

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2010-19919

(P2010-19919A)

(43) 公開日 平成22年1月28日(2010.1.28)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
G 0 2 F 2/02 (2006.01)	G O 2 F 2/02	2 H O 7 9
G 0 2 F 1/01 (2006.01)	G O 2 F 1/01 C	2 K O O 2

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2008-178173 (P2008-178173)	(71) 出願人	000004226
(22) 出願日	平成20年7月8日(2008.7.8)		日本電信電話株式会社
			東京都千代田区大手町二丁目3番1号
		(71) 出願人	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
		(74) 代理人	100058479
			弁理士 鈴江 武彦
		(74) 代理人	100108855
			弁理士 蔵田 昌俊
		(74) 代理人	100091351
			弁理士 河野 哲
		(74) 代理人	100080285
			弁理士 小出 俊實

最終頁に続く

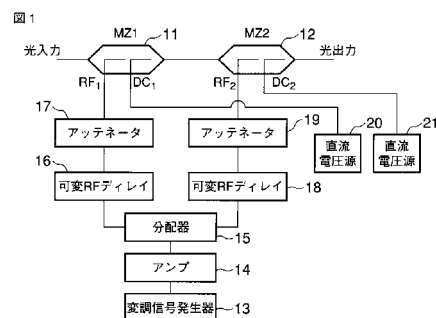
(54) 【発明の名称】 光周波数変調装置

(57) 【要約】

【課題】高精度な特性を有する光フィルタを利用することなく高次変調側波帯のみを取り出す。

【解決手段】第1光変調器にて入力光波を第1変調信号により光強度変調し、第1直流電圧による位相制御を施して出力するものとし、第2の光変調器にて第1の光変調器の出力光波を入力して、当該入力光波を第2変調信号により光強度変調し、第2直流電圧による位相制御を施して出力するものとし、第1及び第2の光変調器の同期をとるために、第1及び第2の変調信号間の遅延時間を調整し、さらに、第1及び第2の直流電圧をそれぞれ調整して第1及び第2の光変調器の一方における入出力間の光波の位相差を0 radとし、他方における入出力間の光波の位相差を π radとして、 ± 3 次側波帯を他の側波帯や搬送波よりも強く発生させ、他の側波帯及び搬送波を十分に抑圧する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

入力光波を第 1 の変調信号により光強度変調し、第 1 の位相調整手段による位相制御を施して出力するマッハ・ツェンダ干渉計型の第 1 の光変調器と、

前記第 1 の光変調器の出力光波を入力して、当該入力光波を第 2 の変調信号により光強度変調し、第 2 の位相調整手段による位相制御を施して出力するマッハ・ツェンダ干渉計型の第 2 の光変調器と、

前記第 1 及び第 2 の変調信号の基となる変調信号を発生する変調信号発生器と、

前記変調信号発生器で発生される変調信号を分配して前記第 1 及び第 2 の変調信号を生成する分配器と、

前記第 1 及び第 2 の光変調器の同期をとるために、前記分配器で分配された第 1 及び第 2 の変調信号間の遅延時間を調整する遅延時間調整手段とを具備し、

前記第 1 及び第 2 の位相調整手段をそれぞれ制御して前記第 1 及び第 2 の光変調器の一方における両アーム間の光波の位相差を $2n\pi \text{ rad}$ (n は任意の整数) とし、前記第 1 及び第 2 の光変調器の他方における両アーム間の光波の位相差を $(2m+1)\pi \text{ rad}$ (m は任意の整数) とすることで、 ± 3 次側波帯を他の側波帯及び搬送波よりも強く発生させることを特徴とする光周波数変調装置。

【請求項 2】

前記変調信号発生器は、前記変調信号の周波数を変化させる機能を備えることを特徴とする請求項 1 に記載の光周波数変調装置。

【請求項 3】

前記変調信号発生器の発生周波数、前記第 1 及び第 2 の位相調整手段をそれぞれ制御する制御装置を備え、

前記制御装置は、

前記 ± 3 次側波帯が最適に出力されるための位相調整手段への入力値と前記変調信号の周波数との対応関係を示すテーブルを備え、

前記変調信号発生器に対して、前記変調信号の周波数を変化させて前記第 1 及び第 2 の光変調器それぞれの出力光波に発生する ± 3 次側波帯の光周波数を変化させ、

