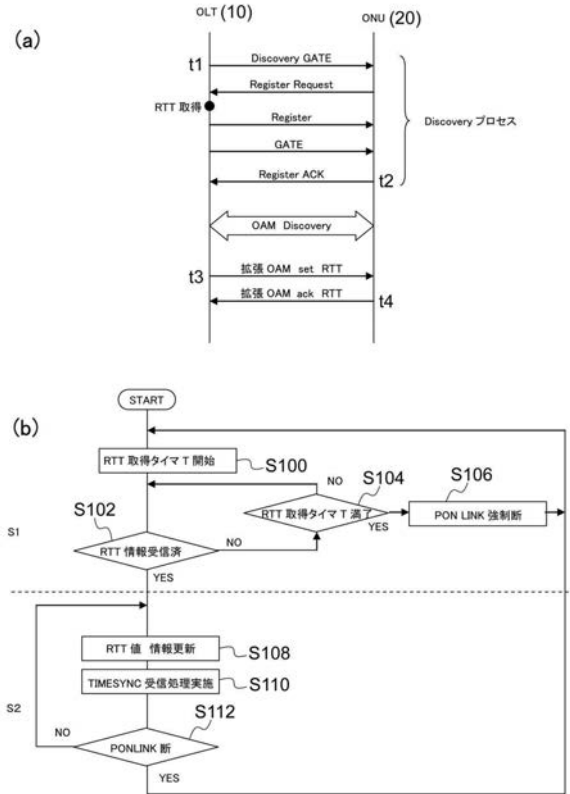
40

【 図 1 】



(a)

【 図 2 】



【 図 3 】

