

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4467557号  
(P4467557)

(45) 発行日 平成22年5月26日(2010.5.26)

(24) 登録日 平成22年3月5日(2010.3.5)

(51) Int.Cl. F 1  
G 0 2 F 1/383 (2006.01) G 0 2 F 1/383

請求項の数 10 (全 19 頁)

(21) 出願番号	特願2006-348381 (P2006-348381)	(73) 特許権者	000005223 富士通株式会社
(22) 出願日	平成18年12月25日(2006.12.25)		神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号
(65) 公開番号	特開2008-158349 (P2008-158349A)	(74) 代理人	100090011 弁理士 茂泉 修司
(43) 公開日	平成20年7月10日(2008.7.10)	(72) 発明者	岡部 亮 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内
審査請求日	平成20年12月5日(2008.12.5)	(72) 発明者	渡辺 茂樹 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内
		(72) 発明者	二見 史生 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光スイッチング方法及び光スイッチ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

非線形光学素子に信号パルス光及び制御パルス光が入力され、非線形光学媒質の出力光から抽出された信号光を入力する偏光子の出力光のパワーをモニタして該パワーが最小になるように該非線形光学媒質への入力信号パルス光の偏光状態を制御する第1ステップと

、  
該入力信号パルス光の偏光状態をモニタし、該入力信号パルス光の偏光状態について所定の変換を行うと共に該変換によって得られた偏光状態を記録する第2ステップと、

該入力信号パルス光に対する制御パルス光の偏光状態をモニタし、該制御パルス光の偏光状態が該記録した該入力信号パルス光の偏光状態に一致するように該制御パルス光の偏光状態を制御する第3ステップと、

を備えたことを特徴とする光スイッチング方法。

【請求項2】

非線形光学素子に信号パルス光及び制御パルス光が入力され、非線形光学媒質の出力光から抽出された信号パルス光を入力する偏光子の出力光のパワーをモニタして該パワーが最大になるように該非線形光学媒質への入力信号パルス光の偏光状態を制御する第1ステップと、

該入力信号パルス光の偏光状態をモニタして記録する第2ステップと、

該入力信号パルス光に対する制御パルス光の偏光状態をモニタし、該制御パルス光の偏光状態が該記録した該入力信号パルス光の偏光状態に一致するように該制御パルス光の偏

光状態を制御する第3ステップと、  
 を備えたことを特徴とする光スイッチング方法。

【請求項3】

非線形光学媒質の出力側に設置された偏光子の出力光から信号光成分を抽出してそのパワーが最大になるように該非線形光学媒質への入力信号パルス光の偏光状態を制御する第1ステップと、

該入力信号パルス光の偏光状態をモニタして記録する第2ステップと、

該入力信号パルス光に対する制御パルス光の偏光状態をモニタし、該制御パルス光の偏光状態が該記録した該入力信号パルス光の偏光状態に一致するように該制御パルス光の偏光状態を制御する第3ステップと、

該偏光子の出力光から、該入力信号パルス光と該制御パルス光の四光波混合によって発生したアイドラ光を抽出する第4ステップと、

を備えたことを特徴とする光スイッチング方法。

【請求項4】

請求項1から3のいずれか1つにおいて、

該非線形光学媒質の出力光から抽出された信号光の偏光状態をモニタする第4ステップと、

該第4ステップでモニタした該信号光の偏光状態が閾値を越えて変動したときのみ、該第1ステップから第3ステップを実行させる第5ステップと、

をさらに備えたことを特徴とする光スイッチング方法。

【請求項5】

請求項1から3のいずれか1つにおいて、

該第2ステップにおける該入力信号パルス光の偏光状態のモニタと、該第3ステップにおける該制御パルス光の偏光状態のモニタとが、近接して配置され、両者をつなぐ光ファイバの曲げや応力を加えない同じ偏光状態で行われることを特徴とした光スイッチング方法。

【請求項6】

非線形光学素子に信号パルス光及び制御パルス光が入力され、非線形光学媒質の出力光から抽出された信号光を入力する偏光子の出力光のパワーをモニタして該パワーが最小になるように該非線形光学媒質への入力信号パルス光の偏光状態を制御する第1手段と、

