

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5499937号
(P5499937)

(45) 発行日 平成26年5月21日(2014.5.21)

(24) 登録日 平成26年3月20日(2014.3.20)

(51) Int.Cl. F I
HO4B 10/50 (2013.01) HO4B 9/00 500
HO4B 10/272 (2013.01) HO4B 9/00 272

請求項の数 8 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2010-144802 (P2010-144802)	(73) 特許権者	000006013
(22) 出願日	平成22年6月25日 (2010.6.25)		三菱電機株式会社
(65) 公開番号	特開2012-10138 (P2012-10138A)		東京都千代田区丸の内二丁目7番3号
(43) 公開日	平成24年1月12日 (2012.1.12)	(74) 代理人	100113077
審査請求日	平成24年12月3日 (2012.12.3)		弁理士 高橋 省吾
		(74) 代理人	100112210
			弁理士 稲葉 忠彦
		(74) 代理人	100108431
			弁理士 村上 加奈子
		(74) 代理人	100128060
			弁理士 中鶴 一隆
		(72) 発明者	井川 英哲
			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

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 PONシステム、その子局側装置およびデータ送信方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

親局側装置と光ファイバを介して接続され、前記親局側装置と通信する子局側装置であって、

前記子局側装置は、

前記親局側装置への送信データを光信号に変換して前記親局側装置へ出力する半導体レーザーと、

前記送信データに基づいて前記半導体レーザーに流される電流のONまたはOFFを切り替えることにより前記半導体レーザーの発光または無発光を制御するレーザー駆動部と、

前記親局側装置から受信したGATE信号から前記送信データの送信タイミングを示すデータ送信タイミング情報を抽出するGATE解析部と、

前記データ送信タイミング情報に基づいて前記送信タイミングまたは前記送信タイミングより前にプレウォーミング信号を出力するプレウォーミング信号出力部と、

前記プレウォーミング信号に基づいて、前記半導体レーザーに流される電流の電流源のONまたはOFFを制御する電流源制御部と、

前記送信タイミングになると、前記半導体レーザーに電流を流すよう制御するためのプレバイアス信号を前記電流源に出力するプレバイアス信号出力部とを有し、

前記電流源制御部は前記プレウォーミング信号出力部からの前記プレウォーミング信号の出力により前記電流源をONし、ONされた前記電流源は前記プレバイアス信号が入力されると前記半導体レーザーに電流を流し、前記レーザー駆動部は前記送信データに基づいて

10

20

前記半導体レーザの発光または無発光を制御し、前記半導体レーザは前記レーザ駆動部の制御に基づいて前記送信データを光信号に変換して前記親局側装置へ出力することを特徴とする子局側装置。

【請求項 2】

前記 G A T E 解析部は、さらに前記 G A T E 信号から、前記送信データを送信する時間間隔についての情報であるデータ送信時間情報を抽出し、

前記プレウォーミング信号出力部は、前記データ送信タイミング情報と前記データ送信時間情報とに基づいて、前記プレウォーミング信号の出力を停止し、

前記電流源制御部は、前記プレウォーミング信号の停止に伴い、前記電流源を O F F することを特徴とする請求項 1 に記載の子局側装置。

10

【請求項 3】

前記電流源は、前記半導体レーザに流されるバイアス電流を供給するバイアス電流用電流源と、前記半導体レーザに流される変調電流を供給する変調電流用電流源を含み、前記電流源制御部は、前記プレウォーミング信号に基づいて前記バイアス電流用電流源の O N または O F F と前記変調電流用電流源の O N または O F F とを切り替えることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の子局側装置。

20

【請求項 4】

前記プレウォーミング信号が出力されてから前記送信データを送信するまでの時間間隔は、前記電流源の応答収束時間よりも長いことを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の子局側装置。

【請求項 5】

前記送信データが入力され、該送信データの電圧レベルを変換して出力する入力バッファと、

前記プレウォーミング信号出力部から前記プレウォーミング信号が出力されている場合は前記入力バッファの動作を O N し、前記プレウォーミング信号が出力されていない場合は前記入力バッファの動作を O F F する入力バッファ制御部と、

を有し、前記半導体レーザは、前記入力バッファから出力された前記送信データを光信号に変換することを特徴とする請求項 1 ~ 4 のいずれかに記載の子局側装置。

30

【請求項 6】

前記入力バッファは、第 1 の電圧値を有する入力電流を第 2 の電圧値を有する電流に変換して出力する内部レギュレータと、

前記第 1 の電圧値で動作する第 1 の回路と、

前記第 2 の電圧値で動作する第 2 の回路とを有し、

前記入力バッファ制御部は、前記プレウォーミング信号出力部から前記プレウォーミング信号が出力されていない場合は、前記第 1 の回路を動作させるとともに前記内部レギュレータ及び前記第 2 の回路の動作を停止し、前記プレウォーミング信号が出力されている場合は、前記第 1 の回路、前記内部レギュレータ及び前記第 2 の回路を作動させることを特徴とする請求項 5 に記載の子局側装置。

40

【請求項 7】

親局側装置と複数の子局側装置とが光ファイバを介して接続された P O N システムであって、

前記親局側装置は、送信データの送信タイミングを示すデータ送信タイミング情報を前記子局側装置に対して送信し、

前記子局側装置は、

50

前記親局側装置への送信データを光信号に変換して前記親局側装置へ出力する半導体レーザと、

前記半導体レーザに流される電流のONまたはOFFを切り替えることで前記半導体レーザの発光または無発光を制御するレーザ駆動部と、

前記親局側装置から受信した前記データ送信タイミング情報に基づいて、前記送信タイミングまたは前記送信タイミングより前にプレウォーミング信号を出力するプレウォーミング信号出力部と、

前記プレウォーミング信号に基づいて、前記半導体レーザに流される電流の電流源のONまたはOFFを制御する電流源制御部と、

前記送信タイミングになると、前記半導体レーザに電流を流すよう制御するためのプレバイアス信号を前記電流源に出力するプレバイアス信号出力部とを有し、

前記電流源制御部は前記プレウォーミング信号の入力により前記電流源をONし、ONされた前記電流源は前記プレバイアス信号が入力されると前記半導体レーザに電流を流し、前記レーザ駆動部は前記送信データに基づいて前記半導体レーザの発光または無発光を制御し、前記半導体レーザは前記レーザ駆動部の制御に基づいて前記送信データを光信号に変換して前記親局側装置へ出力することを特徴とするPONシステム。

