

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4935093号
(P4935093)

(45) 発行日 平成24年5月23日(2012.5.23)

(24) 登録日 平成24年3月2日(2012.3.2)

(51) Int.Cl. F 1
G 0 2 F 1/03 (2006.01) G 0 2 F 1/03 5 0 2

請求項の数 3 (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2006-25201 (P2006-25201)	(73) 特許権者	000006507 横河電機株式会社 東京都武蔵野市中町2丁目9番32号
(22) 出願日	平成18年2月2日(2006.2.2)	(72) 発明者	小林 利秋 東京都武蔵野市中町2丁目9番32号 横河電機株式会社内
(65) 公開番号	特開2007-206380 (P2007-206380A)	(72) 発明者	内田 賢治 東京都武蔵野市中町2丁目9番32号 横河電機株式会社内
(43) 公開日	平成19年8月16日(2007.8.16)	(72) 発明者	遠山 晃 東京都武蔵野市中町2丁目9番32号 横河電機株式会社内
審査請求日	平成20年9月16日(2008.9.16)	(72) 発明者	池澤 克哉 東京都武蔵野市中町2丁目9番32号 横河電機株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光変調装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

光通信システムに用いられる外部変調方式の光変調装置において、
光源から入射された光を変調し、出力光信号として出力するLN変調器と、
前記出力光信号を分岐する光分岐回路と、
この光分岐回路の出力信号を電気信号に変換する光電変換器と、
この光電変換器の出力信号に基づいて前記LN変調器のバイアス点を調整するバイアス制御信号を生成するバイアス制御回路と、

入力電気信号が入力されるLN変調器用ドライバと、

このLN変調器用ドライバの入力端子、若しくは、出力端子に接続され、前記入力電気信号の直流及び低周波成分を遮断するコンデンサと、

前記入力電気信号の前記コンデンサにより失われる前記直流及び低周波成分を補償する低周波成分補償回路と、

前記LN変調器用ドライバの出力と前記低周波成分補償回路の出力を加算し、前記LN変調器の変調入力信号を生成する加算回路とを備え、

前記バイアス制御回路からのバイアス制御信号が前記LN変調器のバイアス制御信号入力端子に接続され、前記加算回路から出力される前記変調入力信号が前記LN変調器の変調入力信号端子に接続されることを特徴とする光変調装置。

【請求項2】

光通信システムに用いられる外部変調方式の光変調装置において、

10

20

光源から入射された光を変調し、出力光信号として出力すると共に内蔵された光電変換器により前記出力光信号を電気信号に変換するLN変調器と、

前記電気信号に基づいて前記LN変調器のバイアス点を調整するバイアス制御信号を生成するバイアス制御回路と、

入力電気信号が入力されるLN変調器用ドライバと、

このLN変調器用ドライバの入力端子、若しくは、出力端子に接続され、前記入力電気信号の直流及び低周波成分を遮断するコンデンサと、

前記入力電気信号の前記コンデンサにより失われる前記直流及び低周波成分を補償する低周波成分補償回路と、

前記LN変調器用ドライバの出力と前記低周波成分補償回路の出力を加算し、前記LN変調器の変調入力信号を生成する加算回路とを備え、

前記バイアス制御回路からのバイアス制御信号が前記LN変調器のバイアス制御信号入力端子に接続され、前記加算回路から出力される前記変調入力信号が前記LN変調器の変調入力信号端子に接続されることを特徴とする光変調装置。

10

【請求項3】

前記コンデンサが、

前記LN変調器用ドライバに内蔵されていることを特徴とする

請求項1若しくは請求項2記載の光変調装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

20

【0001】

本発明は、光通信システムに用いられる外部変調方式の光変調装置に関し、特に高速且つ広帯域なバースト信号を光変調することが可能な光変調装置に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、光通信システムの進歩に伴い、高周波の出力光信号（光パルス）を安定して出力することが可能な光変調装置が求められており、例えば、EA（Electro Absorption）変調器（以下、単にEA変調器と呼ぶ。）やニオブ酸リチウム（ LiNbO_3 ）等の電気光学効果（ポッケルス効果）を有する材料を基板に用いたLN（Lithium Niobate）変調器（以下、単にLN変調器と呼ぶ。）等の外部変調器を備えた光変調装置が実用化されている。

30

【0003】

従来の光変調装置に関連する先行技術文献としては次のようなものがある。

【0004】

【特許文献1】特許2642499号公報

【特許文献2】特許3398929号公報

【0005】

図6はこのような従来の光変調装置の一例を示す構成ブロック図である。図6において、1は一定波長（例えば1550nm）の光を常に出力する光源、2は光源1から入射される光を変調し出力するEA変調器、3は外部からの入力電気信号の論理レベルに応じてEA変調器2を駆動するEA変調器用ドライバである。