前記テーブルを参照して前記第 1 及び第 2 の光変調器に対して ± 3 次側波帯が最適に出力されるように位相を制御することを特徴とする請求項 1 に記載の光周波数変調装置。

【請求項 4】

前記第 1 の位相調整手段は、第 1 の直流電源によって生成された第 1 の直流電圧を印加する手段であり、前記第 2 の位相調整手段は、前記第 1 の直流電源とは異なる第 2 の直流電源によって生成された第 2 の直流電圧を印加する手段であることを特徴とする請求項 1 または 3 に記載の光周波数変調装置。

【請求項 5】

前記第 2 の光変調器の後段に配置され、前記第 2 の光変調器から出力される $+3$ 次、 -3 次側波帯のどちらか一方を遮断して他方の単一の側波帯のみを抽出する光フィルタをさらに備えることを特徴とする請求項 1 に記載の光周波数変調装置。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、入力した光波の光周波数を変調信号の周波数に応じてシフトさせることのできる光周波数変調装置に関する。

【背景技術】**【0002】**

光周波数変調装置では、非特許文献 1 にあるように、透過した光波に変調周波数に応じた変調側波帯が生じる特性を利用して、2 次以上の任意の高次側波帯のみを取り出すことができる。その方法としては、入力した光波を強度変調または位相変調し、光フィルタを

10

20

30

40

50

用いて目的とする側波帯のみを取り出す方法がよく知られている。

【 0 0 0 3 】

このような光フィルタを利用した方法では、光フィルタの特性を適切に選定することで、目的とする側波帯のみを選択的に取り出すことはできる。しかしながら、1次よりも高次の側波帯を取り出すためには、急峻な遮断特性を持つ光フィルタにて搬送波や1次変調側波帯を除去する必要がある。さらに、その光フィルタの特性を維持するためには、高精度な温度制御も必要である。特に、変調周波数が数GHzの場合、光フィルタに数GHz以内で許遮断帯域の立ち上がり特性を持たせる必要があり、事実上実現は困難である。また、変調信号周波数を変化させて光周波数を変化させる場合には、それに合わせて光フィルタの特性を動的に調整する必要がある。

10

【 0 0 0 4 】

【非特許文献1】社団法人電子情報通信学会、信学技報OPE2001-159(2002-2)「XカットLiNbO3を用いた光周波数シフタ/SSB-SC変調器の開発」、日隈薫、橋本義浩、及川哲、川西哲也、井筒雅之。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 5 】

以上述べたように、従来の光周波数変調装置では、高次変調側波帯を取り出す際に、搬送波や1次変調側波帯を光フィルタで除去する必要があるため、光フィルタには極めて急峻かつ狭帯域な遮断特性が要求され、さらに、外部温度の影響による遮断帯域の変動を防ぐために、高精度な温度制御機構が必要となるといった問題がある。また、光周波数掃引等の光周波数の変化に対応するためには、光フィルタの遮断帯域もそれに合わせて調整する必要がある。このように、従来技術では、高次側波帯のみを取り出したい場合、搬送波や強度の高い1次変調側波帯を除去するために高精度な特性を有する光フィルタを利用しなければならない点が最大の課題となっている。

20

【 0 0 0 6 】

本発明は上記の事情を鑑みてなされたものであり、高精度な特性を有する光フィルタを利用することなく高次変調側波帯のみを取り出すことのできる光周波数変調装置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】

