

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号  
特許第7158310号  
(P7158310)

(45)発行日 令和4年10月21日(2022.10.21)

(24)登録日 令和4年10月13日(2022.10.13)

|                          |                     |
|--------------------------|---------------------|
| (51)国際特許分類               | F I                 |
| H 0 4 L 12/44 (2006.01)  | H 0 4 L 12/44 Z     |
| H 0 4 B 10/272 (2013.01) | H 0 4 L 12/44 2 0 0 |
|                          | H 0 4 B 10/272      |

請求項の数 6 (全21頁)

|          |                                  |          |  |
|----------|----------------------------------|----------|--|
| (21)出願番号 | 特願2019-25220(P2019-25220)        | (73)特許権者 | 000006013<br>三菱電機株式会社<br>東京都千代田区丸の内二丁目7番3号   |
| (22)出願日  | 平成31年2月15日(2019.2.15)            | (73)特許権者 | 000004226<br>日本電信電話株式会社<br>東京都千代田区大手町一丁目5番1号 |
| (65)公開番号 | 特開2020-136791(P2020-136791<br>A) | (74)代理人  | 100116964<br>弁理士 山形 洋一                       |
| (43)公開日  | 令和2年8月31日(2020.8.31)             | (74)代理人  | 100120477<br>弁理士 佐藤 賢改                       |
| 審査請求日    | 令和3年6月25日(2021.6.25)             | (74)代理人  | 100135921<br>弁理士 篠原 昌彦                       |
|          |                                  | (74)代理人  | 100083840<br>弁理士 前田 実                        |
|          |                                  | (72)発明者  | 平瀬 貴博  |

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 光通信装置、及び制御方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

親局装置である光通信装置であって、  
子局装置と通信する送受信制御装置と、  
識別子を前記子局装置に割当てするための情報である第1のフレームと、前記子局装置に光信号の送信を開始させる時刻である送信開始時刻を含む情報である第2のフレームとを生成するフレーム生成装置と、

を有し、

前記第1のフレームは、前記フレーム生成装置と前記送受信制御装置を介した前記子局装置との間の通信における情報往復時間である第1の往復時間を含み、

前記送受信制御装置は、前記第1のフレームと前記第2のフレームを受信し、前記送信開始時刻、前記第1の往復時間、前記子局装置が送信する光信号を電気信号に変換する処理と前記電気信号に対する処理とを実行する処理時間である遅延時間、及び前記フレーム生成装置と前記送受信制御装置との間の通信における情報往復時間である第2の往復時間に基づいて、前記子局装置が送信する光信号を前記送受信制御装置が受信する時刻である受信時刻を算出する、

光通信装置。

【請求項2】

親局装置である光通信装置であって、  
子局装置と通信する送受信制御装置と、

前記子局装置に光信号の送信を開始させる時刻である送信開始時刻を含む情報である第3のフレームを生成するフレーム生成装置と、

を有し、

前記第3のフレームは、前記フレーム生成装置と前記送受信制御装置を介した前記子局装置との間の通信における情報往復時間である第1の往復時間を含み、

前記送受信制御装置は、前記第3のフレームを受信し、前記送信開始時刻、前記第1の往復時間、前記子局装置が送信する光信号を電気信号に変換する処理と前記電気信号に対する処理とを実行する処理時間である遅延時間、及び前記フレーム生成装置と前記送受信制御装置との間の通信における情報往復時間である第2の往復時間に基づいて、前記子局装置が送信する光信号を前記送受信制御装置が受信する時刻である受信時刻を算出する、  
光通信装置。

10

【請求項3】

前記第1の往復時間は、前記第3のフレームのパディング領域に登録されている、請求項2に記載の光通信装置。

【請求項4】

前記第1の往復時間は、前記第3のフレームの領域のうち、前記フレーム生成装置の物理アドレスが登録される予定の領域である第1の領域に登録されており、

前記送受信制御装置は、

前記フレーム生成装置の物理アドレスを記憶しており、

前記第3のフレームを受信した場合、前記第3のフレームから前記第1の往復時間を抽出し、前記フレーム生成装置の物理アドレスを前記第1の領域に登録する、

20

請求項2に記載の光通信装置。

【請求項5】

親局装置である光通信装置が有する、子局装置と通信する送受信制御装置とフレーム生成装置とが実行する制御方法であって、

前記フレーム生成装置が、

前記フレーム生成装置と前記送受信制御装置を介した前記子局装置との間の通信における情報往復時間である第1の往復時間を含む、識別子を前記子局装置に割り当てるための情報である第1のフレームと、前記子局装置に光信号の送信を開始させる時刻である送信開始時刻を含む情報である第2のフレームとを生成し、

30

前記送受信制御装置が、

前記第1のフレームと前記第2のフレームを受信し、

前記送信開始時刻、前記第1の往復時間、前記子局装置が送信する光信号を電気信号に変換する処理と前記電気信号に対する処理とを実行する処理時間である遅延時間、及び前記フレーム生成装置と前記送受信制御装置との間の通信における情報往復時間である第2の往復時間に基づいて、前記子局装置が送信する光信号を前記送受信制御装置が受信する時刻である受信時刻を算出する、

制御方法。

【請求項6】

親局装置である光通信装置が有する、子局装置と通信する送受信制御装置とフレーム生成装置とが実行する制御方法であって、

40

前記フレーム生成装置が、

前記フレーム生成装置と前記送受信制御装置を介した前記子局装置との間の通信における情報往復時間である第1の往復時間と、前記子局装置に光信号の送信を開始させる時刻である送信開始時刻とを含む情報である第3のフレームを生成し、

前記送受信制御装置が、

前記第3のフレームを受信し、

前記送信開始時刻、前記第1の往復時間、前記子局装置が送信する光信号を電気信号に変換する処理と前記電気信号に対する処理とを実行する処理時間である遅延時間、及び前記フレーム生成装置と前記送受信制御装置との間の通信における情報往復時間である第2

50

の往復時間に基づいて、前記子局装置が送信する光信号を前記送受信制御装置が受信する時刻である受信時刻を算出する、

制御方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、光通信装置、及び制御方法に関する。

【背景技術】

【0002】

光通信システムであるPON(Passive Optical Network)システムが、知られている。PONシステムは、通信事業者局舎に設置される光通信装置(親局装置とも言う)と、加入者側(子局側とも言う)の複数の光通信装置(子局装置とも言う)とを含む。親局装置は、OLT(Optical Line Termination)と言う。子局装置は、ONU(Optical Network Unit)と言う。

10

【0003】

PONシステムでは、上り信号の時分割多重に基づく制御が行われる。なお、上り信号とは、ONUがOLTに送信する光信号である。当該制御は、IEEE 802.3で標準化されている。時分割多重に基づく制御が行われることで、光信号の衝突を防ぐことができる。また、時分割多重に関する技術が提案されている(特許文献1を参照)。

【0004】

20

従来、OLTは、1つの専用H/W(hardware)装置で実現していた。柔軟かつ迅速に、機能の追加及び機能の削除を可能にするため、OLTの一部の機能を汎用装置で実現することが検討されている。すなわち、検討されているOLTは、専用H/W装置と汎用装置で構成される。汎用装置は、上位装置とも言う。汎用装置は、OLTの機能のうち高レイヤの機能を有する。専用H/W装置は、下位装置とも言う。専用H/W装置は、OLTの機能のうち低レイヤの機能を有する。検討されているOLTのアーキテクチャとして、FASA(Flexible Access System Architecture)が挙げられる(非特許文献1を参照)。

【先行技術文献】

【特許文献】

30

【0005】

【文献】特開2017-152773号公報

【非特許文献】

【0006】

【文献】NTTアクセスサービスシステム研究所「新アクセスシステムアーキテクチャ(FASA) ホワイトペーパー Ver. 2.0」、インターネット<URL: <http://www.anssl.ntt.co.jp/j/FASA/index.html>> Ryo Koma, Masamichi Fujiwara, Jun-ichi Kani, Sang-Yuep Kim, Takahiro Suzuki, Ken-Ichi Suzuki, and Akihiro Otaka, 「Demonstration of Real-Time Burst-Mode Digital Coherent Reception with Wide Dynamic Range in DSP-based PON Upstream」、 「Journal of Lightwave Technology」、2016 IEEE

