

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4745096号
(P4745096)

(45) 発行日 平成23年8月10日(2011.8.10)

(24) 登録日 平成23年5月20日(2011.5.20)

(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 2 (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2006-80014 (P2006-80014)	(73) 特許権者	000183266 住友大阪セメント株式会社 東京都千代田区六番町6番地28
(22) 出願日	平成18年3月23日(2006.3.23)	(74) 代理人	100116687 弁理士 田村 爾
(65) 公開番号	特開2007-256552 (P2007-256552A)	(72) 発明者	清水 亮 東京都千代田区六番町6番地28 住友大阪セメント株式会社内
(43) 公開日	平成19年10月4日(2007.10.4)	(72) 発明者	藤田 貴久 東京都千代田区六番町6番地28 住友大阪セメント株式会社内
審査請求日	平成18年12月14日(2006.12.14)	(72) 発明者	菅又 徹 東京都千代田区六番町6番地28 住友大阪セメント株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光変調器の駆動装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

2つのマッハツェンダ型光導波路を直列に配置すると共に、各マッハツェンダ型光導波路内を通過する光を変調するための変調電極を各々のマッハツェンダ型光導波路に対して設けた光変調器に対し、一方のマッハツェンダ型光導波路に係る第1の変調電極にはNRZ変調信号を入力し、他方のマッハツェンダ型光導波路に係る第2の変調電極にはクロックパルスを入力し、該光変調器からRZ光信号を出力させる光変調器の駆動装置において、

単一の信号源から出力されるNRZ変調信号が入力され、波形整形されたNRZ変調信号を出力すると共に、クロック抽出機能を有するロジック回路と、

該ロジック回路から出力されるNRZ変調信号を増幅する第1のドライバ回路と、

該ロジック回路から出力されるクロックパルスを増幅する第2のドライバ回路とを有し、

該第1のドライバ回路の出力を上記第1の変調電極に印加すると共に、該第2のドライバ回路の出力を上記第2の変調電極に印加するよう構成され、

少なくとも該ロジック回路、該第1及び第2のドライバ回路は、同一の接続基板上に形成されていることを特徴とする光変調器の駆動装置。

【請求項2】

請求項1に記載の光変調器の駆動装置において、該ロジック回路から第1又は第2の変調電極との間に、インバータ回路を有することを特徴とする光変調器の駆動装置。

10

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、光変調器の駆動装置に関し、特に、2つのマッハツェンダ型光導波路を有する光変調器に、NRZ変調信号とクロックパルスとを印加する光変調器の駆動装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、光通信分野において、電気光学効果を有する基板上に光導波路や変調電極を形成した導波路型光変調器が多用されている。このような光変調器においては、高速・大容量通信や安定した長距離伝送などを実現するため、2つのマッハツェンダ型光導波路を有する光変調器に対し、NRZ (Non Return to Zero) の変調信号と、クロックパルスとを印加し、RZ (Return to Zero) の光変調信号を、光変調器から出力する方法が提案されている。

10

【0003】

図1は、従来のNRZ変調信号からRZ光信号を出力させるための光変調方式の概略を示す図である。

2つのマッハツェンダ型光導波路1, 2を直列に接続した光変調器に対し、連続波(CW)光を入射し、第1のマッハツェンダ型光導波路1を含む光変調部においてNRZ光信号を形成し、さらに、第2のマッハツェンダ型光導波路2を含む光変調部においてRZ光信号に変調されて、光変調器から出射される。

20

【0004】

第1のマッハツェンダ型光導波路1を含む光変調部においては、信号源5よりNRZデータの变調信号を出力し、該変調信号をドライバ回路6により増幅して変調電極3に印加する。

また、第2のマッハツェンダ型光導波路2を含む光変調部においては、クロック発生器7よりクロックパルスを出力し、該パルスをドライバ回路8により増幅して変調電極4に印加する。

【0005】

図2は、NRZ変調信号からRZ光信号を出力させるための光変調方式を示し、特にRZ光信号の周波数の1/2の周波数を有するクロックパルスを光変調器の変調曲線のボトムに印加する光変調方式の概略を示す図である。つまり、RZ光信号のスペクトルを見ると搬送波が抑圧されているCS (Carrier Suppressed) RZ光信号となるように構成されている。

30

【0006】

図1の光変調器と同様に、2つのマッハツェンダ型光導波路10, 11を有し、第1のマッハツェンダ型光導波路10を含む光変調部においては、信号源15から出力されるNRZデータの变調信号をドライバ回路16で増幅し、変調電極12に印加する。

