

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2017-531202

(P2017-531202A)

(43) 公表日 平成29年10月19日(2017.10.19)

(51) Int. Cl.		F I		テーマコード (参考)
GO2F 1/015 (2006.01)		GO2F 1/015	502	2K102
GO2F 1/025 (2006.01)		GO2F 1/025		

審査請求 有 予備審査請求 未請求 (全 20 頁)

(21) 出願番号 特願2017-511276 (P2017-511276)
 (86) (22) 出願日 平成27年8月25日 (2015. 8. 25)
 (85) 翻訳文提出日 平成29年4月6日 (2017. 4. 6)
 (86) 国際出願番号 PCT/CN2015/087987
 (87) 国際公開番号 W02016/029836
 (87) 国際公開日 平成28年3月3日 (2016. 3. 3)
 (31) 優先権主張番号 62/041, 544
 (32) 優先日 平成26年8月25日 (2014. 8. 25)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)
 (31) 優先権主張番号 14/832, 909
 (32) 優先日 平成27年8月21日 (2015. 8. 21)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 504161984
 ホアウェイ・テクノロジーズ・カンパニー・リミテッド
 中華人民共和国・518129・グアンドン・シェンツェン・ロンガン・ディストリクト・バンティアン・(番地なし)・ホアウェイ・アドミニストレーション・ビルディング
 (74) 代理人 100146835
 弁理士 佐伯 義文
 (74) 代理人 100140534
 弁理士 木内 敬二

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 マルチセグメントマッハツェンダー変調器ドライバシステム

(57) 【要約】

光変調器(460)は、光信号を伝播するための導波路であって、光信号の近位部分を伝達するように構成された近位アーム(480)および光信号の遠位部分を伝達するように構成された遠位アーム(490)を備える導波路と、光信号の近位部分を変調するように構成された近位ダイオード(476)と、光信号の遠位部分を変調するように構成された遠位ダイオード(475)と、近位ダイオード(476)および遠位ダイオード(475)の逆符号のインターフェースに電気的に結合された電気的入力であって、電気的入力に沿って伝播される電気駆動信号が、導波路の近位アーム(480)における光信号の近位部分と導波路の遠位アーム(490)における光信号の遠位部分との同等かつ逆の変調を起こす、電気的入力とを備える。

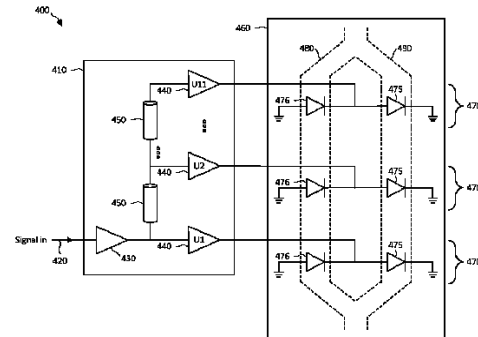


FIG. 4

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

光変調器であって、

光信号を伝播するための導波路であって、

前記光信号の近位部分を伝達するように構成された近位アーム、および

前記光信号の遠位部分を伝達するように構成された遠位アーム

を備える導波路と、

前記光信号の前記近位部分を変調するように構成された近位ダイオードと、

前記光信号の前記遠位部分を変調するように構成された遠位ダイオードと、

前記近位ダイオードおよび前記遠位ダイオードの逆符号のインターフェースに電氣的に結合された電氣的入力であって、前記電氣的入力に沿って伝播される電気駆動信号が、前記導波路の前記近位アームにおける前記光信号の前記近位部分と前記導波路の前記遠位アームにおける前記光信号の前記遠位部分との同等かつ逆の変調を起こす、電氣的入力とを備える、光変調器。

10

【請求項 2】

前記導波路の前記近位アームおよび前記導波路の前記遠位アームに沿って配置された近位ダイオードおよび遠位ダイオードの複数の対を更に備え、各近位ダイオードおよび遠位ダイオードの対は前記光信号上に前記電気駆動信号の一部を変調する、請求項1に記載の光変調器。

20

【請求項 3】

各近位ダイオードおよび遠位ダイオードの対は、単一のドライバに結合される、請求項2に記載の光変調器。

【請求項 4】

各近位ダイオードおよび遠位ダイオードの対は、電氣的相補入力に結合され、前記電氣的相補入力が、各近位ダイオードおよび遠位ダイオードの対の逆符号のインターフェースに結合される、請求項2に記載の光変調器。

【請求項 5】

各近位ダイオードおよび遠位ダイオードの対は、各近位ダイオードおよび遠位ダイオードの対の逆符号のインターフェースの間のセグメント電氣的入力に結合され、前記セグメント電氣的入力および前記電氣的相補入力は、電氣的符号が逆の共通の信号を備える、請求項4に記載の光変調器。

30

【請求項 6】

前記各セグメント電氣的入力および対応する電氣的相補入力は、単一のドライバから受信される、請求項5に記載の光変調器。

【請求項 7】

前記電氣的入力は、前記近位ダイオードのカソードおよび前記遠位ダイオードのアノードに電氣的に結合される、請求項1から6のいずれか一項に記載の光変調器。

【請求項 8】

前記電氣的入力は、前記近位ダイオードのアノードおよび前記遠位ダイオードのカソードに電氣的に結合される、請求項1から7のいずれか一項に記載の光変調器。

40

【請求項 9】

前記光変調器は、シリコン、リン化インジウム(InP)、ガリウムヒ素(GaAs)、ニオブ酸リチウム(LiNbO₃)、またはそれらの組合せからなる、請求項1から8のいずれか一項に記載の光変調器。

【請求項 10】

単一駆動マルチセグメント光変調器システムであって、

光変調器であって、

複数の電氣的セグメント入力、

光信号の近位の半分を伝達するように構成された近位導波路アーム、

前記光信号の遠位の半分を伝達するように構成された遠位導波路アーム、および

50

複数の変調器セグメントであって、各変調器セグメントは、対応する電氣的セグメント入力を前記近位導波路アームおよび前記遠位導波路アームの両方の上に変調するように構成される、複数の変調器セグメントを備える光変調器と、

前記光変調器に電氣的に結合され、前記複数の変調器セグメントに対応する複数のドライバを備え、各ドライバは、単一の対応する変調器セグメントによって変調を制御するために、単一の対応する電氣的セグメント入力に対して電氣的セグメント信号を出力する、駆動回路とを備える、単一駆動マルチセグメント光変調器システム。

【請求項 1 1】

各変調器セグメントは、前記近位導波路アームを横切って配置された近位ダイオードと、前記遠位導波路アームを横切って配置された遠位ダイオードとを備える、請求項10に記載のシステム。

【請求項 1 2】

各電氣的セグメント入力は、前記電氣的セグメント入力が前記近位ダイオードおよび前記遠位ダイオードの逆方向に偏極したインターフェースに結合されるように、対応する変調器セグメントに結合される、請求項11に記載のシステム。

【請求項 1 3】

各電氣的ドライバは、相補電氣的信号を単一の対応する電氣的セグメントに出力し、各相補電氣的信号は、対応する電氣的セグメント信号と等価の振幅および逆の電荷を備える、請求項12に記載のシステム。

【請求項 1 4】

各相補電氣的信号は、前記電氣的セグメント入力が前記対応する近位ダイオードおよび前記対応する遠位ダイオードの逆方向に偏極したインターフェースに結合されるように、前記対応する変調器セグメントに結合される、請求項13に記載のシステム。