40

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

上記のように、OLTの機能を複数の装置で実現することが考えられる。OLTの多くの機能は、専用H/W装置で実現するのではなく、汎用装置で実現することが望ましい。例えば、光信号の受信タイミングを決定する機能は、汎用装置で実現する。光信号を受信

50

する機能は、専用H/W装置で実現する。このような機能の割当が行われている場合、汎用装置は、光信号の受信タイミングを算出する。汎用装置は、当該受信タイミングに基づいて、光信号を受信できるように専用H/W装置を制御する。ここで、例えば、10G-EPONシステムなどのシステムでは、16nsを1TQ(Time Quantum)として、時間が管理されている。そのため、汎用装置は、TQ単位で専用H/W装置を制御することになる。しかし、汎用装置がTQ単位で専用H/W装置を制御する場合、汎用装置と専用H/W装置は、高速な通信を実現するIF(interface)を備える必要がある。高速な通信を実現するIFを汎用装置と専用H/W装置に備えることは、コストが高くなる。

【0008】

本発明の目的は、コストを抑制することである。

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明の一態様に係る光通信装置が提供される。光通信装置は、親局装置である。光通信装置は、子局装置と通信する送受信制御装置と、識別子を前記子局装置に割当てするための情報である第1のフレームと、前記子局装置に光信号の送信を開始させる時刻である送信開始時刻を含む情報である第2のフレームとを生成するフレーム生成装置と、を有する。前記第1のフレームは、前記フレーム生成装置と前記送受信制御装置を介した前記子局装置との間の通信における情報往復時間である第1の往復時間を含む。前記送受信制御装置は、前記第1のフレームと前記第2のフレームを受信し、前記送信開始時刻、前記第1の往復時間、前記子局装置が送信する光信号を電気信号に変換する処理と前記電気信号に対する処理とを実行する処理時間である遅延時間、及び前記フレーム生成装置と前記送受信制御装置との間の通信における情報往復時間である第2の往復時間に基づいて、前記子局装置が送信する光信号を前記送受信制御装置が受信する時刻である受信時刻を算出する。

【発明の効果】

【0010】

本発明によれば、コストを抑制できる。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】実施の形態1の光通信システムを示す図である。

【図2】実施の形態1のフレーム生成装置が有する主なハードウェア構成を示す図である。

【図3】実施の形態1のOLTのプロトコルスタックの例(その1)を示す図である。

【図4】実施の形態1のOLTのプロトコルスタックの例(その2)を示す図である。

【図5】実施の形態1のMPCPプロセスを説明するための図である。

【図6】実施の形態1のフレーム生成装置の構成を示す機能ブロック図である。

【図7】実施の形態1のRegisterフレームのフォーマットを示す図である。

【図8】実施の形態1の送受信制御装置の構成を示す機能ブロック図である。

【図9】実施の形態1の管理テーブルの例を示す図である。

【図10】実施の形態1のRTTの算出処理を示す図である。

【図11】実施の形態1のRTT補正值の算出処理を示す図である。

【図12】実施の形態1の光信号の送受信処理の具体例(その1)である。

【図13】実施の形態1の光信号の送受信処理の具体例(その2)である。

【図14】実施の形態2のNormal Gateフレームのフォーマットを示す図である。

【図15】実施の形態2の送受信制御装置の構成を示す機能ブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【0012】

以下、図面を参照しながら実施の形態を説明する。以下の実施の形態は、例にすぎず、本発明の範囲内で種々の変更が可能である。

【0013】

10

20

30

40

50

### 実施の形態 1 .

図 1 は、実施の形態 1 の光通信システムを示す図である。光通信システムは、OLT 10 及び ONU 21 ~ 24 を含む。図 1 は、ONU の数が 4 つの場合を例示している。しかし、ONU の数は、4 つに限らない。OLT 10 と ONU 21 ~ 24 とは、光カプラ 30 を介して接続する。

#### 【0014】

OLT 10 は、ONU に光信号を送信する。OLT 10 が ONU に送信する光信号は、下り信号と称する。また、ONU が OLT 10 に送信する光信号は、上り信号と称する。

#### 【0015】

ONU 21, 22 は、10 Gbps の通信速度で通信する光通信装置である。ONU 23, 24 は、1 Gbps の通信速度で通信する光通信装置である。

10

#### 【0016】

このように、光通信システムは、複数の異なる通信速度で通信するシステムである。そのため、例えば、光通信システムは、10G-EPON (10 Gigabit Ethernet Passive Optical Network) システムと考えるもよい。また、光通信システムでは、16 ns を 1 TQ として、時間が管理されている。

また、光通信システムは、ONU 毎に波長、受光感度、送信パワー、通信速度、変調、符号化、FEC (Forward Error Correction)、暗号、及びフィルタの 1 つ以上の方式が異なる PON システムでもよい。

#### 【0017】

20

OLT 10 は、フレーム生成装置 100 と送受信制御装置 200 とを有する。例えば、フレーム生成装置 100 は、汎用装置と考えるもよい。送受信制御装置 200 は、専用 H/W 装置と考えるもよい。また、OLT 10 は、フレーム生成装置 100 と送受信制御装置 200 とを含む親局制御システムと表現してもよい。

#### 【0018】

フレーム生成装置 100 と送受信制御装置 200 とは、制御方法を実行する装置である。フレーム生成装置 100 は、OLT 10 の機能のうち高レイヤの機能を有する。送受信制御装置 200 は、OLT 10 の機能のうち低レイヤの機能を有する。フレーム生成装置 100 と送受信制御装置 200 とは、汎用的な IF を用いて通信する。例えば、汎用的な IF とは、高速な IF ではない IF である。すなわち、汎用的な IF とは、低速な IF である。例えば、低速な IF は、I2C (登録商標) などである。汎用的な IF をフレーム生成装置 100 と送受信制御装置 200 に備えることは、コストを抑制することができる。

30

#### 【0019】

次に、フレーム生成装置 100 の主なハードウェア構成について説明する。

図 2 は、実施の形態 1 のフレーム生成装置が有する主なハードウェア構成を示す図である。フレーム生成装置 100 は、プロセッサ 101、揮発性記憶装置 102、及び不揮発性記憶装置 103 を有する。

#### 【0020】

プロセッサ 101 は、フレーム生成装置 100 全体を制御する。例えば、プロセッサ 101 は、CPU (Central Processing Unit)、又は FPGA (Field Programmable Gate Array) などである。プロセッサ 101 は、マルチプロセッサでもよい。フレーム生成装置 100 は、処理回路によって実現されてもよく、又は、ソフトウェア、ファームウェア若しくはそれらの組み合わせによって実現されてもよい。なお、処理回路は、単回路又は複回路でもよい。

40

#### 【0021】

揮発性記憶装置 102 は、フレーム生成装置 100 の主記憶装置である。例えば、揮発性記憶装置 102 は、RAM (Random Access Memory) である。不揮発性記憶装置 103 は、フレーム生成装置 100 の補助記憶装置である。例えば、不揮発性記憶装置 103 は、HDD (Hard Disk Drive) 又は SSD (Solid State Drive) である。

50

送受信制御装置 200 と ONU 21 ~ 24 は、フレーム生成装置 100 と同様に、プロセッサ、揮発性記憶装置、及び不揮発性記憶装置を有する。

【0022】

図 3 は、実施の形態 1 の OLT のプロトコルスタックの例 (その 1) を示す図である。フレーム生成装置 100 の枠 104 中の機能は、プロセッサ 101 が予め決められたプログラムを実行することで、実現することができる。

フレーム生成装置 100 は、IF 機能部 110 を有する。送受信制御装置 200 は、IF 機能部 210 を有する。IF 機能部 110 と IF 機能部 210 は、通信できる。

【0023】

図 3 は、OLT 機能のレイヤの分割点が RS (Reconciliation Sublayer) と PCS (Physical Coding Sublayer) の間であることを示している。しかし、OLT 機能のレイヤの分割点は、RS と PCS の間以外でもよい。