40

【0006】

光源1の出力端子はEA変調器2の入力端子に接続され、EA変調器用ドライバ3の出力端子はEA変調器2の変調入力信号端子に接続される。EA変調器用ドライバ3の入力端子には入力電気信号が入力され、EA変調器2の出力端子からは出力光信号が出力される。

【0007】

ここで、図6に示す従来例の動作を説明する。EA変調器2はEA変調器用ドライバ3から入力される変調入力信号に応じて光の吸収又は通過を行う電界吸収型の光変調器である。EA変調器用ドライバ3は外部から入力される入力電気信号がローレベルの場合、光源1から入射された光を吸収させる変調入力信号をEA変調器2に出力することで、EA

50

変調器 2 から出力される出力光信号を消灯状態とする。

【 0 0 0 8 】

また、E A 変調器用ドライバ 3 は外部から入力される入力電気信号がハイレベルの場合、光源 1 から入射された光を通過させる変調入力信号を E A 変調器 2 に出力することで、E A 変調器 2 から出力される出力光信号を点灯状態とする。

【 0 0 0 9 】

この結果、E A 変調器用ドライバ 3 に入力される入力電気信号の論理レベルに応じて、E A 変調器用ドライバ 3 が E A 変調器 2 を駆動し、E A 変調器 2 に入力される光が変調され、E A 変調器 2 から出力される出力光信号を消灯状態又は点灯状態とすることが可能になる。

10

【 0 0 1 0 】

図 7 はこのような従来の光変調装置の他の一例を示す構成ブロック図である。図 7 において、4 は一定波長（例えば 1 5 5 0 n m）の光を常に出力する光源、5 は光源 4 から入射される光を変調して出力する L N 変調器、6 は L N 変調器 5 から出力される出力光信号を分岐する光分岐回路、7 は外部からの入力電気信号の論理レベルに応じて L N 変調器 5 を駆動する L N 変調器用ドライバ、8 は L N 変調器用ドライバ 7 から出力される変調入力信号の直流及び低周波成分をカットするコンデンサ、9 は光分岐回路 6 で分岐された光信号を電気信号に変換する O / E (Optical/Electrical) 変換器（光電変換器）、10 は O / E 変換器 9 の出力信号に基づいて L N 変調器 5 のバイアス点を調整するバイアス制御回路である。

20

【 0 0 1 1 】

光源 4 の出力端子は L N 変調器 5 の入力端子に接続され、L N 変調器 5 の出力端子は光分岐回路 6 の入力端子に接続される。光分岐回路 6 の一方の出力は出力光信号として出力され、光分岐回路 6 の他方の出力端子は O / E 変換器 9 の入力端子に接続される。

【 0 0 1 2 】

また、O / E 変換器 9 の出力端子はバイアス制御回路 10 の入力端子に接続され、バイアス制御回路 10 の出力端子は L N 変調器 5 のバイアス制御信号入力端子に接続される。コンデンサ 8 の一端は L N 変調器 5 の変調入力信号端子に接続され、コンデンサ 8 の他端は L N 変調器用ドライバ 7 の出力端子に接続される。また、入力電気信号は L N 変調器用ドライバ 7 の入力端子に接続される。

30

【 0 0 1 3 】

ここで、図 7 に示す従来例の動作を説明する。L N 変調器 5 は内部で光源 4 から入射された光を 2 つに分岐し、L N 変調器用ドライバ 7 から入力される変調入力信号に応じて光の位相を変化させた後、再び 1 つの光に合波して出力するマツハツェンダ型の光変調器である。

【 0 0 1 4 】

L N 変調器用ドライバ 7 は外部から入力される入力電気信号がローレベルの場合、L N 変調器 5 内で分岐した 2 つの光の位相が " " だけ異なるよう変化させる変調入力信号を L N 変調器 5 に出力し、2 つの光を逆位相で合波させ、出力光信号を消灯状態とする。

【 0 0 1 5 】

また、L N 変調器用ドライバ 7 は外部から入力される入力電気信号がハイレベルの場合、L N 変調器 5 内で分岐した 2 つの光の位相が一致するよう変化させる変調入力信号を L N 変調器 5 に出力し、2 つの光を同位相で合波させ、出力光信号を点灯状態とする。

40

【 0 0 1 6 】

バイアス制御回路 10 は L N 変調器 5 内部の 2 つの経路の位相差を調整して出力光信号の消灯又は点灯を可能とするように L N 変調器 5 の D C バイアス点を調整する。この D C バイアス点は温度や経時変化によってドリフトするため、L N 変調器 5 の出力光信号を光分岐回路 6 で分岐し、分岐した出力光信号を使用してバイアス制御回路 10 により常に調整する必要がある。