30

【 0 0 0 7 】

上記目的を達成するため、本発明に係る光周波数変調装置は、入力光波を第1の変調信号により光強度変調し、第1の位相調整手段による位相制御を施して出力するマッハ・ツェンダ干渉計型の第1の光変調器と、前記第1の光変調器の出力光波を入力して、当該入力光波を第2の変調信号により光強度変調し、第2の位相調整手段による位相制御を施して出力するマッハ・ツェンダ干渉計型の第2の光変調器と、前記第1及び第2の変調信号の基となる変調信号を発生する変調信号発生器と、前記変調信号発生器で発生される変調信号を分配して前記第1及び第2の変調信号を生成する分配器と、前記第1及び第2の光変調器の同期をとるために、前記分配器で分配された第1及び第2の変調信号間の遅延時間を調整する遅延時間調整手段とを具備し、前記第1及び第2の位相調整手段をそれぞれ制御して前記第1及び第2の光変調器の一方における両アーム間の光波の位相差を $2n\pi \text{ rad}$ (n は任意の整数)とし、前記第1及び第2の光変調器の他方における両アーム間の光波の位相差を $(2m+1)\pi \text{ rad}$ (m は任意の整数)とすることで、 ± 3 次側波帯を他の側波帯及び搬送波よりも強く発生させることを特徴とする。

40

【 0 0 0 8 】

上記構成において、前記変調信号発生器は、前記変調信号の周波数を変化させる機能を備えることを特徴とする。

また、前記変調信号発生器の発生周波数、前記第1及び第2の位相調整手段をそれぞれ制御する制御装置を備え、前記制御装置は、 ± 3 次側波帯が最適に出力されるための位相調整手段への入力値と前記変調信号の周波数との対応関係を示すテーブルを備え、前記変

50

調信号発生器に対して、前記変調信号の周波数を変化させて前記第 1 及び第 2 の光変調器それぞれの出力光波に発生する ± 3 次側波帯の光周波数を変化させ、前記テーブルを参照して前記第 1 及び第 2 の光変調器に対して ± 3 次側波帯が最適に出力されるように位相を制御することを特徴とする。

【0009】

前記第 1 の位相調整手段は、第 1 の直流電源によって生成された第 1 の直流電圧を印加する手段であり、前記第 2 の位相調整手段は、前記第 1 の直流電源とは異なる第 2 の直流電源によって生成された第 2 の直流電圧を印加する手段であることを特徴とする。

さらに、前記第 2 の光変調器の後段に配置され、前記第 2 の光変調器から出力される $+3$ 次、 -3 次側波帯のどちらか一方を遮断して他方の単一の側波帯のみを抽出する光フィルタをさらに備えることを特徴とする。

10

すなわち、本発明では前述した課題を解決するために、2 台のマッハ・ツェンダ干渉計型による第 1 及び第 2 の光変調器を直列に接続し、それぞれの光変調器内で光波の位相差を適切に調節する。具体的には、第 1 の光変調器に印加する直流電圧を調整することで光波の位相差を $2n\pi \text{ rad}$ (n は任意の整数) とし、第 2 の光変調器に印加する直流電圧を調整することで光波の位相差を $(2m+1)\pi \text{ rad}$ (m は任意の整数) とする。

【0010】

本発明を用いることにより、基本的に、光フィルタを用いることなく、 ± 3 次変調側波帯のみ取り出すことが可能となる。また、周波数掃引する際においても、 ± 3 次よりも低次の側波帯を除去するための光フィルタが必要ないため、光フィルタの遮断帯域を調整する必要がない。さらに、 $+3$ 次または -3 次側波帯のどちらか一方のみを取り出す場合においては、光フィルタを必要とするが、両側波帯間の周波数差は変調周波数の 6 倍であり、かつ、搬送波および ± 3 次よりも低次の側波帯が抑圧されているため、光フィルタに急峻かつ狭帯域な遮断特性は必要なく、高精度な温度調整機構も必要としないため、装置構成が簡易なものとなる。

20

【発明の効果】

【0011】

以上のように、本発明によれば、高精度な特性を有する光フィルタを利用することなく高次変調側波帯のみを取り出すことのできる光周波数変調装置を提供することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

30

【0012】

以下、図面を参照して本発明の実施の形態を詳細に説明する。

(第 1 の実施形態)