該入力信号パルス光の偏光状態をモニタし、該入力信号パルス光の偏光状態について所定の変換を行うと共に該変換によって得られた偏光状態を記録する第2手段と、

該入力信号パルス光に対する制御パルス光の偏光状態をモニタし、該制御パルス光の偏光状態が該記録した該入力信号パルス光の偏光状態に一致するように該制御パルス光の偏光状態を制御する第3手段と、

を備えたことを特徴とする光スイッチ。

【請求項7】

非線形光学素子に信号パルス光及び制御パルス光が入力され、非線形光学媒質の出力光から抽出された信号パルス光を入力する偏光子の出力光のパワーをモニタして該パワーが最大になるように該非線形光学媒質への入力信号パルス光の偏光状態を制御する第1手段と、

該入力信号パルス光の偏光状態をモニタして記録する第2手段と、

該入力信号パルス光に対する制御パルス光の偏光状態をモニタし、該制御パルス光の偏光状態が該記録した該入力信号パルス光の偏光状態に一致するように該制御パルス光の偏光状態を制御する第3手段と、

を備えたことを特徴とする光スイッチ。

【請求項8】

非線形光学媒質の出力側に設置された偏光子の出力光から信号光成分を抽出してそのパワーが最大になるように該非線形光学媒質への入力信号パルス光の偏光状態を制御する第1手段と、

10

20

30

40

50

該入力信号パルス光の偏光状態をモニタして記録する第2手段と、

該入力信号パルス光に対する制御パルス光の偏光状態をモニタし、該制御パルス光の偏光状態が該記録した該入力信号パルス光の偏光状態に一致するように該制御パルス光の偏光状態を制御する第3手段と、

該偏光子の出力光から、該入力信号パルス光と該制御パルス光の四光波混合によって発生したアイドラ光を抽出する第4手段と、

を備えたことを特徴とする光スイッチ。

【請求項 9】

請求項 8 から 10 のいずれか 1 つにおいて、

該非線形光学媒質の出力光から抽出された信号光の偏光状態をモニタする第4手段と、

該第4手段でモニタした該信号光の偏光状態が閾値を越えて変動したときのみ、該第1手段から第3手段を実行させる第5手段と、

をさらに備えたことを特徴とする光スイッチ。

【請求項 10】

請求項 8 から 10 のいずれか 1 つにおいて、

該第2手段における該入力信号パルス光の偏光状態のモニタと、該第3手段における該制御パルス光の偏光状態のモニタとが、近接して配置され、両者をつなぐ光ファイバの曲げや応力を加えない同じ偏光状態で行われることを特徴とした光スイッチ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、光スイッチング方法及び光スイッチに関し、特に非線形媒質中で発生する非線形光学効果を用いた光スイッチング方法及び光スイッチに関する。

【背景技術】

【0002】

近年の光ファイバ通信の大容量化によって、伝送システムのビットレートは40Gb/sに達し、次世代システムの研究では、1波長当り160Gb/s以上の光信号を伝送する研究開発が行われている。こうした伝送システムの研究開発には、信号光の品質を監視・評価するため、信号光の波形を測定する光波形測定装置（サンプリング・オシロスコープ）が必須となる。

【0003】

光波形測定装置によって信号光の波形を測定するためには、信号光を適当にサンプリングする光スイッチが用いられる。従来の光波形測定装置では、まず光信号を光電変換器によって光電変換し、変換した電気信号を電子回路によって、電気的にサンプリングを行い、光波形の測定を行ってきた。

【0004】

このような従来の光波形測定装置では、光電変換器以降、すべて電気回路により信号処理されているため、その性能は、電気信号処理速度（帯域）により制限される。例えば、電気回路が40GHzの電気信号処理速度（帯域）を有していた場合、40Gb/s以上の信号光をスイッチングすると、40GHzを超える帯域の信号光を正確にスイッチングすることができない。

【0005】

これに対して、非線形媒質中で発生する非線形光学効果（パラメトリック増幅）を用いて、光信号を別の光信号で制御して信号処理を行う光信号処理技術がある（例えば、下記の特許文献1参照。）。