10

ここで、OLT 10 は、従来の OLT とアダプタを有してもよい。ここで、従来の OLT は、専用装置と称する。

【0024】

図 4 は、実施の形態 1 の OLT のプロトコルスタックの例 (その 2) を示す図である。OLT 10 は、専用装置 300 とアダプタ 400 を有する。アダプタ 400 は、デジタル信号処理を行う。例えば、アダプタ 400 は、デジタル信号処理として、適応等化アルゴリズムを用いて、偏波モード分散 (PMD: Polarization Mode Dispersion) 及び波長分散 (CD: Chromatic Dispersion) 等の影響による波形歪みを補償する。また、例えば、適応等化アルゴリズムは、QPSK (Quadrature Phase Shift Keying) で変調された位相変調信号をデジタルコヒーレント受信するときに用いられる CMA (Constant Modulus Algorithm) である。なお、例えば、デジタル信号処理は、非特許文献 2 に記載されている。

20

【0025】

次に、MPCP (Multi-Point Control Protocol) プロセスについて説明する。

図 5 は、実施の形態 1 の MPCP プロセスを説明するための図である。図 5 は、OLT 10 と ONU 21 とを用いて説明する。

30

【0026】

(ステップ S101) OLT 10 は、論理的な接続関係を確立するために、Discovery Gate フレームを送信する。

(ステップ S102) OLT 10 は、Discovery Gate フレームを送信する。

このように、OLT 10 は、定期的に Discovery Gate フレームを送信する。

【0027】

(ステップ S103) ONU 21 は、Discovery Gate フレームを受信した場合、Register Request フレームを OLT 10 に送信する。

40

(ステップ S104) OLT 10 は、Register Request フレームを受信する。OLT 10 は、Register Request フレームを受信することで、ONU 21 の存在を検出する。また、OLT 10 は、OLT 10 と ONU 21 との間のフレーム往復時間を把握する。フレーム往復時間は、RTT (Round Trip Time) とも言う。

【0028】

OLT 10 は、Register フレームを送信する。Register フレームは、LLID (Logical Link Identifier) を ONU 21 に割当てするための情報である。LLID は、識別子とも言う。

50

ONU 21にLLIDを割当てること、ONU 21は、割当てられたLLIDを含むフレームを受信した場合、自分宛に送信された情報であることを検出できる。

【0029】

(ステップS105)OLT10は、Normal Gateフレームを送信する。Normal Gateフレームは、上り信号の送信開始時刻を含む。送信開始時刻は、ONUに上り信号の送信を開始させる時刻である。また、送信開始時刻は、上り信号の送信の開始を許可する時刻と表現してもよい。

(ステップS106)ONU21は、Normal Gateフレームに含まれている送信開始時刻に、Register ACKフレームを送信する。

【0030】

(ステップS107)OLT10は、Register ACKフレームを受信する。OLT10は、Register ACKフレームを受信することで、LLIDの登録を完了する。これにより、OLT10とONU21との間で論理的な接続関係が確立する。ここで、論理的な接続関係をPONリンクとも言う。

OLT10は、Normal Gateフレームを送信する。

【0031】

(ステップS108)ONU21は、自装置内に蓄積しているデータのデータ量をReportフレームに登録する。ここで、当該データ量は、送信要求データ量とも言う。ONU21は、Reportフレームを送信する。

(ステップS109)OLT10は、上り信号の送信開始時刻と帯域とをNormal Gateフレームに登録する。OLT10は、Normal Gateフレームを送信する。

(ステップS110)ONU21は、Normal Gateフレームに含まれている送信開始時刻に、データを含む上り信号を送信する。

【0032】

ここで、実施の形態1の概要を説明する。なお、以下の説明では、ONU21を用いて説明するが、ONUは、ONU22~24の何れか1つのONUでもよい。

フレーム生成装置100は、RegisterフレームとNormal Gateフレームを生成する。Registerフレームは、第1のフレームとも言う。Normal Gateフレームは、第2のフレーム又は第3のフレームとも言う。Registerフレームは、RTTを含む。RTTは、第1の往復時間とも言う。第1の往復時間は、フレーム生成装置100と送受信制御装置200を介したONU21との間の通信における情報往復時間である。

【0033】

送受信制御装置200は、ONU21と通信する。送受信制御装置200は、RegisterフレームとNormal Gateフレームをフレーム生成装置100から受信する。送受信制御装置200は、送信開始時刻、RTT、遅延時間、及びRTTに基づいて、受信時刻を算出する。

【0034】

遅延時間は、ONU21が送信した光信号を送受信制御装置200が受信した時点から受信した光信号に基づく電気信号を送受信制御装置200がフレーム生成装置100に送信するまでの時間である。遅延時間は、ONU21が送信する光信号を電気信号に変換する処理と当該電気信号に対する処理とを実行する処理時間であると表現してもよい。なお、遅延時間は、後述するTである。

【0035】

RTTは、フレーム生成装置100と送受信制御装置200との間の通信における情報往復時間である。RTTは、RTT補正值又は第2の往復時間とも言う。

受信時刻は、ONU21が送信する光信号を受信する時刻である。

【0036】

このように、送受信制御装置200は、受信時刻を算出する。送受信制御装置200が

10

20

30

40

50

受信時刻を算出することで、フレーム生成装置 100 は、受信時刻を算出しなくて済む。すなわち、フレーム生成装置 100 は、光信号の受信タイミングを算出しなくて済む。フレーム生成装置 100 が光信号の受信タイミングを算出しないのであれば、フレーム生成装置 100 は、受信タイミングに基づいて光信号を受信できるように送受信制御装置 200 を制御しなくて済む。フレーム生成装置 100 が当該制御を実行しないのであれば、フレーム生成装置 100 と送受信制御装置 200 とは、高速な通信を実現する I F を備えなくて済む。すなわち、フレーム生成装置 100 と送受信制御装置 200 とは、汎用な I F を備えれば済む。汎用な I F をフレーム生成装置 100 と送受信制御装置 200 とに備えることは、コストを抑制することができる。

#### 【0037】

次に、フレーム生成装置 100 と送受信制御装置 200 について詳細に説明する。

図 6 は、実施の形態 1 のフレーム生成装置の構成を示す機能ブロック図である。フレーム生成装置 100 は、I F 機能部 110 とフレーム生成部 120 を有する。

I F 機能部 110 とフレーム生成部 120 の一部又は全部は、プロセッサ 101 によって実現してもよい。I F 機能部 110 とフレーム生成部 120 の一部又は全部は、プロセッサ 101 が実行するプログラムのモジュールとして実現してもよい。

#### 【0038】

I F 機能部 110 は、フレーム生成部 120 が生成した M P C P フレームを送受信制御装置 200 に送信する。M P C P フレームとは、D i s c o v e r y G a t e フレーム、R e g i s t e r フレーム、N o r m a l G a t e フレーム、R e p o r t フレームなどである。また、I F 機能部 110 は、送受信制御装置 200 から情報を受信する。なお、I F 機能部 110 は、R S の機能を含むものとする。

#### 【0039】

フレーム生成部 120 は、M P C P 機能に関する制御、光信号の送受信におけるスケジューリング、及び M P C P フレームを生成する。具体的には、フレーム生成部 120 は、P O N リnkの確立、R T T の算出、L L I D それぞれに対応する O N U 種別及び R T T の管理、及び送信開始時刻の決定である。

#### 【0040】

上記で説明したように、フレーム生成部 120 は、M P C P フレームのうちの R e g i s t e r フレームを生成する。ここで、フレーム生成部 120 が生成する R e g i s t e r フレームには、L L I D と当該 L L I D に対応する O N U 種別及び R T T とが登録される。ここで、R e g i s t e r フレームのフォーマットを説明する。

#### 【0041】

図 7 は、実施の形態 1 の R e g i s t e r フレームのフォーマットを示す図である。図 7 は、L L I D が A s s i g n e d p o r t フィールドに登録されることを示している。また、図 7 は、L L I D に対応する R T T と O N U 種別とが P a d d i n g フィールドに登録されることを示している。

また、フレーム生成部 120 は、R T T 補正値を算出する。R T T 補正値の算出は、後で説明する。

#### 【0042】

図 8 は、実施の形態 1 の送受信制御装置の構成を示す機能ブロック図である。送受信制御装置 200 は、I F 機能部 210、光送受信部 220、信号処理部 230、情報抽出部 240、制御信号生成部 250、時間管理部 260、及び記憶部 270 を有する。