【請求項 8】

親局側装置と光ファイバで接続された子局側装置が前記親局側装置に対して送信データを送信するデータ送信方法であって、

前記親局側装置から、前記送信データの送信タイミングを示すデータ送信タイミング情報及び前記データを送信する時間間隔を示すデータ送信時間情報とを受信するステップと

、前記データ送信タイミング情報と前記データ送信時間情報とに基づいて、プレウォーミング信号の出力開始タイミングと出力終了タイミングとを決定するステップと、

前記出力開始タイミングに前記プレウォーミング信号を出力するステップと、

前記プレウォーミング信号の出力に基づいて、半導体レーザに流される電流の電流源をONするステップと、

前記送信タイミングになると、前記半導体レーザに電流を流すよう制御するためのプレバイアス信号を、ONされた前記電流源に出力して前記半導体レーザに電流を流すステップと、

前記送信データに基づいて、前記電流源から前記半導体レーザに流される電流のONまたはOFFを切り替えることで、前記送信データを光信号に変換するステップと、

前記光信号を前記親局側装置に対して送信するステップと、

前記出力終了タイミングに前記プレウォーミング信号の出力を停止し、前記電流源をOFFするステップとを有し、

前記出力開始タイミングは、前記送信データの送信タイミングと同じ又は前記送信タイミングよりも前であり、前記出力終了タイミングは、前記送信データを送信する時間間隔の終了時または終了後であることを特徴とするデータ送信方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、低消費電力化を実現するPON(Passive Optical Network)システム、その子局側装置およびデータ送信方法に関するものである。

【背景技術】

【0002】

局者側に設置される親局側装置(OLT:Optical Line Terminal)と加入者宅に設置される子局側装置(ONU:Optical Network Unit)までを光ファイバで結ぶアクセス系光伝送システムにおいては、光スプリッタにより1つのOLTにて多数のONUを収容することにより、各加入者あたりの装置コストを低減することができる。

【 0 0 0 3 】

このようなアクセス系光伝送システムの形態は、PONと呼ばれ、近年のFTTH (Fiber To The Home) システムにおいて主流となっている (例えば、非特許文献1参照)。

【 0 0 0 4 】

ONU側からOLT側へのデータ送信時においては、ユーザが任意のタイミングで間欠的 (パースト的) に最大でGbps級のデータを送信するため、ONUでは、高速にレーザをON/OFFすることが必要となってくる。

【 0 0 0 5 】

非特許文献2では、バイアス電流および変調電流を常に流しておき、パースト信号およびプレバイアス信号に基づいてこれら電流の流れるパスを高速に切り替えることによりレーザを高速にON/OFFすることのできるONUが提供されている。

【 0 0 0 6 】

【非特許文献1】IEEE Standard 802.3av, (2009).

【非特許文献2】S.Yoshima et al., "A 10.3Gbit/s LAN-PHY based Burst-mode Transmitter with a fast 6ns turn-on/off time for 10 Gbps-based PON Systems," OFC2008.

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 7 】

しかしながら、上述した従来のONUにおいては、データ送信が無い時 (レーザ無発光時) においてもバイアス電流および変調電流が流されており、電力が無駄に使われていた。そのため、消費電力が増大してしまうという問題があった。

【 0 0 0 8 】

本発明は、上記のような課題を解決するためになされたもので、レーザの立ち上がり、立下りを高速に行いつつ消費電力の低いPONシステム、その子局側装置およびデータ送信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】

【 0 0 0 9 】

本発明に係る子局側装置は、親局側装置と光ファイバを介して接続され、前記親局側装置と通信する子局側装置であって、前記子局側装置は、前記親局側装置への送信データを光信号に変換して前記親局側装置へ出力する半導体レーザと、前記送信データに基づいて前記半導体レーザに流される電流のONまたはOFFを切り替えることにより前記半導体レーザの発光または無発光を制御するレーザ駆動部と、前記親局側装置から受信したGATE信号から前記送信データの送信タイミングを示すデータ送信タイミング情報を抽出するGATE解析部と、前記データ送信タイミング情報に基づいて前記送信タイミングまたは前記送信タイミングより前にプレウォーミング信号を出力するプレウォーミング信号出力部と、前記プレウォーミング信号に基づいて、前記半導体レーザに流される電流の電流源のONまたはOFFを制御する電流源制御部と、前記送信タイミングになると、前記半導体レーザに電流を流すよう制御するためのプレバイアス信号を前記電流源に出力するプレバイアス信号出力部とを有し、前記電流源制御部は前記プレウォーミング信号出力部からの前記プレウォーミング信号の出力により前記電流源をONし、ONされた前記電流源は前記プレバイアス信号が入力されると前記半導体レーザに電流を流し、前記レーザ駆動部は前記送信データに基づいて前記半導体レーザの発光または無発光を制御し、前記半導体レーザは前記レーザ駆動部の制御に基づいて前記送信データを光信号に変換して前記親局側装置へ出力することを特徴とする。

また、本発明に係るPONシステムは、親局側装置と複数の子局側装置とが光ファイバを介して接続されたPONシステムであって、前記親局側装置は、送信データの送信タイミングを示すデータ送信タイミング情報を前記子局側装置に対して送信し、前記子局側装置は、前記親局側装置への送信データを光信号に変換して前記親局側装置へ出力する半導体レーザと、前記半導体レーザに流される電流のONまたはOFFを切り替えることで前

10

20

30

40

50

記半導体レーザの発光または無発光を制御するレーザ駆動部と、前記親局側装置から受信した前記データ送信タイミング情報に基づいて、前記送信タイミングまたは前記送信タイミングより前にプレウォーミング信号を出力するプレウォーミング信号出力部と、前記プレウォーミング信号に基づいて、前記半導体レーザに流される電流の電流源のONまたはOFFを制御する電流源制御部と、前記送信タイミングになると、前記半導体レーザに電流を流すよう制御するためのプレバイアス信号を前記電流源に出力するプレバイアス信号出力部とを有し、前記電流源制御部は前記プレウォーミング信号の入力により前記電流源をONし、ONされた前記電流源は前記プレバイアス信号が入力されると前記半導体レーザに電流を流し、前記レーザ駆動部は前記送信データに基づいて前記半導体レーザの発光または無発光を制御し、前記半導体レーザは前記レーザ駆動部の制御に基づいて前記送信データを光信号に変換して前記親局側装置へ出力することを特徴とする。