図 1 は本発明に係る光周波数変調装置の第 1 の実施形態を示すブロック図である。図 1 において、入力光波はマッハ・ツェンダ干渉計型の第 1 光変調器 (MZ1) 11 に入力される。この第 1 光変調器 11 は、入力ポート RF_1 に供給される第 1 変調信号によって入力光波を光強度変調することで高次の側波帯を発生させる。その後、入力ポート DC_1 に供給される第 1 直流電圧に応じて位相調整を施して出力する。第 1 光変調器 11 の出力光波は第 2 光変調器 (MZ2) 12 に入力される。この第 2 光変調器 12 は、第 1 光変調器 11 と同様、マッハ・ツェンダ干渉計型のもので、入力ポート RF_2 に供給される変調信号によって第 1 光変調器 11 からの光波を光強度変調することで高次の側波帯をさらに発生させる。その後、入力ポート DC_2 に供給される第 2 直流電圧に応じて位相調整を施して出力する。

40

【0013】

一方、変調信号発生器 13 は上記第 1 及び第 2 変調信号の信号源であり、発生周波数を任意に調整可能とする。ここで発生された変調信号は、アンプ 14 で増幅された後、分配器 15 で 2 系統に分配される。ここで分配された一方の信号は、可変 RF ディレイ 16 でタイミング調整され、アッテネータ 17 でレベル調整されて第 1 変調信号として第 1 光変調器 11 の端子 RF_1 に送られる。また、分配器 15 で分配された他方の信号は、可変 RF ディレイ 18 でタイミング調整され、アッテネータ 19 でレベル調整されて第 2 変調信

50

号として第 2 光変調器 12 の端子 R F₂ に送られる。

【 0 0 1 4 】

上記第 1 及び第 2 光変調器 11, 12 に対する第 1 及び第 2 直流電圧は、それぞれ第 1 及び第 2 直流電圧源 20, 21 で生成される。これらの直流電圧源 20, 21 は出力電圧値を任意に調整可能とする。

上記構成において、以下にその処理動作について図 2 を用いて説明する。

【 0 0 1 5 】

まず、 ω を入力光波の角周波数、 Ω を変調信号の角周波数、 ϕ を変調度とすると、個々の光変調器 11, 12 に入力される光波の電場は $\exp(i\omega t)$ と表される。第 1 光変調器 11 の変調信号入力ポート R F₁ には第 1 変調信号 $\phi_1 \sin(\Omega t)$ が供給され、第 2 光変調器 12 の変調信号入力ポート R F₂ には第 2 変調信号 $\phi_2 \sin(\Omega t)$ が供給される。これらの変調信号は変調信号発生器 13 から分配器 14 を用いて第 1 及び第 2 の光変調器 11, 12 に供給され、振幅はアンプ 14 及びアッテネータ 17, 19 を用いて任意に設定される。

10

【 0 0 1 6 】

このとき、両光変調器 11, 12 が直列に接続されていることから、光変調器 11, 12 間で同期を取る必要がある。そこで、具体的には、 N を 0 を含む正の整数、光波が第 1 光変調器 11 にて変調を受けてから第 2 光変調器 12 で再度変調されるまでの時間を τ_0 、第 1 光変調器 11 と第 2 光変調器 12 に入力される変調信号間の遅延時間を τ_E とするとき、 $\tau_0 = \tau_E + 2\pi N / \Omega$ となるように可変 R F デイレイ 16, 18 を調整する。

20

【 0 0 1 7 】

上記調整後、図 2 (a) に示す光波が入力された場合を説明する。まず、第 1 光変調器 11 では、両アーム (光波入出力端) を通過する光波間での位相差が 0 となるように直流電圧入力ポート D C₁ に第 1 直流電圧を印加し、第 2 光変調器 12 では両アームを通過する光波間での位相差が π となるように直流電圧入力ポート D C₂ に第 2 直流電圧を印加する。ここで、4 次側波帯まで考慮すると、第 1 光変調器 11 の両アーム間に付与される電場は互いに逆向きであることから、第 1 光変調器 11 から出力される光波の電場 $E_1(t)$ は以下のように表され、図 2 (b) に示すような出力光波が得られる。

