

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6381384号
(P6381384)

(45) 発行日 平成30年8月29日 (2018. 8. 29)

(24) 登録日 平成30年8月10日 (2018. 8. 10)

(51) Int. Cl.		F I			
HO4L	7/00	(2006.01)	HO4L	7/00	930
HO4J	3/06	(2006.01)	HO4L	7/00	990
			HO4L	7/00	410
			HO4J	3/06	Z

請求項の数 12 (全 19 頁)

(21) 出願番号	特願2014-190451 (P2014-190451)	(73) 特許権者	000208891 KDDI株式会社 東京都新宿区西新宿二丁目3番2号
(22) 出願日	平成26年9月18日 (2014. 9. 18)	(74) 代理人	100114258 弁理士 福地 武雄
(65) 公開番号	特開2016-63427 (P2016-63427A)	(74) 代理人	100125391 弁理士 白川 洋一
(43) 公開日	平成28年4月25日 (2016. 4. 25)	(72) 発明者	大石 将之 埼玉県ふじみ野市大原二丁目1番15号 株式会社KDDI研究所内
審査請求日	平成29年2月13日 (2017. 2. 13)	(72) 発明者	田中 啓仁 埼玉県ふじみ野市大原二丁目1番15号 株式会社KDDI研究所内
		審査官	北村 智彦

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 PONシステム、ONU、OLTおよび伝送方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

光ファイバ伝送を実現するPON (Passive Optical Network) システムであって、
OLT (Optical Line Terminal) と、
光分岐器を介して、前記OLTに接続される複数のONU (Optical Network Unit) と

、
GPS (Global Positioning System) 信号を受信し、前記光分岐器を介して、前記OLTに周波数情報および時刻情報を提供するGPS信号受信装置と、を備え、

前記OLTは、前記GPS信号受信装置から提供された周波数情報および時刻情報を、
少なくとも前記各ONUとの伝送遅延時間を用いて補正し、補正後の周波数情報および時刻情報を、前記各ONUにマルチキャスト配信し、

前記各ONUは、前記OLTから受信した補正後の周波数情報および時刻情報に基づいて、
相互に同期を確立させることを特徴とするPONシステム。

【請求項2】

前記GPS信号受信装置が、マスターONUとしてのいずれか一つのONUに設けられたことを特徴とする請求項1記載のPONシステム。

【請求項3】

前記マスターONUは、前記GPS信号受信装置から提供された周波数情報および時刻情報を含むバースト信号を前記OLTに対して送信し、

前記OLTは、前記マスターONUから受信したバースト信号をバッファに蓄積し、蓄

積した周波数情報および時刻情報を、バッファリング時間および前記各ONUとの伝送遅延時間を用いて補正し、補正後の周波数情報および時刻情報を、前記各ONUにマルチキャスト配信することを特徴とする請求項2記載のPONシステム。

【請求項4】

前記マスターONUは、前記GPS信号受信装置から提供された周波数情報および時刻情報を、上りデータ信号とは異なる波長の光信号で前記OLTに対して送信し、

前記OLTは、前記マスターONUから受信した光信号を波長分波し、波長分波により得られた周波数情報および時刻情報を、前記各ONUとの伝送遅延時間を用いて補正し、補正後の周波数情報および時刻情報を、前記各ONUにマルチキャスト配信することを特徴とする請求項2記載のPONシステム。

10

【請求項5】

前記マスターONUは、上りデータ信号を含むバースト信号を前記OLTに対して送信すると共に、前記GPS信号受信装置から提供された周波数情報および時刻情報を含むRoF(Radio-over-Fiber)信号を前記OLTに対して送信し、

前記OLTは、前記マスターONUから受信した上り信号を、RF(Radio Frequency)周波数で分波し、RoF信号をベースバンド信号に変換して時刻情報を抽出すると共に、バースト信号レートから周波数情報を抽出し、得られた周波数情報および時刻情報を、前記各ONUとの伝送遅延時間を用いて補正し、補正後の周波数情報および時刻情報を、前記各ONUにマルチキャスト配信することを特徴とする請求項2記載のPONシステム。

20

【請求項6】

光ファイバ伝送を実現するPON(Passive Optical Network)システムに適用されるONU(Optical Network Unit)であって、

GPS(Global Positioning System)信号を受信し、周波数情報および時刻情報を提供するGPS信号受信装置と、

前記周波数情報および時刻情報を、上りデータ信号に多重する多重部と、

前記多重後の上りデータ信号を含むバースト信号を、OLT(Optical Line Terminal)に送信するONU送信部と、を備えることを特徴とするONU。

【請求項7】

光ファイバ伝送を実現するPON(Passive Optical Network)システムに適用されるONU(Optical Network Unit)であって、

GPS(Global Positioning System)信号を受信し、周波数情報および時刻情報を提供するGPS信号受信装置と、

上りデータ信号を第1の波長の光信号に変換する第1の光変換部と、

前記GPS信号受信装置から提供された周波数情報および時刻情報を、前記第1の波長とは異なる第2の波長の光信号に変換する第2の光変換部と、

前記第1の波長の光信号および前記第2の波長の光信号を、OLT(Optical Line Terminal)に送信するONU送信部と、を備えることを特徴とするONU。

30

【請求項8】

光ファイバ伝送を実現するPON(Passive Optical Network)システムに適用されるONU(Optical Network Unit)であって、

GPS(Global Positioning System)信号を受信し、周波数情報および時刻情報を提供するGPS信号受信装置と、

前記GPS信号受信装置から提供された周波数情報および時刻情報を、それぞれ異なる周波数のRoF(Radio-over-Fiber)信号に変換する変換部と、

前記RoF信号を、上りデータ信号を含むバースト信号と共にOLT(Optical Line Terminal)に対して送信するONU送信部と、を備えることを特徴とするONU。

40

【請求項9】

光ファイバ伝送を実現するPON(Passive Optical Network)システムに適用されるOLT(Optical Line Terminal)であって、

50

G P S 信号受信装置から提供された周波数情報および時刻情報を含むバースト信号をマスター O N U から受信する O L T 受信部と、

前記受信したバースト信号を蓄積するバッファと、

前記バッファに蓄積されたバースト信号から、周波数情報および時刻情報を抽出する抽出部と、

前記バッファにおけるバッファリング時間および配下の各 O N U との伝送遅延時間を用いて、前記抽出した周波数情報および時刻情報を補正する制御部と、

前記補正後の周波数情報および時刻情報を、配下の各 O N U にマルチキャスト配信する O L T 送信部と、を備えることを特徴とする O L T 。

【請求項 10】

10

光ファイバ伝送を実現する P O N (Passive Optical Network) システムに適用される O L T (Optical Line Terminal) であって、

G P S 信号受信装置から提供された周波数情報および時刻情報を、上りデータ信号とは異なる波長の光信号でマスター O N U から受信する O L T 受信部と、

前記受信した光信号を波長分波する分波部と、

前記波長分波により得られた周波数情報および時刻情報を、配下の各 O N U との伝送遅延時間を用いて補正する制御部と、

前記補正後の周波数情報および時刻情報を、配下の各 O N U にマルチキャスト配信する O L T 送信部と、を備えることを特徴とする O L T 。

【請求項 11】

20

光ファイバ伝送を実現する P O N (Passive Optical Network) システムに適用される O L T (Optical Line Terminal) であって、

G P S 信号受信装置から提供された周波数情報および時刻情報を含む R o F (Radio-over-Fiber) 信号を、上りデータ信号を含むバースト信号と共に、上り信号として受信する O L T 受信部と、