【 0 0 1 7 】

50

また、LN変調器5への入力電気信号としては、通常、連続的に発生し、マーク率（ハイレベルとローレベルの出現比）がほぼ一定のNRZ（Non Return to Zero）信号やRZ（Return to Zero）信号が用いられている。また、LN変調器用ドライバ7内部のDCバイアス値を任意に設定することができる等の利点があるため、一般にLN変調器用ドライバ7の入出力、若しくは、LN変調器用ドライバ7の内部に直流及び低周波成分カット用のコンデンサ8が使用されることが多い。

【0018】

この結果、LN変調器用ドライバ7に入力される入力電気信号の論理レベルに応じて、LN変調器用ドライバ7がLN変調器5を駆動し、LN変調器5に入力される光が変調され、LN変調器5から出力される出力光信号を消灯状態又は点灯状態とすることが可能になる。また、LN変調器5から出力される出力光信号を光分岐回路6で分岐し、O/E変換器9で光信号から電気信号に変換し、バイアス制御回路10でDCバイアス点を調整することにより、LN変調器5内部の2つの経路の位相差が正確に制御されるので、出力光信号の光波形品位を良くすることが可能になる。

10

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0019】

しかし、図6に示す従来例では、EA変調器を使用しているため、消光比が悪いという問題点があった。一方、図7に示す従来例では、LN変調器を使用しているため、図6に示すEA変調器を用いた光変調装置と比較し、消光比の点で優れている。

20

【0020】

但し、システム上の理由や更なる高速化のため、光変調装置をバーストモードで動作させる要請がある場合、図7に示す従来例では問題が生ずる。任意のタイミングでバーストが発生し得るバーストモードでは、その信号中に“0Hz”からバーストのビットレート程度までの広帯域の周波数成分を含み得る。

【0021】

しかし、図7に示す従来例では直流及び低周波成分カット用のコンデンサがあるため、このコンデンサにより元のバースト信号中にある直流及び低周波成分が遮断されてしまう。その結果、正常な光変調信号が得られず、直流及び低周波成分が欠落したバースト信号に対応した光変調出力が生じてしまう。

30

【0022】

また、この直流及び低周波成分カット用のコンデンサを無くして入力電気信号からLN変調器用ドライバを経由し、LN変調器までを直流的に結合する構成にした場合には、広帯域且つ高速なバースト信号に対応したLN変調器用ドライバの実現が困難になる。

【0023】

一般的には、LN変調器に入力される変調入力信号の振幅は“ $3V_{p-p}$ ”程度が必要になる。さらに、LN変調器を駆動するバースト信号のビットレートが数十Gbpsオーダーの高速信号を想定した場合、LN変調器用ドライバは直流から数十Gbpsオーダーの広帯域且つ“ $3V_{p-p}$ ”程度の信号発生を要求され、非常にその実現が困難になる。

【0024】

以上により、高速且つ広帯域なバースト信号を光変調することが可能な光変調装置の実現が難しいという問題があった。

40

【0025】

従って本発明が解決しようとする課題は、バーストモードで動作させる光通信システムにおいて、EA変調器ではなく、LN変調器を使用することで消光比の優れた光変調出力が得られ、高速且つ広帯域なバースト信号を光変調することが可能な光変調装置を実現することにある。

【課題を解決するための手段】

【0026】

このような課題を達成するために、本発明のうち請求項1記載の発明は、

50

光通信システムに用いられる外部変調方式の光変調装置において、

光源から入射された光を変調し、出力光信号として出力するLN変調器と、前記出力光信号を分岐する光分岐回路と、この光分岐回路の出力信号を電気信号に変換する光電変換器と、この光電変換器の出力信号に基づいて前記LN変調器のバイアス点を調整するバイアス制御信号を生成するバイアス制御回路と、入力電気信号が入力されるLN変調器用ドライバと、このLN変調器用ドライバの入力端子、若しくは、出力端子に接続され、前記入力電気信号の直流及び低周波成分を遮断するコンデンサと、前記入力電気信号の前記コンデンサにより失われる前記直流及び低周波成分を補償する低周波成分補償回路と、前記LN変調器用ドライバの出力と前記低周波成分補償回路の出力を加算し、前記LN変調器の変調入力信号を生成する加算回路とを備え、前記バイアス制御回路からのバイアス制御信号が前記LN変調器のバイアス制御信号入力端子に接続され、前記加算回路から出力される前記変調入力信号が前記LN変調器の変調入力信号端子に接続されることを特徴とするものである。