他方、第2のマッハツェンダ型光導波路11を含む光変調部においては、マッハツェンダ型光導波路を構成する2つの分岐導波路に対し、各変調電極13, 14が設けられ、これらの変調電極には、光変調器から出力されるRZ光信号の周波数の1/2の周波数を有し互いに逆位相となるクロックパルスが印加されている。

40

【0007】

変調電極13, 14に印加するクロックパルスは、クロック発生器17から出力されるクロックパルスを180°ハイブリッド回路18に入力し、該180°ハイブリッド回路18より互いに逆相状態の2つのクロックパルスを出力し、ドライバ回路19, 20により増幅して、各変調電極13, 14に印加される。

なお、図2のようなCS-RZ光信号を出力する光変調器は、以下の特許文献1又は2に開示されている。

【特許文献1】特開2001-147411号公報

50

【特許文献2】特開2002-23121号公報
【0008】

図1又は図2の光変調方式においては、変調信号を発生する手段として、信号源5, 15とクロックパルス発生器7, 17との2つの変調信号発生手段が必要となる上、両者の同期をとる必要があり、同期回路などの何らかの同期手段9, 21を必要とする。このため、光変調器の駆動装置が複雑化し、高コスト化する原因となっていた。

【0009】

これに対し、特許文献3においては、図3に示すように、信号源34からのNRZ変調信号を2つに分岐させ、一方をドライバ回路35を介して増幅して、第1のマッハツェンダ型光導波路30を含む光変調部の変調電極32に印加している。また、他方の変調信号は、クロック抽出部36を介してクロックパルスに変換され、位相調整部37で所定の位相に制御された後、ドライバ回路38で増幅され、第2のマッハツェンダ型光導波路31を含む光変調部の変調電極33に印加する。

【特許文献3】特開2002-311400号公報

【0010】

図3の光変調方式においては、信号源34の信号がドライバ回路35に直接入力され、かつ増幅されるため、仮に信号源34からの信号の品質が低下した場合には、光変調器から出力される光信号の劣化は顕著なものとなる。つまり、信号源からの信号の品質が、光変調器の性能を直接影響を与える原因となっていた。

また、図1又は図2のように変調信号を発生する手段として、信号源とクロックパルス発生器を利用する場合は勿論のこと、図3のように単一の信号源を利用する場合においても、各マッハツェンダ型光導波路を含む光変調部の変調電極に印加する変調信号は、正確に位相を調整することが必要であり、温度変化や光変調器への信号線の接続状況により、信号の品質や位相が容易に変化し、適正なRZ光信号が得られないという問題を生じていた。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0011】

本発明が解決しようとする課題は、上述したような問題を解決し、2つのマッハツェンダ型光導波路を直接に接続した光変調器の駆動装置において、装置の複雑化や高コスト化を抑制すると共に、2つのマッハツェンダ型光導波路に係る変調電極に正確に位相調整された変調信号を印加でき、光変調器から出力される光信号の劣化を抑制した光変調器の駆動装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0012】

請求項1に係る発明では、2つのマッハツェンダ型光導波路を直列に配置すると共に、各マッハツェンダ型光導波路内を通過する光を変調するための変調電極を各々のマッハツェンダ型光導波路に対して設けた光変調器に対し、一方のマッハツェンダ型光導波路に係る第1の変調電極にはNRZ変調信号を入力し、他方のマッハツェンダ型光導波路に係る第2の変調電極にはクロックパルスを入力し、該光変調器からRZ光信号を出力させる光変調器の駆動装置において、単一の信号源から出力されるNRZ変調信号が入力され、波形整形されたNRZ変調信号を出力すると共に、クロック抽出機能を有するロジック回路と、該ロジック回路から出力されるNRZ変調信号を増幅する第1のドライバ回路と、該ロジック回路から出力されるクロックパルスを増幅する第2のドライバ回路とを有し、該第1のドライバ回路の出力を上記第1の変調電極に印加すると共に、該第2のドライバ回路の出力を上記第2の変調電極に印加するよう構成され、少なくとも該ロジック回路、該第1及び第2のドライバ回路は、同一の接続基板上に形成されていることを特徴とする。

【0013】

本発明が対象とする光変調器は、2つのマッハツェンダ型光導波路のうち、光の進行方向からみて上流側のマッハツェンダ型光導波路にNRZ変調信号を用いるものに限らず、

10

20

30

40

50

上流側のマッハツェンダ型光導波路にクロックパルスを用い、下流側のマッハツェンダ型光導波路にNRZ変調信号を用いるように構成しても良い。また、1つのマッハツェンダ型光導波路を有する光変調器を2つ用い、両者を直列に接続して2つのマッハツェンダ型光導波路を構成することも可能である。