前記受信した上り信号を、R F (Radio Frequency) 周波数で分波する分波部と、

前記分波により得られた R o F 信号をベースバンド信号に変換して時刻情報を抽出すると共に、バースト信号レートから周波数情報を抽出する抽出部と、

前記抽出した周波数情報および時刻情報を、配下の各 O N U との伝送遅延時間を用いて補正する制御部と、

30

前記補正後の周波数情報および時刻情報を、配下の各 O N U にマルチキャスト配信する O L T 送信部と、を備えることを特徴とする O L T 。

【請求項 12】

光ファイバ伝送を実現する P O N (Passive Optical Network) システムの伝送方法であって、

G P S (Global Positioning System) 信号受信装置において、G P S 信号を受信し、光分岐器を介して、O L T (Optical Line Terminal) に周波数情報および時刻情報を提供するステップと、

O L T において、前記 G P S 信号受信装置から提供された周波数情報および時刻情報を、少なくとも配下の各 O N U (Optical Network Unit) との伝送遅延時間を用いて補正し、補正後の周波数情報および時刻情報を、配下の各 O N U にマルチキャスト配信するステップと、

40

前記各 O N U において、前記 O L T から受信した補正後の周波数情報および時刻情報に基づいて、相互に同期を確立させるステップと、を少なくとも含むことを特徴とする伝送方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、光ファイバ伝送を実現する P O N (Passive Optical Network) システム、

50

ONU (Optical Network Unit)、OLT (Optical Line Terminal) および伝送方法に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、移動通信網が提供する無線アクセスネットワークの高速化に伴って、基地局装置がカバーする領域(セル)が狭くなり、その結果、移動通信網を構成するために設置すべき基地局装置数が増大している。このため、複数の基地局装置を収容するためのネットワークとして、1本の光伝送路を複数の加入者で共有する受動光網(PON: Passive Optical Network)システムが検討されている。

【0003】

PONシステムでは、通信事業者の局に設置された1つの光伝送路終端装置(OLT: Optical Line Terminal)が光分岐器を介して複数の加入者側宅内端末(ONU: Optical Network Unit)と接続されている。OLTは、複数のONU、例えば、64個のONUに対して時分割多重方式により動的に上り帯域を割り当てることで、高い帯域の利用効率を実現している。

【0004】

PONシステムにおいて、複数の基地局装置を収容する場合、基地局装置間の周波数および時刻同期が必須となる。従来は、基準時刻情報を受信するために各基地局装置にGPS(Global Positioning System)アンテナを設置することが一般的であった。しかし、基地局装置における設置環境等の制約により、GPSアンテナが設置できない場合があった。このため、例えば、非特許文献1および2では、上位ネットワーク機器から下位ネットワーク機器へ周波数および時刻情報を配信し、ネットワーク全体の周波数および時刻を同期する技術が開示されている。また、非特許文献3および特許文献1では、OLTにGPSアンテナを設置し、当該GPSアンテナで受信した周波数および時刻情報を、光アクセス分配網を介して各ONUに配信する技術を開示している。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2011-040870号公報

【非特許文献】

【0006】

【非特許文献1】IEEE Std 1588-2008, "IEEE Standard for a Precision Clock Synchronization Protocol for Network Measurement and Control Systems," 2008.

【非特許文献2】K. Hann, "Synchtonous Ethernet (登録商標) to Transport Frequency and Phase/Time," IEEE Communication Magazine, vol.50, no.8, pp.152-160, August 2012.

【非特許文献3】田代 隆義ほか, "モバイルバックホール適用に向けた周波数・時刻同期機能対応10G-EPONシステム," 信学論(B), vol.J96-B, no.3, pp.321-329, March 2013.

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

しかしながら、非特許文献1および2に記載されている技術では、上位および下位ネットワーク機器を、周波数および時刻同期専用の機器に全て置換しなければならない。例えば、図14Aに示すように、IEEE 1588により、周波数および時刻情報を、OLTからIPネットワークを経由して各ONUに提供するためには、IPネットワーク側の機器が、すべてIEEE 1588に対応していなければならない。このため、IPネットワーク側に1台でもIEEE 1588に対応していない機器があった場合、クロック信号を各ONUに提供することができない。

【0008】

10

20

30

40

50

また、非特許文献3および特許文献1に記載されている技術では、図14Bに示すように、OLTが設置されている局舎にGPS信号を伝送するための同軸ケーブルや、GPS信号を受信するための受信装置を設置しなければならないが、局舎の機器設置スペースが制約されている場合には適用困難である。

【0009】

本発明は、このような事情に鑑みてなされたものであり、ONU側でGPS信号を受信し、周波数および時刻情報をOLTに提供し、これをOLTが各ONUに配信するというループバック方式を実現することができるPONシステム、ONU、OLTおよび伝送方法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】

【0010】

(1)上記の目的を達成するために、本発明は、以下のような手段を講じた。すなわち、本発明のPONシステムは、光ファイバ伝送を実現するPON(Passive Optical Network)システムであって、OLT(Optical Line Terminal)と、光分岐器を介して、前記OLTに接続される複数のONU(Optical Network Unit)と、GPS信号を受信し、前記光分岐器を介して、前記OLTに周波数情報および時刻情報を提供するGPS信号受信装置と、を備え、前記OLTは、前記GPS信号受信装置から提供された周波数情報および時刻情報を、少なくとも前記各ONUとの伝送遅延時間を用いて補正し、補正後の周波数情報および時刻情報を、前記各ONUにマルチキャスト配信し、前記各ONUは、前記OLTから受信した補正後の周波数情報および時刻情報に基づいて、相互に同期を確立させることを特徴とする。

【0011】

このように、OLTは、GPS信号受信装置から提供された周波数情報および時刻情報を、少なくとも各ONUとの伝送遅延時間を用いて補正し、補正後の周波数情報および時刻情報を、各ONUにマルチキャスト配信し、各ONUは、OLTから受信した補正後の周波数情報および時刻情報に基づいて、相互に同期を確立させるので、周波数情報および時刻情報を、OLTを介してループバック転送することが可能となる。これにより、上位ネットワークから周波数情報および時刻情報をすべてのONUに配信できない場合や、OLTにGPS信号受信装置を設置できない場合であっても、PONシステムにおける基地局装置間の周波数および時刻同期が可能となる。

【0012】

(2)また、本発明のPONシステムにおいて、前記GPS信号受信装置が、マスターONUとしてのいずれか一つのONUに設けられたことを特徴とする。

【0013】

このように、GPS信号受信装置が、マスターONUとしてのいずれか一つのONUに設けられたので、複数存在するONUのうち、いずれか一つのONUでGPS信号から周波数情報および時刻情報を取得し、OLTを介したループバック転送を実現し、各ONUに周波数情報および時刻情報を分配することが可能となる。これにより、PONシステムにおける基地局装置間の周波数および時刻同期が可能となる。

【0014】

(3)また、本発明のPONシステムにおいて、前記マスターONUは、前記GPS信号受信装置から提供された周波数情報および時刻情報を含むバースト信号を前記OLTに対して送信し、前記OLTは、前記マスターONUから受信したバースト信号をバッファに蓄積し、蓄積した周波数情報および時刻情報を、バッファリング時間および前記各ONUとの伝送遅延時間を用いて補正し、補正後の周波数情報および時刻情報を、前記各ONUにマルチキャスト配信することを特徴とする。

【0015】

このように、OLTは、マスターONUから受信したバースト信号をバッファに蓄積し、蓄積した周波数情報および時刻情報を、バッファリング時間および前記各ONUとの伝送遅延時間を用いて補正し、補正後の周波数情報および時刻情報を、各ONUにマルチキ

10

20

30

40

50

キャスト配信するので、OLTにおけるタイミングジッタの発生を回避し、周波数情報および時刻情報の同期精度を維持することが可能となる。

【0016】

(4)また、本発明のPONシステムにおいて、前記マスターONUは、前記GPS信号受信装置から提供された周波数情報および時刻情報を、上りデータ信号とは異なる波長の光信号で前記OLTに対して送信し、前記OLTは、前記マスターONUから受信した光信号を波長分波し、波長分波により得られた周波数情報および時刻情報を、前記各ONUとの伝送遅延時間を用いて補正し、補正後の周波数情報および時刻情報を、前記各ONUにマルチキャスト配信することを特徴とする。