10

また、本発明に係るデータ送信方法は、親局側装置と光ファイバで接続された子局側装置が前記親局側装置に対して送信データを送信するデータ送信方法であって、前記親局側装置から、前記送信データの送信タイミングを示すデータ送信タイミング情報及び前記データを送信する時間間隔を示すデータ送信時間情報とを受信するステップと、前記データ送信タイミング情報と前記データ送信時間情報とに基づいて、プレウォーミング信号の出力開始タイミングと出力終了タイミングとを決定するステップと、前記出力開始タイミングに前記プレウォーミング信号を出力するステップと、前記プレウォーミング信号の出力に基づいて、半導体レーザに流される電流の電流源をONするステップと、前記送信タイミングになると、前記半導体レーザに電流を流すよう制御するためのプレバイアス信号を、ONされた前記電流源に出力して前記半導体レーザに電流を流すステップと、前記送信データに基づいて、前記電流源から前記半導体レーザに流される電流のONまたはOFFを切り替えることで、前記送信データを光信号に変換するステップと、前記光信号を前記親局側装置に対して送信するステップと、前記出力終了タイミングに前記プレウォーミング信号の出力を停止し、前記電流源をOFFするステップとを有し、前記出力開始タイミングは、前記送信データの送信タイミングと同じ又は前記送信タイミングよりも前であり、前記出力終了タイミングは、前記送信データを送信する時間間隔の終了時または終了後であることを特徴とする。

20

【発明の効果】

【0010】

30

本発明のPONシステム、その子局側装置およびデータ送信方法によれば、レーザの立ち上がり、立ち下りを高速に行いつつ消費電力を低減することができるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】本発明の実施の形態1に係るPONシステムの概略構成図を示す。

【図2】本発明の実施の形態1に係る子局側装置のフロー図を示す。

【図3】本発明の実施の形態1に係る子局側装置の動作タイミングチャートを示す。

【図4】MAC回路の内部の概略構成図を示す。

【図5】本発明の実施の形態1に係る子局側装置の回路図を示す。

40

【図6】本発明の実施の形態2に係る子局側装置の概略構成図を示す。

【図7】本発明の実施の形態3に係る子局側装置の回路図を示す。

【図8】本発明の実施の形態3に係る子局側装置の動作タイミングチャートを示す。

【発明を実施するための形態】

【0012】

実施の形態1.

図1は、本発明の実施の形態1に係るPONシステムの概略構成図を示す。PONシステムは、スターカプラ300を介して、複数のONU100とOLT200とが光ファイバ400によりスター型に接続される。WDM(Wavelength Division Multiplexing)フィルタ500は送受信光の合分波を行う。ONU100

50

0はMAC回路1と、電流源制御部2と、バイアス電流駆動部3、変調電流駆動部4と、Bidi(Bi-directional)型光送受信モジュール5とで構成されている。ここで、バイアス電流駆動部3と変調電流駆動部4とを合わせた構成をレーザ駆動部と定義する。

【0013】

バイアス電流駆動部3は、バイアス電流用電流源3-1と、バイアス電流用差動回路3-2とから構成される。変調電流駆動部4は、入力バッファ4-1と、変調電流用電流源4-2と、変調電流用差動回路4-3とから構成される。また、Bidi型光送受信モジュール5は、半導体レーザであるLD(Laser Diode)とPD(Photo Diode)とが一体型になった構成となっている。なお、Bidi型光送受信モジュール5の代わりにLDとPDを別々に設け、それぞれ電気/光変換器、光/電気変換器としてもよい。レーザ駆動部は、上記したLDの発光/無発光を制御する。

10

【0014】

MAC回路1は、OLT200への送信タイミングが来ると、送信データ信号(バースト信号)とプレバイアス信号とを出力する。また、送信タイミングの前に電流源制御部2をONするプレウォーミング信号を出力する。電流源制御部2は、バイアス制御信号によりバイアス電流用電流源3-1をON/OFF制御し、バイアス電流駆動部3を流れるバイアス電流の値を決定する。また、変調制御信号により変調電流用電流源4-2をON/OFF制御し、変調電流駆動部4を流れる変調電流の値を決定する。

【0015】

バイアス電流用電流源3-1は、動作電源3-5または動作電源3-6からバイアス電流駆動部3にバイアス電流を流す。バイアス電流用差動回路3-2は、MAC回路1から出力されるプレバイアス信号に基づいてパスAとパスBの切り替えを高速に行う。パスAはバイアス電流を動作電源3-6からバイアス電流用電流源3-1へ流すパスで、このパスはLDに電流は流れない。パスBはバイアス電流を動作電源3-5からLDを通過してバイアス電流用電流源3-1へ流すパスで、このパスはLDに電流が流れる。

20

【0016】

データを送信しない時は、バイアス電流用差動回路3-2はパスをAに固定しており、データを送信する時には、MAC回路1からのプレバイアス信号によりパスをBに切り替える。

30

【0017】

入力バッファ4-1は、MAC回路からのバースト信号の電圧レベルを、変調電流用差動回路4-3等の後段回路に合わせた電圧レベルに変換する。また、後記する入力バッファ制御部6からの信号によりシャットダウン機能を持つ、すなわち入力バッファ制御部6によりON/OFF切り替えが行われる。変調電流用電流源4-2は、動作電源3-5から変調電流駆動部4に変調電流を流す。変調電流用差動回路4-3は、入力バッファからのバースト信号出力に基づいてパスCとパスDの切り替えを高速に行う。パスCは変調電流を動作電源3-5から変調電流用電流源4-2へ流すパスで、このパスはLDに電流が流れない。パスDは変調電流を動作電源3-5からLDを通過して変調電流用電流源4-2へ流すパスで、このパスはLDに電流が流れる。