【請求項 1 5】

各相補電氣的信号は、前記対応する電氣的セグメント信号とは異なる逆方向に偏極したインターフェースに結合される、請求項14に記載のシステム。

【請求項 1 6】

各相補電氣的信号は、対応する近位ダイオードのアノードおよび対応する遠位ダイオードのカソードに結合され、各電氣的セグメント信号は、前記対応する近位ダイオードのカソードおよび前記対応する遠位ダイオードのアノードに結合される、請求項15に記載のシステム。

【請求項 1 7】

各相補電氣的信号は、対応する近位ダイオードのカソードおよび対応する遠位ダイオードのアノードに結合され、各電氣的セグメント信号は、前記対応する近位ダイオードのアノードおよび前記対応する遠位ダイオードのカソードに結合される、請求項15に記載のシステム。

【請求項 1 8】

前記光変調器は、シリコン、リン化インジウム(InP)、ガリウムヒ素(GaAs)、ニオブ酸リチウム(LiNbO₃)、またはそれらの組合せからなる、請求項10から17のいずれか一項に記載のシステム。

【請求項 1 9】

前記電氣的セグメント入力は、直流信号を備える、請求項10から18のいずれか一項に記載のシステム。

【請求項 2 0】

前記電氣的セグメント入力は、交流信号を備える、請求項10から19のいずれか一項に記載のシステム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

20

30

40

50

【0001】

関連出願の相互参照

本出願は、「Multi-Segment Mach-Zehnder Modulator Driver System」と題された2015年8月21日出願の米国正規特許出願第14/832,909号、およびそれが優先権および利益を主張する「Multi-Segment Mach-Zehnder Modulator Driver System」と題された2014年8月25日出願の米国仮特許出願第62/041,544号の優先権の利益、および利益を主張し、両出願はその全体が再現されるかのように参照によって本明細書に組み込まれる。

【背景技術】

【0002】

光変調器は、光信号を作り出すために光搬送波上に電氣的データ信号を変調するためのデバイスである。光搬送波の変調は、光搬送波のプロパティを操作することによって行われ得る。光搬送波のどのプロパティが操作されるかによって、光変調器は、例えば、光信号の振幅を修正するための強度変調器、光搬送波の位相を変調するための位相変調器、光搬送波の偏光を修正するための偏光変調器、および光搬送波の空間的プロパティを変更するための空間光変調器といった異なるタイプに分類され得る。

【発明の概要】

【課題を解決するための手段】

【0003】

一実施形態において、本開示は、光変調器であって、光信号を伝播するための導波路であって、光信号の近位部分を伝達するように構成された近位アームおよび光信号の遠位部分を伝達するように構成された遠位アームを備える導波路と、光信号の近位部分を変調するように構成された近位ダイオードと、光信号の遠位部分を変調するように構成された遠位ダイオードと、近位ダイオードおよび遠位ダイオードの逆符号のインターフェースに電氣的に結合された電氣的入力であって、電氣的入力に沿って伝播される電氣駆動信号が、導波路の近位アームにおける光信号の近位部分と導波路の遠位アームにおける光信号の遠位部分との同等かつ逆の変調を起こす、電氣的入力とを備える、光変調器を含む。

【0004】

別の実施形態において、本開示は、単一駆動マルチセグメント光変調器システムであって、光変調器であって、複数の電氣的セグメント入力と、光信号の近位の半分を伝達するように構成された近位導波路アームと、光信号の遠位の半分を伝達するように構成された遠位導波路アームと、複数の変調器セグメントであって、各変調器セグメントは、対応する電氣的セグメント入力を近位導波路アームおよび遠位導波路アームの両方の上に変調するように構成される、複数の変調器セグメントとを備える光変調器と、光変調器に電氣的に結合され、複数の変調器セグメントに対応する複数のドライバを備え、各ドライバは、単一の対応する変調器セグメントによって変調を制御するために、単一の対応する電氣的セグメント入力に対して電氣的セグメント信号を出力する、駆動回路とを備える、単一駆動マルチセグメント光変調器システムを含む。

【0005】

これらのおよびその他の特徴は、添付の図面および特許請求の範囲と併せて、以下の詳細な説明からより明確に理解されよう。

【0006】

本開示のより完全な理解のために、次に添付の図面および発明の詳細な説明に関連して、以下の簡単な説明への参照がなされ、図面および詳細な説明においては、類似の符号は類似の要素を示す。

【図面の簡単な説明】

【0007】

【図1】ZカットLiNbO₃MZMドライバシステムの実施形態の概略図である。

【図2】XカットLiNbO₃MZMドライバシステムの実施形態の概略図である。

【図3】デュアル駆動マルチセグメントMZMドライバシステムの実施形態の概略図である。

。

10

20

30

40

50

【図4】単一駆動マルチセグメントMZMドライバシステムの実施形態の概略図である。

【図5】単一駆動マルチセグメントMZMドライバシステムの別の実施形態の概略図である。

【図6】ネットワーク要素(NE)の実施形態の概略図である。

【発明を実施するための形態】

【0008】

最初に、1つまたは複数の実施形態の例示的な実施態様が以下に提供されるが、開示されるシステムおよび/または方法は、それが現在知られている技術または現存する技術であるか否かにかかわらず、任意の数の技術を用いて実装され得ることを理解されたい。本開示は、本明細書において例示され説明される設計例および実施態様例を含む、以下に例示される例示的な実施態様、図面および技術に限定されるものでは決してなく、添付の特許請求の範囲およびその均等物の全範囲と共に修正がなされ得る。

10

【0009】

光変調器は、光通信システムにおける構築ブロックである。光変調器は、光検知、光信号送信のための無線周波数(RF)波形生成、光信号処理などの様々な用途のための光学系を可能にするために用いられ得る。様々な光変調器のうち、マッハツェンダー変調器(MZM: Mach-Zehnder modulator)は、光通信において用いられ得る。光変調器を特徴づける少なくとも4つのパラメータ、すなわち、 V 、挿入損失、変調速度、および変調効率がある。 V

は、光信号における位相シフトを達成するために必要とされる電圧の変化である。小さな V は、小さな電圧で大きな位相シフトを誘起することを示し、したがって、 V が小さい光変調器は、消費する電力が比較的低い。挿入損失は、システムへの光変調器の挿入による電力損失として定義され、光変調器の長さに比例する。変調速度は、光変調器が光信号上に変調することができるRF信号の最大データ転送速度に対応する。変調効率は、波形へと符号化され得るビットの比率を示し、位相シフトを達成するために必要とされる光変調器の長さを L としたとき、 V と L との積に反比例する。換言すれば、高い変調効率は、 V と L との小さい積に対応する。