【0017】

このように、マスターONUは、GPS信号受信装置から提供された周波数情報および時刻情報を、上りデータ信号とは異なる波長の光信号でOLTに対して送信し、OLTは、マスターONUから受信した光信号を波長分波し、波長分波により得られた周波数情報および時刻情報を、各ONUとの伝送遅延時間を用いて補正し、補正後の周波数情報および時刻情報を、各ONUにマルチキャスト配信するので、OLTでは、ジッタを発生させずに周波数情報および時刻情報を抽出することが可能となる。これにより、周波数情報および時刻情報の同期精度を維持することが可能となる。

【0018】

(5)また、本発明のPONシステムにおいて、前記マスターONUは、上りデータ信号を含むパースト信号を前記OLTに対して送信すると共に、前記GPS信号受信装置から提供された周波数情報および時刻情報を含むRoF(Radio-over-Fiber)信号を前記OLTに対して送信し、前記OLTは、前記マスターONUから受信した上り信号を、RF(Radio Frequency)周波数で分波し、RoF信号をベースバンド信号に変換して時刻情報を抽出すると共に、パースト信号レートから周波数情報を抽出し、得られた周波数情報および時刻情報を、前記各ONUとの伝送遅延時間を用いて補正し、補正後の周波数情報および時刻情報を、前記各ONUにマルチキャスト配信することを特徴とする。

【0019】

このように、マスターONUは、上りデータ信号を含むパースト信号をOLTに対して送信すると共に、GPS信号受信装置から提供された周波数情報および時刻情報を含むRoF信号をOLTに対して送信し、OLTは、マスターONUから受信した上り信号を、RF周波数で分波し、RoF信号をベースバンド信号に変換して時刻情報を抽出すると共に、パースト信号レートから周波数情報を抽出し、得られた周波数情報および時刻情報を、各ONUとの伝送遅延時間を用いて補正し、補正後の周波数情報および時刻情報を、各ONUにマルチキャスト配信するので、OLTでは、ジッタを発生させずに周波数情報および時刻情報を抽出することが可能となる。これにより、周波数情報および時刻情報の同期精度を維持することが可能となる。

【0020】

(6)また、本発明のONUは、光ファイバ伝送を実現するPON(Passive Optical Network)システムに適用されるONU(Optical Network Unit)であって、GPS(Global Positioning System)信号を受信し、前記光分岐器を介して、前記OLTに周波数情報および時刻情報を提供するGPS信号受信装置と、前記周波数情報および時刻情報を、上りデータ信号に多重する多重部と、前記多重後の上りデータ信号を含むパースト信号を、OLT(Optical Line Terminal)に送信するONU送信部と、を備えることを特徴とする。

【0021】

このように、GPS信号を受信し、周波数情報および時刻情報を、上りデータ信号に多重し、多重後の上りデータ信号を含むパースト信号を、OLTに送信するので、周波数情報および時刻情報を、OLTを介してループバック転送することが可能となる。

【0022】

(7)また、本発明のONUは、光ファイバ伝送を実現するPON(Passive Optical

10

20

30

40

50

Network) システムに適用される ONU (Optical Network Unit) であって、GPS (Global Positioning System) 信号を受信し、前記光分岐器を介して、前記OLTに周波数情報および時刻情報を提供するGPS信号受信装置と、上りデータ信号を第1の波長の光信号に変換する第1の光変換部と、前記GPS信号受信装置から提供された周波数情報および時刻情報を、前記第1の波長とは異なる第2の波長の光信号に変換する第2の光変換部と、前記第1の波長の光信号および前記第2の波長の光信号を、OLT (Optical Line Terminal) に送信するONU送信部と、を備えることを特徴とする。

【0023】

このように、GPS信号を受信し、上りデータ信号を第1の波長の光信号に変換し、GPS信号受信装置から提供された周波数情報および時刻情報を、第1の波長とは異なる第2の波長の光信号に変換し、第1の波長の光信号および第2の波長の光信号を、OLTに送信するので、OLTでは、ジッタを発生させずに周波数情報および時刻情報を抽出することが可能となる。これにより、周波数情報および時刻情報の同期精度を維持することが可能となる。

10

【0024】

(8) また、本発明のONUは、光ファイバ伝送を実現するPON (Passive Optical Network) システムに適用されるONU (Optical Network Unit) であって、GPS (Global Positioning System) 信号を受信し、前記光分岐器を介して、前記OLTに周波数情報および時刻情報を提供するGPS信号受信装置と、前記GPS信号受信装置から提供された周波数情報および時刻情報を、それぞれ異なる周波数のRoF (Radio-over-Fiber) 信号に変換する変換部と、前記RoF信号を、上りデータ信号を含むパースト信号と共にOLT (Optical Line Terminal) に対して送信するONU送信部と、を備えることを特徴とする。

20

【0025】

このように、GPS信号を受信し、GPS信号受信装置から提供された周波数情報および時刻情報を、それぞれ異なる周波数のRoF信号に変換し、RoF信号を、上りデータ信号を含むパースト信号と共にOLTに対して送信するので、OLTでは、ジッタを発生させずに周波数情報および時刻情報を抽出することが可能となる。これにより、周波数情報および時刻情報の同期精度を維持することが可能となる。

【0026】

(9) また、本発明のOLTは、光ファイバ伝送を実現するPON (Passive Optical Network) システムに適用されるOLT (Optical Line Terminal) であって、GPS信号受信装置から提供された周波数情報および時刻情報を含むパースト信号をマスターONUから受信するOLT受信部と、前記受信したパースト信号を蓄積するバッファと、前記バッファに蓄積されたパースト信号から、周波数情報および時刻情報を抽出する抽出部と、前記バッファにおけるバッファリング時間および配下の各ONUとの伝送遅延時間を用いて、前記抽出した周波数情報および時刻情報を補正する制御部と、前記補正後の周波数情報および時刻情報を、配下の各ONUにマルチキャスト配信するOLT送信部と、を備えることを特徴とする。

30

【0027】

このように、GPS信号受信装置から提供された周波数情報および時刻情報を含むパースト信号をマスターONUから受信し、受信したパースト信号をバッファに蓄積し、バッファに蓄積されたパースト信号から、周波数情報および時刻情報を抽出し、バッファにおけるバッファリング時間および配下の各ONUとの伝送遅延時間を用いて、抽出した周波数情報および時刻情報を補正し、補正後の周波数情報および時刻情報を、配下の各ONUにマルチキャスト配信するので、OLTにおけるタイミングジッタの発生を回避し、周波数情報および時刻情報の同期精度を維持することが可能となる。

40

【0028】

(10) また、本発明のOLTは、光ファイバ伝送を実現するPON (Passive Optical Network) システムに適用されるOLT (Optical Line Terminal) であって、GPS信

50

号受信装置から提供された周波数情報および時刻情報を、上りデータ信号とは異なる波長の光信号でマスターONUから受信するOLT受信部と、前記受信した光信号を波長分波する分波部と、前記波長分波により得られた周波数情報および時刻情報を、配下の各ONUとの伝送遅延時間を用いて補正する制御部と、前記補正後の周波数情報および時刻情報を、配下の各ONUにマルチキャスト配信するOLT送信部と、を備えることを特徴とする。

【0029】

このように、GPS信号受信装置から提供された周波数情報および時刻情報を、上りデータ信号とは異なる波長の光信号でマスターONUから受信し、受信した光信号を波長分波し、波長分波により得られた周波数情報および時刻情報を、配下の各ONUとの伝送遅延時間を用いて補正し、補正後の周波数情報および時刻情報を、配下の各ONUにマルチキャスト配信するので、OLTでは、ジッタを発生させずに周波数情報および時刻情報を抽出することが可能となる。これにより、周波数情報および時刻情報の同期精度を維持することが可能となる。