【 0 0 1 8 】

【 数 1 】

$$\begin{aligned} E_1(t) &= e^{i\omega t} \left(e^{i\phi_1 \sin \Omega t} + e^{-i\phi_1 \sin \Omega t} \right) \\ &= e^{i\omega t} \left\{ J_0(\phi_1) + J_2(\phi_1)e^{i2\Omega t} + J_4(\phi_1)e^{i4\Omega t} + J_{-2}(\phi_1)e^{-i2\Omega t} + J_{-4}(\phi_1)e^{-i4\Omega t} \right\} \end{aligned}$$

30

ここで $J_n(\phi)$ は一次のベッセル関数である。

また、第 1 光変調器 11 の出力光波の電場 $E_1(t)$ は、第 2 光変調器 12 に入力されて第 2 変調信号によって変調が施され、さらに第 2 光変調器 12 の両アーム間で位相差 π が付与されることで、第 2 光変調器 12 からの出力光波の電場 $E_2(t)$ は以下ようになる。

【 0 0 1 9 】

【 数 2 】

$$\begin{aligned} E_2(t) &= E_1(t) \left(e^{i\phi_2 \sin \Omega t} + e^{-i\phi_2 \sin \Omega t} e^{i\pi} \right) \\ &= e^{i\omega t} J_1(\phi_2) \left[\{ J_0(\phi_1) - J_2(\phi_1) \} e^{i\Omega t} + \{ J_2(\phi_1) - J_4(\phi_1) \} e^{i3\Omega t} \right. \\ &\quad \left. + \{ J_2(\phi_1) - J_0(\phi_1) \} e^{-i\Omega t} + \{ J_4(\phi_1) - J_2(\phi_1) \} e^{-i3\Omega t} \right. \\ &\quad \left. + J_4(\phi_1)e^{i5\Omega t} - J_4(\phi_1)e^{-i5\Omega t} \right] \end{aligned}$$

40

50

したがって、 $J_0(\phi_1) - J_2(\phi_1) = 0$ ($\phi_1 = 1.84$) とすることで、以下のように、 ± 3 次の側波帯に影響を与えずに ± 1 次の側波帯を抑圧することができる。

【 0 0 2 0 】

【 数 3 】

$$E_2(t) = e^{i\omega t} J_1(\phi_2) \left[\{J_2(\phi_1) - J_4(\phi_1)\} e^{i3\Omega t} + \{J_4(\phi_1) - J_2(\phi_1)\} e^{-i3\Omega t} + J_4(\phi_1) e^{i5\Omega t} - J_4(\phi_1) e^{-i5\Omega t} \right]$$

10

このとき、第 2 光変調器 1 2 の出力光波は図 2 (c) に示すようなスペクトラムとなり、 ± 5 次側波帯は残存するが、 $\phi_1 = 1.84$ のとき、 $J_4(\phi_1) / \{J_2(\phi_1) - J_4(\phi_1)\} = 0.08$ であり、 ± 3 次側波帯と比較して ± 5 次側波帯は十分小さいため無視することができる。

【 0 0 2 1 】

以上のように、本実施形態の構成によれば、 ± 3 次側波帯を他の側波帯や搬送波よりも強く発生させることが可能となり、しかも ± 2 次側波帯以下を十分に抑圧することが可能となる。したがって、光フィルタを用いずに ± 3 次側波帯を取り出すことができる。

【 0 0 2 2 】

尚、ここでは第 1 光変調器 1 1 での両アーム間の位相差が 0、第 2 光変調器 1 2 での両アーム間の位相差が π となるように第 1、第 2 直流電圧を調整するようにしたが、第 1 光変調器 1 1 での両アーム間の位相差が π 、第 2 光変調器 1 2 での両アーム間の位相差が 0 となるように第 1、第 2 直流電圧を調整しても、同様の効果が得られるのは明らかである。