【0006】

この非線形光学効果の応答速度はフェムト秒程度と言われており、この効果を応用した光スイッチの信号処理速度は、上記の電気信号の処理速度を大幅に上回る。この光スイッチを光波形測定装置に応用すれば、Tb/sの信号光をも観測可能な光波形測定装置を実現することが可能である。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 0 7 】

図10は、このような従来の光スイッチの構成を示すブロック図である。図示のように、従来の光スイッチ800は、偏光調節器801aと、偏光調節器801bと、光カプラ802と、高非線形ファイバ（非線形光学媒質）803と、偏光子804と、光バンドパスフィルタ805と、を備えている。

## 【 0 0 0 8 】

偏光調節器801aは、入力した信号光 $O_s$ の偏光方向を、偏光子804の通過軸に対して $90^\circ$ 傾いた偏光方向（偏光状態）に調節する。偏光調節器801bは、入力した制御光 $O_p$ （サンプリングパルス）の偏光方向を、偏光子804の通過軸に対しておおよそ $45^\circ$ 傾いた偏光方向に調節する。光カプラ802は、偏光調節器801a及び偏光調節器801bによってそれぞれ偏光方向が調節された信号光 $O_s$ 及び制御光 $O_p$ を合波する。高非線形ファイバ803は、光カプラ802によって合波された信号光 $O_s$ 及び制御光 $O_p$ を通過させ、信号光 $O_s$ 及び制御光 $O_p$ の強度相関信号（相互位相変調信号）を発生させる。

10

## 【 0 0 0 9 】

信号光 $O_s$ は、高非線形ファイバ803中の非線形光学効果によって偏光方向が変化し、制御光 $O_p$ の偏光方向に近づいた偏光方向で出力される。偏光子804は、信号光 $O_s$ 及び制御光 $O_p$ の、あらかじめ定められた方向の通過軸を有し、通過軸と平行な偏光方向の偏光成分のみを通過させる。信号光 $O_s$ の波長 $\lambda_s$ のみを通す光バンドパスフィルタ805は、偏光子804を通過した信号光 $O_s$ 及び制御光 $O_p$ の偏光成分の内、信号光 $O_s$ の偏光成分のみを通過させて出力する。

20

## 【 0 0 1 0 】

上記の動作を図11を参照してより具体的に説明する。尚、同図(a)及び(b)に示す信号光 $O_s$ に対応する矢印の方向及び大きさは、信号光 $O_s$ の偏光方向及び振幅を表している。また、信号光 $O_s$ の偏光調節器801aによる偏光方向は、同図(a)に示すように、偏光子804の偏光主軸方向 $y$ に対して直交している。さらに、同図(c)は、この光スイッチによるスイッチング動作を模式的に示している。

## 【 0 0 1 1 】

まず、制御光 $O_p$ がない期間中は、非線形光ファイバ803において光パラメトリック増幅及び相互位相変調は生じない。このため、非線形光ファイバ803から出力される信号光 $O_{s0}$ （同図(b)参照。）の偏光方向は、その入力端における偏光方向と同じである。すなわち、このときの出力信号光 $O_{s0}$ の偏光方向は、偏光子804の偏光主軸方向 $y$ に対して直交しているため、信号光 $O_{s0}$ は、偏光子804により完全に遮断される。

30

## 【 0 0 1 2 】

一方、制御光 $O_p$ が与えられると、信号光 $O_s$ は非線形光ファイバ803により光パラメトリック増幅されるとともに相互位相変調により偏光方向が変化する。ところが、制御光 $O_p$ のパワーは非常に大きいため、信号光 $O_s$ は、四光波混合に起因する光パラメトリック増幅により増幅された信号光 $O_{s1}$ （同図(b)参照。）となる。そして、この光パラメトリック増幅の効率は、制御光 $O_p$ の偏光方向と信号光 $O_s$ の偏光方向とが、同図(b)に示すように互いに一致したときに最大となる。

## 【 0 0 1 3 】

また、特に制御光 $O_p$ の偏光状態と一致した偏光状態の信号光 $O_{s1}$ に対して、四光波混合により新たに生成された信号光成分は、相互位相変調の影響を受けず、相互位相変調により偏光方向が変化しない。従って、非線形光ファイバ803において光パラメトリック増幅された信号光の偏光方向は、同図(b)に示すように、制御光 $O_p$ の偏光方向とほぼ同じ方向に固定され、偏光方向が90度を超える角度まで回転することはない。