10

【0030】

(11)また、本発明のOLTは、光ファイバ伝送を実現するPON (Passive Optical Network) システムに適用されるOLT (Optical Line Terminal) であって、GPS信号受信装置から提供された周波数情報および時刻情報を含むRoF (Radio-over-Fiber) 信号を、上りデータ信号を含むバースト信号と共に、上り信号として受信するOLT受信部と、前記受信した上り信号を、RF (Radio Frequency) 周波数で分波する分波部と、前記分波により得られたRoF信号をベースバンド信号に変換して時刻情報を抽出すると共に、バースト信号レートから周波数情報を抽出する抽出部と、前記抽出した周波数情報および時刻情報を、配下の各ONUとの伝送遅延時間を用いて補正する制御部と、前記補正後の周波数情報および時刻情報を、配下の各ONUにマルチキャスト配信するOLT送信部と、を備えることを特徴とする。

20

【0031】

このように、GPS信号受信装置から提供された周波数情報および時刻情報を含むRoF信号を、上りデータ信号を含むバースト信号と共に、上り信号として受信し、受信した上り信号を、RF周波数で分波し、分波により得られたRoF信号をベースバンド信号に変換して時刻情報を抽出すると共に、バースト信号レートから周波数情報を抽出し、抽出した周波数情報および時刻情報を、配下の各ONUとの伝送遅延時間を用いて補正し、補正後の周波数情報および時刻情報を、配下の各ONUにマルチキャスト配信するので、OLTでは、ジッタを発生させずに周波数情報および時刻情報を抽出することが可能となる。これにより、周波数情報および時刻情報の同期精度を維持することが可能となる。

30

【0032】

(12)また、本発明の伝送方法は、光ファイバ伝送を実現するPON (Passive Optical Network) システムの伝送方法であって、GPS (Global Positioning System) 信号受信装置において、GPS信号を受信し、光分岐器を介して、OLT (Optical Line Terminal) に周波数情報および時刻情報を提供するステップと、OLTにおいて、前記GPS信号受信装置から提供された周波数情報および時刻情報を、少なくとも配下の各ONU (Optical Network Unit) との伝送遅延時間を用いて補正し、補正後の周波数情報および時刻情報を、配下の各ONUにマルチキャスト配信するステップと、前記各ONUにおいて、前記OLTから受信した補正後の周波数情報および時刻情報に基づいて、相互に同期を確立させるステップと、を少なくとも含むことを特徴とする。

40

【0033】

このように、OLTは、GPS信号受信装置から提供された周波数情報および時刻情報を、少なくとも各ONUとの伝送遅延時間を用いて補正し、補正後の周波数情報および時刻情報を、各ONUにマルチキャスト配信し、各ONUは、OLTから受信した補正後の周波数情報および時刻情報に基づいて、相互に同期を確立させるので、周波数情報および時刻情報を、OLTを介してループバック転送することが可能となる。これにより、上位ネ

50

ットワークから周波数情報および時刻情報をすべてのONUに配信できない場合や、OLTにGPS信号受信装置を設置できない場合であっても、PONシステムにおける基地局装置間の周波数および時刻同期が可能となる。

【発明の効果】

【0034】

本発明によれば、周波数情報および時刻情報を、OLTを介してループバック転送することが可能となる。これにより、上位ネットワークから周波数情報および時刻情報をすべてのONUに配信できない場合や、OLTにGPS信号受信装置を設置できない場合であっても、PONシステムにおける基地局装置間の周波数および時刻同期が可能となる。

【図面の簡単な説明】

10

【0035】

【図1】本発明の実施形態に係るPONシステムの概略構成を示す図である。

【図2】実施例1に係るPONシステムの概略構成を示す図である。

【図3】実施例1に係るマスターONUの概略構成を示すブロック図である。

【図4】スレイブONUの概略構成を示すブロック図である。

【図5】実施例1に係るOLTの概略構成を示すブロック図である。

【図6】実施例1に係るPONシステムの動作を示す図である。

【図7】実施例1に係るPONシステムの動作を示すシーケンスチャートである。

【図8】実施例2に係るPONシステムの概略構成を示す図である。

【図9】実施例2に係るマスターONUの概略構成を示すブロック図である。

20

【図10】実施例2に係るOLTの概略構成を示すブロック図である。

【図11A】周波数配置の一例を示す図である。

【図11B】実施例3に係るPONシステムの概略構成を示す図である。

【図12】実施例3に係るマスターONUの概略構成を示すブロック図である。

【図13】実施例3に係るOLTの概略構成を示すブロック図である。

【図14A】上位ネットワークから周波数情報および時刻情報を配信するPONシステムの概略構成を示す図である。

【図14B】OLTでGPS信号を受信して周波数情報および時刻情報を配信するPONシステムの概略構成を示す図である。

【発明を実施するための形態】

30

【0036】

本発明者らは、従来、PONシステムにおいて、複数の基地局装置間で必須となる周波数および時刻同期が、必ずしも容易に実現できていなかったことに着目し、いずれか1台のONUにGPS信号を受信させ、その周波数情報および時刻情報を、OLTを介してループバック転送することによって、容易に基地局装置間の周波数および時刻同期を実現できることを見出し、本発明をするに至った。

【0037】

すなわち、本発明のPONシステムは、光ファイバ伝送を実現するPONシステムであって、OLTと、光分岐器を介して、前記OLTに接続される複数のONUと、GPS信号を受信し、前記光分岐器を介して、前記OLTに周波数情報および時刻情報を提供するGPS信号受信装置と、を備え、前記OLTは、前記GPS信号受信装置から提供された周波数情報および時刻情報を、少なくとも前記各ONUとの伝送遅延時間を用いて補正し、補正後の周波数情報および時刻情報を、前記各ONUにマルチキャスト配信し、前記各ONUは、前記OLTから受信した補正後の周波数情報および時刻情報に基づいて、相互に同期を確立させることを特徴とする。

40

【0038】

この構成により、本発明者らは、周波数情報および時刻情報を、OLTを介してループバック転送することを可能とし、上位ネットワークから周波数情報および時刻情報をすべてのONUに配信できない場合や、OLTにGPS信号受信装置を設置できない場合であっても、PONシステムにおける基地局装置間の周波数および時刻同期を可能とした。以

50

下、本発明の実施形態について、図面を参照しながら具体的に説明する。

【0039】

図1は、本発明の実施形態に係るPONシステムの概略構成を示す図である。このPONシステムは、OLT100と、複数のONU201～203とが、光分岐器300を介して接続されている。ONU201～203のそれぞれには、基地局装置211～213が接続されている。また、ONU201は、GPSアンテナ220が設けられており、GPS衛星230からGPS信号を受信することができるように構成されている。本実施形態では、GPSアンテナ220を有するONU201を「マスターONU」と呼称し、それ以外のONU202、203を「スレイブONU」と呼称する。本実施形態では、マスターONU201がGPS信号を取得し、周波数情報および時刻情報を、OLTを介して各スレイブONU202、203に対してループバック転送する。これにより、上位のネットワーク機器の置換やOLTへのGPS引き込みを不要とし、GPSアンテナの設置が困難な状況であっても、基地局間の周波数・時刻同期を実現することができる。

10

【0040】

すなわち、本実施形態では、図1に示すように、マスターONU201が、GPSアンテナ220からGPS信号を受信し、OLT100に対して、周波数情報および時刻情報を送信する。OLT100は、マスターONU201から受信した信号から、周波数情報および時刻情報を抽出する。次に、OLT100は、各スレイブONU202、203との伝送遅延時間に基いて、周波数情報および時刻情報を補正して、各スレイブONU202、203に対してマルチキャスト配信を行なう。各スレイブONU202、203は、OLT100から受信した周波数情報および時刻情報に基いて、基地局間同期を実現する。