記憶部 270 は、送受信制御装置 200 が有する揮発性記憶装置及び不揮発性記憶装置に確保した記憶領域として実現できる。

#### 【0043】

I F 機能部 210、光送受信部 220、信号処理部 230、情報抽出部 240、制御信号生成部 250、及び時間管理部 260 の一部又は全部は、送受信制御装置 200 が有するプロセッサによって実現してもよい。I F 機能部 210、光送受信部 220、信号処理部 230、情報抽出部 240、制御信号生成部 250、及び時間管理部 260 の一部又は

10

20

30

40

50



全部は、送受信制御装置 200 が有するプロセッサが実行するプログラムのモジュールとして実現してもよい。

#### 【0044】

IF機能部 210 は、フレーム生成装置 100 と通信する。IF機能部 210 は、Loopback機能 を有する場合がある。Loopback機能については、後で説明する。

光送受信部 220 は、ONU 21 ~ 24 が送信した上り信号を受信する。光送受信部 220 は、上り信号を電気信号に変換する。光送受信部 220 は、変換した電気信号を信号処理部 230 に送信する。

#### 【0045】

また、ONU 21 ~ 24 の通信速度は、1 Gbps 又は 10 Gbps である。このように、通信速度が混在しているため、光送受信部 220 は、帯域、ゲインなどを動的に切り替える。すなわち、光送受信部 220 は、上り信号を送信する送信元を識別した上で上り信号を受信する必要がある。そのため、光送受信部 220 には、タイミング制御信号が送信される。光送受信部 220 は、タイミング制御信号に基づいて、制御される。タイミング制御信号は、レートセレクト信号と受信リセット信号の 2 つである。レートセレクト信号は、Rx\_SELECT 信号と記載する場合がある。受信リセット信号は、Rx\_RESET 信号と記載する場合がある。レートセレクト信号は、受信帯域に応じて、光送受信部 220 の受信回路を切り替えるための信号である。受信リセット信号は、受信帯域を切り替える際に受信回路に対してリセットを行うための信号である。なお、タイミング制御信号は、制御信号生成部 250 で生成される。

#### 【0046】

また、光送受信部 220 は、信号処理部 230 から受信した電気信号を下り信号に変換する。光送受信部 220 は、下り信号を送信する。

信号処理部 230 は、FEC、暗号化、符号化などの PCS 機能と、シリアル/パラレル変換、変調、復調などの PMA (Physical Media Attachment) 機能を有する。このように、信号処理部 230 は、電気信号をフレーム生成装置 100 に送信するための前処理を行う。

#### 【0047】

情報抽出部 240 は、MPCP フレームから情報を抽出する。具体的には、情報抽出部 240 は、Register フレームから LLID、RTT、及び ONU 種別を抽出する。情報抽出部 240 は、LLID、RTT、及び ONU 種別を管理テーブルに登録する。ここで、管理テーブルの具体例を示す。

#### 【0048】

図 9 は、実施の形態 1 の管理テーブルの例を示す図である。管理テーブル 271 は、記憶部 270 に格納される。管理テーブル 271 は、項番、LLID、RTT、及び ONU 種別の項目を有する。

また、情報抽出部 240 は、Normal Gate フレームのプリアンブルに記載された LLID と、ONU の送信開始時刻を抽出する。なお、ONU の送信開始時刻は、GST (Grant Start Time) とも言う。情報抽出部 240 は、LLID と ONU の送信開始時刻とを制御信号生成部 250 に通知する。

#### 【0049】

情報抽出部 240 は、Discovery Gate フレームの TimeStamp フィールドの値を抽出する。情報抽出部 240 は、抽出した値を時間管理部 260 に通知する。これにより、フレーム生成装置 100 と送受信制御装置 200 との時刻が同期する。また、情報抽出部 240 は、Discovery Gate フレームの Start Time フィールドの値を抽出する。情報抽出部 240 は、抽出した値を制御信号生成部 250 に通知する。

#### 【0050】

情報抽出部 240 は、後述する Loopback OFF フレームから RTT 補正値を抽出する。情報抽出部 240 は、RTT 補正値を記憶部 270 に格納する。

10

20

30

40

50

制御信号生成部250は、Register Requestフレームを送受信制御装置200で正しく受信するために、Start TimeとONU種別に基づいて、Rx\_SELECT信号とRx\_RESET信号を生成する。制御信号生成部250は、Rx\_SELECT信号とRx\_RESET信号を光送受信部220に出力する。

【0051】

制御信号生成部250は、受信時刻を算出する。受信時刻の算出方法については、後で説明する。

また、制御信号生成部250は、ONUが送信したデータを送受信制御装置200で正しく受信するために、ONU種別に基づいて、Rx\_SELECT信号とRx\_RESET信号を生成する。なお、生成するタイミングは、受信時刻とガードタイムに基づいて、決定される。制御信号生成部250は、Rx\_SELECT信号とRx\_RESET信号を光送受信部220に出力する。

10

【0052】

時間管理部260は、情報抽出部240が抽出したTimeStampの値を16nsごとにインクリメントする。なお、TimeStampの値は、TQ単位で表される。時間管理部260は、カウンタした値を制御信号生成部250に提供する。

【0053】

次に、RTTの算出処理について説明する。

図10は、実施の形態1のRTTの算出処理を示す図である。図10の横軸は、時間である。

20

ここで、ONU22には、LLIDが割り当てられていないものとする。また、ONU22は、Discovery GateフレームをOLT10から受信しているものとする。例えば、ONU22は、図5のステップS102の状態である。Discovery Gateフレームには、GST0が登録されている。なお、GSTは、送信開始時刻である。

【0054】

ONU22は、上り信号としてRegister RequestフレームをGST0に送信する。

光送受信部220は、Register Requestフレームを受信する。なお、Register Requestフレームが送受信制御装置200に受信された時刻は、RX0\_HWである。

30

【0055】

信号処理部230は、Register Requestフレームに対して処理を行う。当該処理が終了した後、IF機能部210は、Register Requestフレームをフレーム生成装置100に送信する。IF機能部110は、Register Requestフレームを受信する。なお、Register Requestフレームがフレーム生成装置100に受信された時刻は、RX0\_SERVERである。

ここで、フレーム生成装置100は、式(1)を用いてRTTを算出できる。

【0056】

$$RTT\#0 = RX0\_SERVER - GST0 \cdots (1)$$

40

【0057】

フレーム生成装置100と送受信制御装置200の間には、距離がある。そのため、フレーム生成装置100は、Register Requestフレームを受信するまでに時間がかかる。当該時間は、RTT補正值と表現する。また、RTT補正值は、RTTと記載する。

ここで、RX0\_HWは、式(2)を用いて表現できる。

【0058】

$$RX0\_HW = GST0 + RTT\#0 - (T + RTT) \cdots (2)$$

【0059】

式(2)のTは、光送受信部220が上り信号を電気信号に変換する処理を実行する

50

時間と、信号処理部 230 が当該電気信号に対する処理を実行する時間との合計時間である。

なお、 $T$ と $RTT$ 補正值は、変動しない値である。光送受信部 220 と信号処理部 230 が実行する時間は、予め計測することが可能である。すなわち、 $T$ は、予め計測することが可能である。そのため、予め計測された  $T$ は、記憶部 270 に格納されてもよい。

#### 【0060】

ここで、 $RTT$ 補正值の算出処理について説明する。

図 11 は、実施の形態 1 の  $RTT$ 補正值の算出処理を示す図である。図 11 の処理は、フレーム生成装置 100 と送受信制御装置 200 とが通信できる状態になった後、実行される。

10

フレーム生成部 120 は、Loopback ON フレームを生成する。IF 機能部 110 は、Loopback ON フレームを送信する。IF 機能部 210 は、Loopback ON フレームを受信する。IF 機能部 210 は、Loopback 機能を ON にする。