40

## 【 0 0 1 4 】

ここで、非線形光ファイバ803の入力端における信号光 $O_s$ の偏光方向と制御光 $O_p$ の偏光方向との間の角度は、約 $45^\circ$ に設定される。また、出力信号光 $O_{s2}$ の偏光方向と偏光子804の偏光主軸方向との間の角度も、約 $45^\circ$ である。従って、非線形光ファイバ803から出力される信号光のパワーの約50パーセント（ $= (1/\sqrt{2})^2$ ）が偏光子804を通過する。

50

## 【 0 0 1 5 】

このような構成において、制御光 $O_p$ を高非線形ファイバ803に入力するタイミングを制御することで、信号光のスイッチングを行う。また、この光スイッチ800を光波形測定装置に適用する場合、この光スイッチ800から出力される信号光をフォトディテクタで光電変換し、変換した電気信号の波形を表示することで、信号光の波形を測定する。

【特許文献1】特開2006-184851号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

## 【 0 0 1 6 】

しかしながら、上述した従来技術では、信号光を安定して正確にスイッチングするためには、偏光状態がそれぞれ安定した信号光及び制御光が入力されることが前提となる。このため、光ファイバを伝播するなどして偏光状態が揺らいだ状態の信号光を正確にスイッチングできないという問題がある。また、信号光を正確にスイッチングできないため、信号光の波形を正確に測定することができないという問題もある。

10

## 【 0 0 1 7 】

これに対して、偏光調節器801aによって偏光方向が調節された信号光の偏光状態を監視し、監視結果に基づいて信号光の偏光方向の調節をフィードバック制御することが考えられる。

## 【 0 0 1 8 】

しかしながら、光スイッチ800に入力される信号光の偏光状態の揺らぎや、温度の変動や振動などの外部環境の変化によって光スイッチ800内部において信号光の偏光状態の揺らぎが発生し、偏光子804を通過する際の信号光の正確な偏光状態を監視できない場合がある。この場合、信号光の偏光方向を適切に調節することができず、信号光を正確にスイッチングできないという問題がある。

20

## 【 0 0 1 9 】

従って、本発明は、上述した問題点を解消するものであり、入力される信号光の偏光状態に揺らぎがあっても、信号光を正確にスイッチングする方法及び光スイッチ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 2 0 】

(1)上記の目的を達成するため、本発明に係る光スイッチング方法(又は光スイッチ)は、非線形光学素子に信号パルス光及び制御パルス光が入力され、非線形光学媒質の出力光から抽出された信号光を入力する偏光子の出力光のパワーをモニタして該パワーが最小になるように該非線形光学媒質への入力信号パルス光の偏光状態を制御する第1ステップ(又は手段)と、該入力信号パルス光の偏光状態をモニタし、該入力信号パルス光の偏光状態について所定の変換を行うと共に該変換によって得られた偏光状態を記録する第2ステップ(又は手段)と、該入力信号パルス光に対する制御パルス光の偏光状態をモニタし、該制御パルス光の偏光状態が該記録した該入力信号パルス光の偏光状態に一致するように該制御パルス光の偏光状態を制御する第3ステップ(又は手段)と、を備えたことを特徴としている。

30

40

## 【 0 0 2 1 】

すなわち、本発明では、信号光は非線形光学媒質を通り、その出力光から、抽出された信号光が偏光子を通して出力信号光となると、この偏光子の出力光のパワーをモニタしてこのパワーが最小になるように入力して来た信号光の偏光状態を制御する。

## 【 0 0 2 2 】

このとき、制御パルス光が無ければ、信号光は偏光子の透過軸方向と直交するようにその偏光状態が制御され、以て偏光子の出力が最小になる。

## 【 0 0 2 3 】

この入力信号パルス光は、その時の偏光状態がモニタされると共に、その偏光状態について所定の変換を行うと共に該変換によって得られた偏光状態を記録しておく。

50

## 【0024】

そして、制御パルス光が与えられたとき、この制御パルス光の偏光状態を、上記のように記録しておいた入力信号パルス光の偏光状態に一致するように制御を行う。従って、信号光が揺らいでも制御パルス光もこれに追従させた形で偏光状態が制御され、信号光の揺らぎの影響を受けずに済む。