20

【0041】

ここで、PONシステムの上り方向、すなわち、ONUからOLTへ向かう方向は、通常、バースト信号で伝送が行なわれる。このため、OLTでは、上りバースト信号を受信する際に、ジッタに起因する周波数および時刻同期の誤差を解消する必要がある。そこで、本実施形態では、以下の3つの実施例により、ジッタの影響を解消している。

【実施例1】

【0042】

図2は、実施例1に係るPONシステムの概略構成を示す図である。実施例1では、OLT100-1に、バッファ101を設け、上りバースト信号の受信時に生じるジッタをバッファリングで吸収する。これにより、周波数および時刻同期の誤差を解消する。すなわち、図2において、マスターONU201-1がGPS信号を取得し、OLT100-1に対して、周波数情報および時刻情報をバースト信号で送信する。OLT100-1は、受信した上りバースト信号をバッファ101に蓄積し、ジッタを吸収する。その後、周波数情報および時刻情報を抽出する。

30

【0043】

OLT100-1は、バッファ101におけるバッファリング時間と、各スレイブONU202、203との伝送遅延時間に基いて、抽出した周波数情報および時刻情報を補正し、補正した周波数情報および時刻情報を各スレイブONU202、203にマルチキャスト配信する。各スレイブONU202、203は、OLT100-1から受信した周波数情報および時刻情報に基いて、基地局間同期を実現する。なお、図2では、1つのマスターONU201-1と、2つのスレイブONU202、203を示したが、これはあくまでも例示であって、本発明はこれらの数に限定されるわけではない。

40

【0044】

図3は、実施例1に係るマスターONUの概略構成を示すブロック図である。図3において、マスターONU11-1は、GPSアンテナ13が受信した信号を、GPS信号受信部15で取得する。GPSアンテナ13およびGPS信号受信部15は、GPS信号受信装置16を構成する。このGPS信号受信装置16は、マスターONU11-1の外部に設けられても良い。

50

【 0 0 4 5 】

G P S 信号受信部 1 5 は、周波数情報（リファレンスクロック）としての 1 0 M H z の信号を C L K 生成部 1 7 に出力すると共に、時刻情報としての 1 P P S / T o D を C P U 1 9 に出力する。ここで、1 0 M H z の信号とは、G P S 信号受信装置 1 6 からのリファレンス正弦波であり、1 P P S とは、1 秒の開始位相を規定する信号であり、T o D とは、時分秒が記載されたテキスト情報を意味する。

【 0 0 4 6 】

C L K 生成部 1 7 は、クロック信号である C L K 1 を C P U 1 9 に出力すると共に、クロック信号である C L K 2 を E / O 2 3 に出力する。上りデータ信号は、制御信号多重部 2 1 に入力され、C P U 1 9 から入力される時刻情報と共に多重され、電気信号を光信号に変換する E / O 2 3 で光信号に変換され、W D M 2 5 に出力される。W D M 2 5 は、光信号を、光ファイバを介して図示しない O L T に送信する。

10

【 0 0 4 7 】

一方、光ファイバを介して O L T から受信した光信号は、W D M 2 5 に入力され、光信号を電気信号に変換する O / E 2 7 で電気信号に変換される。制御信号分離部 2 9 は、下りデータ信号と制御信号とを分離し、制御信号を C P U 1 9 に出力する。

【 0 0 4 8 】

図 4 は、スレイブ O N U の概略構成を示すブロック図である。このスレイブ O N U 1 2 は、O L T から受信した信号から C L K 1 を抽出する C L K 抽出部 3 0 と、C L K 1 を周波数変換して 1 0 M H z の信号を出力する周波数変換部 3 2 とを備えている。マスター O N U と異なり、G P S 信号受信装置 1 6 および C L K 生成部 1 7 を備えていない。その他の構成は、マスター O N U と同様である。

20

【 0 0 4 9 】

スレイブ O N U 1 2 は、図示しない O L T から、伝送遅延時間に応じて補正された周波数情報および時刻情報を取得し、C L K 抽出部 3 0 で C L K 1 を抽出する。また、制御信号分離部 2 9 により、補正された時刻情報が抽出され、C P U 1 9 に入力される。C P U 1 9 は、時刻情報としての 1 P P S / T o D 信号を出力し、周波数変換部 3 2 は、1 0 M H z の信号を出力する。

【 0 0 5 0 】

図 5 は、実施例 1 に係る O L T の概略構成を示すブロック図である。この O L T 4 1 - 1 は、W D M 4 3 において、上りバースト信号を受信する。光信号を電気信号に変換する O / E 4 5 は、受信した上りバースト信号を電気信号に変換する。バッファ 4 7 は、電気信号に変換された上りバースト信号を蓄積する。これにより、ジッタが吸収される。C L K 抽出部 4 9 は、上りバースト信号から C L K 1 と C L K 2 を抽出し、C L K 1 を C P U 5 1 に出力し、C L K 2 を E / O 5 9 に出力する。制御信号分離部 5 5 は、上りバースト信号から上りデータ信号と時刻情報を含む制御信号とを分離する。

30

【 0 0 5 1 】

C P U 5 1 は、制御信号分離部 5 5 から入力された時刻情報と C L K 抽出部 4 9 から入力された C L K 1 とに基いて、スレイブ O N U に配信する周波数情報および時刻情報を生成する。その際、メモリ 5 3 を用いて、R T T (Round-Trip Time)、すなわち、各スレイブ O N U に対する伝送遅延時間に基づいて、周波数情報および時刻情報を補正する。補正された周波数情報および時刻情報は、制御信号多重部 5 7 に入力される。制御信号多重部 5 7 は、補正された周波数情報および時刻情報と下りデータ信号とを多重する。多重された信号が、電気信号を光信号に変換する E / O 5 9 で光信号に変換され、W D M 4 3 に入力される。W D M 4 3 は、入力された信号を、光ファイバを介して、各スレイブ O N U にマルチキャスト配信する。

40

【 0 0 5 2 】

以上の構成要素を備える実施例 1 に係る P O N システムは、以下のように動作する。図 6 は、実施例 1 に係る P O N システムの動作を示す図である。G P S 信号受信装置 1 6 は、G P S アンテナを介して、G P S 信号を取得する。マスター O N U 1 1 - 1 は、G P S

50

信号受信装置 16 から供給された周波数情報（リファレンスクロック）と時刻情報（1 PPS および T o D）を O L T 4 1 - 1 に対してバースト信号で送信する。O L T 4 1 - 1 は、受信した上りバースト信号のジッタを、バッファリングで吸収し、周波数情報（基準クロック）を抽出すると共に、マスター O N U 1 1 - 1 と各スレイブ O N U 1 2 の伝送遅延時間を補正した時刻情報を、O A M（Operation, Administration & Maintenance）フレームにて各スレイブ O N U 1 2 にマルチキャスト配信する。

【0053】

図7は、実施例1に係るP O Nシステムの動作を示すシーケンスチャートである。まず、O L TとマスターO N Uとの間で、初期登録が行なわれる（ステップS1）。次に、O L TとスレイブO N Uとの間で、初期登録が行なわれる（ステップS2）。このとき、O L Tは、R T Tを計測する。次に、O L Tは、「Normal GATE」を確保し（ステップS3）、マスターO N Uは、自装置がマスターO N UであることをO L Tに通知する（ステップS4）。次に、O L Tは、「Normal GATE」を確保し（ステップS5）、マスターO N Uは、周波数情報および時刻情報をO L Tに送信する（ステップS6）。O L Tは、各スレイブO N Uに対する伝送遅延時間を考慮して、周波数情報および時刻情報を補正し、補正後の周波数情報および時刻情報を、各スレイブO N Uへマルチキャスト配信する（ステップS7）。各スレイブO N Uは、クロックおよび時刻情報を抽出し、基地局間同期を実現する。なお、通常のデータ送受信に係るシーケンスは省略してある。