20

【0010】

本明細書において開示されるのは、高い変調効率を有する単一駆動マルチセグメント変調器ドライバシステムの様々な実施形態である。開示される実施形態は、駆動ICとマルチセグメント変調器とを備える。本明細書における任意の実施形態の光変調器は、シリコン、リン化インジウム(InP)、ガリウムヒ素(GaAs)、ニオブ酸リチウム(LiNbO₃)、またはそれらの組合せからなる。マルチセグメント変調器は、高速動作(例えば、秒当たり25ギガビット(Gbps)よりも大きな変調速度)に適しており、複数の変調器セグメントに分割され得る。各変調器セグメントは、光搬送波上に電気的信号の一部分を符号化し得る。各変調器セグメントは、光導波路の近位アームに結合された変調要素と、光導波路の遠位アームに結合された変調要素とを備える。近位アームと遠位アームは、一体に結合されて、各変調セグメントの両変調要素からの変調された信号部分が単一の光信号に統合されることを可能にする。実施形態において、変調要素は、ダイオード(例えば、近位ダイオードおよび遠位ダイオード)である。単一の信号ドライバからの単一の電気的出力は、各変調セグメントに結合される。例えば、電気的出力は、近位ダイオードのカソードおよび遠位ダイオードのアノードに結合され、またはその逆である。ダイオードは(ドライバから見て)逆方向に電気的に配向されるので、ドライバからの電気的信号は、各導波路アームに同等かつ逆の方向(例えば、符号が異なり絶対値が同じ)で印加され、このことは、単一のドライバが、変調振幅における損失なしに各セグメントに対してデュアルドライバ変調器システムに取って代わることを可能にする。余分なドライバを取り除くことにより、高速用途のための変調プロパティが、より小さな電力、より小さなスペース、より少ない部品点数/より低い製品コストなどによって達成され得る。代替的实施形態において、ドライバの数を増やすことなく各導波路アームに印加される変調パワーを2倍にするために、2つの出力を有する単一のドライバが、各変調セグメントに対して用いられたい。

30

40

【0011】

50

図1は、ZカットLiNbO₃MZMドライバシステム100の実施形態の概略図であり、Zカットは、図1に図示されるように、MZMにおける結晶の偏光が表面に垂直なZ軸方向に配向されていることを意味する。ZカットMZMドライバシステム100は、ZカットMZM101と、近位ドライバ110および遠位ドライバ135を備える1対の相補的ドライバ(complementary driver)とを備える。したがって、ZカットMZM101は、時に、デュアル駆動MZMと称される。ZカットMZMドライバシステム100は、図示されるように、または任意の他の適切なやり方で構成されてよい。ZカットMZM101は、様々な材料で作られ得る。材料は、ニオブ酸リチウム(LiNbO₃)などの強誘電性または電気光学的結晶を含み得る。ZカットMZM101は、入力光導波路105と、近位アーム導波路120と、遠位アーム導波路130と、近位アーム導波路120に結合された近位電極140と、遠位アーム導波路130に結合された遠位電極160と、アース150と、出力導波路170とを備える。

10

【0012】

入力光導波路105は、光および/または変調された光信号を受信し、光信号の近位の半分/部分を近位アーム導波路120に、光信号の遠位の半分/部分を遠位アーム導波路130に、それぞれ伝達するように構成される。近位アーム導波路120は、近位電極140に電氣的に結合され、遠位アーム導波路130は、遠位電極160に電氣的に結合される。近位アーム導波路120および遠位アーム導波路130は、それぞれ、光信号の近位部分および光信号の遠位部分を、それぞれ電極140および160を越えて、変調のために、出力導波路170上へと伝達するように構成される。出力導波路170は、光信号の近位部分と光信号の遠位部分とを統合し、合成された光信号を、例えば、別の導波路、光ファイバに結合された導波路-ファイバ結合器などの外部コンポーネントへの出力のために伝達するように構成される。

20

【0013】

近位電極140は、近位ドライバ110に結合される。近位ドライバ110は、近位RF信号102を受信し、近位RF信号102を増幅して増幅された近位RF信号115を作り出し、増幅された近位RF信号115を近位電極140へと電氣的に伝達するように構成される。近位電極140およびアース150は、近位アーム導波路120における自由電子を枯渇させることによって光信号の近位部分の位相を変調するように集合的に構成される。光信号の近位部分の位相変調は、増幅された近位RF信号115を近位アーム導波路120に印加して、自由電子を選択的に枯渇(例えば、枯渇モード)または近位アーム導波路120内に誘導(例えば、蓄積モード)し、それによって近位アーム導波路120の屈折率の変化を誘起することによって実施される。近位アーム導波路120の屈折率における変化は、近位アーム導波路120を伝播する光信号の速度を変え、結果として光信号の位相変調をもたらす。遠位ドライバ135は、遠位RF信号104を受信、増幅して増幅された遠位RF信号137を作り出し、増幅された遠位RF信号137を遠位電極160へと伝達し、実質的に同様のやり方で遠位アーム導波路130における光信号を変調する。それ故、近位アーム導波路120および遠位アーム導波路130における光信号の出力は、プッシュプル動作を使用して近位ドライバ110および遠位ドライバ135を独立して動作させることによって、光出力信号へと合成され得る。

30

【0014】

光信号の近位部分および光信号の遠位部分の位相変調の振幅は、アース150に対する増幅された近位RF信号115および増幅された遠位RF信号137の電圧にそれぞれ明確に比例する。近位RF信号102と遠位RF信号104は、約180度の位相差を有する。結果として、光信号の近位部分および光信号の遠位部分の位相変調は、絶対値が同じだが符号が異なる。一実施形態において、近位RF信号102および遠位RF信号104は、2つの異なるRF発振器によって生成される。別の実施形態において、近位RF信号102および遠位RF信号104は、同一のRF発振器によって生成され、RFシフタによって、RF信号のうちの1つ(例えば遠位104)は、近位RF信号に対して180度の位相偏移を受ける。

40

【0015】

動作時には、光信号は入力光導波路105に導かれ、近位部分と遠位部分とに分割される。光信号の近位部分は、近位アーム導波路120内を進行し、近位位相変調を受ける。光信号の遠位部分は遠位アーム導波路130内に伝達され、遠位位相変調を受ける。近位位相変

50

調および遠位位相変調の振幅は、絶対値が同じだが符号が異なる。次いで、外部コンポーネントとの通信のために、出力光導波路170において、光信号の近位部分は光信号の遠位部分と合成される。

【0016】

図2は、XカットLiNbO₃MZMドライバシステム200の実施形態の概略図であり、Xカットは、図2に図示されるように、X軸方向が表面に垂直である一方、Z軸(結晶の偏光)は光導波路に垂直であることを意味する。XカットMZMドライバシステム200は、XカットMZM201とドライバ210とを備える。ドライバ210は、近位ドライバ110および遠位ドライバ135と同様である。XカットMZM201は、時に、単一駆動MZMと称される。XカットMZMドライバシステム200は、図示されるように、または任意の他の適切なやり方で構成されてよい。XカットMZM201は、ZカットMZM101と実質的に同様でよいが、異なる結晶偏光を有し、入力光導波路205と、近位アーム導波路220と、遠位アーム導波路230と、アース250と、出力導波路260とを備え、これらはそれぞれ、入力光導波路105、近位アーム導波路120、遠位アーム導波路130、アース150、および出力導波路170と同様である。

10

【0017】

XカットMZM201は電極240を備え、これは電極140および160と実質的に同様であるが、近位アーム導波路220と遠位アーム導波路230との間に配置される。電極240は、ドライバ210に電氣的に結合される。ドライバ210は、RF信号204を受信し、信号を増幅して増幅されたRF信号215を作り出し、増幅されたRF信号215を、電極240を介して、近位アーム導波路220と遠位アーム導波路230との間に印加する。増幅されたRF信号215は、電極240とアース250との間で近位アーム導波路220および遠位アーム導波路230内において自由電子を枯渇させまたは誘起する。近位アーム導波路220および遠位アーム導波路230における結晶の偏光は、Z軸に沿って逆方向に構成され、結果として、増幅されたRF信号215が電極に印加されたときに同等かつ逆のふるまい(例えば、自由電子の枯渇または誘導)をもたらす。例えば、近位アーム導波路220および遠位アーム導波路230内を進行する光搬送波部分の位相シフトは、絶対値が同じだが符号が異なる。このように、近位アーム導波路220および遠位アーム導波路230の両方を横断する光搬送波は、単一のドライバ210によってプッシュプル手法で制御され得る。それ故、XカットMZM201は、同一の電圧および電気光学係数を与えられ、より少ないドライバで、ZカットMZM101と同一の量の位相変調を生成する。XカットMZMドライバシステム201の利点は、より単純な実装、全体的なドライバ-変調器システムのより小さな総サイズ、およびより低い電力消費を含む。