10

【0027】

請求項2記載の発明は、

光通信システムに用いられる外部変調方式の光変調装置において、

光源から入射された光を変調し、出力光信号として出力すると共に内蔵された光電変換器により前記出力光信号を電気信号に変換するLN変調器と、前記電気信号に基づいて前記LN変調器のバイアス点を調整するバイアス制御信号を生成するバイアス制御回路と、入力電気信号が入力されるLN変調器用ドライバと、このLN変調器用ドライバの入力端子、若しくは、出力端子に接続され、前記入力電気信号の直流及び低周波成分を遮断するコンデンサと、前記入力電気信号の前記コンデンサにより失われる前記直流及び低周波成分を補償する低周波成分補償回路と、前記LN変調器用ドライバの出力と前記低周波成分補償回路の出力を加算し、前記LN変調器の変調入力信号を生成する加算回路とを備え、前記バイアス制御回路からのバイアス制御信号が前記LN変調器のバイアス制御信号入力端子に接続され、前記加算回路から出力される前記変調入力信号が前記LN変調器の変調入力信号端子に接続されることを特徴とするものである。

20

【0028】

請求項3記載の発明は、

請求項1若しくは請求項2記載の発明である光変調装置において、

前記コンデンサが、

前記LN変調器用ドライバに内蔵されていることを特徴とするものである。

30

【発明の効果】

【0033】

請求項1、2及び請求項3の発明によれば、LN変調器用ドライバに入力される入力電気信号の直流及び低周波成分を低周波成分補償回路で抽出及び増幅し、LN変調器用ドライバからの出力と加算した信号でLN変調器を駆動することにより、コンデンサにより遮断された入力電気信号の直流及び低周波成分を補償できるので、高速且つ広帯域なパースト信号を光変調することが可能な光変調装置の実現が可能になる。

40

【発明を実施するための最良の形態】

【0034】

以下本発明を図面を用いて詳細に説明する。図1は本発明に係る光変調装置の一実施例を示す構成ブロック図である。図1において11は一定波長(例えば1550nm)の光を常に出力する光源、12は光源11から入射される光を変調し出力するLN変調器、13はLN変調器12から出力される出力光信号を分岐する光分岐回路、14は外部からの入力電気信号の論理レベルに応じてLN変調器12を駆動するLN変調器用ドライバであ

50

る。

【 0 0 3 5 】

また、15はLN変調器用ドライバ14から出力される変調入力信号の直流及び低周波成分をカットするコンデンサ、16は光分岐回路13で分岐された光信号を電気信号に変換するフォトダイオード等のO/E変換器、17はO/E変換器16の出力信号に基づいてLN変調器12のバイアス点を調整するバイアス制御回路、18は入力電気信号の直流及び低周波成分を抽出する低周波成分抽出回路、19は低周波成分抽出回路18の出力を増幅する直流アンプ、20はバイアス制御回路17の出力と直流アンプ19の出力を加算する加算回路である。

【 0 0 3 6 】

さらに、低周波成分抽出回路18及び直流アンプ19は低周波成分補償回路100を構成している。

【 0 0 3 7 】

光源11の出力端子はLN変調器12の入力端子に接続され、LN変調器12の出力端子は光分岐回路13の入力端子に接続される。光分岐回路13の一方の出力は出力光信号として出力され、光分岐回路13の他方の出力端子はO/E変換器16の入力端子に接続される。

【 0 0 3 8 】

また、O/E変換器16の出力端子はバイアス制御回路17の入力端子に接続され、バイアス制御回路17の出力端子は加算回路20の一方の入力端子に接続される。加算回路20の出力端子はLN変調器12のバイアス制御信号入力端子に接続される。

【 0 0 3 9 】

また、LN変調器用ドライバ14の出力端子はコンデンサ15の一端に接続され、コンデンサ15の他端はLN変調器12の変調入力信号端子に接続される。入力電気信号はLN変調器用ドライバ14の入力端子及び低周波成分抽出回路18の入力端子にそれぞれ接続される。低周波成分抽出回路18の出力端子は直流アンプ19の入力端子に接続され、直流アンプ19の出力端子は加算回路20の他方の入力端子に接続される。

【 0 0 4 0 】

ここで、図1に示す実施例の動作を図2及び図3を用いて説明する。図2はLN変調器用ドライバ14からLN変調器12までの経路の伝達特性を示す特性図、図3は低周波成分抽出回路18の伝達特性を示す特性図である。

【 0 0 4 1 】

基本的な動作は図7の従来例とほぼ同一であり、異なる点は低周波成分抽出回路18、直流アンプ19及び加算回路20を追加したことである。入力電気信号はLN変調器用ドライバ14を経由してコンデンサ15により、図2中“CH01”に示すような低周波遮断特性で濾波されるので、直流及び低周波成分が欠落する。

【 0 0 4 2 】

一方、低周波成分抽出回路18は図3中“CH02”に示すような伝達特性を有しているので、入力電気信号の直流及び低周波成分を抽出し、高周波成分は遮断する。この伝達特性のカットオフ周波数は図2中“CH01”に示す低周波遮断特性のカットオフ周波数と等しい。低周波成分抽出回路18の出力は直流アンプ19で増幅され、加算回路20においてバイアス制御回路17の出力と加算される。そして、加算回路20の出力信号がLN変調器12のバイアス制御信号入力端子に入力される。