40

【0018】

データを送信しない時は、変調電流用差動回路4-3はパスをCに固定しており、データを送信する時は、入力バッファ4-1から出力されるバースト信号の電圧レベルに応じてパスCとパスDを切り替える。例えば、LDの発光ありをデータ"1"、発光なしをデータ"0"とし、変調電流用差動回路4-3に入力されるバースト信号が"1100100・・・"とすると、変調電流が流れるパスは"DDCCDCC・・・"と切り替えられる。

【0019】

Bidi型光送受信モジュール5は、受信時にはOLT200からの光信号を受けてPDで電気信号に変換し、送信時には電気信号をLDで光信号に変換してOLT200に送信する。

50

【 0 0 2 0 】

本発明の実施の形態 1 の動作について図 1 および図 2 を用いて説明する。図 2 は、本発明の実施の形態 1 の動作を表すフロー図である。

【 0 0 2 1 】

ONU 1 0 0 から OLT 2 0 0 へのデータ送信がない場合、すなわち LD の無発光時、電流源制御部 2 は OFF となっており、変調制御信号およびバイアス制御信号は発出されない。そのため、変調電流用電流源 4 - 2 およびバイアス電流用電流源 3 - 1 も OFF しており、バイアス電流駆動部 3 にはバイアス電流は流れず、変調電流駆動部 4 には変調電流は流れない (ステップ S 1)。なおその際、バイアス電流用差動回路 3 - 2 はバイアス電流が流れるパスを LD に電流が流れないパス A に、変調電流用差動回路 4 - 3 は変調電流が流れるパスを LD に電流が流れないパス C に、それぞれ固定している。

10

【 0 0 2 2 】

ONU 1 0 0 から OLT 2 0 0 へデータを送信する場合 (ステップ S 2 - Yes)、ONU 1 0 0 は OLT 2 0 0 に対して通信要求 (REPORT) を行う (ステップ S 3)。REPORT を受け取った OLT 2 0 0 はスケジューリングを行い、ONU 1 0 0 から OLT 2 0 0 へのデータを送信するタイミングについての情報であるデータ送信タイミング情報と、データを送信する時間間隔についての情報である送信時間 (grant) 情報を含んだ GATE 信号を ONU 1 0 0 に送信する。

【 0 0 2 3 】

GATE 信号を受信した ONU 1 0 0 は、そのデータを Bidi 型光送受信モジュール

20

5 で光/電気変換し、MAC 回路 1 に送る (ステップ S 4)。

【 0 0 2 4 】

MAC 回路 1 は、受け取った GATE 信号からデータ送信のタイミングおよび送信時間、すなわち LD の発光するタイミングと発光時間についての情報を抽出する (ステップ S 5)。

【 0 0 2 5 】

次に MAC 回路 1 は、抽出した送信タイミングおよび送信時間情報に基づいて、そのタイミングよりも前にプレウォーミング信号を電流源制御部 2 に出力する (ステップ S 6)。なお、電流源制御部 2 とバイアス電流用電流源 3 - 1 との間、および電流源制御部 2 と変調電流用電流源 4 - 2 の間にそれぞれバッファを設け、各バッファにプレウォーミング信号が出力される構成としてもよい。

30

【 0 0 2 6 】

プレウォーミング信号を受けた電流源制御部 2 は ON し、バイアス制御信号をバイアス電流用電流源 3 - 1 に、変調制御信号を変調電流用電流源 4 - 2 に出力する (ステップ S 7)。なお、MAC 回路 1 がバイアス電流用電流源 3 - 1 と変調電流用電流源 4 - 2 に直接制御信号を出力する構成としてもよい。

【 0 0 2 7 】

バイアス制御信号を受けたバイアス電流用電流源 3 - 1 は ON してバイアス電流を流し、変調制御信号を受けた変調電流用電流源 4 - 2 は ON して変調電流を流す (ステップ S 8)。なお、この時バイアス電流はパス A を流れており、変調電流はパス C を流れているため、LD の発光は起こらない。

40

【 0 0 2 8 】

OLT 2 0 0 に通知された ONU 1 0 0 のデータ送信タイミング、すなわち LD 発光タイミングになると、MAC 回路 1 からプレバイアス信号およびバースト信号が出力される (ステップ S 9)。プレバイアス信号に基づいてバイアス電流用差動回路 3 - 2 はパスを A から B に切り替える。バースト信号に基づいて変調電流用差動回路 4 - 3 はパスを切り替える。

【 0 0 2 9 】

そして、LD が発光することにより、バースト状の送信データが光信号として光ファイバ 4 0 0 を介し、OLT 2 0 0 へ送信される (ステップ S 1 0)。

50

【 0 0 3 0 】

OLT 200 へのデータ送信が終了すると（ステップ S 1 1 - Y e s ）、M A C 回路 1 から電流源制御部 2 へのプレウォーミング信号の出力が同時に終了し、電流源制御部 2 は O F F される。そして、バイアス制御信号および変調制御信号も出力されなくなるため、バイアス電流用電流源 3 - 1 および変調電流用電流源 4 - 2 も O F F され、バイアス電流および変調電流は流れなくなる（ステップ S 1 2 ）。

【 0 0 3 1 】

このように、プレウォーミング信号が出力されていない時間においては電流源制御部 2 が O F F され、バイアス電流および変調電流が流れないため、O N U 1 0 0 において消費する電力の低減を図ることが可能となる。

10

【 0 0 3 2 】

次に、プレウォーミング信号の出力のタイミングについて図 3 のタイミングチャートを用いて説明する。なお図 3 において、各信号の H i 、 L o w の論理レベルは説明のための便宜的なものであり、回路動作を制限するものではない。

【 0 0 3 3 】

OLT 200 により通知されたデータ送信開始タイミング（時刻 t3）になると、プレバイアス信号(a)およびバースト信号(b)が M A C 回路 1 から出力される。図 3 では、多量のバイアス電流と変調電流を同時に L D へ流すことによる過剰発光を抑制するため、バースト信号(b)の立ち上がり（時刻 t4）は、プレバイアス信号(a)の立ち上がり（時刻 t3）よりも遅くなるよう制御されている。例えば、バースト信号(b)の出力先にバッファ等で構成される遅延回路を設けてこれを実現してもよいし、M A C 回路 1 内で遅延処理を予め行っておいてもよい。なお、使用する光モジュールの種類によっては過剰発光が起こらない場合もあり、この場合にはバースト信号(b)とプレバイアス信号(a)とを同時に立ち上がることとしてもよい。