20

30

【0018】

ZカットMZM101およびXカットMZM201のどちらにおいても、近位アーム導波路120および20ならびに遠位アーム導波路130および230の静電容量は比較的大きい。変調速度は静電容量に反比例するため、結果として、高速度(例えば、25Gbps変調速度よりも大きい)におけるZカットMZM101およびXカットMZM201の適用は限定される。加えて、MZM内を進行するRF信号の伝播速度は単位長さ当たりの静電容量の平方根に反比例するので、MZM内を進行するRF信号の伝播速度は、単位長さ当たりの静電容量が大きいため、光信号の伝播速度よりも大幅に遅くなる。

【0019】

図3は、デュアル駆動マルチセグメントMZMドライバシステム300の実施形態の概略図である。デュアル駆動マルチセグメントMZMドライバシステム300は、駆動集積回路(IC)310と、マルチセグメント変調器360とを備える。デュアル駆動マルチセグメントMZMドライバシステム300は、図示されるように、または任意の他の適切なやり方で構成されてよい。デュアル駆動マルチセグメントMZMドライバシステム300は、複数の変調器セグメント370を用いており、そのそれぞれの総静電容量は、ZカットMZM101およびXカットMZM201の静電容量よりも実質的に小さい。変調器セグメント370は、マルチセグメント変調器360を横断する光信号の伝播遅延を考慮して近位RF信号320および遠位RF信号325にタイミング遅延を導入することによって同期される。このように、デュアル駆動マルチセグメントMZMドライバシステム300は、ZカットMZM101およびXカットMZM201よりも高速で変調され得る。

40

50

【 0 0 2 0 】

駆動IC310は、各変調器セグメント370に対してセグメントドライバ350を備え、セグメントドライバ350は、送信ライン345を介して電氣的に結合される。セグメントドライバ350はそれぞれ、対応する変調器セグメント370を近位ドライバ110および遠位ドライバ135と同様のプッシュプル手法で変調する近位出力352と遠位出力354と(例えば2つのドライバ)を備える。セグメントドライバ350はそれぞれ、送信ライン345および入力ドライバ340を介して受信された近位RF信号320および遠位RF信号325を用いて近位出力352および遠位出力354を生成する。近位RF信号320および遠位RF信号325は、それぞれ、近位RF信号102および遠位RF信号104と同様である。駆動IC310は、入力ドライバ340を用いて、送信ライン345を介した送信のために必要に応じて近位RF信号320および遠位RF信号325を増幅する。近位RF信号320および遠位RF信号325を供給するデバイスの電氣的特性が駆動IC310の電氣的特性を変えてしまうことを防止するためのインピーダンス整合を行うために、入力ドライバ340は、アースされた抵抗330および335(例えば、50オーム()抵抗)とともに動作し得る。送信ラインは抵抗342を介して結合されて、送信ライン345の回路を完成させる。駆動IC310は、動作電力を受け取るために電源(例えば、5.2ボルト(V)電源)およびアースに結合される。駆動IC310は、図示される例においては、直流(DC)コントロール312および314によって制御される。11個のセグメントドライバ350が図示されているが、変調器セグメント370の数に応じて任意の数のセグメントドライバ350が用いられてよいことに留意されたい。

10

【 0 0 2 1 】

マルチセグメント変調器360は、近位アーム導波路380と、遠位アーム導波路390とを備え、これらはそれぞれ、近位アーム導波路120および220ならびに遠位アーム導波路130および230と同様である。近位アーム導波路380および遠位アーム導波路390は、変調器セグメント370およびバイアスセグメント365を介して光搬送波を伝播する。各変調器セグメント370は、近位アーム導波路380および遠位アーム導波路390のそれぞれにまたはそれらに隣接して配置される一対のキャパシタ376を備える。近位アーム導波路380の各キャパシタ376(例えば、近位キャパシタ)は、対応するセグメントドライバ350の近位出力352に電氣的に結合され、遠位アーム導波路390の各キャパシタ376(例えば、遠位キャパシタ)は、対応するセグメントドライバ350の遠位出力354に電氣的に結合される。それ故、各キャパシタ376は、対応する導波路アーム380/390において電子を枯渇または増大させて、セグメントドライバ350の出力に基づいてZカットMZM101と同様のやり方によりプッシュプル手法で光信号の部分/ステージを変調することができる。変調器セグメント370は、キャパシタ376に送られる近位出力352および遠位出力354を調整するためのインダクタ372および抵抗374を更に備える。各キャパシタ376は、導波路アーム全体にわたって枯渇/増大を管理するために、電圧源(または、実施形態によってはアース)にも結合される。バイアスセグメント365は、光信号の任意の必要とされる補正調整を提供する。バイアスセグメント365は、マッシュエンダー干渉計(MZI)バイアスコントロール362および364に基づいて光信号を変調するためのキャパシタ368と、必要に応じてMZIバイアス信号を調整するための抵抗366とを備える。MZIバイアスコントロール362および364は、変調器セグメント370と実質的に同様のやり方で光信号を変調するが、変調された信号を、出力のために信号が統合される前に、微細にチューニングするために用いられる。

20

30

40

【 0 0 2 2 】

動作時には、近位RF信号320および遠位RF信号325は、時間調整されつつ各セグメントドライバ350に伝播され、次いで光搬送波における変調のために各変調器セグメント370に転送される。光搬送波が導波路アーム380および390に沿って伝播するのに伴って、光搬送波は、各変調器セグメント370において変調される。近位RF信号320および遠位RF信号325は、光搬送波の速度に整合するように信号が適切な変調器セグメント370に適切な時点において到達するように時間調整され、最終的な統合および出力のためにバイアスセグメント365において完全な変調された光信号が受信されるようにする。マルチセグメント変調器360は、ZカットMZM101およびXカットMZM201と比べると、セグメント当たりの静電容量を減

50

少させるが、各変調器セグメント370に対してデュアルセグメントドライバ350を必要とする。

【 0 0 2 3 】

図4は、単一駆動マルチセグメントMZMドライバシステム400の実施形態の概略図である。単一駆動マルチセグメントMZMドライバシステム400は、デュアル駆動マルチセグメントMZMドライバシステム300と同様に動作するが、各変調器セグメント470に対してセグメントドライバ440を用いている。単一駆動マルチセグメントMZMドライバシステム400は、高速動作(例えば、25ギガヘルツ(GHz)よりも大きい)のために用いられ得るが、必要とされる電力、複雑さはシステム300よりも小さい。単一駆動マルチセグメントMZMドライバシステム400は、図示されるように、または任意の他の適切なやり方で構成され、駆動IC410と、マルチセグメント変調器460とを備える。