20

【 0 0 2 3 】

また、変調信号発生器 1 3 において、変調信号の周波数を時間 t に対して変化させる ($\Omega = \Omega(t)$ とする) ことにより、 ± 3 次側波帯のみを発生させつつ変調信号周波数の変化に伴って光周波数を変化させることができる。但し、この場合においては、第 1、第 2 光変調器 1 1, 1 2 間の同期を確立するために、光波及び変調信号の遅延時間が $\tau_0 = \tau_E$ となるように、可変 RF デレイ 1 6, 1 8 を用いて厳密に調整する必要がある。

30

【 0 0 2 4 】

(第 2 の実施形態)

図 3 は本発明に係る光周波数変調装置の第 2 の実施形態を示すブロック図である。但し、図 3 において、図 1 と同一部分には同一符号を付して示し、ここでは重複する説明を省略する。

第 2 の実施形態は、第 1 の実施形態で説明した変調信号発生器の発生周波数、第 1 及び第 2 直流電圧源 2 0, 2 1 の発生電圧を制御装置 2 2 で制御することで、自動的に任意の周波数の ± 3 次側波帯光波を取り出すものである。具体的な制御処理を図 4 に示すフローチャートを参照して説明する。

【 0 0 2 5 】

40

まず、変調信号の周波数を変化された場合、各構成要素が周波数依存性を持つことから、変調信号の周波数の変化に伴って直流電圧値を調整する必要がある。但し、変調信号の周波数を変化することによって生じる出力光波の微小な位相変化を、そのモニタ出力に追従するように調整することは極めて困難である。そこで、ここでは、予め変調信号の周波数と最適な第 1 及び第 2 直流電圧値との関係を求めてテーブル化して格納しておく。この状態で、初期設定時に変調信号の周波数が与えられると (ステップ S 1)、該当する周波数制御信号を生成して変調信号発生器 1 3 に送り (ステップ S 2)、格納されているテーブルを参照して変調信号の周波数に対応する直流電圧値を指定して第 1 及び第 2 直流電圧源 2 0, 2 1 に送り (ステップ S 3)、各直流電圧源 2 0, 2 1 に該当する電圧値を発生させ、第 1 及び第 2 の光変調器 1 1, 1 2 の位相を制御する。続いて、変調信号の周波数

50

変更が指示された場合には（ステップ S 4）、ステップ S 2 に戻って一連の処理を繰り返し実行する。

【0026】

上記構成によれば、変調信号の周波数を任意に指定するだけで、その周波数を自動的に制御すると共に、周波数変化に伴う位相調整が自動的に行われるため、調整作業の煩雑な操作が不要となり、作業効率を飛躍的に向上させることができる。

尚、上記構成において、出力光波のモニタ出力、光変調器の温度情報を制御パラメータとして加えれば、さらに安定かつ高精度な出力光波を得ることができる。

【0027】

（第3の実施形態）

図5は本発明に係る光周波数変調装置の第3の実施形態を示すブロック図である。但し、図5において、図1及び図3と同一部分には同一符号を付して示し、ここでは重複する説明を省略する。

第3の実施形態は、第2の実施形態で説明した構成において、第2光変調器12の出力経路中に、 ± 3 次側波帯の出力光波から $+3$ 次側波帯、 -3 次側波帯のいずれか一方を遮断し、単一の側波帯のみを導出させる光フィルタ23を介在させるようにしたものである。

【0028】

すなわち、 ± 3 次側波帯を利用する際には、両側波帯間の周波数差は変調周波数の6倍となる。したがって、比較的簡易な光フィルタ23を用いて容易に両側波帯を分離することができ、高精度な温度調節機構も必要ない。

また、出力光波の周波数を掃引する際も、 ± 3 次よりも低次の側波帯は抑圧されているため、光フィルタで除去する必要がない。この場合、光フィルタの遮断帯域を掃引する周波数に合わせて調整する必要がないため、光フィルタは図2(d)に示すように単純なローパスフィルタ(LPF)またはハイパスフィルタ(HPF)でよい。