【0014】

また、第2の変調電極には、図1に示すようにNRZ変調信号と同じ周波数のクロックパルスを印加するだけでなく、図2に示すように当該周波数の1/2の周波数を有するクロックパルスに分周して印加することも可能である。

【0016】

請求項2に係る発明では、請求項1に記載の光変調器の駆動装置において、該ロジック回路から第1又は第2の変調電極との間に、インバータ回路を有することを特徴とする。

10

【発明の効果】

【0018】

請求項1に係る発明により、単一の信号源から出力されるNRZ変調信号が入力されるロジック回路を用いて、NRZ変調信号とクロックパルスとを発生しているため、変調信号の発生手段が一つで済み、NRZ変調信号とクロックパルスとの同期をとる手段も不要となる。これにより、光変調器の駆動装置を簡略化でき、コストの増加を抑制することが可能となる。

【0019】

また、ロジック回路は、クロック抽出機能を有する波形整形回路であるため、仮に信号源からの信号の品質が劣化した場合でも、ロジック回路で適正な信号に整形され、該ロジック回路で抽出されたクロックパルスと併せて、極めて品質の高い光信号を生成することが可能となる。

20

さらに、ロジック回路、第1及び第2のドライバ回路は、同一の接続基板上に形成されているため、接続基板に導入する信号線はNRZ変調信号の信号線のみとなるため信号線の接続状態の影響を抑制でき、該ロジック回路から各ドライバ回路を経て各変調電極に至るまでの信号線の状態を、同一基板上で常に所定の状態に保持することが可能となるため、各変調電極に正確に位相調整された変調信号を印加することが可能となる。また、位相状態を決める信号線が同一基板上に形成されているため、各回路間の温度差が少なく、温度変化に対しても極めて安定な光変調器の駆動装置を提供することができる。

30

【0020】

請求項2に係る発明により、ロジック回路から第1又は第2の変調電極との間に、インバータ回路を有するため、ロジック回路から出力されるクロックパルスが、NRZ変調信号と逆位相で出力されるにも拘らず、インバータ回路により、NRZ変調信号とクロックパルスとを、各々の変調電極に適正な位相状態で印加することが可能となる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0022】

以下、本発明を好適例を用いて詳細に説明する。

図4は、本発明に係る光変調器の駆動装置の概略を示したものである。

本発明に利用される光変調器は、2つのマッハツェンダ型光導波路40、41を直列に配置したものである。ただし、1つのマッハツェンダ型光導波路を有する光変調器を2つ直列に接続しても良い。

40

各マッハツェンダ型光導波路を含む光変調部には、変調電極42、43が形成されている。変調電極は、変調信号を印加する信号電極と接地される接地電極から構成されている。

【0023】

また、変調電極は、図2に示すようにマッハツェンダ型光導波路の2つの分岐光導波路に対して独立して設けることも可能である。この場合には、後述するロジック回路45から出力されるクロックパルスを、分周器により1/2の周波数に変換し、図2に示した180°ハイブリッド回路に入力し、該180°ハイブリッド回路より互いに逆相状態の2

50

つのクロックパルスを出力し、さらにドライバ回路により各信号を増幅して、各々の変調電極に印加するよう構成することができる。なお、180°ハイブリッド回路とドライバ回路とを組み込んだ差動出力型ドライバ回路を利用することも可能である。

【0024】

変調電極42, 43に印加される変調信号は、単一の信号源44により生成されている。信号源44からはNRZ変調信号が出力され、ロジック回路45に入力される。

本発明に用いるロジック回路45には、クロック抽出機能を有する波形整形回路を使用する。これは、NRZ変調信号からクロックパルスを抽出するだけでなく、NRZ変調信号が仮に劣化していても、該ロジック回路で適正な信号に整形され、該ロジック回路で抽出されたクロックパルスと併せて、品質の高い変調信号を供給することを可能とするものである。これにより、極めて品質の高い光信号を生成することができる。

10

ロジック回路45からは、入力信号に対応したNRZ変調信号と、入力信号の周波数と同じ周波数を有するクロックパルスとが出力される。ただし、出力されるNRZ変調信号とクロックパルスとの位相は、逆相状態となっている。

【0025】

ロジック回路45から出力されたNRZ変調信号は、ドライバ回路46により所定の値に増幅され、第1のマッハツェンダ型光導波路40の第1の変調電極42に印加される。

他方、ロジック回路45から出力されたクロックパルスは、インバータ回路47や位相調整器48を経てドライバ回路49に導入され、所定の信号強度に増幅されて、第2のマッハツェンダ型光導波路の第2の変調電極43に印加される。