10

【 0 0 2 4 】

駆動IC410は、入力ドライバ430と、セグメントドライバ440と、RF入力信号420を伝播するための送信ライン450とを備え、これらはそれぞれ、入力ドライバ340、セグメントドライバ350、および送信ライン345と同様である。駆動IC410は、駆動IC310とは異なり、駆動IC410は、マルチセグメント変調器460の各変調器セグメント470に対して単一のRF入力信号420および単一のセグメントドライバ440を含む。駆動IC410は、必要に応じて、インピーダンス整合のための抵抗/インダクタと、DCコントロールおよび/または電源も備えてよい。11個のセグメントドライバ440が図示されているが、変調器セグメント470の数に応じて任意の数のセグメントドライバ440が用いられ得る。セグメントドライバ440は、相補型金属酸化膜半導体(CMOS)インバータとして実装されてよく、これは比較的電力消費が小さい。各セグメントドライバ440は、単一の入力を受信し、単一の出力を伝達する。光信号との速度整合のためのセグメントドライバ440間の時間遅延は、RF入力信号420によって送信ライン450に提供される。遅延は、1つまたは複数のCMOS回路によって能動的に生成されることも可能である。時間経過とともにセグメントドライバ440を選択的に無効にする(例えば、低または高に設定された出力)ことによって、ドライバ440の出力が2つの電気レベルしか有さない場合でも、パルス振幅変調(PAM)などのマルチレベルの光信号が生成され得る。

20

【 0 0 2 5 】

マルチセグメント変調器460は、シリコン、リン化インジウム(InP)、および/またはガリウムヒ素(GaAs)から作られ得る。マルチセグメント変調器460は、近位アーム導波路480と遠位アーム導波路490とを備え、これらはそれぞれ、近位アーム導波路380および遠位アーム導波路390と同様であり、セグメントドライバ440に対応する複数の変調器セグメント470によって変調される。各変調器セグメント470は、近位ダイオード476と遠位ダイオード475とを備え、これらはそれぞれ、近位アーム導波路480および遠位アーム導波路490上に/それらに隣接して配置される。ダイオード475および476は、正-負(p-n)ダイオードとも称され得、電圧制御された可変キャパシタとして働き得る。ダイオード475および476は、XカットMZM201と同一の極性で配向されてよい。ダイオード475および476はそれぞれ、負電荷を帯びたカソードと正電荷を帯びたアノードとを備える。各セグメントドライバ440は、図4に図示されるように、近位ダイオード476のカソードおよび遠位ダイオード475のアノードに結合され得る。代替的には、各セグメントドライバ440は、近位ダイオード476のアノードおよび遠位ダイオード475のカソードに結合され得る。どちらの場合においても、セグメントドライバ440は、セグメント対における各ダイオードがセグメントドライバ440に対して逆の極性を有するように、一方のダイオードの負の部分および他方のダイオードの正の部分に結合される。セグメントドライバ440に結合されない各ダイオードのインターフェースは、交流(AC)信号をサポートするためにアースに結合され得る。ダイオードが所望のDC電圧でバイアスがかけられるように、DC絶縁が用いられ得る。例えば、DC絶縁は、大容量のキャパシタを各ダイオード475および476とそれぞれのアースとの間に挿入することによって実施され得る。各アームにおけるダイオードの極性は信号接続点に関して互いに逆向きに配されているので、駆動信号は結果として、導波路の各アームにお

30

40

50

いて逆に位相シフトするが、値は等しくなる。このように、単一のセグメントドライバ440は、一対のセグメントドライバ350と同一の量の枯渇/蓄積(および、それ故に変調)を各導波路アームにおいて生成する。それ故、セグメントドライバ440を一対の逆に帯電されたダイオード475および476に結合することによって、デュアル駆動マルチセグメントMZMドライバシステム300と比べると、同一の変調パワー、光信号振幅、変調速度などを維持しながら、送信ライン450およびセグメントドライバ440の数は半分に減少され得る。

【 0 0 2 6 】

図5は、単一駆動マルチセグメントMZMドライバシステム500の別の実施形態の概略図である。単一駆動マルチセグメントMZMドライバシステム500は、単一駆動マルチセグメントMZMドライバシステム400と実質的に同様であるが、駆動IC510の各セグメントドライバ540は、入力バッファ530および送信ライン550を介して受信される単一のRF入力信号520に基づく主出力(primary output)および相補的出力(complementary output)の両方を用いている。主出力は、相補的出力と同一であるが、逆の電荷/符号を備える。例えば、主出力が約+0.5ボルトであれば、相補的出力は同時に約-0.5ボルトである。駆動IC510、RF入力信号520、入力バッファ530、送信ライン550、およびセグメントドライバ540は、他の点においては、それぞれ、駆動IC410、RF入力信号420、入力ドライバ430、送信ライン450、およびセグメントドライバ440と実質的に同様であってよい。単一駆動マルチセグメントMZMドライバシステム500は、近位アーム導波路580と、遠位アーム導波路590と、遠位ダイオード575および近位ダイオード576を備える変調器セグメント570とを備えるマルチセグメント変調器560を更に備え得、これらはそれぞれ、近位アーム導波路480、遠位アーム導波路490、遠位ダイオード475、近位ダイオード476、変調器セグメント470、およびマルチセグメント変調器460と同様であってよい。各セグメントドライバ540の主出力は、近位ダイオード576のカソードおよび遠位ダイオード575のアノードに結合される一方、相補的出力は近位ダイオード576のアノードおよび遠位ダイオード575のカソードに結合されるか、またはその逆である(例えば、主出力は相補的出力とは異なるインターフェースに結合される)。変調器セグメント470からのアース接続を相補的出力で置き換えることによって、各変調器セグメント570の有効駆動電圧は、セグメントドライバ540または送信ライン550の数を増やすことなく2倍になる。図4のものと同様に、ダイオードに所望のDC電圧でバイアスがかけられるように、DC絶縁が用いられてよい。各変調器セグメント570への出力の電圧を2倍にすることにより、より大きな微分位相シフト、したがってより高い変調度が達成され得、結果としてより大きな変調効率をもたらす。更に、MZMの長さが短縮され得、結果としてより大きな変調効率をもたらす。

【 0 0 2 7 】

図6は、ネットワーク要素(NE)600の実施形態の概略図である。NE600は、データを受信するための入口ポート(ingress port)610および受信機ユニット(Rx)620と、データを処理するためのプロセッサ、論理ユニットまたは中央処理ユニット(CPU)630と、光信号上のデータを変調し、光信号を送信するための光送信機ユニット(Tx)640および出口ポート(egress port)650と、データを記憶するためのメモリ660とを含む。Tx640は、単一駆動マルチセグメントMZMドライバシステム400および/または500を備え得る。ネットワーク要素600は、図示されるように、または任意の他の適切なやり方で構成されてよい。

【 0 0 2 8 】

プロセッサ630は、データを処理するように構成され、入口ポート610、受信機ユニット620、送信機ユニット640、出口ポート650、およびメモリ660と通信している。メモリ660は、1つまたは複数のディスク、テープドライブ、およびソリッドステートドライブを含み、プログラムが実行のために選択されたときにそのプログラムを記憶し、プログラム実行中に読み出される命令およびデータを記憶するために、オーバーフローデータ記憶デバイスとして使用され得る。メモリ660は、揮発性および不揮発性でよく、読み出し専用メモリ(ROM)、ランダムアクセスメモリ(RAM)、3値連想メモリ(TCAM:ternary content-addressable memory)、およびスタティックランダムアクセスメモリ(SRAM)であってよい。