20

【 0 0 3 4 】

プレウォーミング信号(c)は、データ送信が開始される時刻 t3 よりも前（時刻 t1）に出力される。これは、バイアス電流用電流源 3 - 1 および変調電流用電流源 4 - 2 が、大電流を駆動しているため、過渡応答が収束するまでに数百 ns（ナノ秒）から数 us（マイクロ秒）の長い時間を有するので、電流源の過渡応答による影響を排除するためである。

【 0 0 3 5 】

図 3 にあるように、プレウォーミング信号(c)が出力されてからデータ送信が開始される時間（t3-t1）を、電流源の応答収束時間（t2-t1）よりも十分長くとっておけば、電流源の過渡応答による影響を受けずに L D を発光させることができる。すなわち、電流源が十分立ち上がった状態で L D の発光制御を行うので、レーザの立ち上がり、立下りを高速に行うことができる。なお、電流源の収束応答時間は、バイアス電流用電流源 3 - 1 の応答が安定するまで時間または変調電流用電流源 4 - 2 の応答が安定するまでの時間のいずれか一方のうち、遅い方を意味する。

30

【 0 0 3 6 】

上述したように、t3-t1 t2-t1 とすることがレーザの立ち上がり、立下りを高速に行うためには好ましいが、システムの要求仕様によっては、電流源の収束時間（t2）がデータ送信開始時間（t3）よりも後または同時にきても構わない。また、プレウォーミング信号(c)の出力時間（t1）がデータ送信開始時間（t3）と同時となっても構わない。

40

【 0 0 3 7 】

この場合、プレウォーミング信号(c)の出力タイミングを遅くするほど、電流源を O F F する時間が長くなる、つまりバイアス電流と変調電流を流さない時間が長くなるので、より低消費電力化の効果を図ることが可能となる。なお、データ出力開始時点において電流源が十分立ち上がっていない場合においては、L D の過剰発光は生じないため、プレバイアス信号(a)とバースト信号(b)を同時に立ち上げる制御としてもよい。

【 0 0 3 8 】

バースト信号(b)が立ち上がると、光出力信号(e)が立ち上がり、O L T 2 0 0 にデータ

50

が送信される。そして、データ送信が終了すると（時刻 t_5 ）、バースト信号(b)、プレウォーミング信号(c)、光出力信号(e)はLowとなり、少し遅れて（時刻 t_6 ）プレバイアス信号(a)がLowとなる。なお、プレバイアス信号(a)をデータ送信終了と同時に（時刻 t_5 ）Lowとしても構わない。

【0039】

このように、プレウォーミング信号が出力されていない間は電流源はOFFされ、バイアス電流および変調電流が流れないため、低消費電力化を図ることができる。またデータ送信のタイミングよりも前にプレウォーミング信号を出力することにより、データ送信時には電流源は十分立ち上がっていることから、レーザの立ち上がり、立下りを高速に行うことができる。

10

【0040】

次に、プレウォーミング信号の出力タイミングを決定するためのMAC回路1の構成の一例について説明する。図4は、MAC回路1の内部を表した概略図である。

【0041】

GATE解析部1-1は、光/電気変換されたGATE信号を受け取り、送信タイミング情報および送信時間（grant）情報を取得する。そして、その結果をプレウォーミング信号出力部1-2に通知する。

【0042】

プレウォーミング信号出力部1-2は、GATE解析部1-1から通知された情報からプレウォーミング信号の出力についての開始時間および終了時間を決定する。そして、決定された時間に基づいて、プレウォーミング信号を図4中に図示しない電流源制御部2に出力する。

20

【0043】

図3を例にとって説明すると、GATE解析部1-1は、GATE信号からデータ送信タイミング（時刻 t_3 ）およびデータを送信する時間間隔であるデータ送信時間（ t_5-t_3 ）についての情報を取得する。そして、この結果をプレウォーミング信号出力部1-2に通知する。

【0044】

通知を受けたプレウォーミング信号出力部1-2は、プレウォーミング信号出力の開始時間を、送信タイミング（時刻 t_3 ）よりも前の時刻 t_1 と決定し、またOLT200へのデータ送信の終了時刻 t_5 と同時刻にプレウォーミング信号の出力を終了するよう決定する。なお、データ送信の終了後にプレウォーミング信号の出力を終了してもよい。

30

【0045】

なお、MAC回路1の構成は図4の構成に限定されるものではなく、例えばGATE解析部1-1においてプレウォーミング信号の出力タイミング等を決定することとしてもよい。

【0046】

次に、実施の形態1の発明に係るONU100の具体的回路構成の一例を図5に示す。バイアス電流駆動部3は、差動対のNPN形トランジスタ3-3、3-4と、これらの各エミッタ電極と設置電位との間に配置されるバイアス電流用電流源3-1とを基本的に備えている。

40

【0047】

トランジスタ3-3のコレクタ電極はLDのカソードに接続され、トランジスタ3-4のコレクタ電極は動作電源3-6に接続されている。トランジスタ3-3、3-4の各ベース電極には、MAC回路からのプレバイアス信号が入力される。

【0048】

変調電流駆動部4は、入力バッファ4-1と、差動対のNPN形トランジスタ4-4、4-5と、これらの各エミッタ電極と設置電位との間に配置される変調電流用電流源4-2とを基本的に備えている。

【0049】

50

トランジスタ 4 - 4 のコレクタ電極は L D のカソードに接続され、トランジスタ 4 - 5 のコレクタ電極は動作電源 4 - 6 に接続されている。トランジスタ 4 - 4、4 - 5 の各ベース電極には、入力バッファ 4 - 1 からバースト信号が入力される。