## 【0025】

そして、入力信号パルス光が制御パルス光とともに非線形光学媒質に与えられることにより、信号光は制御パルス光によってパラメトリック増幅されることとなり、この内の信号光成分のみが偏光子から抽出されて出力される。この出力信号光は、偏光子からは制御パルス光によってスイッチングされ且つ増幅された信号光となる。

10

## 【0026】

(2)また、上記の目的を達成するため、本発明に係る光スイッチング方法（又は光スイッチ）は、非線形光学素子に信号パルス光及び制御パルス光が入力され、非線形光学媒質の出力光から抽出された信号パルス光を入力する偏光子の出力光のパワーをモニタして該パワーが最大になるように該非線形光学媒質への入力信号パルス光の偏光状態を制御する第1ステップ（又は手段）と、該入力信号パルス光の偏光状態をモニタして記録する第2ステップ（又は手段）と、該入力信号パルス光に対する制御パルス光の偏光状態をモニタし、該制御パルス光の偏光状態が該記録した該入力信号パルス光の偏光状態に一致するように該制御パルス光の偏光状態を制御する第3ステップ（又は手段）と、を備えたことを特徴としている。

20

## 【0027】

すなわち、本発明の場合には、上記(1)において偏光子の出力光のパワーが最小ではなく最大になるように入力信号パルス光の偏光状態を制御する。また、このときの入力信号パルス光の偏光状態は、所定の変換を演算することなくそのまま記録しておく。従って、制御パルス光の偏光状態は、記録しておいた入力信号パルス光の偏光状態に一致するように制御される。

## 【0028】

従って、このときの信号光は、偏光子の出力パワーが最大になるように、すなわち、偏光子の透過軸と同じになるようにその偏光状態が制御されるので、制御パルス光の有無に関わらず偏光子から透過することになる。

30

## 【0029】

従って、この場合の制御パルス光は、入力信号パルス光に対して、スイッチング作用よりむしろパラメトリック増幅をその主目的として使用されることになる。

## 【0030】

(3)また、上記の目的を達成するため、本発明に係る光スイッチング方法（又は光スイッチ）は、非線形光学媒質の出力側に設置された偏光子の出力光から信号光成分を抽出してそのパワーが最大になるように該非線形光学媒質への入力信号パルス光の偏光状態を制御する第1ステップ（又は手段）と、該入力信号パルス光の偏光状態をモニタして記録する第2ステップ（又は手段）と、該入力信号パルス光に対する制御パルス光の偏光状態をモニタし、該制御パルス光の偏光状態が該記録した該入力信号パルス光の偏光状態に一致するように該制御パルス光の偏光状態を制御する第3ステップ（又は手段）と、該偏光子の出力光から、該入力信号パルス光と該制御パルス光の四光波混合によって発生したアイドラ光を抽出する第4ステップ（又は手段）と、を備えたことを特徴とする。

40

## 【0031】

すなわち、この場合には、上記(2)において、非線形光学媒質の出力光から信号光を抽出せずにその出力光をそのまま偏光子に与え、この偏光子から出力された光から入力信号光成分を抽出して、この信号光成分のパワーが最大になるように非線形光学媒質の入力光の偏光状態を制御する。

## 【0032】

そして、入力信号パルス光の偏光状態は記録しておき、信号光があったとき、この信号

50

光の偏光状態を上記(2)と同様に記録した入力信号パルス光の偏光状態に一致するように上記(2)と同様の制御パルス光の偏光状態を制御する。

【0033】

この場合、偏光子からは入力信号パルス光成分と制御パルス光とこれらの光による四光波混合によって発生した別波長成分(アイドラ光)とが出力されるが、この内の入力信号パルス光成分は入力信号パルス光の偏光状態を制御するためにのみ使用され、制御パルス光とともに出力はされず、アイドラ光のみが抽出されて出力されることになる。