【0029】

以上の説明においては理想的な状況下での原理について説明したが、実際は光変調器における光学系、電気特性の個体差や、各種構成要素の電氣的なひずみ等で最適な条件は異なる。したがって、実際の使用にあたっては、目的とする側波帯以外のパワースペクトルが最小となるように、変調信号の振幅や位相を調整することが望ましい。この場合は、光変調器11, 12に供給する直流電圧値や変調度の最適条件が上記実施形態の条件と多少異なるが、このような実際の使用時を考慮した設定も本発明の範疇とするところである。

【0030】

また、上記各実施形態において、位相制御を行う方法として、直流電圧を印加する方法を説明したが、それ以外に、例えば以下のような方法を用いることもできる。

・第1光変調器(MZ1)11及び第2光変調器(MZ2)12の制御導波路の温度を変化させる方法。

・第1光変調器(MZ1)11及び第2光変調器(MZ2)12の制御導波路に付与する応力を変化させる方法。

・第1光変調器(MZ1)11及び第2光変調器(MZ2)12の制御導波路の長さを変化させる方法。

【0031】

また、上記各実施形態において、位相差を0radとする代わりに $2n\pi$ rad (n は任意の整数)としてもよい。また、位相差を π radとする代わりに $(2m+1)\pi$ rad (m は任意の整数)としてもよい。

尚、本発明は、上記実施形態例そのままに限定されるものではなく、実施段階ではその要旨を逸脱しない範囲で構成要素を変形して具体化できる。また、上記実施形態例に開示されている複数の構成要素の適宜な組合せにより種種の発明を形成できる。例えば、実施形態例に示される全構成要素からいくつかの構成要素を削除してもよい。更に、異なる実施形態例に亘る構成要素を適宜組み合わせてもよい。