【 0 0 4 3 】

LN変調器12の内部ではLN変調器用ドライバ14からの入力と加算回路20からの入力が光波位相領域で加算されるため、コンデンサ15で遮断された入力電気信号の直流及び低周波成分が反映されるので、LN変調器用ドライバ14に入力される入力電気信号に対応した出力光信号を得ることができる。

【 0 0 4 4 】

ここで、LN変調器12内の光波位相領域で入力電気信号が復元される過程の詳細を説

10

20

30

40

50

明する。入力電気信号はLN変調器用ドライバ14及びコンデンサ15を經由してLN変調器12に入力され、LN変調器12内部で式(1)に示すような光波位相差を生じる。ここで、" h "は光波位相差、" V_{in_h} "はコンデンサ15を通過する入力電気信号の高周波成分、" K_{dr} "はLN変調器用ドライバ14の利得、" K_{rf} "はLN変調器12の変調入力信号に関する比例定数、" r_f "は位相オフセットである。

【0045】

$$h = K_{rf} \cdot K_{dr} \cdot V_{in_h} + r_f \quad (1)$$

【0046】

一方、低周波成分抽出回路18、直流アンプ19、加算器20を經由してLN変調器12に入力される入力電気信号はLN変調器12内部で式(2)に示すような光波位相差を生じる。ここで、" l "は光波位相差、" V_{in_l} "は低周波成分抽出回路18で抽出された入力電気信号の直流及び低周波成分、" K_{dc} "は直流アンプ19の利得、" K_{cont} "はLN変調器12のバイアス制御入力信号に関する比例定数、" d_c "は位相オフセットである。

【0047】

$$l = K_{dc} \cdot K_{cont} \cdot V_{in_l} + d_c \quad (2)$$

【0048】

ここで、直流アンプ20の利得" K_{dc} "を" $(K_{rf} \cdot K_{dr} / K_{cont})$ "とすれば、式(2)は式(3)に示すとおりになる。

【0049】

$$l = K_{rf} \cdot K_{dr} \cdot V_{in_l} + d_c \quad (3)$$

【0050】

LN変調器12はLN変調器用ドライバ14と直流アンプ19により駆動されるので、LN変調器12内部での光波位相差は式(4)に示すように式(1)と式(3)の和となる。ここで、" V_{in} "は入力電気信号で、" V_{in_h} "と" V_{in_l} "の周波数成分は相互に補うので、" $V_{in} = V_{in_h} + V_{in_l}$ "の関係がある。

【0051】

$$\begin{aligned} h + l &= K_{rf} \cdot K_{dr} \cdot (V_{in_h} + V_{in_l}) + r_f + d_c \\ &= K_{rf} \cdot K_{dr} \cdot V_{in} + r_f + d_c \quad (4) \end{aligned}$$

【0052】

式(4)の位相オフセット" $r_f + d_c$ "は固定的な位相差であり、バイアス制御回路17により補正可能な量である。従って、この位相オフセット" $r_f + d_c$ "を無視すれば、式(4)の左辺の統合した位相差" $h + l$ "は入力電気信号がLN変調器用ドライバ14を經由してコンデンサ15が無い状態、すなわち、DC結合された状態で直接LN変調器12を駆動したものと等価であることが分かる。

【0053】

一般にLN変調器12の光波位相差変換に関する比例定数は、LN変調器12の通常の変調入力に対する定数よりも、バイアス制御入力に対する定数の方が小さく、" $K_{cont} < K_{rf}$ "となる。また、LN変調器12のバイアス制御入力、LN変調器12の緩慢なDCバイアスの変動に対応できればよいため、通常さほど広帯域ではない。

【0054】

本発明の実現には、LN変調器用ドライバ14に関わるコンデンサ15による低周波遮断のカットオフ周波数が、LN変調器12のバイアス制御入力を持つ帯域内となるように、コンデンサ15の容量を選ばなければならない。

【0055】

この結果、LN変調器用ドライバ14に入力される入力電気信号の直流及び低周波成分のみを低周波成分抽出回路18で抽出し、直流アンプ19で増幅し、バイアス制御回路17からの出力と加算した信号でLN変調器12のバイアス制御を行うことにより、LN変調器用ドライバ14の出力に取り付けられたコンデンサ15により遮断された入力電気信号の直流及び低周波成分を補償できるので、高速且つ広帯域なバースト信号を光変調する

10

20

30

40

50

ことが可能な光変調装置の実現が可能になる。

【 0 0 5 6 】

なお、図 1 に示す実施例においては外付けの光分岐回路 1 3 と O / E 変換器 1 6 を使用しているが、L N 変調器内蔵のモニタ用 O / E 変換器を使用してもよい。この場合、光分岐回路 1 3 は不要になり、L N 変調器 1 2 に内蔵されているモニタ用 O / E 変換器から出力される電気信号が直接バイアス制御回路 1 7 に入力されるようになる。