【 0 0 2 9 】

10

20

30

40

50

いくつかの実施形態において、NE600は、近位RF信号102および遠位RF信号104を生成するようにプログラムされる。いくつかの実施形態において、NE600は、RF信号204を生成するようにプログラムされる。いくつかの実施形態において、NE600は、近位RF信号320、遠位RF信号325、MZIバイアスコントロール362および364、ならびにDCコントロール312および314を生成するようにプログラムされる。いくつかの実施形態において、NE600は、RF信号420を生成するようにプログラムされる。いくつかの実施形態において、NE600は、RF信号520を生成するようにプログラムされる。

【0030】

実行可能な命令をNE600にプログラムおよび/またはロードすることにより、プロセッサ630および/またはメモリデバイス660のうちの少なくとも1つが変更され、NE600を、本開示によって教示される新規な機能性を有する、特定の機械または装置、例えば、マルチコア転送アーキテクチャへと部分的に転換することが理解されよう。実行可能なソフトウェアをコンピュータにロードすることによって実装可能な機能性が、既知の設計規則によってハードウェア実装へと変換され得ることは、電気技術およびソフトウェア技術の分野の基本である。概念をソフトウェアとして実装するかハードウェアとして実装するかの判断は、ソフトウェア領域からハードウェア領域に変換する際に関係する何らかの問題点ではなく、典型的には、設計の安定性および生み出されるユニットの数を考慮して決まる。概して、ハードウェア実装の再設計(re-spinning)は、ソフトウェア設計を再設計するよりも高価であるので、いまなお頻繁な変更がなされる設計は、ソフトウェアとして実装されることが好ましくなり得る。概して、大量生産が行われるとハードウェア実装はソフトウェア実装よりも安価となり得るので、安定的で大量に製造される設計は、ハードウェア、例えば、ASICとして実装されることが好ましくなり得る。多くの場合、設計は、ソフトウェア形態で開発、テストされ、その後、既知の設計規則によって、ソフトウェアの命令を有線接続化したASICにおける同等のハードウェア実装へと転換され得る。新たなASICによってコントロールされる機械が特定の機械または装置であるのと同じように、実行可能な命令がプログラムおよび/またはロードされたコンピュータは、特定の機械または装置と見なされてよい。

【0031】

本開示においていくつかの実施形態が提供されたが、開示されたシステムおよび方法は、本開示の趣旨または範囲から逸脱することなく、多くの他の特定の形態で具現化され得ることを理解されたい。本例は、制限的なものではなく、例示的なものと見なされるべきであり、その意図は本明細書によって与えられる詳細に限定されない。例えば、様々な要素またはコンポーネントは、組み合わせられてよく、もしくは別のシステムに一体化されてよく、またはある特徴は、省略されてよく、もしくは実装されなくてよい。

【0032】

加えて、様々な実施形態において、別個のものまたは分離したものとして説明され、示された技術、システム、サブシステム、および方法は、本開示の範囲から逸脱することなく、他のシステム、モジュール、技術、または方法との組合せまたは一体化がなされ得る。互いに結合される、互いに直接的に結合されるまたは互いに通信するものとして図示または説明された他のアイテムは、電氣的、機械的、またはその他の態様であるか否かわからず、いくつかのインターフェース、デバイス、または中間コンポーネントを介して、間接的に結合されまたは通信してよい。変更、代用、および改変の他の例は、当業者によって認識可能であり、本明細書で開示された趣旨および範囲から逸脱することなくなされ得る。

【符号の説明】

【0033】

- 100 ZカットLiNbO₃MZMドライバシステム
- 101 ZカットMZM
- 102 近位RF信号
- 104 遠位RF信号

10

20

30

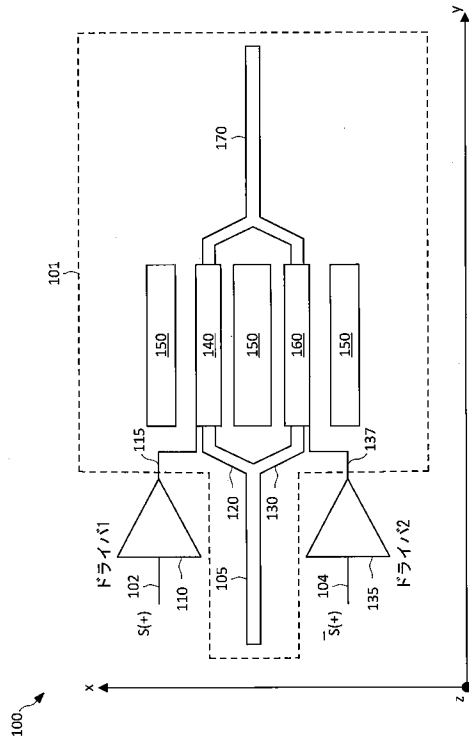
40

50

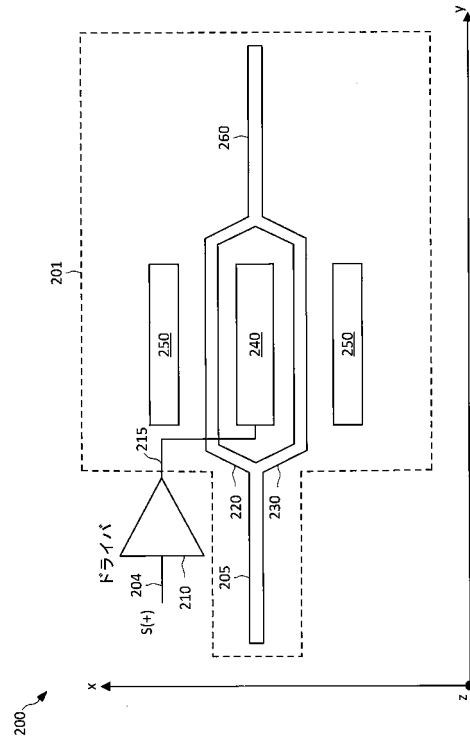
105	入力光導波路	
110	近位ドライバ	
115	増幅された近位RF信号	
120	近位アーム導波路	
130	遠位アーム導波路	
135	遠位ドライバ	
137	増幅された遠位RF信号	
140	近位電極	
150	アース	
160	遠位電極	10
170	出力導波路	
200	XカットLiNbO ₃ MZMドライバシステム	
201	XカットMZM	
204	RF信号	
205	入力光導波路	
210	ドライバ	
215	増幅されたRF信号	
220	近位アーム導波路	
230	遠位アーム導波路	
240	電極	20
250	アース	
260	出力導波路	
300	デュアル駆動マルチセグメントMZMドライバシステム	
310	駆動集積回路(IC)、駆動IC	
312	直流(DC)コントロール	
314	直流(DC)コントロール	
320	近位RF信号	
325	遠位RF信号	
330	抵抗	
335	抵抗	30
340	入力ドライバ	
342	抵抗	
345	送信ライン	
350	セグメントドライバ	
352	近位出力	
354	遠位出力	
360	マルチセグメント変調器	
362	マッハツェンダー干渉計(MZI)バイアスコントロール	
364	マッハツェンダー干渉計(MZI)バイアスコントロール	
365	バイアスセグメント	40
366	抵抗	
368	キャパシタ	
370	変調器セグメント	
372	インダクタ	
374	抵抗	
376	キャパシタ	
380	近位アーム導波路	
390	遠位アーム導波路	
400	単一駆動マルチセグメントMZMドライバシステム	
410	駆動IC	50