【0034】

従って、上記(2)と同様に、入力信号光は、制御パルス光のスイッチング制御は受けずに偏光子から出力されてしまうが、制御パルス光と共に出力はされず、他方、入力信号パルス光と制御パルス光による四光波混合によって発生するアイドラ光は上記(1)と同様のスイッチングされた信号光として出力される。

10

【0035】

なお、上記(1)~(3)は、いずれも該非線形光学媒質の出力光から抽出された信号光の偏光状態をモニタする第4ステップ(又は手段)と、該第4ステップ(又は手段)でモニタした該信号光の偏光状態が閾値を越えて変動したときのみ、該第1ステップ(又は手段)から第3ステップ(又は手段)を実行させる第5ステップ(又は手段)と、をさらに備えることができる。

【0036】

これにより、偏光状態の変動が小さい場合には、上記の制御を行わないようにすることができる。

20

【0037】

また、上記の第2ステップ(又は手段)における該入力信号パルス光の偏光状態のモニタと、該第3ステップ(又は手段)における該制御パルス光の偏光状態のモニタとが、近接して配置され、両者をつなぐ光ファイバの曲げや応力を加えない同じ偏光状態で行われることが好ましい。これにより、制御パルス光の偏光状態は、入力信号光の偏光状態に正確に追従できる。

【0038】

さらに、上記の偏光状態はストークスパラメータで表すことができ、上記の所定の変換は、例えば45°の回転である。

30

【発明の効果】

【0039】

以上説明したように、この発明によれば、入力される信号光の偏光状態が揺らいでも、制御光を入力信号光に追従させて制御するので、安定且つ正確な信号光の波形測定を可能にする。

【発明を実施するための最良の形態】

【0040】

以下に添付図面を参照して、この本発明に係る光スイッチング方法及び光スイッチの実施例を詳細に説明する。

【0041】

40

構成例[1]: 図1

本発明に係る光スイッチング方法を使用した光スイッチの構成例[1]が図1に示されている。この光スイッチ1において、入力信号光 $O_S$ は、偏光コントローラ2と、光カブラ3と、非線形光学媒質である高非線形ファイバ4と、光フィルタ5と、偏光モニタ6と、偏光子7と、光カブラ8とから成る直列回路を經由して出力信号光 $O_O$ として与えられる。非線形媒質である高非線形ファイバには、フォトニック結晶ファイバやピスマス置換ファイバ(コアにピスマスがドーブされた光ファイバ)、ゲルマニウム置換ファイバ(コアにゲルマニウムがドーブされた光ファイバ)などの非線形性を高めた光ファイバが有効である。

【0042】

そして、光カブラ8は、入力信号光を光スイッチ1の出力信号光成分 $O_O$ とパワーメータ9

50

への出力信号光成分とに分波し、パワーメータ9は比較制御部10及びドライバ11を介して入力信号光 $O_s$ の偏光状態を偏光コントローラ2により制御することにより、入力信号光 $O_s$ の偏光状態に対するフィードバック制御ループを形成している。光パワーメータ9は、光信号を電気信号に変換する光検出器で、例えばフォトディテクター(PD)や、光電子倍增管等により構成される。

【0043】

また、光カプラ3は、偏光コントローラ2からの出力光を非線形ファイバ4と光フィルタ12とに分波するもので、この光フィルタ12は偏光モニタ13を介して偏光状態演算回路14に接続されている。この偏光状態演算回路14はドライバ15を介して偏光コントローラ16を制御するように接続されており、この偏光コントローラ16は、制御光パルス光源17からの制御光 $O_p$ を入力して、偏光モニタ18を経由して光カプラ3に与え、この光カプラ3で入力信号光と制御光とを合波するように構成している。光カプラ3は、通常の熔融型光カプラの他に、異なる波長の光波を低損失に合波することが可能な多層膜型のWDMカプラや、ファイバ・ブラッグ・グレーティング(FBG)を用いることができる。また、熔融型の光カプラと、WDMカプラもしくはFBGを直列に接続して使用することもできる。