【 0 0 5 7 】

また、図 1 に示す実施例においては低周波成分抽出回路 1 8 及び直流アンプ 1 9 で低周波成分補償回路 1 0 0 を構成しているが、回路構成に関しては何らこれに限定されるものではなく、例えば、O / E 変換器の出力と入力電気信号の誤差を増幅する誤差アンプを使用して低周波成分補償回路を構成してもよい。

10

【 0 0 5 8 】

この場合の動作を図 4 を用いて説明する。図 4 は誤差アンプを用いた本発明に係る光変調装置の他の実施例を示す構成ブロック図である。図 4 において 1 1 , 1 2 , 1 3 , 1 4 , 1 5 , 1 6 , 1 7 及び 2 0 は図 1 と同一符号を付してあり、2 1 は誤差アンプである。

【 0 0 5 9 】

入力電気信号は誤差アンプ 2 1 の一方の入力端子に接続され、O / E 変換器 1 6 の出力端子は誤差アンプ 2 1 の他方の入力端子に接続される。誤差アンプ 2 1 の出力端子は加算器 2 0 の他方の入力端子に接続される。その他の接続関係は図 1 に示す実施例と同一であるので、その説明は省略する。

20

【 0 0 6 0 】

基本的な動作は図 1 に示す実施例とほぼ同一であり、異なる点は直流及び低周波成分の補償を入力電気信号と O / E 変換器 1 6 の出力の誤差を誤差アンプ 2 1 で増幅することにより得ていることである。

【 0 0 6 1 】

この結果、L N 変調器用ドライバ 1 4 に入力される入力電気信号と O / E 変換器 1 6 の出力の誤差を誤差アンプ 2 1 で増幅し、バイアス制御回路 1 7 からの出力と加算した信号で L N 変調器 1 2 のバイアス制御を行うことにより、L N 変調器用ドライバ 1 4 の出力に取り付けられたコンデンサ 1 5 により遮断された入力電気信号の直流及び低周波成分を補償できるので、高速且つ広帯域なバースト信号を光変調することが可能な光変調装置の実現が可能になる。

30

【 0 0 6 2 】

また、図 1 に示す実施例においては直流アンプ 1 9 の出力とバイアス制御回路 1 7 の出力を加算回路 2 0 で加算して L N 変調器 1 2 に入力しているが、L N 変調器にバイアス制御用の入力端子が 2 つあり、それらの電位差が L N 変調器内の光波位相差に変換される場合には、そのバイアス制御用の入力端子の一方に直流アンプの出力を接続し、他方にバイアス制御回路の出力を接続する構成としてもよい。

【 0 0 6 3 】

また、図 1 に示す実施例においては入力電気信号の直流及び低周波成分を L N 変調器 1 2 に対してバイアス制御信号として印加し、光波位相領域で加算を行ったが、必ずしもそうする必要は無く、電気信号領域で加算を行ってもよい。具体的には、図 1 に示す直流アンプ 1 9 の利得を L N 変調器用ドライバ 1 4 の利得に合わせ、その直流アンプ 1 9 の出力を L N 変調器用ドライバ 1 4 の出力と電氣的に加算し、その加算結果を L N 変調器 1 2 に対して通常の変調入力信号として印加する。

40

【 0 0 6 4 】

この場合の動作を図 5 を用いて説明する。図 5 は本発明に係る光変調装置の他の実施例を示す構成ブロック図である。図 5 において 1 1 , 1 2 , 1 3 , 1 4 , 1 5 , 1 6 , 1 7 , 1 8 , 1 9 , 2 0 及び 1 0 0 は図 1 と同一符号を付してある。

【 0 0 6 5 】

光源 1 1 の出力端子は L N 変調器 1 2 の入力端子に接続され、L N 変調器 1 2 の出力端

50

子は光分岐回路 13 の入力端子に接続される。光分岐回路 13 の一方の出力は出力光信号として出力され、光分岐回路 13 の他方の出力端子は O/E 変換器 16 の入力端子に接続される。O/E 変換器 16 の出力端子はバイアス制御回路 17 の入力端子に接続され、バイアス制御回路 17 の出力端子は LN 変調器 12 のバイアス制御信号入力端子に接続される。

【0066】

また、LN 変調器用ドライバ 14 の出力端子はコンデンサ 15 の一端に接続され、コンデンサ 15 の他端は加算回路 20 の一方の入力端子に接続される。入力電気信号は LN 変調器用ドライバ 14 の入力端子及び低周波成分抽出回路 18 の入力端子にそれぞれ接続される。低周波成分抽出回路 18 の出力端子は直流アンプ 19 の入力端子に接続され、直流アンプ 19 の出力端子は加算回路 20 の他方の入力端子に接続される。加算回路 20 の出力端子は LN 変調器 12 の変調入力信号端子に接続される。