#### 【0061】

フレーム生成部 120 は、Time Stamp を含む  $RTT$ 補正值測定フレームを生成する。IF 機能部 110 は、時刻  $t_1$  に、 $RTT$ 補正值測定フレームを送受信制御装置 200 に送信する。IF 機能部 210 は、 $RTT$ 補正值測定フレームをフレーム生成装置 100 に送信する。このように、 $RTT$ 補正值測定フレームは、ループバックされる。IF 機能部 110 は、時刻  $t_2$  に、 $RTT$ 補正值測定フレームを受信する。

20

フレーム生成部 120 は、式 (3) を用いて、 $RTT$ 補正值を算出する。なお、 $RTT$ 補正值は、 $RTT$ である。

#### 【0062】

$$RTT = t_2 - t_1 \cdots (3)$$

#### 【0063】

このように、 $RTT$ 補正值は、算出される。

フレーム生成部 120 は、 $RTT$ を含む Loopback OFF フレームを生成する。IF 機能部 110 は、Loopback OFF フレームを送受信制御装置 200 に送信する。IF 機能部 210 は、Loopback OFF フレームを受信する。IF 機能部 210 は、Loopback 機能を OFF にする。

30

#### 【0064】

IF 機能部 210 は、Loopback OFF フレームを情報抽出部 240 に送信する。情報抽出部 240 は、Loopback OFF フレームから  $RTT$ を抽出する。情報抽出部 240 は、 $RTT$ を記憶部 270 に格納する。

#### 【0065】

$RTT$ は、上記の方法以外の方法で記憶部 270 に格納されてもよい。例えば、 $RTT$ は、OTDR (Optical Time Domain Reflectometer) などにより測定される。測定された  $RTT$ を格納している外部端末 (図示を省略) は、 $RTT$ を記憶部 270 に格納する。

40

#### 【0066】

次に、光信号の送受信処理について、図 12, 13 を用いて説明する。

図 12 は、実施の形態 1 の光信号の送受信処理の具体例 (その 1) である。図 13 は、実施の形態 1 の光信号の送受信処理の具体例 (その 2) である。

ここで、ONU 21 には、LLID が割り当てられていないものとする。ONU 23 には、LLID が割り当てられているものとする。

#### 【0067】

フレーム生成部 120 は、Discovery Gate フレームを時刻  $T_1$  に生成する。IF 機能部 110 は、Discovery Gate フレームを送受信制御装置 200 に送信する。

50

IF機能部210は、Discovery Gateフレームを受信する。情報抽出部240は、Discovery GateフレームのTime Stampフィールドに登録されている値T1とStart Timeフィールドに登録されている値T2とを抽出する。

【0068】

情報抽出部240は、値T1を時間管理部260に送信する。時間管理部260は、値T1を時刻カウンタにロードする。これにより、フレーム生成装置100と送受信制御装置200との時刻が同期する。

また、情報抽出部240は、Discovery Information fieldの値からONU種別を抽出する。ONU種別は、1である。すなわち、ONU種別は、10 GbpsのONUであることを示している。情報抽出部240は、値T2とONU種別とを制御信号生成部250に送信する。

10

【0069】

制御信号生成部250は、時間管理部260が管理している時刻カウンタの値と値T2を比較する。制御信号生成部250は、値T2よりもガードタイム前にRx\_SELECT信号とRx\_RESET信号を生成する。ここで、Rx\_SELECT信号の論理レベルは、ONU種別に基づいて決定される。ONU種別が1である場合、Rx\_SELECT信号の論理レベルは、Highである。ONU種別が0である場合、Rx\_SELECT信号の論理レベルは、Lowである。制御信号生成部250は、情報抽出部240が送信したONU種別が1であるため、Rx\_SELECT信号の論理レベルをHighにする。制御信号生成部250は、Rx\_SELECT信号とRx\_RESET信号を光送受信部220に送信する。

20

【0070】

信号処理部230は、Discovery Gateフレームに対してPCSとPMAの処理を行う。処理が終わった後、光送受信部220は、Discovery Gateフレームを送信する。

【0071】

ONU21は、Discovery Gateフレームを受信する。ONU21は、Discovery GateフレームのTime Stampフィールドに登録されている値T1を抽出する。ONU21は、ONU21内で管理しているローカルタイムを値T1と同期させる。ONU21は、ローカルタイムがDiscovery GateフレームのStart Timeフィールドに登録されている値T2になった後、ランダム遅延時間の間、待機する。ONU21は、ランダム遅延時間後、Register Requestフレームを上り信号として、送信する。なお、Register Requestフレームが送信された時刻は、時刻T3とする。また、時刻T3は、Register RequestフレームのTime Stampフィールドに登録されている。

30

【0072】

光送受信部220は、Register Requestフレームを受信する。なお、光送受信部220は、Rx\_SELECT信号の論理レベルがHighになっているため、Register Requestフレームを正しく受信できる。

40

信号処理部230は、Register Requestフレームに対してPCSとPMAの処理を行う。処理が終わった後、IF機能部210は、Register Requestフレームをフレーム生成装置100に送信する。

【0073】

フレーム生成部120は、Register Requestフレームを時刻T4に受信したとする。

フレーム生成部120は、式(4)を用いて、RTT#1を算出する。

【0074】

$$RTT\#1 = T4 - T3 \cdots (4)$$

【0075】

50

なお、式(4)の時刻T3は、Register Requestフレームに含まれていた時刻である。

フレーム生成部120は、ONU21にLLIDを割り当てる。なお、LLIDは、0x0001とする。フレーム生成部120は、Registerフレームを生成する。また、Registerフレームには、RTT#1、ONU種別、及びLLIDが登録されている。なお、ONU種別は、1である。また、LLIDは、0x0001である。IF機能部110は、Registerフレームを送受信制御装置200に送信する。

【0076】

IF機能部210は、Registerフレームを受信する。情報抽出部240は、RTT#1、ONU種別、及びLLIDをRegisterフレームから抽出する。情報抽出部240は、RTT#1、ONU種別、及びLLIDを管理テーブル271に登録する。

10

情報抽出部240がRegisterフレームからRTT#1などを抽出した後、信号処理部230は、Registerフレームに対してPCSとPMAの処理を行う。処理が終わった後、光送受信部220は、Registerフレームを送信する。

【0077】

フレーム生成部120は、ONU21宛のNormal Gateフレームを生成する。Normal Gateフレームには、LLID、GST1、及びGL1が登録されている。LLIDは、0x0001である。また、GL1は、送信帯域情報である。IF機能部110は、Normal Gateフレームを送受信制御装置200に送信する。

【0078】

20

IF機能部210は、Normal Gateフレームを受信する。情報抽出部240は、Normal GateフレームからLLIDとGST1を抽出する。情報抽出部240は、LLIDとGST1を制御信号生成部250に送信する。制御信号生成部250は、LLIDをキーとして、管理テーブル271に登録されているRTTとONU種別を取得する。なお、取得されたRTTとONU種別は、RTT#1と1である。

制御信号生成部250は、式(5)を用いて、ONU21が送信する上り信号の受信時刻RX1\_\_HWを算出する。

【0079】

$$RX1\_HW = GST1 + RTT\#1 - (T + RTT) \cdots (5)$$

【0080】

30

制御信号生成部250は、時間管理部260が管理している時刻カウンタの値とRX1\_\_HWを比較する。制御信号生成部250は、RX1\_\_HWよりもガードタイム前にRx\_\_SELECT信号とRx\_\_RESET信号を生成する。なお、Rx\_\_SELECT信号の論理レベルは、Highである。制御信号生成部250は、Rx\_\_SELECT信号とRx\_\_RESET信号を光送受信部220に送信する。

信号処理部230は、Normal Gateフレームに対してPCSとPMAの処理を行う。処理が終わった後、光送受信部220は、Normal Gateフレームを送信する。

【0081】

ONU21は、Normal Gateフレームを受信する。Local TimeがGST1になった場合、ONU21は、Register Ackフレームを送信する。

40

光送受信部220は、時刻RX1\_\_HWにRegister Ackフレームを受信する。なお、光送受信部220は、Rx\_\_SELECT信号の論理レベルがHighになっているため、Register Ackフレームを受信できる。

【0082】

信号処理部230は、Register Ackフレームに対してPCSとPMAの処理を行う。処理が終わった後、IF機能部210は、Register Ackフレームをフレーム生成装置100に送信する。