420	RF入力信号	
430	入力ドライバ	
440	セグメントドライバ	
450	送信ライン	
460	マルチセグメント変調器	
470	変調器セグメント	
475	遠位ダイオード	
476	近位ダイオード	
480	近位アーム導波路	
490	遠位アーム導波路	10
500	単一駆動マルチセグメントMZMドライバシステム	
510	駆動IC	
520	RF入力信号	
530	入力バッファ	
540	セグメントドライバ	
550	送信ライン	
560	マルチセグメント変調器	
570	変調器セグメント	
575	遠位ダイオード	
576	近位ダイオード	20
580	近位アーム導波路	
590	遠位アーム導波路	
600	ネットワーク要素 (NE)	
610	入口ポート	
620	受信機ユニット (Rx)	
630	プロセッサ、論理ユニット、中央処理ユニット (CPU)	
640	光送信機ユニット (Tx)	
650	出口ポート	
660	メモリ、メモリデバイス	

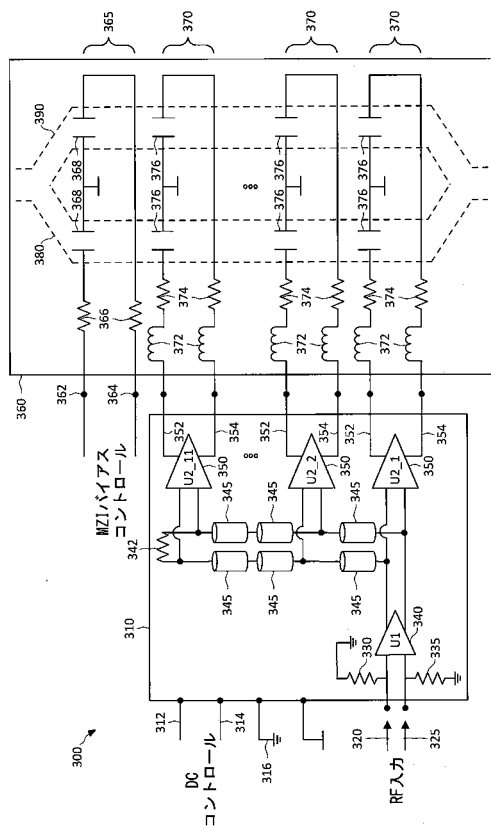
【図 1】



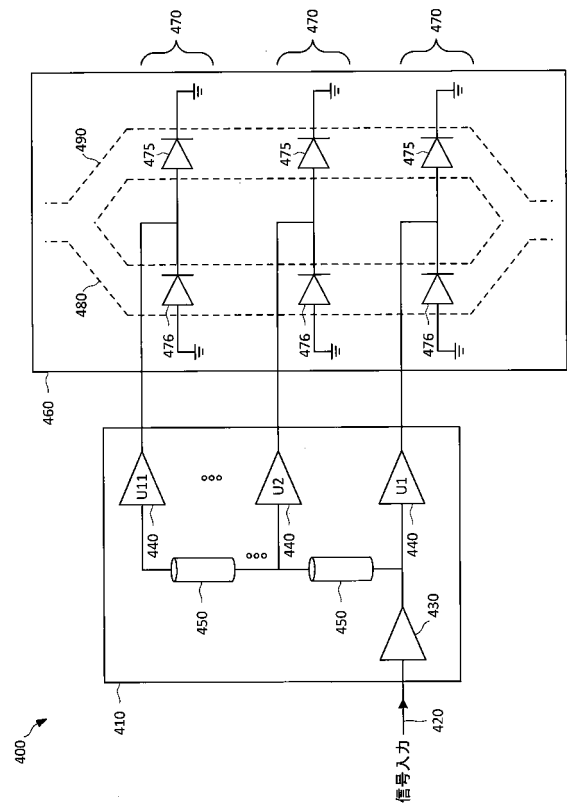
【図 2】



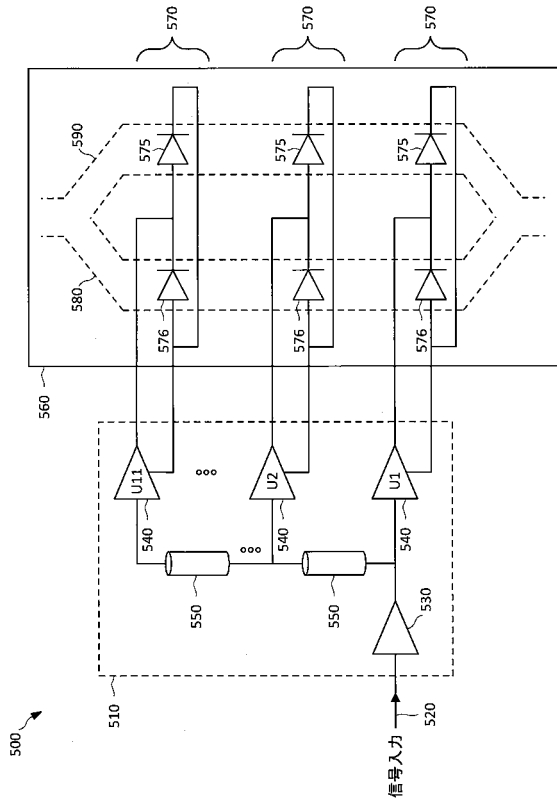
【図 3】



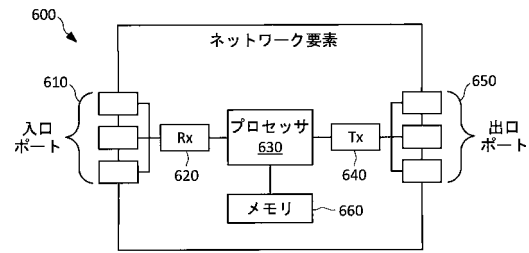
【図 4】



【 図 5 】



【 図 6 】



【 手続 補正 書 】

【 提出 日 】 平成 29 年 4 月 6 日 (2017.4.6)

【 手続 補正 1 】

【 補正 対 象 書 類 名 】 特 許 請 求 の 範 囲

【 補正 対 象 項 目 名 】 全 文

【 補正 方 法 】 変 更

【 補正 の 内 容 】

【 特 許 請 求 の 範 囲 】

【 請 求 項 1 】

光 変 調 器 であ っ て、

光 信 号 を 伝 播 す る た め の 導 波 路 であ っ て、

前 記 光 信 号 の 近 位 部 分 を 伝 達 す る よ う に 構 成 さ れ た 近 位 アーム、お よ び

前 記 光 信 号 の 遠 位 部 分 を 伝 達 す る よ う に 構 成 さ れ た 遠 位 アーム

を 備 え る 導 波 路 と、

前 記 光 信 号 の 前 記 近 位 部 分 を 変 調 す る よ う に 構 成 さ れ た 近 位 ダイ オード と、

前 記 光 信 号 の 前 記 遠 位 部 分 を 変 調 す る よ う に 構 成 さ れ た 遠 位 ダイ オード と、

前 記 近 位 ダイ オード お よ び 前 記 遠 位 ダイ オード の 逆 符 号 の イン ター フェース に 電 気 的 に 結 合 さ れ た 電 気 的 入 力 であ っ て、前 記 電 気 的 入 力 に 沿 っ て 伝 播 さ れ る 電 気 駆 動 信 号 が、前 記 導 波 路 の 前 記 近 位 アーム に お け る 前 記 光 信 号 の 前 記 近 位 部 分 と 前 記 導 波 路 の 前 記 遠 位 アーム に お け る 前 記 光 信 号 の 前 記 遠 位 部 分 と の 同 等 か つ 逆 の 変 調 を 起 こ す、電 気 的 入 力 と を 備 え る、光 変 調 器。