10

【0067】

ここで、図 5 に示す実施例の動作を説明する。LN 変調器 12 の出力光信号は光分岐回路 13 で分岐され、分岐された信号は O/E 変換器 16 で光信号から電気信号に変換される。この電気信号に基づいてバイアス制御回路 17 は LN 変調器 12 内部の 2 つの経路の位相差を調整して出力光信号の消灯又は点灯を可能とするように LN 変調器 12 の DC バイアス点を調整する。このバイアス点の調整動作は図 7 に示す従来例と同じである。

【0068】

LN 変調器用ドライバ 14 はコンデンサ 15 により直流及び低周波成分がカットされた変調入力信号を加算回路 20 の一方の入力端子に入力する。また、低周波成分抽出回路 18 で入力電気信号の直流及び低周波成分を抽出し、直流アンプ 19 で増幅された信号が加算回路 20 の他方の入力端子に入力される。

20

【0069】

そして、加算回路 20 で加算された変調入力信号が LN 変調器 12 の変調入力信号端子に入力されるので、入力電気信号の直流及び低周波成分が補償された状態で LN 変調器 12 を駆動することが可能になる。

【0070】

この結果、LN 変調器用ドライバ 14 に入力される入力電気信号の直流及び低周波成分を低周波成分抽出回路 18 で抽出し、直流アンプ 19 で増幅し、LN 変調器用ドライバ 14 からの出力と加算した信号で LN 変調器 12 を駆動することにより、コンデンサ 15 により遮断された入力電気信号の直流及び低周波成分を補償できるので、高速且つ広帯域なパースト信号を光変調することが可能な光変調装置の実現が可能になる。

30

【0071】

また、図 1 に示す実施例においては入力電気信号がローレベルの場合、出力光信号を消灯状態とし、入力電気信号がハイレベルの場合、出力光信号を点灯状態としているが、入力電気信号がローレベルの場合、出力光信号を点灯状態とし、入力電気信号がハイレベルの場合、出力光信号を消灯状態としてもよい。

【0072】

また、図 1 に示す実施例及び図 5 に示す実施例においてはコンデンサ 15 を LN 変調器用ドライバ 14 の出力端子に取り付けているが、LN 変調器用ドライバ 14 の入力端子に接続、若しくは、LN 変調器用ドライバ 14 に内蔵されていてもよい。

40

【図面の簡単な説明】

【0073】

【図 1】本発明に係る光変調装置の一実施例を示す構成ブロック図である。

【図 2】LN 変調器用ドライバから LN 変調器までの経路の伝達特性を示す特性図である。

。

【図 3】低周波成分抽出回路の伝達特性を示す特性図である。

【図 4】誤差アンプを用いた本発明に係る光変調装置の他の実施例を示す構成ブロック図である。

50

【図5】本発明に係る光変調装置の他の実施例を示す構成ブロック図である。

【図6】従来の光変調装置の一例を示す構成ブロック図である。

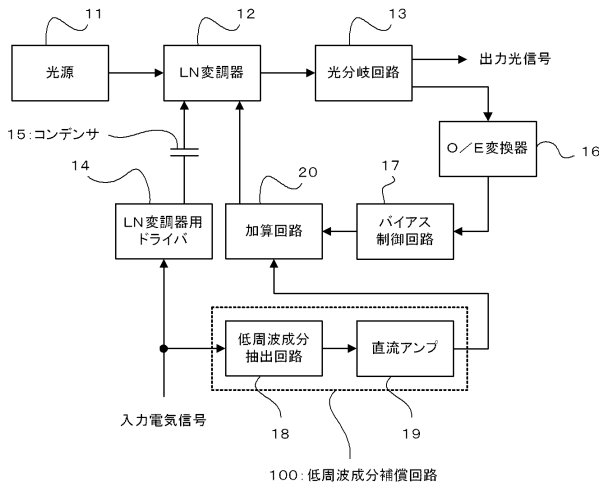
【図7】従来の光変調装置の他の一例を示す構成ブロック図である。

【符号の説明】

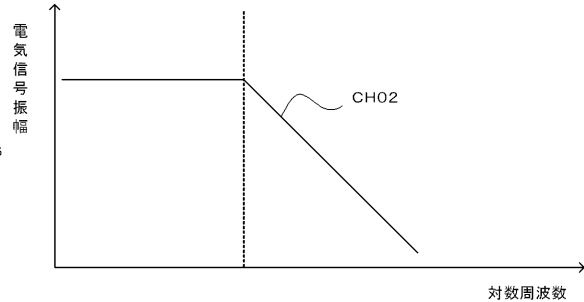
【0074】

- 1, 4, 11 光源
- 2 EA変調器
- 3 EA変調器用ドライバ
- 5, 12 LN変調器
- 6, 13 光分岐回路
- 7, 14 LN変調器用ドライバ
- 8, 15 コンデンサ
- 9, 16 O/E変換器
- 10, 17 バイアス制御回路
- 18 低周波成分抽出回路
- 19 直流アンプ
- 20 加算回路
- 21 誤差アンプ
- 100 低周波成分補償回路