【 0 0 5 0 】

以上説明したように、本実施の形態においては、ONU 100 から OLT 200 へのデータ送信がない場合においては、電流源制御部 2 を OFF することにより、バイアス電流および変調電流を流さないようにし、子局側装置における消費電力を低減することができる。また、ONU 100 から OLT 200 へのデータ送信がある場合においては、データ送信タイミングの前にプレウォーミング信号を電流源制御部 2 に出力し ON することにより、データ送信の時刻においてバイアス電流用電流源 3 - 1 および変調電流用電流源 4 - 2 は立ち上がっており、レーザを高速に ON/OFF することが可能となる。すなわち、本実施の形態の発明では、レーザの立ち上がり、立下りを高速に行いつつ消費電力を低減することができる。

10

【 0 0 5 1 】

また、通常 PON システムでは G b p s 級の高速な信号でやりとりがなされているため、プレウォーミング信号で回路に与える電源の ON/OFF を切り替えると高周波特性の問題が生じ、送信特性が劣化してしまうが、プレウォーミング信号で電流源制御部 2 の ON/OFF を切り替えることにより、送信特性の劣化を防ぎ、システムのスループットを向上させることができる。

【 0 0 5 2 】

20

ただし、システムにて要求される仕様を満足するのであれば、動作電源 3 - 5、3 - 6 にスイッチを設け、これらスイッチをプレウォーミング信号にて ON/OFF 制御し、OFF の場合にはバイアス電流および変調電流を流さないようにして低消費電力化を行うこととしてもよい。また、電流源制御部 2 と、バイアス電流駆動部 3 と、変調電流駆動部 4 が 1 つまたは複数の電源で動作する構成となっている場合については、これら電源をプレウォーミング信号で ON/OFF して低消費電力化を行ってもよい。

【 0 0 5 3 】

実施の形態 2 .

図 6 は、本発明の実施の形態 2 に係る子局側装置の概略構成図を示す。実施の形態 1 に相当する部分には図 1 と同一符号を付してその説明を省略する。実施の形態 2 は実施の形態 1 と比べて、入力バッファ制御部 6 が追加された構成となっている。

30

【 0 0 5 4 】

入力バッファ制御部 6 は、動作電源 7 と接続されており、MAC 回路 1 からのプレウォーミング信号が入力されると ON して入力バッファ 4 - 1 の動作を ON し、プレウォーミング信号が入力されなくなると OFF し、シャットダウン機能を持つ入力バッファ 4 - 1 の動作を OFF する。このようにプレウォーミング信号で入力バッファ 4 - 1 の動作について ON/OFF を切り替えることにより、入力バッファ 4 - 1 に流れる電流の ON/OFF を切り替えることができる。

【 0 0 5 5 】

つまり、プレウォーミング信号が入力されると入力バッファ 4 - 1 に電流が流れ、プレウォーミング信号の入力が終了すると入力バッファ 4 - 1 に電流は流れなくなるので、データ送信されない間は入力バッファ 4 - 1 に電流は流れず、子局側装置における消費電力を低減することができる。

40

【 0 0 5 6 】

以上説明したように、本実施の形態においては、実施の形態 1 と比較してさらに次の効果を有する。つまり、ONU 100 から OLT 200 へのデータ送信がない場合には、プレウォーミング信号を出力せず、入力バッファ制御部 6 が入力バッファ 4 - 1 の動作を OFF するので、入力バッファ 4 - 1 に流れる電流を OFF することができ、子局側装置における消費電力を低減することができる。

【 0 0 5 7 】

50

実施の形態 3 .

図 7 は、本発明の実施の形態 3 に係る子局側装置の回路構成の一例を示す。実施の形態 1 に相当する部分には図 1 と同一符号を付してその説明を省略する。図 7 における子局側装置は、内部レギュレータ 4 - 1 - 1 と、V c c 系回路 4 - 1 - 2 と、V r e g 系回路 4 - 1 - 3 とを構成に含み、また、電圧ドロップ抵抗 6 - 1 と、コンデンサ 6 - 2 と、スイッチ 6 - 3 とを構成に含む。ここで動作電源 7 の電圧値は V c c [V] とする。

【 0 0 5 8 】

内部レギュレータ 4 - 1 - 1 は、与えられた電圧の値を、V r e g 系回路 4 - 1 - 3 が動作する電圧値 V r e g にレベル変換を行い、V r e g 系回路 4 - 1 - 3 に出力する。V c c 系回路 4 - 1 - 2 は、動作電源 7 の電圧値 V c c 以下で動作する回路であり、V r e g 系回路 4 - 1 - 3 は、電圧値 V r e g 以下で動作する回路である。

10

【 0 0 5 9 】

電圧ドロップ抵抗 6 - 1 は動作電源 7 の電圧のドロップ量を調整するための抵抗であり、コンデンサ 6 - 2 は高周波特性の補償を行う。スイッチ 6 - 3 は、プレウォーミング信号の入力により O N / O F F が切り替えられる。なお、電圧ドロップ抵抗 6 - 1 は必ずしも抵抗である必要はなく、電圧のドロップができるのであれば、ダイオード等で実現してもよい。

【 0 0 6 0 】

図 7 と図 8 を用いて実施の形態 3 の動作を説明する。図 8 は、実施の形態 3 のタイミングチャートを示す。プレウォーミング信号 (c) が入力されるまでは、スイッチ 6 - 3 は O F F (オープン) となっている。この時内部レギュレータに与えられる電圧 (f) は、動作電源 7 の電圧 V c c が電圧ドロップ抵抗 6 - 1 を経由し電圧ドロップされた後の電圧値 V d r o p となる。

20

【 0 0 6 1 】

この電圧値 V d r o p は内部レギュレータ 4 - 1 - 1 が動作するための電圧 (閾値) よりも低いため、プレウォーミング信号 (c) が入力されるまでは、内部レギュレータ 4 - 1 - 1 は動作せず、内部レギュレータ出力電圧 (g) は 0 V となる。そのため、V r e g 系回路 4 - 1 - 3 には 0 V の電圧が与えられ電流が流れず、データ非送信時において、子局側装置における消費電力を低減することができる。

【 0 0 6 2 】

また、この場合 V c c 系回路 4 - 1 - 2 にも同様に V d r o p の電圧が与えられ、V c c 系回路は動作するので、入力バッファ 4 - 1 は完全には O F F していない。そのため、プレウォーミング信号が入力されてからの入力バッファ 4 - 1 の動作立ち上がり時間を短くすることができる。