IF機能部110は、時刻RX1\_\_SERVERに、Register Ackフレームを受信する。なお、時刻RX1\_\_SERVERは、式(6)を用いて表現できる。

50

## 【0083】

$$RX1\_SERVER = GST1 + RTT\#1 \cdots (6)$$

## 【0084】

フレーム生成部120は、Register Ackフレームに対して処理を行う。  
 フレーム生成部120は、ONU23宛のNormal Gateフレームを生成する。  
 Normal Gateフレームには、LLID、GST2、及びGL2が登録されている。LLIDは、0x0002である。また、GL2は、送信帯域情報である。IF機能部110は、Normal Gateフレームを送受信制御装置200に送信する。

## 【0085】

ここで、管理テーブル271には、0x0002に対応するRTTがRTT#2であることが登録されているものとする。また、管理テーブル271には、0x0002に対応するONU種別が0であることが登録されているものとする。

10

## 【0086】

IF機能部210は、Normal Gateフレームを受信する。情報抽出部240は、Normal GateフレームからLLIDとGST2を抽出する。情報抽出部240は、LLIDとGST2を制御信号生成部250に送信する。制御信号生成部250は、LLIDをキーとして、管理テーブル271に登録されているRTTとONU種別を取得する。なお、取得されたRTTとONU種別は、RTT#2と0である。

制御信号生成部250は、式(7)を用いて、ONU21が送信する上り信号の受信時刻RX2\_HWを算出する。

20

## 【0087】

$$RX2\_HW = GST2 + RTT\#2 - (T + RTT) \cdots (7)$$

## 【0088】

制御信号生成部250は、時間管理部260が管理している時刻カウンタの値とRX2\_HWを比較する。制御信号生成部250は、RX2\_HWよりもガードタイム前にRx\_SELECT信号とRx\_RESET信号を生成する。なお、Rx\_SELECT信号の論理レベルは、Lowである。制御信号生成部250は、Rx\_SELECT信号とRx\_RESET信号を光送受信部220に送信する。

## 【0089】

信号処理部230は、Normal Gateフレームに対してPCSとPMAの処理を行う。処理が終わった後、光送受信部220は、Normal Gateフレームを送信する。

30

ONU23は、Normal Gateフレームを受信する。Local TimeがGST2になった場合、ONU21は、データを送信する。

## 【0090】

光送受信部220は、時刻RX2\_HWにデータを受信する。なお、光送受信部220は、Rx\_SELECT信号の論理レベルがLowになっているため、上り信号を受信できる。

信号処理部230は、データに対してPCSとPMAの処理を行う。処理が終わった後、IF機能部210は、データをフレーム生成装置100に送信する。

40

IF機能部110は、時刻RX2\_SERVERに、データを受信する。なお、時刻RX2\_SERVERは、式(8)を用いて表現できる。

## 【0091】

$$RX2\_SERVER = GST2 + RTT\#2 \cdots (8)$$

## 【0092】

このように、送受信制御装置200は、算出した受信時刻に上り信号を受信できる。  
 実施の形態1によれば、OLT10は、フレーム生成装置100と送受信制御装置200に高速なIFを備えなくて済む。よって、OLT10は、コストを抑制できる。

## 【0093】

また、実施の形態1では、RTTがRegisterフレームに含まれる場合を示した

50

。しかし、R T Tは、N o r m a l G a t eフレームのP a d d i n gフィールド（パディング領域）に含まれてもよい。また、R T TがN o r m a l G a t eフレームに含まれる場合、P a d d i n gフィールドが、1 5 b y t eから3 9 b y t eに変動する。しかし、R T TがR e g i s t e rフレームに含まれる場合、P a d d i n gフィールドのデータ長は固定であるため、P a d d i n gフィールドは、3 2 b y t eから変動しない。

#### 【0094】

また、O L T 1 0は、O N Uそれぞれに対応するR T Tを算出した後、次の処理を行ってもよい。O L T 1 0は、R T Tの値が小さいO N Uへの下り信号に対してF E Cを無効にする。理由は、O L T 1 0とO N Uの距離が短い場合、光信号の劣化が小さいからである。

10

#### 【0095】

実施の形態2 .

次に、実施の形態2を説明する。実施の形態1と相違する事項を主に説明し、実施の形態1と共通する事項の説明を省略する。実施の形態2は、図1～6, 8～13を参照する。

実施の形態1では、R T TがP a d d i n gフィールドに登録される場合を説明した。実施の形態2では、R T TがM A C ( M e d i a A c c e s s C o n t r o l ) - S A ( S o u r c e A d d r e s s )に登録される場合を説明する。

#### 【0096】

フレーム生成装置100について、説明する。

20

フレーム生成部120は、N o r m a l G a t eフレームを生成する。ここで、N o r m a l G a t eフレームのフォーマットの具体例を示す。

#### 【0097】

図14は、実施の形態2のN o r m a l G a t eフレームのフォーマットを示す図である。フレーム生成部120は、M A C - S AフィールドにR T TとO N U種別を登録する。このように、R T Tは、N o r m a l G a t eフレームのフィールドのうち、フレーム生成装置100のM A Cアドレスが登録される予定の領域であるM A C - S Aフィールドに登録される。また、M A C - S Aフィールドは、第1の領域とも言う。

#### 【0098】

ここで、M A C - S Aフィールドに登録されているR T Tは、R T T # 2とする。また、N o r m a l G a t eフレームには、G S T 2が登録されているものとする。

30

I F機能部110は、N o r m a l G a t eフレームを送受信制御装置200に送信する。

#### 【0099】

図15は、実施の形態2の送受信制御装置の構成を示す機能ブロック図である。送受信制御装置200は、さらに、上書き部280を有する。図8に示される構成と同じ又は対応する図15の構成は、図8に示される符号と同じ符号を付している。

情報抽出部240は、I F機能部210がD i s c o v e r y G a t eフレームを受信した場合、D i s c o v e r y G a t eフレームのM A C - S Aフィールドの値を抽出する。M A C - S Aフィールドの値は、フレーム生成装置100のM A Cアドレスである。なお、M A Cアドレスは、物理アドレスとも言う。情報抽出部240は、フレーム生成装置100のM A Cアドレスを記憶部270に格納する。

40

#### 【0100】

情報抽出部240は、I F機能部210がN o r m a l G a t eフレームを受信した場合、N o r m a l G a t eフレームからR T T # 2、G S T 2、及びO N U種別を抽出する。情報抽出部240は、R T T # 2、G S T 2、及びO N U種別を制御信号生成部250に送信する。

これにより、制御信号生成部250は、受信時刻を算出することができる。例えば、制御信号生成部250は、式(7)を用いて、受信時刻R X 2 \_ H Wを算出する。

#### 【0101】

50

情報抽出部 240 は、Normal Gate フレームを上書き部 280 に送信する。上書き部 280 は、フレーム生成装置 100 の MAC アドレスを記憶部 270 から取得する。上書き部 280 は、Normal Gate フレームの MAC - SA フィールドに登録されている RTT 及び ONU 種別をフレーム生成装置 100 の MAC アドレスに上書きする。このように、上書き部 280 は、Normal Gate フレームが受信された場合、Normal Gate フレームの MAC - SA フィールドにフレーム生成装置 100 の MAC アドレスを登録する。

【0102】

上書き部 280 は、Normal Gate フレームを信号処理部 230 に送信する。信号処理部 230 は、Normal Gate フレームに対して PCS と PMA の処理を行う。処理が終わった後、光送受信部 220 は、Normal Gate フレームを送信する。

10

【0103】

上記では、Normal Gate フレームの MAC - SA フィールドに RTT が登録される場合を示した。しかし、MAC - SA フィールド以外のフィールドに RTT が登録されてもよい。例えば、MAC - DA フィールドにマルチキャストアドレスが登録される場合、MAC - DA フィールドに RTT が登録される。

【0104】

実施の形態 2 によれば、OLT 10 は、IEEE 802.3 の規定を逸脱した Normal Gate フレームを生成する。しかし、OLT 10 は、Normal Gate フレームを送信する段階で IEEE 802.3 の規定に準拠した Normal Gate フレームに修正する。そのため、OLT 10 は、IEEE 802.3 規定に準拠した動作を実現できる。