【0054】

実施例1によれば、周波数情報および時刻情報をマスターO N UからO L Tを介して各スレイブO N Uにループバック転送することができ、O L Tにおいて上りバースト信号を受信する際に、ジッタに起因する周波数および時刻同期の誤差が解消される。

【実施例2】

【0055】

図8は、実施例2に係るP O Nシステムの概略構成を示す図である。実施例2では、マスターO N U 2 0 1 - 2 に、波長の異なる2つの光送信機を設け、データ信号や制御信号などを波長 1 の上りバースト信号で送信する。一方、周波数情報および時刻情報を、波長 1 とは異なる波長を有する波長 2 の連続信号で送信する。また、O L T 1 0 0 - 2 において、各波長の上り信号を波長分波し、周波数情報および時刻情報用の光受信機（R X（2））で受信する。これにより、ジッタを発生せずに周波数情報および時刻情報を抽出することが可能となる。

【0056】

図8において、マスターO N U 2 0 1 - 2 がG P S信号を取得し、O L T 1 0 0 - 2 に対して、データ信号や制御信号を波長 1 のバースト信号で送信するとともに、周波数情報および時刻情報を、波長 1 とは異なる波長 2 の連続信号で送信する。O L T 1 0 0 - 2 は、受信した上り信号を波長分波し、波長 2 の連続信号から周波数情報および時刻情報を抽出する。

【0057】

O L T 1 0 0 - 2 は、各スレイブO N U 2 0 2、2 0 3 との伝送遅延時間に基いて、抽出した周波数情報および時刻情報を補正する。補正した周波数情報および時刻情報を、下りデータ信号と同じ波長の連続信号で各スレイブO N U 2 0 2、2 0 3 にマルチキャスト配信する。各スレイブO N U 2 0 2、2 0 3 は、O L T 1 0 0 - 2 から受信した周波数情報および時刻情報に基いて、基地局間同期を実現する。なお、図8では、1つのマスターO N U 2 0 1 - 2 と、2つのスレイブO N U 2 0 2、2 0 3 を示したが、これはあくまでも例示であって、本発明はこれらの数に限定されるわけではない。

【0058】

図9は、実施例2に係るマスターO N Uの概略構成を示すブロック図である。図9において、マスターO N U 1 1 - 2 は、G P Sアンテナ13が受信した信号を、G P S信号受信部15で取得する。G P Sアンテナ13およびG P S信号受信部15は、G P S信号受信装置16を構成する。このG P S信号受信装置16は、マスターO N U 1 1 - 2 の外部

に設けられても良い。

【0059】

G P S 信号受信部 1 5 は、周波数情報（リファレンスクロック）としての 1 0 M H z の信号を C L K 生成部 1 7 に出力すると共に、時刻情報としての 1 P P S / T o D を C P U 1 9 に出力する。C L K 生成部 1 7 は、クロック信号である C L K 1 を C P U 1 9 に出力すると共に、クロック信号である C L K 2 を E / O 2 3 b に出力する。E / O 2 3 b は、C P U 1 9 から入力される時刻情報を、C L K 生成部 1 7 から入力される C L K 2 をリファレンスとして、電気信号から波長 2 の光信号に変換し、W D M 2 5 に出力する。

【0060】

上りデータ信号は、制御信号多重部 2 1 に入力され、C P U 1 9 から入力される時刻情報と共に多重され、電気信号を光信号に変換する E / O 2 3 a で波長 1 の光信号に変換され、W D M 2 5 に出力される。W D M 2 5 は、波長 1 のバースト信号と、波長 2 の連続信号を、光ファイバを介して図示しない O L T に送信する。

10

【0061】

一方、光ファイバを介して O L T から受信した光信号は、W D M 2 5 に入力され、光信号を電気信号に変換する O / E 2 7 で電気信号に変換される。制御信号分離部 2 9 は、下りデータ信号と制御信号とを分離し、制御信号を C P U 1 9 に出力する。

【0062】

図 1 0 は、実施例 2 に係る O L T の概略構成を示すブロック図である。この O L T 4 1 - 2 は、W D M 4 3 において、波長 1 のバースト信号と波長 2 の連続信号を受信する。波長 1 の光信号を電気信号に変換する O / E 4 5 a は、受信した上りバースト信号を電気信号に変換する。また、波長 2 の光信号を電気信号に変換する O / E 4 5 b は、受信した上り連続信号を電気信号に変換する。C L K 抽出部 4 9 は、上り連続信号から C L K 1 と C L K 2 を抽出し、C L K 1 を C P U 5 1 に出力し、C L K 2 を E / O 5 9 に出力する。制御信号分離部 5 5 は、上りバースト信号から上りデータ信号と時刻情報を含む制御信号とを分離する。

20

【0063】

C P U 5 1 は、制御信号分離部 5 5 から入力された時刻情報と C L K 抽出部 4 9 から入力された C L K 1 とに基いて、スレイブ O N U に配信する周波数情報および時刻情報を生成する。その際、メモリ 5 3 を用いて、R T T (Round-Trip Time)、すなわち、各スレイブ O N U に対する伝送遅延時間に基づいて、周波数情報および時刻情報を補正する。補正された周波数情報および時刻情報は、制御信号多重部 5 7 に入力される。制御信号多重部 5 7 は、補正された周波数情報および時刻情報と下りデータ信号とを多重する。多重された信号が、電気信号を光信号に変換する E / O 5 9 で光信号に変換され、W D M 4 3 に入力される。W D M 4 3 は、入力された信号を、光ファイバを介して、各スレイブ O N U にマルチキャスト配信する。

30

【0064】

実施例 2 によれば、周波数情報および時刻情報をマスター O N U から O L T を介して各スレイブ O N U にループバック転送することができ、O L T において上りバースト信号を受信する際に、ジッタに起因する周波数および時刻同期の誤差が解消される。

40

【実施例 3】

【0065】

実施例 3 では、マスター O N U は、データ信号や制御信号を上りバースト信号で送信し、周波数情報および時刻情報を R F キャリアに乗せた光ファイバ無線 (RoF) で送信する。O L T において、上り信号を R F 周波数で分波して R o F 信号をベースバンド信号に周波数変換する。これにより、ジッタを発生させずに、周波数情報および時刻情報を抽出する。

【0066】

図 1 1 A は、周波数配置の一例を示す図である。低い周波数領域に上りバースト信号を配置し、周波数 f_1 に周波数情報 (トーン信号) を配置し、周波数 f_2 に時刻情報を配置

50

する。

【0067】

図11Bは、実施例3に係るPONシステムの概略構成を示す図である。マスターONU201-3がGPS信号を取得し、OLT100-3に対して、データ信号や制御信号を上りパースト信号で送信すると共に、周波数情報および時刻情報をRFキャリアに乗せたRoF信号で送信する。OLT100-3は、受信した上り信号をRF周波数で分波し、RoF信号をベースバンド信号に変換後、時刻情報を抽出する。また、周波数情報を上りパースト信号レートから抽出する。

【0068】

OLT100-3は、各スレイブONU202、203との伝送遅延時間に基いて、抽出した周波数情報および時刻情報を補正する。補正した周波数情報および時刻情報を各スレイブONU202、203にマルチキャスト配信する。各スレイブONU202、203は、OLT100-3から受信した周波数情報および時刻情報に基いて、基地局間同期を実現する。なお、図11Bでは、1つのマスターONU201-3と、2つのスレイブONU202、203を示したが、これはあくまでも例示であって、本発明はこれらの数に限定されるわけではない。