【 請 求 項 2 】

前 記 導 波 路 の 前 記 近 位 アーム お よ び 前 記 導 波 路 の 前 記 遠 位 アーム に 沿 っ て 配 置 さ れ た 近 位 ダイ オード お よ び 遠 位 ダイ オード の 複 数 の 対 を 更 に 備 え、各 近 位 ダイ オード お よ び 遠 位 ダイ オード の 対 は 前 記 光 信 号 上 に 前 記 電 気 駆 動 信 号 の 一 部 分 を 変 調 す る、請 求 項 1 に 記 載

の光変調器。

【請求項 3】

各近位ダイオードおよび遠位ダイオードの対は、単一のドライバに結合される、請求項2に記載の光変調器。

【請求項 4】

各近位ダイオードおよび遠位ダイオードの対は、電気的相補入力に結合され、前記電気的相補入力が、各近位ダイオードおよび遠位ダイオードの対の逆符号のインターフェースに結合される、請求項2に記載の光変調器。

【請求項 5】

各近位ダイオードおよび遠位ダイオードの対は、各近位ダイオードおよび遠位ダイオードの対の逆符号のインターフェースの間のセグメント電気的入力に結合され、前記セグメント電気的入力および前記電気的相補入力は、電気的符号が逆の共通の信号を備える、請求項4に記載の光変調器。

【請求項 6】

前記各セグメント電気的入力および対応する電気的相補入力は、単一のドライバから受信される、請求項5に記載の光変調器。

【請求項 7】

前記電気的入力は、前記近位ダイオードのカソードおよび前記遠位ダイオードのアノードに電気的に結合される、請求項1から6のいずれか一項に記載の光変調器。

【請求項 8】

前記電気的入力は、前記近位ダイオードのアノードおよび前記遠位ダイオードのカソードに電気的に結合される、請求項1から6のいずれか一項に記載の光変調器。

【請求項 9】

単一駆動マルチセグメント光変調器システムであって、
光変調器であって、
複数の電気的セグメント入力、
光信号の近位の半分を伝達するように構成された近位導波路アーム、
前記光信号の遠位の半分を伝達するように構成された遠位導波路アーム、および
複数の変調器セグメントであって、各変調器セグメントは、対応する電気的セグメント入力を前記近位導波路アームおよび前記遠位導波路アームの両方の上に変調するように構成される、複数の変調器セグメント
を備える光変調器と、

前記光変調器に電気的に結合され、前記複数の変調器セグメントに対応する複数のドライバを備え、各ドライバは、単一の対応する変調器セグメントによって変調を制御するために、単一の対応する電気的セグメント入力に対して電気的セグメント信号を出力する、
駆動回路と

を備える、単一駆動マルチセグメント光変調器システム。

【請求項 10】

各変調器セグメントは、前記近位導波路アームを横切って配置された近位ダイオードと、前記遠位導波路アームを横切って配置された遠位ダイオードとを備える、請求項9に記載のシステム。

【請求項 11】

各電気的セグメント入力は、前記電気的セグメント入力が前記近位ダイオードおよび前記遠位ダイオードの逆方向に偏極したインターフェースに結合されるように、対応する変調器セグメントに結合される、請求項10に記載のシステム。

【請求項 12】

各電気的ドライバは、相補電気的信号を単一の対応する電気的セグメントに出力し、各相補電気的信号は、対応する電気的セグメント信号と等価の振幅および逆の電荷を備える、請求項11に記載のシステム。

【請求項 13】

各相補電氣的信号は、前記電氣的セグメント入力の前記対応する近位ダイオードおよび前記対応する遠位ダイオードの逆方向に偏極したインターフェースに結合されるように、前記対応する変調器セグメントに結合される、請求項12に記載のシステム。

【請求項14】

各相補電氣的信号は、前記対応する電氣的セグメント信号とは異なる逆方向に偏極したインターフェースに結合される、請求項13に記載のシステム。

【請求項15】

各相補電氣的信号は、対応する近位ダイオードのアノードおよび対応する遠位ダイオードのカソードに結合され、各電氣的セグメント信号は、前記対応する近位ダイオードのカソードおよび前記対応する遠位ダイオードのアノードに結合される、請求項14に記載のシステム。

【請求項16】

各相補電氣的信号は、対応する近位ダイオードのカソードおよび対応する遠位ダイオードのアノードに結合され、各電氣的セグメント信号は、前記対応する近位ダイオードのアノードおよび前記対応する遠位ダイオードのカソードに結合される、請求項14に記載のシステム。

【 国际调查报告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/CN2015/087987
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER G02F 1/035(2006.01)i; H04B 10/564(2013.01)i According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) G02F 1/-; H04B 10/- Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) CNKI, CNPAT, WPI, EPODOC: optical_modulator,MZM,Mach-Zehnder,diode,drive,single,segment,section,portion,electrode		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2014212150 A1 (LUXTERA INC.) 31 July 2014 (2014-07-31) paragraphs [0043]-[0048], figure 2	10-11, 18-20
X	CN 101578544 A (SIOPTICAL INC.) 11 November 2009 (2009-11-11) abstract, figures 2-6	10, 18-20
X	JP 2014122964 A (NEC CORP.) 03 July 2014 (2014-07-03) abstract, figure 2	10, 18-20
X	WO 2013161196 A1 (NEC CORP.) 31 October 2013 (2013-10-31) abstract, figure 2	10, 18-20
A	US 2014104666 A1 (STMICROELECTRONICS S.R.L.) 17 April 2014 (2014-04-17) the whole document	1-20
A	EP 1424591 A1 (CORNING O.T.I. SRL) 02 June 2004 (2004-06-02) the whole document	1-20
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 12 October 2015		Date of mailing of the international search report 03 November 2015
Name and mailing address of the ISA/CN STATE INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE OF THE P.R.CHINA 6, Xitucheng Rd., Jimen Bridge, Haidian District, Beijing 100088, China Facsimile No. (86-10)62019451		Authorized officer ZHANG,Xiaoli Telephone No. (86-10)82245944

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2015/087987

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
US	2014212150	A1	31 July 2014	US	8687981	B2	01 April 2014
				US	2009087197	A1	02 April 2009
				US	2009087196	A1	02 April 2009
				US	8731410	B2	20 May 2014
CN	101578544	A	11 November 2009	CN	101578544	B	05 December 2012
				US	7515778	B2	07 April 2009
				WO	2008048434	A2	24 April 2008
				US	2008089634	A1	17 April 2008
				SG	151054	A1	30 April 2009
JP	2014122964	A	03 July 2014	None			
WO	2013161196	A1	31 October 2013	CN	104246583	A	24 December 2014
				EP	2843462	A1	04 March 2015
				US	2015110500	A1	23 April 2015
US	2014104666	A1	17 April 2014	IT	MI20121714	A1	12 April 2014
EP	1424591	A1	02 June 2004	US	2004114208	A1	17 June 2004

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), EP(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US

(72)発明者 ユシェン・バイ

アメリカ合衆国・カリフォルニア・94024・ロス・アルトス・ヒルズ・サマーヒル・アヴェニュー・24238

Fターム(参考) 2K102 AA21 BA03 BB01 BB04 BC04 BD01 DA04 DB04 DD03 DD05
EA02 EA17 EA21 EA22