20

【0105】

以上に説明した各実施の形態における特徴は、互いに適宜組み合わせることができる。また、実施の形態 1, 2 では、OLT の機能が 2 つの装置で実現できる場合を示した。しかし、OLT の機能は、3 つ以上の装置で実現されてもよい。

実施の形態 1, 2 は、10G-EPON システムを例示した。しかし、実施の形態 1, 2 は、10G-EPON システム以外の光通信システムにも適用できる。

【符号の説明】

30

【0106】

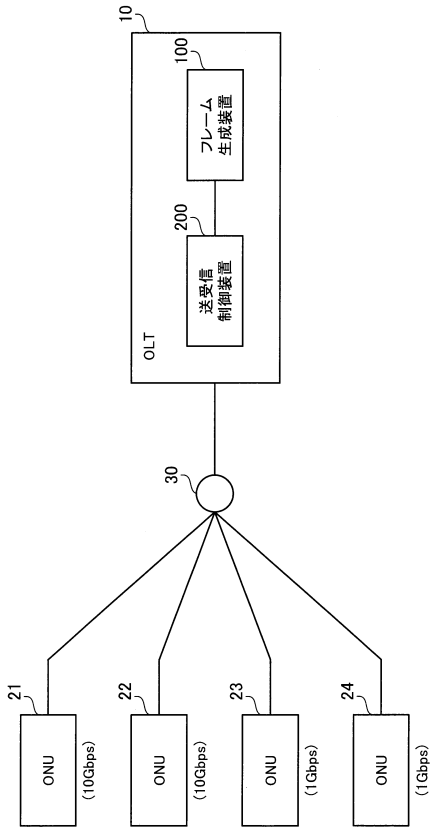
10 OLT、21, 22, 23, 24 ONU、30 光カプラ、100 フレーム生成装置、101 プロセッサ、102 揮発性記憶装置、103 不揮発性記憶装置、104 枠、110 IF 機能部、120 フレーム生成部、200 送受信制御装置、210 IF 機能部、220 光送受信部、230 信号処理部、240 情報抽出部、250 制御信号生成部、260 時間管理部、270 記憶部、271 管理テーブル、280 上書き部、300 専用装置、400 アダプタ。

40

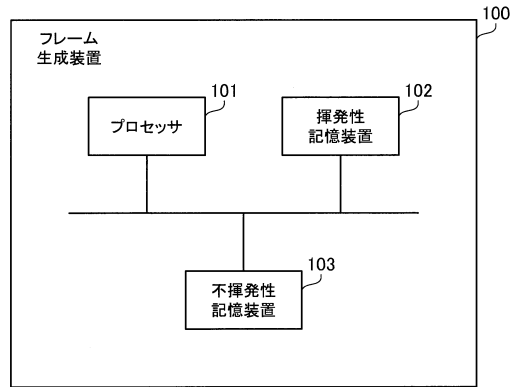


【図面】

【図 1】



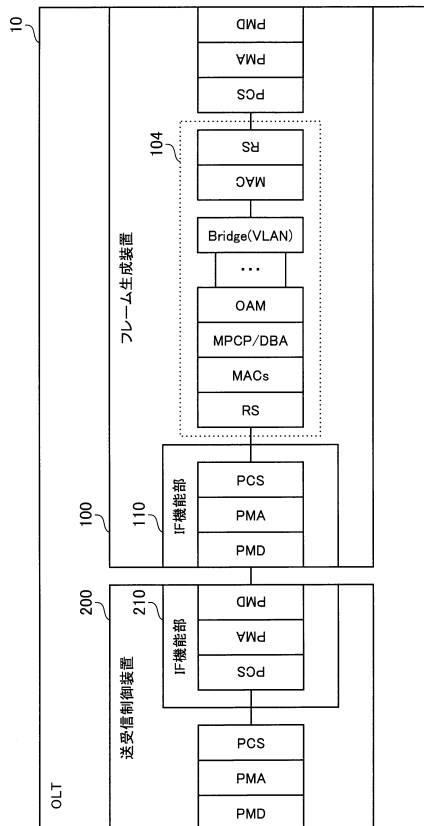
【図 2】



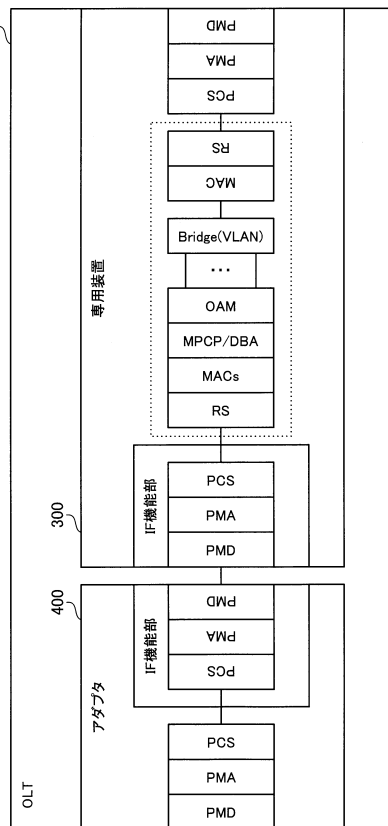
10

20

【図 3】



【図 4】

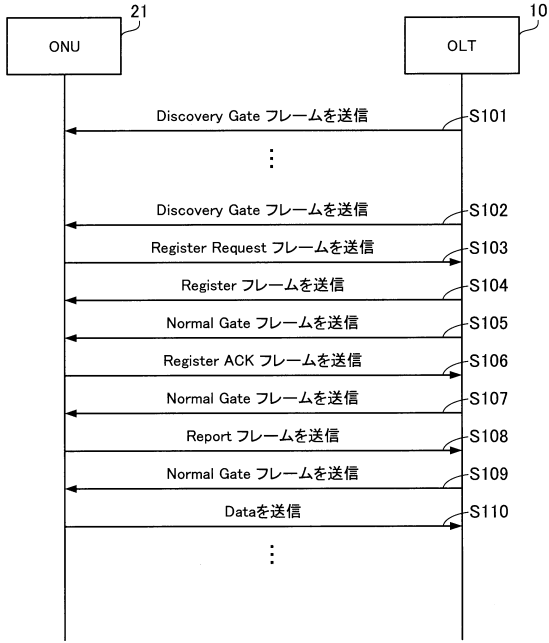


30

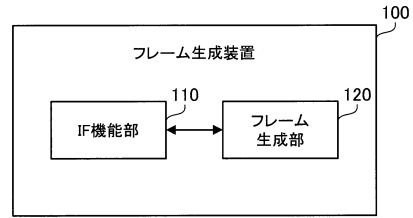
40

50

【図5】



【図6】



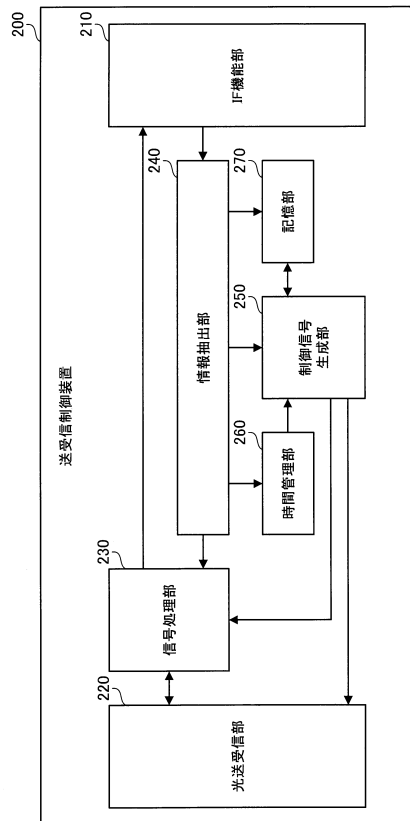
10

【図7】

| Field                 | 登録内容       | Byte |
|-----------------------|------------|------|
| Preamble              |            | 8    |
| MAC-DA                |            | 6    |
| MAC-SA                |            | 6    |
| Length / Type         |            | 2    |
| Opcode                |            | 2    |
| Timestamp             |            | 4    |
| Assigned port         | LLID       | 2    |
| Flags                 |            | 1    |
| Sync Time             |            | 2    |
| Echoed pending grants |            | 1    |
| Padding               | RTT, ONU種別 | 34   |
| FCS                   |            | 4    |