10

【0069】

図12は、実施例3に係るマスターONUの概略構成を示すブロック図である。図12において、マスターONU11-3は、GPSアンテナ13が受信した信号を、GPS信号受信部15で取得する。GPSアンテナ13およびGPS信号受信部15は、GPS信号受信装置16を構成する。このGPS信号受信装置16は、マスターONU11-3の外部に設けられても良い。

20

【0070】

GPS信号受信部15は、周波数情報(リファレンスクロック)としての10MHzの信号をCLK生成部17および周波数変換部31aに出力すると共に、時刻情報としての1PPS/TODをCPU19に出力する。CLK生成部17は、クロック信号であるCLK1をCPU19に出力すると共に、クロック信号であるCLK2をE/O23に出力する。周波数変換部31aは、入力された周波数情報(10MHz)を周波数f1に変換してMUX40に出力する。上りデータ信号は、制御信号多重部21に入力され、CPU19から入力される制御情報と共に多重され、MUX40に出力される。

30

【0071】

CPU19は、入力された時刻情報としての1PPS/TODに基いて、時刻情報を周波数変換部31bに出力する。周波数変換部31bは、時刻情報を周波数f2に変換してMUX40に出力する。MUX40は、入力された各周波数を多重して、E/O23に出力する。E/O23は、電気信号を光信号に変換し、光信号をWDM25に出力する。WDM25は、光信号を、光ファイバを介して図示しないOLTに送信する。

【0072】

一方、光ファイバを介してOLTから受信した光信号は、WDM25に入力され、光信号を電気信号に変換するO/E27で電気信号に変換される。制御信号分離部29は、下りデータ信号と制御信号とを分離し、制御信号をCPU19に出力する。

40

【0073】

図13は、実施例3に係るOLTの概略構成を示すブロック図である。このOLT41-3は、WDM43において、上り信号を受信する。光信号を電気信号に変換するO/E45は、受信した上り信号を電気信号に変換する。DEMUX46は、受信した上り信号をRF周波数で分波し、周波数f1、f2、データ信号および制御信号を含む信号を出力する。周波数変換部48aは、周波数f2から時刻情報を抽出し、周波数変換部48bは、周波数f1からCLK1を抽出する。制御信号分離部55は、データ信号および制御信号を含む信号から、上りデータ信号と時刻情報を含む制御信号とを分離する。

【0074】

CPU51は、周波数変換部48aから入力された時刻情報と周波数変換部48bから

50

入力されたCLK1とに基づいて、スレイブONUに配信する周波数情報および時刻情報を生成する。その際、メモリ53を用いて、RTT(Round-Trip Time)、すなわち、各スレイブONUに対する伝送遅延時間に基づいて、周波数情報および時刻情報を補正する。補正された周波数情報および時刻情報は、制御信号多重部57に入力される。制御信号多重部57は、補正された周波数情報および時刻情報と下りデータ信号とを多重する。多重された信号が、電気信号を光信号に変換するE/O59で光信号に変換され、WDM43に入力される。WDM43は、入力された信号を、光ファイバを介して、各スレイブONUにマルチキャスト配信する。

【0075】

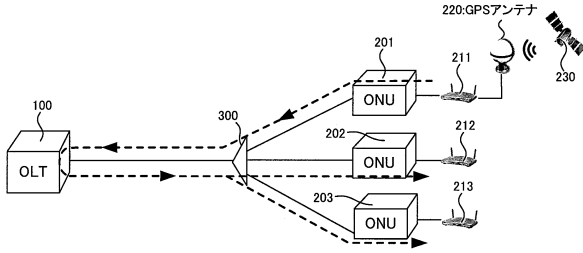
実施例3によれば、周波数情報および時刻情報をマスターONUからOLTを介して各スレイブONUにループバック転送することができ、OLTにおいて上りバースト信号を受信する際に、ジッタに起因する周波数および時刻同期の誤差が解消される。

【符号の説明】

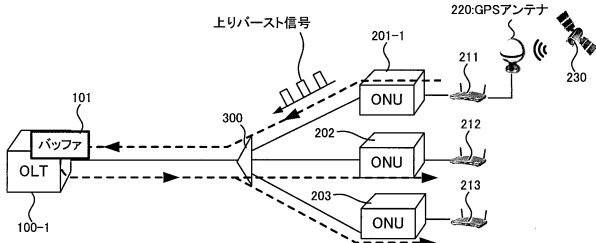
【0076】

11 - 1 ~ 11 - 3	マスターONU	
13	GPSアンテナ	
15	GPS信号受信部	
16	GPS信号受信装置	
17	CLK生成部	
19	CPU	20
21	制御信号多重部	
23、23a、23b、59	E/O	
25、43	WDM	
27、45、45a、45b	O/E	
29	制御信号分離部	
30	CLK抽出部	
31a	周波数変換部	
31b	周波数変換部	
32	周波数変換部	
47	バッファ	30
48a	周波数変換部	
48b	周波数変換部	
49	CLK抽出部	
53	メモリ	
55	制御信号分離部	
57	制御信号多重部	
100、100-1 ~ 100-3	OLT	
101	バッファ	
201、201-1 ~ 201-3	マスターONU	
202、203	スレイブONU	40
211 ~ 213	基地局装置	
220	GPSアンテナ	
230	GPS衛星	
300	光分岐器	