10

20

30

40

50

【図面の簡単な説明】

【 0 0 3 2 】

【図 1】本発明に係る光周波数変調装置の第 1 の実施形態を示すブロック図。

【図 2】上記第 1 の実施形態における第 1 及び第 2 光変調器の処理動作を説明するためのスペクトラム波形図。

【図 3】本発明に係る光周波数変調装置の第 2 の実施形態を示すブロック図。

【図 4】上記第 2 の実施形態における制御装置の処理の流れを示すフローチャート。

【図 5】本発明に係る光周波数変調装置の第 3 の実施形態を示すブロック図。

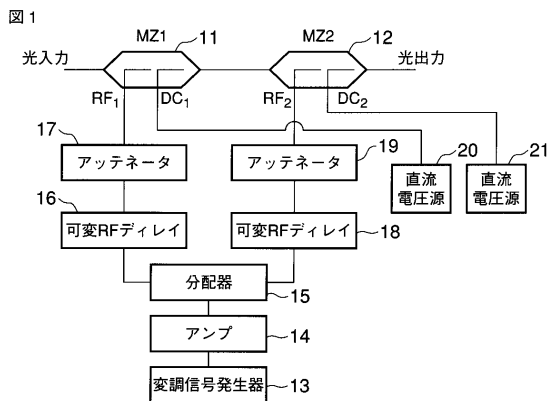
【符号の説明】

【 0 0 3 3 】

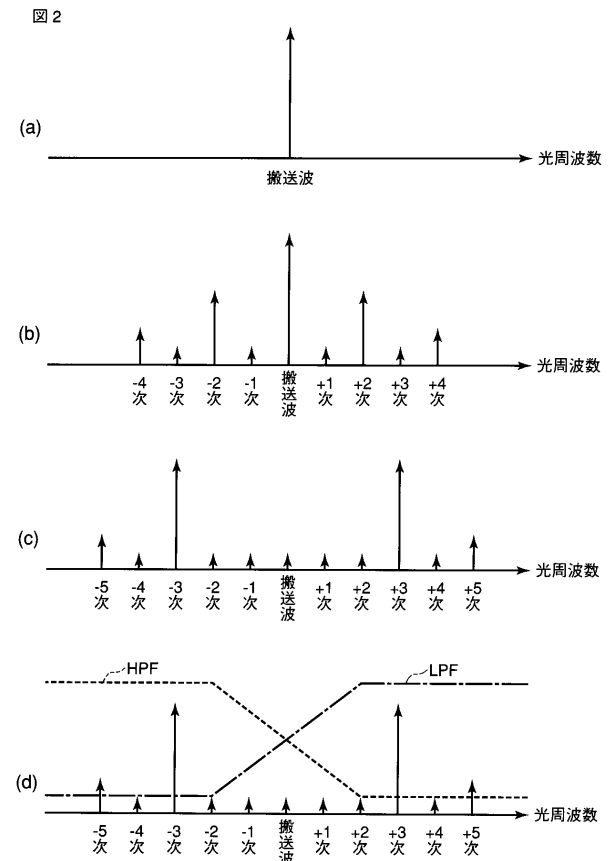
10

1 1 ... 第 1 光変調器 (M Z 1)、1 2 ... 第 2 光変調器 (M Z 2)、1 3 ... 変調信号発生器、1 4 ... アンプ、1 5 ... 分配器、1 6 , 1 8 ... 可変 R F ディレイ、1 7 , 1 9 ... アッテネータ、2 0 ... 第 1 直流電圧源、2 1 ... 第 2 直流電圧源、2 2 ... 制御装置、2 3 ... 光フィルタ。

【図 1】

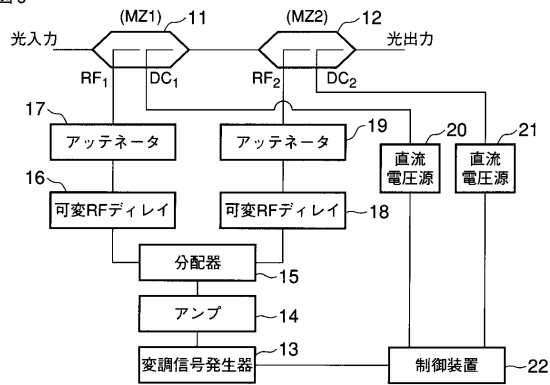


【図 2】



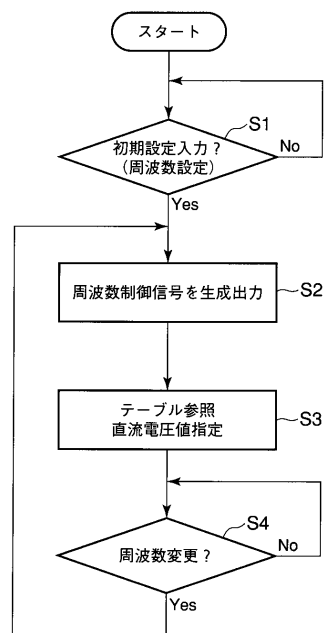
【図 3】

図 3



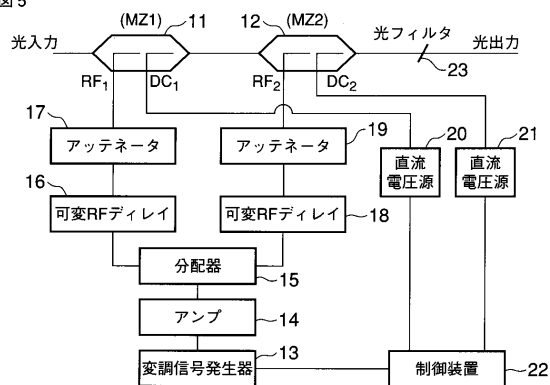
【図 4】

図 4



【図 5】

図 5



フロントページの続き

(74)代理人 100087963
弁理士 石川 義雄

(74)代理人 100075672
弁理士 峰 隆司

(74)代理人 100103034
弁理士 野河 信久

(72)発明者 古敷谷 優介
東京都千代田区大手町二丁目 3 番 1 号 日本電信電話株式会社内

(72)発明者 牟禮 勝仁
東京都千代田区六番町 6 番地 2 8 住友大阪セメント株式会社内

(72)発明者 宮崎 徳一
東京都千代田区六番町 6 番地 2 8 住友大阪セメント株式会社内

F ターム(参考) 2H079 BA01 BA04 EA05 EB15 FA04 GA01 HA11
2K002 AB12 BA06 DA08 EA10 EB09 EB12 GA10