30

【 0 0 6 3 】

プレウォーミング信号 (c) が入力されると、スイッチ 6 - 3 は O N (ショート) し、スイッチ 6 - 3 を経由するパスから内部レギュレータ 4 - 1 - 1 に電圧値 V c c の電圧が供給され、即座に閾値を超えることにより内部レギュレータ 4 - 1 - 1 は動作を開始する。そして、内部レギュレータは与えられた電圧値を V c c から V r e g にレベル変換し V r e g 系回路 4 - 1 - 3 に出力する。

40

【 0 0 6 4 】

内部レギュレータ 4 - 1 - 1 から出力電圧 V r e g を与えられた V r e g 系回路 4 - 1 - 3 は動作を再開し、入力バッファ 4 - 1 は完全に O N する。

【 0 0 6 5 】

以上説明したように、本実施の形態においては、実施の形態 1 と比較して次の効果がある。データ非送信時においては、入力バッファ制御部 6 にプレウォーミング信号が入力されず、入力バッファ制御部 6 は内部レギュレータ 4 - 1 - 1 を O F F することにより、V r e g 系回路 4 - 1 - 3 を O F F するので、子局側装置における低消費電力化が図れる。一方、データ非送信時においても V c c 系回路 4 - 1 - 2 を O N しておくこと、つまり入力バッファ 4 - 1 を完全には O F F しないことにより、プレウォーミング信号が入力され

50

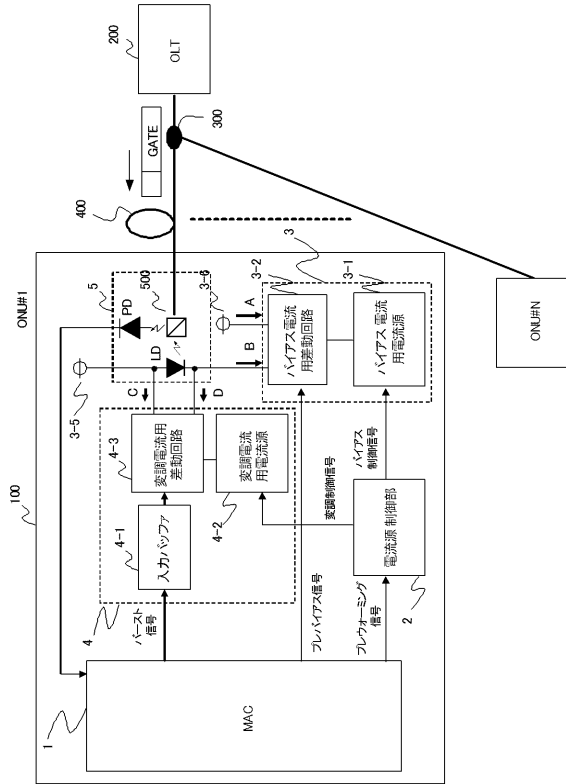
てからの入力バッファ 4 - 1 の動作立ち上がり時間を短くすることができる。

【符号の説明】

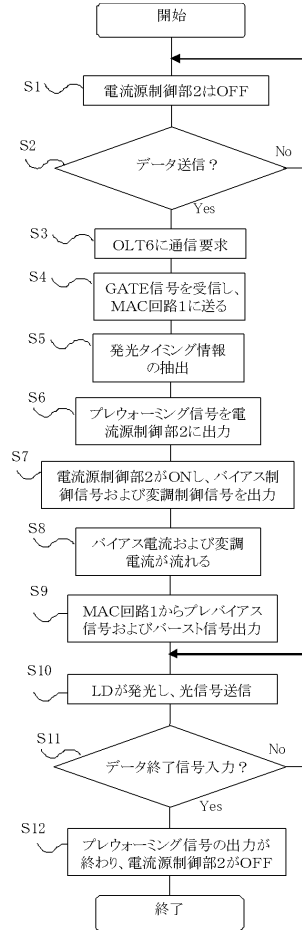
【 0 0 6 6 】

1 0 0	O N U	
2 0 0	O L T	
3 0 0	スターカプラ	
4 0 0	光ファイバ	
5 0 0	W D M フィルタ	
1	M A C 回路	
2	電流源制御部	10
3	バイアス電流駆動部	
3 - 1	バイアス電流用電流源	
3 - 2	バイアス電流用差動回路	
3 - 3、3 - 4	トランジスタ	
3 - 5、3 - 6	動作電源	
4	変調電流駆動部	
4 - 1	入力バッファ	
4 - 1 - 1	内部レギュレータ	
4 - 1 - 2	V c c 系回路	
4 - 1 - 3	V r e g 系回路	20
4 - 2	変調電流用電流源	
4 - 3	変調電流用差動回路	
4 - 4、4 - 5	トランジスタ	
4 - 6	動作電源	
5	B i d i 型光送受信モジュール	
6	入力バッファ制御部	
6 - 1	電圧ドロップ抵抗	
6 - 2	コンデンサ	
6 - 3	スイッチ	
7	動作電源	30