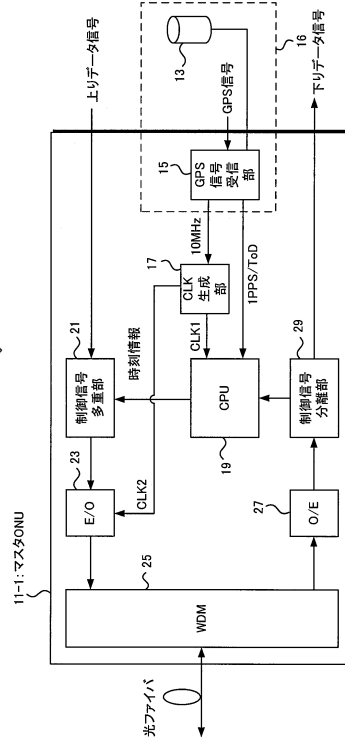
【図1】



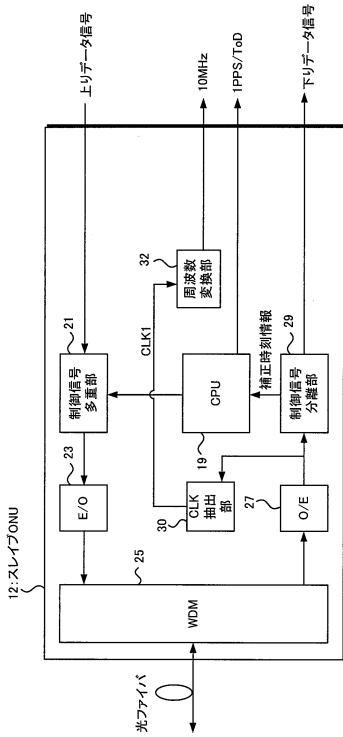
【図2】



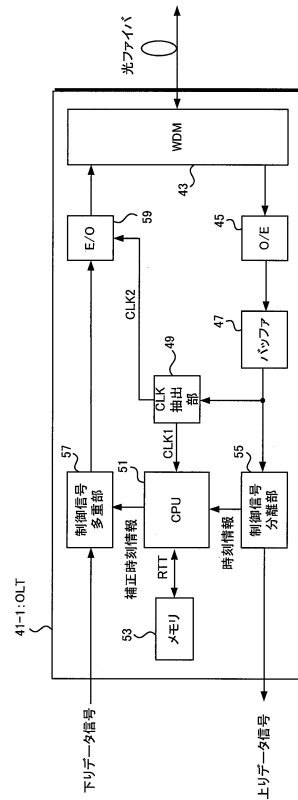
【図3】



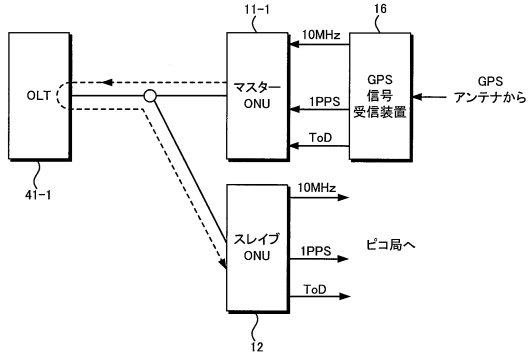
【図4】



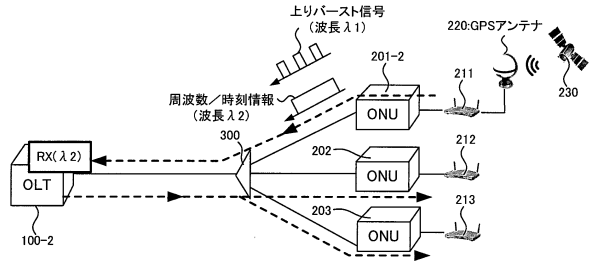
【図5】



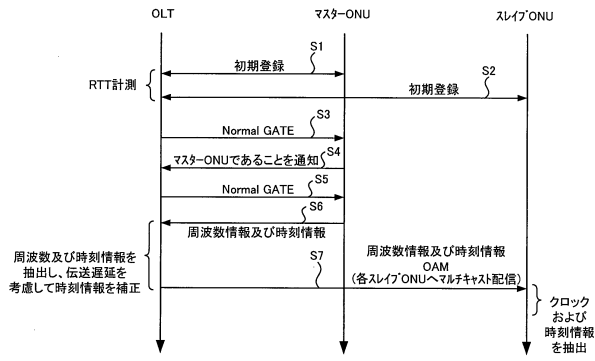
【図6】



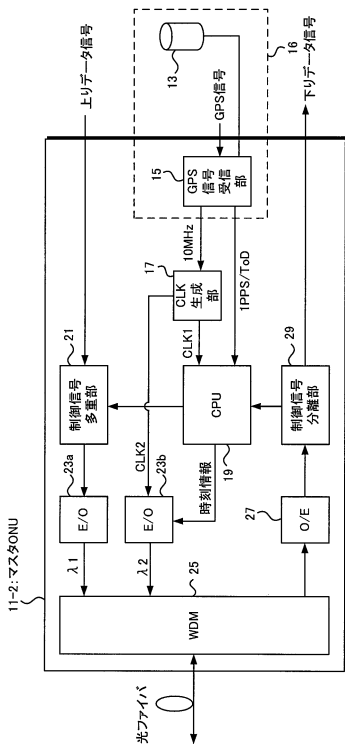
【図8】



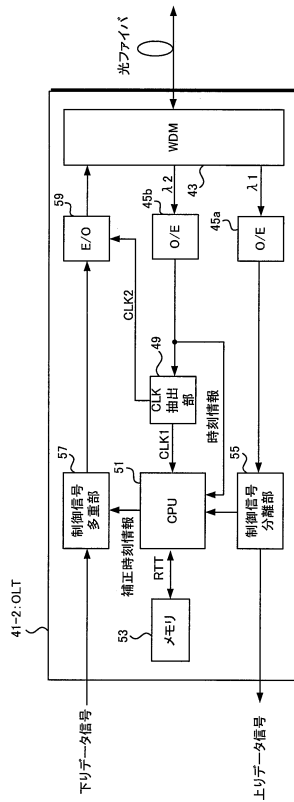
【図7】



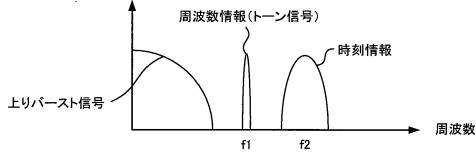
【図9】



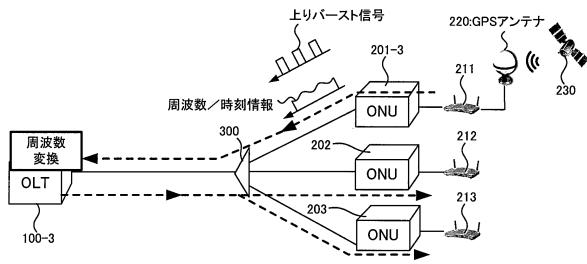
【図10】



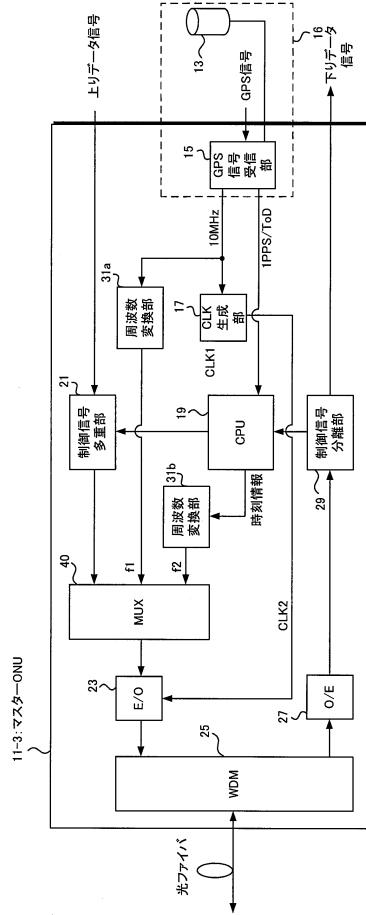
【図11A】



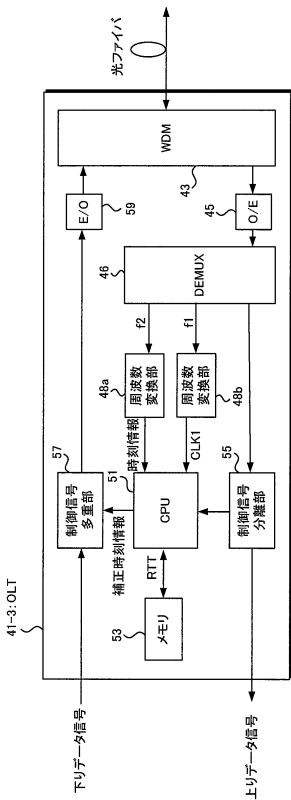
【図11B】



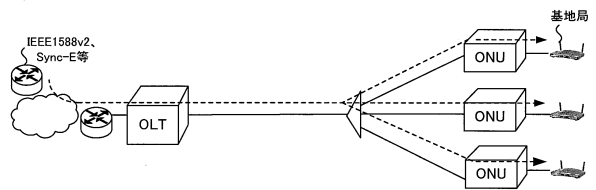
【図12】



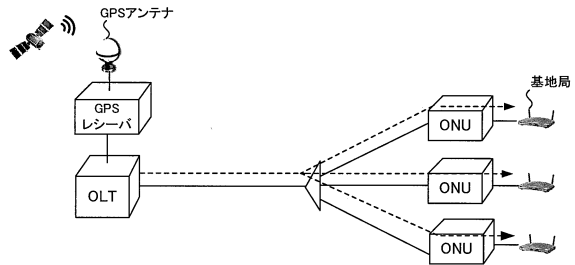
【図13】



【図14A】



【図14B】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2009-065443(JP,A)
特開2009-290626(JP,A)
米国特許出願公開第2012/0008953(US,A1)
特開2012-074799(JP,A)
特開2015-052560(JP,A)
米国特許出願公開第2013/0154877(US,A1)
特開2014-116672(JP,A)
特開2014-135657(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04L 7/00
H04J 3/06