20

【0026】

インバータ回路47や位相調整器48は、本発明において不可欠なものではなく、ロジック回路45から第1の変調電極42までの信号線の長さ、ロジック回路45から第2の変調電極43までの信号線の長さとが、各変調電極に印加される変調信号の位相を所定の関係に設定することが可能な場合は、省略することができる。

また、インバータ回路や位相調整器は、NRZ変調信号を用いる第1の変調電極側に設けることも可能である。

【0027】

以上の構成により、第1のマッハツェンダ型光導波路にCW光を入射してNRZ光信号を形成し、該NRZ光信号を第2のマッハツェンダ型光導波路に入射してRZ光信号に変換し、光変調器から出力させる。

30

本発明の光変調器の駆動装置は、図4のように第1の変調電極42に、NRZ変調信号を印加するものに限らず、第1の変調電極42にクロックパルスを印加し、第2の変調電極にNRZ変調信号を印加するよう構成することも可能である。

【0028】

次に、本発明の駆動装置に接続基板110を使用する場合について、図5により説明する。

100は、電気光学効果を有する基板であり、該基板には2つのマッハツェンダ型光導波路101, 102が形成されている。また、各マッハツェンダ型光導波路内を通過する光を変調するための変調電極が形成されている。ここでは、図面を簡略化するため、信号電極103, 104のみが示されている。光変調器を構成する材料や構造については、特に限定されるものではないが、例えば、電気光学効果を有する基板としては、ニオブ酸リチウム、タンタル酸リチウム、PLZT(ジルコン酸チタン酸鉛ランタン)、及び石英系の材料が利用可能である。また、基板上の光導波路は、Tiなどを熱拡散法やプロトン交換法などで基板表面に拡散させることにより形成することができる。さらに、変調電極を構成する信号電極や接地電極などは、Ti・Auの電極パターンの形成及び金メッキ方法などにより形成することが可能である。またさらに、必要に応じて光導波路形成後の基板表面に誘電体SiO₂等のパツファ層を設けることも可能である。

40

【0029】

光変調器の傍には、アルミナ、窒化アルミなどの低誘電損失材料などで形成された接続

50

基板 110 が配置されている。接続基板 110 上には、ロジック回路 111、ドライバ回路 112, 114 が配置され、さらにインバータ回路又は位相調整器などの位相調整手段 113 が、図 4 に係る説明で詳述したように必要に応じて配置されている。

光変調器の傍には、さらに終端器 130, 131 が配置され、信号電極 103, 104 を伝搬する変調信号の反射を防止している。

【0030】

光変調器、接続基板 110、及び終端器 130, 131 は、金属製等の筐体 140 内に気密封止され、光変調器モジュールを構成している。

光変調器には、筐体 140 の外部より入力用光ファイバ 105 と、出力用光ファイバ 106 が接続されている。また、接続基板 110 には、筐体 140 の外部より信号源 120 の信号線が導入され、ロジック回路 111 に繋がる線路に接続されている。

10

【0031】

このように、光変調器モジュールに導入される信号線は、信号源 120 からの NRZ 変調信号を導入する信号線の 1 本だけであり、接続作業が容易な上、2 つのマッハツェンダ型光導波路の各変調電極に印加される変調信号の位相ズレを考慮する必要も無い。

しかも、接続基板 110 上には、ロジック回路、ドライバ回路などが配置されており、ロジック回路から各ドライバ回路を経て各変調電極に至るまでの信号線の状態を、同一基板上で常に所定の状態に保持することが可能となる。これにより、各変調電極に正確に位相調整された変調信号を印加することが可能となる。さらに、位相状態を決める信号線や回路素子が同一基板上に形成されているため、温度変化に対しても極めて安定な光変調器の駆動装置を提供することができる。

20

【産業上の利用可能性】

【0032】

以上説明したように、本発明によれば、2 つのマッハツェンダ型光導波路を直接に接続した光変調器の駆動装置において、装置の複雑化や高コスト化を抑制すると共に、2 つのマッハツェンダ型光導波路に係る変調電極に正確に位相調整された変調信号を印加でき、光変調器から出力される光信号の劣化を抑制した光変調器の駆動装置を提供することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0033】