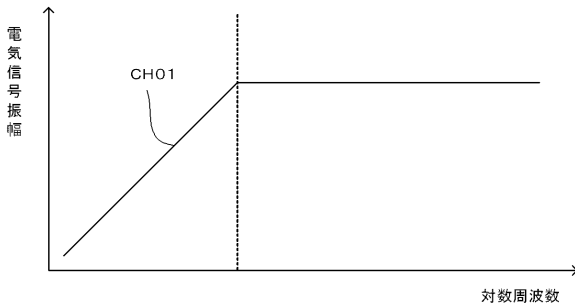
【図1】



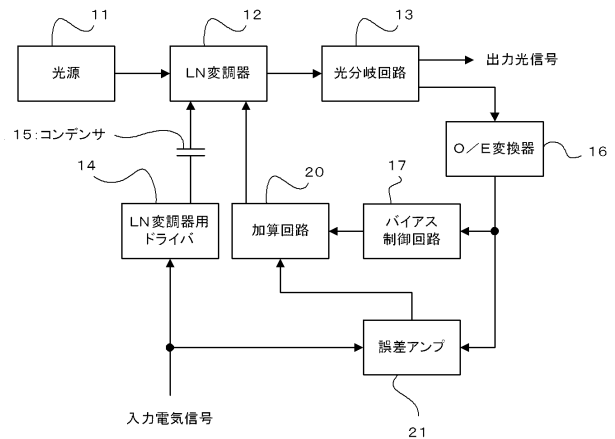
【図3】



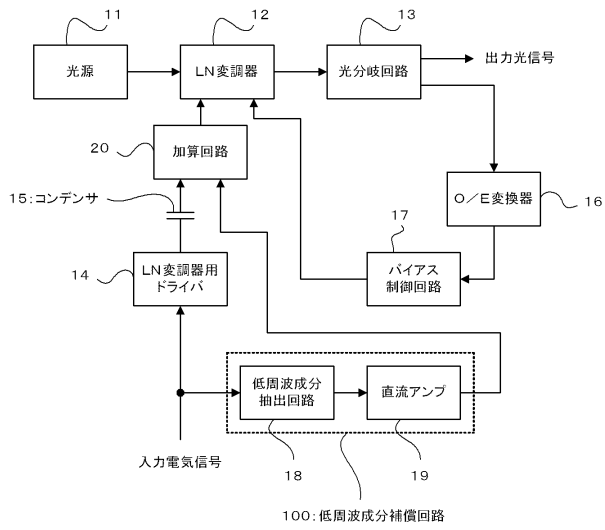
【図2】



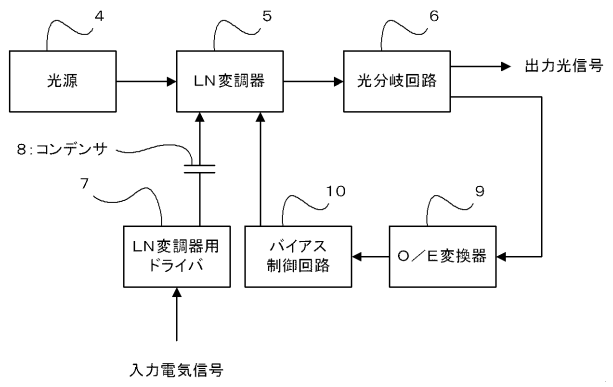
【図4】



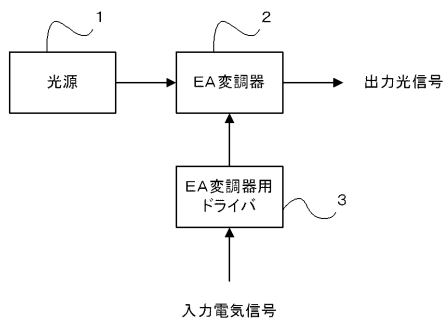
【図5】



【図7】



【図6】



フロントページの続き

- (72)発明者 三浦 明
東京都武蔵野市中町2丁目9番32号 横河電機株式会社内
- (72)発明者 赤坂 恭一
東京都武蔵野市中町2丁目9番32号 横河電機株式会社内

審査官 林 祥恵

- (56)参考文献 特開平04-294318(JP,A)
特開2000-162563(JP,A)
特開2004-294827(JP,A)
特開2004-037647(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G02F 1/00 - 1/125