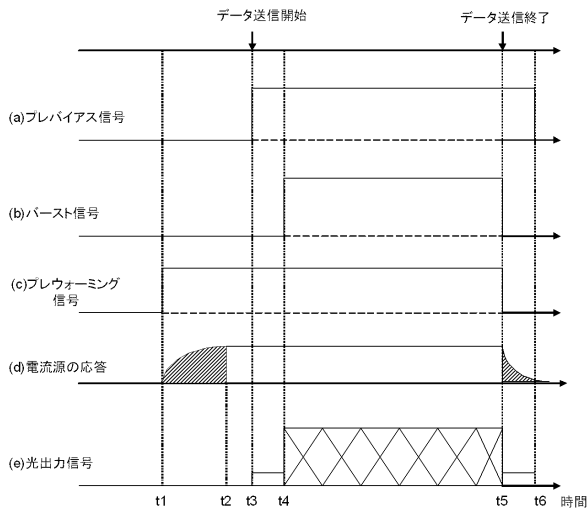
【図1】



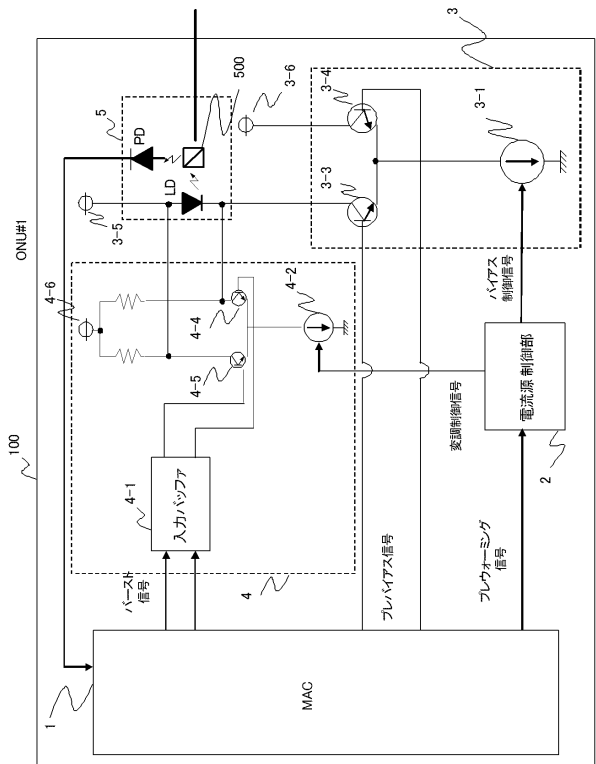
【図2】



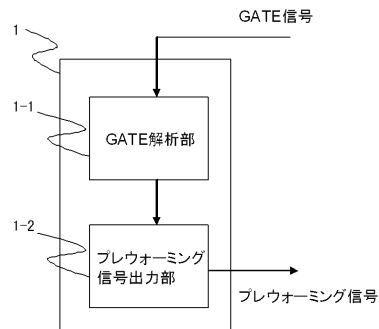
【図3】



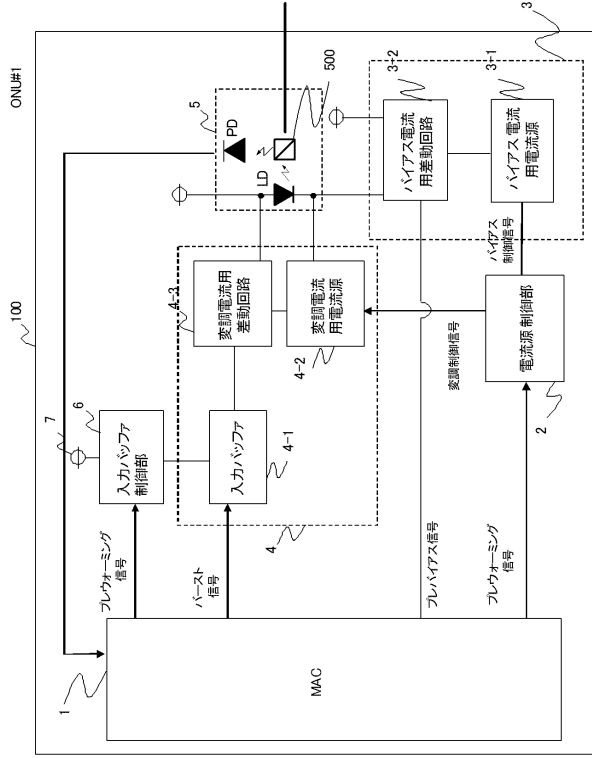
【図5】



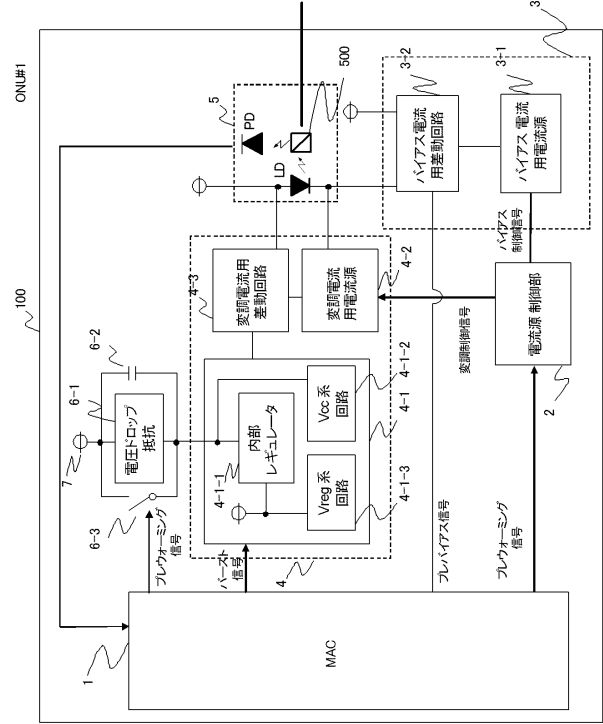
【図4】



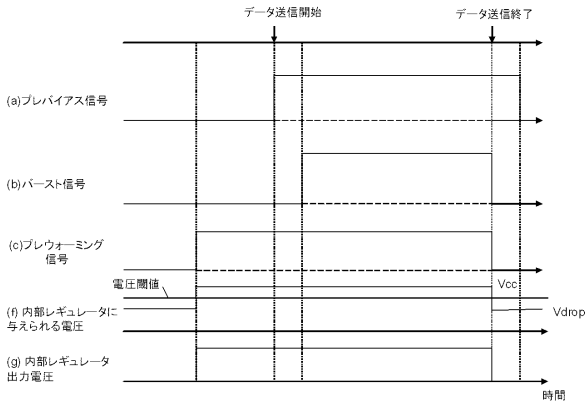
【図 6】



【図 7】



【図 8】



フロントページの続き

- (72)発明者 野上 正道
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 中川 潤一
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

審査官 前田 典之

- (56)参考文献 特開平04-220027(JP,A)
特開2005-020192(JP,A)
特開平04-346526(JP,A)
特開2002-237649(JP,A)
特開昭61-061535(JP,A)
特開2007-005904(JP,A)
特開昭62-200929(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
- | | |
|------|--------|
| H04B | 10/50 |
| H04B | 10/272 |