【図 1】従来の RZ 光変調方式を示す概略図である。

【図 2】従来の RZ 光変調方式を示す概略図であり、クロックパルスに 1/2 周波数を用いるものを示す。

【図 3】従来の RZ 光変調方式を示す概略図であり、クロックパルスを NRZ 変調信号を用いて生成するものを示す。

【図 4】本発明に係る光変調器の駆動装置の概略図である。

【図 5】本発明に係る光変調器の駆動装置に接続基板を用いるものを示す図である。

【符号の説明】

【0034】

1, 2, 10, 11, 30, 31, 40, 41, 101, 102 マッハツェンダ型光導波路

40

3, 4, 12, 13, 14, 32, 33, 42, 43 変調電極

5, 15, 34, 44, 120 NRZ 変調信号の信号源

7, 17 クロックパルス発生器

6, 8, 16, 19, 20, 35, 38, 46, 49, 112, 114 ドライバ回路

9, 21 同期手段

18 180°ハイブリッド回路

36 クロック抽出部

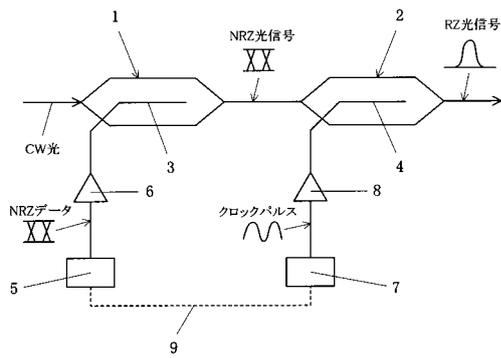
37 位相調整部

45, 111 ロジック回路

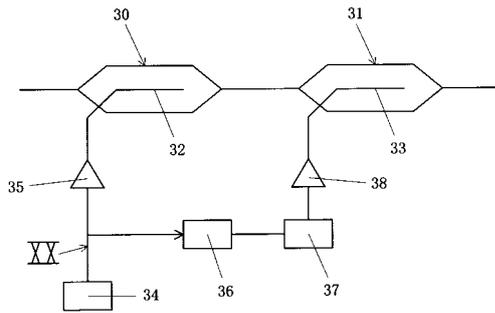
50

- 4 7 インバータ回路
- 4 8 位相調整器
- 1 0 0 光変調器用基板
- 1 0 3 , 1 0 4 信号電極
- 1 0 5 , 1 0 6 光ファイバ
- 1 1 0 接続基板
- 1 1 3 位相調整手段
- 1 3 0 , 1 3 1 終端器
- 1 4 0 光変調器モジュールの筐体

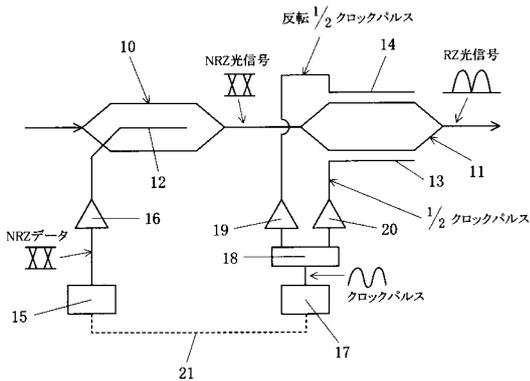
【 図 1 】



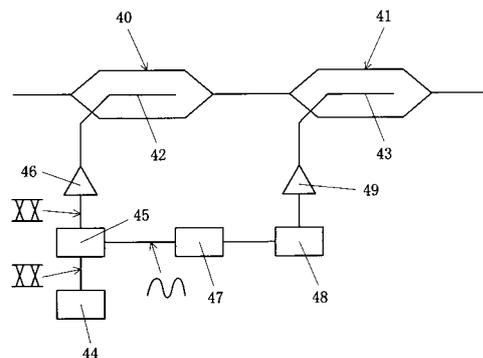
【 図 3 】



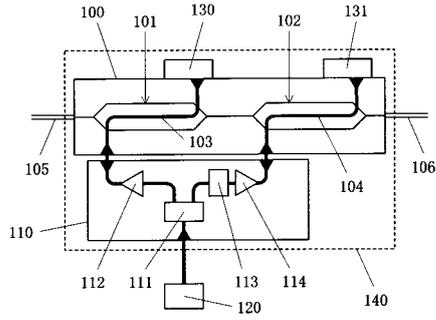
【 図 2 】



【 図 4 】



【図5】



フロントページの続き

審査官 山本 貴一

(56)参考文献 特開2002-311400(JP,A)
特開2001-147411(JP,A)
特開2003-348022(JP,A)
特開昭62-048066(JP,A)
特開昭61-095634(JP,A)
特開平10-209976(JP,A)
特開2002-077207(JP,A)
特開2002-023121(JP,A)
特開2001-244894(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G02B 6/10 - 6/126, 6/27
G02F 1/00 - 1/035, 1/29 - 1/335
H04B 10/00 - 10/06

JSTPlus(JDreamII)
JST7580(JDreamII)