20

【図8】



30

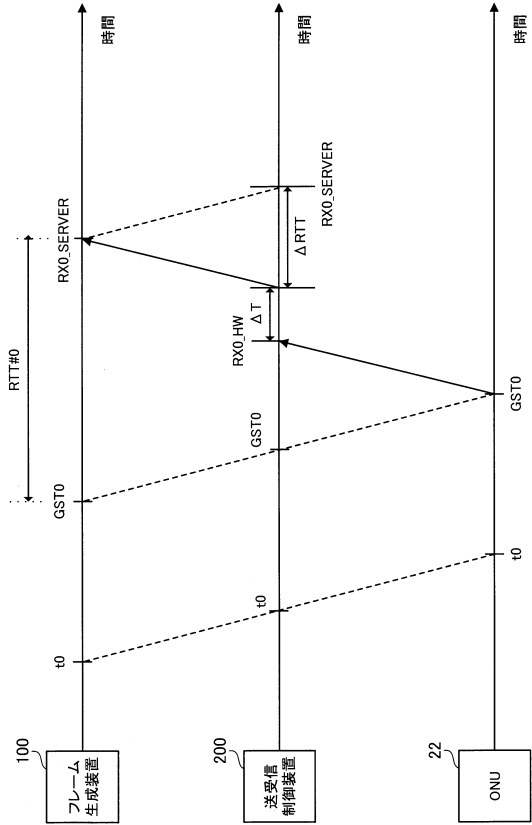
40

50

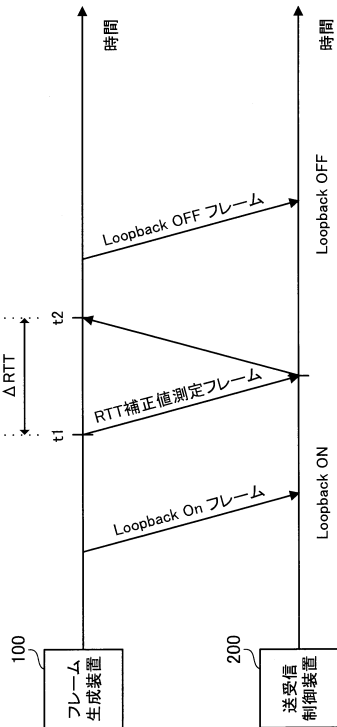
【図 9】

| 管理テーブル |        |         |                |
|--------|--------|---------|----------------|
| 項番     | LLID   | RTT[TQ] | ONU種別          |
| 1      | 0x0001 | 0x0123  | 1 (10Gbps-ONU) |
| 2      | 0x0002 | 0x4567  | 0 (1Gbps-ONU)  |
| 3      | 0x0003 | 0x89AB  | 1 (10Gbps-ONU) |
| ...    | ...    | ...     | ...            |

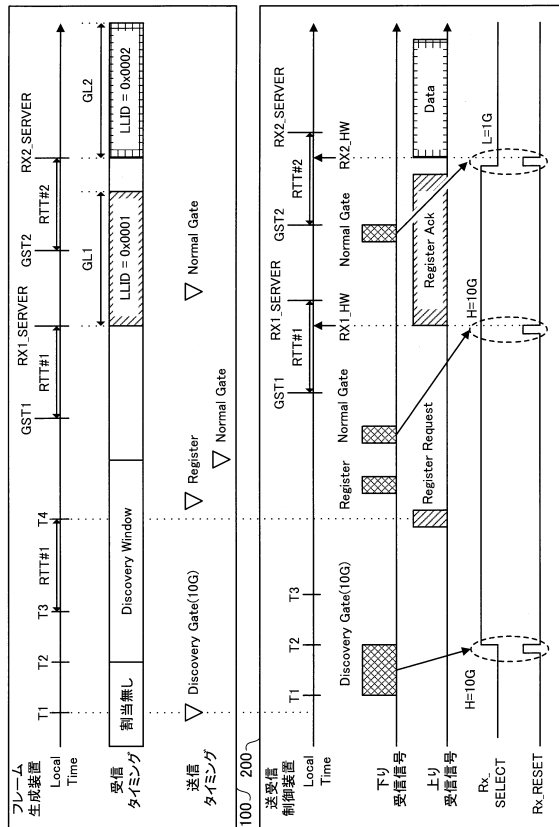
【図 10】



【図 11】



【図 12】



10

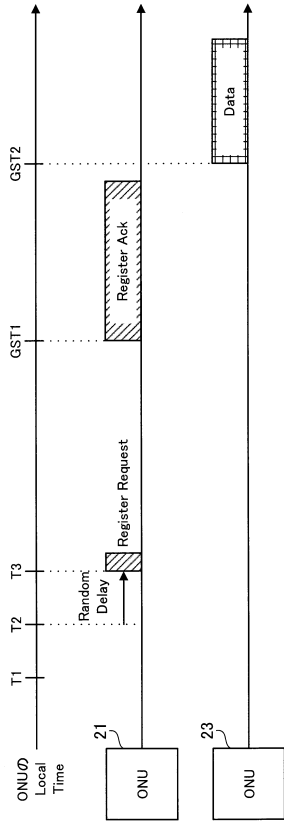
20

30

40

50

【 図 1 3 】



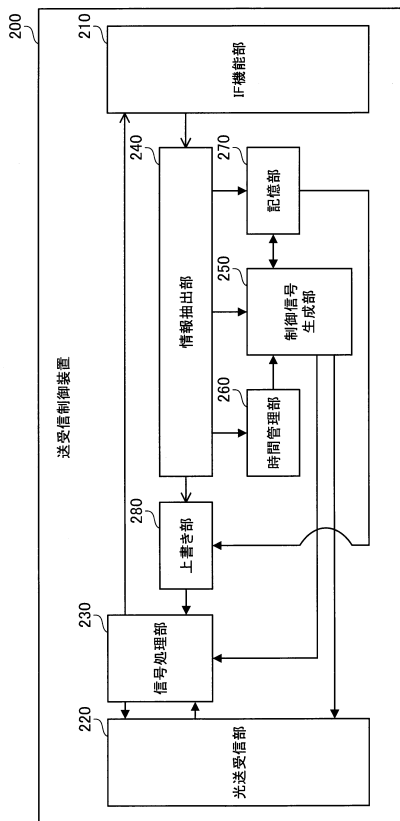
【 図 1 4 】

| Field               | 登録内容       | Bytes |
|---------------------|------------|-------|
| Preamble            | LLID       | 8     |
| MAC-DA              |            | 6     |
| MAC-SA              | RTT, ONU種別 | 6     |
| Length / Type       |            | 2     |
| Opcode              |            | 2     |
| Timestamp           |            | 4     |
| Grant #1 Start time | GST        | 0-4   |
| Grant #1 Length     |            | 0-2   |
| Grant #2 Start time | GST        | 0-4   |
| Grant #2 Length     |            | 0-2   |
| Grant #3 Start time | GST        | 0-4   |
| Grant #3 Length     |            | 0-2   |
| Grant #4 Start time | GST        | 0-4   |
| Grant #4 Length     |            | 0-2   |
| Sync Time           |            | 0-2   |
| Padding             |            | 13-39 |
| FCS                 |            | 4     |

10

20

【 図 1 5 】



30

40

50

## フロントページの続き

- 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内  
(72)発明者 井田 智永
- 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内  
(72)発明者 稲村 卓也
- 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内  
(72)発明者 平野 幸男
- 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内  
(72)発明者 水口 潤
- 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内  
(72)発明者 飯山 法子
- 東京都千代田区大手町一丁目5番1号 日本電信電話株式会社内  
(72)発明者 金井 拓也
- 東京都千代田区大手町一丁目5番1号 日本電信電話株式会社内  
(72)発明者 藤原 正満
- 東京都千代田区大手町一丁目5番1号 日本電信電話株式会社内  
審査官 野元 久道
- (56)参考文献 特開2006-246262(JP,A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
- H04L 12/44
- H04B 10/272