【0044】

さらに、偏光モニタ6は、光フィルタ5からの出力光の偏光状態を観測して比較制御部10及び偏光状態演算回路14とに与えるように接続されている。また、偏光モニタ18で観測した制御光の偏光状態も偏光状態演算回路14に与えられるように構成している。光フィルタ5および光フィルタ12は、信号光の帯域のみを透過することが可能な光バンドパス・フィルタの他に、制御光の帯域のみを遮断し、信号光のみを透過することが可能なFBG等のバンドリジェクション・フィルタや、WDMカプラを用いることができる。この場合、信号光の波長に応じて光フィルタを調整する必要がない。

【0045】

なお、偏光モニタ13と偏光モニタ18の距離(光ファイバ長)は、数十センチ程度にし、偏光状態を変えてしまうような光ファイバの曲げや、応力を加えない状態にすれば、偏光モニタ13,18では同じ偏光状態をモニタすることができる。

【0046】

このような構成例[1]の動作例[1]及び[2]を以下に説明する。

【0047】

動作例[1]: 図2~図4

まず、制御光 $O_p$ を光スイッチ1に入力する(図2のステップS1)。すなわち、制御光パルス光源17から発生された制御光 $O_p$ が偏光コントローラ16及び偏光モニタ18を経由して光カプラ3に与えられる。

【0048】

次に、信号光 $O_s$ が光スイッチ1に入力されているか否かを判定する(ステップS2)。これは、パワーメータ9の監視値を比較制御部10内部のHDD、もしくはRAM等の記録媒体に記録しておき、予め信号光無入力時の値と閾値を設定し、監視値との比較を行うものである。比較した差分が、閾値よりも大きくなるときに、制御を開始する等の制御を行う。比較制御部10には、パソコン、FPGA、DSP等を用い、比較演算等の処理を行うことができる。

【0049】

ステップS2で、信号光 $O_s$ が入力されている場合には、光カプラ8からパワーメータ9で観測される信号光の観測値が最小になるように偏光コントローラ2を制御する(ステップS3)。

【0050】

すなわち、比較制御部10では、パワーメータ9の監視値(光パワー)を記録し、ドライバ11を介して偏光コントローラ2を駆動する。ドライバ11は、偏光コントローラ2が波長板型の偏波コントローラである場合には、波長板を回転させるモーター等で構成し、或いは、偏波コントローラ2が光ファイバ応力印加型ならば、 piezoelectric 素子等を用いて応力を加える印加部に相当する。この他、偏波コントローラには、LN(LiNbO<sub>3</sub>)変調器型や、液晶型、

10

20

30

40

50



波長板とファラデー回転子を組み合わせた可変ファラデー回転子型等の偏波コントローラが適用できる。比較制御部10は、波長板を一旦回転させた後に、パワーメータ9の値を監視し、先に記録した監視値と比較し、パワーが増大していれば、波長板の回転方向を逆方向に回転する制御を行う。比較した差分が減少している場合は、さらに順方向に制御を行う。最小値の判断は、比較するパワーの値に閾値を設定し、比較したパワー差がその閾値よりも下回る場合に制御を停止する等により行う。

【0051】

なお、図示していないが、制御光 $O_p$ が無いときも同様に、入力信号光 $O_s$ が、出力信号光 $O_o$ のパワーが最小となるようにパワーメータ9と比較制御部10とドライバ11とで偏光コントローラ2により入力信号光 $O_s$ の偏光状態を制御する。

10

【0052】

この結果、図11(a)及びこれと同様の図3(1)(a)に示したように偏光子7の透過軸と垂直な方向に入力信号光 $O_s$ の偏光状態が制御され、以て偏光子7から出力される出力信号光 $O_o$ の出力レベルは最小となる。

【0053】

そして、このときに偏光モニタ6で観測した信号光の偏光状態(i)を比較制御部10及び偏光状態演算回路14の内部のHDD、もしくはRAM等の記録媒体に記録する(ステップS4)。

【0054】

ここで、偏光モニタ6(及び偏光モニタ13,18)で観測される光の偏光状態について図4を参照して以下に説明する。

20

【0055】

図4(1)は、偏光モニタとして用いられる、一般に知られたインライン型ポラリメータの構成例を示す。図示のように、このポラリメータは、分波部310と、分波部330と、偏光子341と、偏光子342と、1/4波長板343と、偏光子344、4つのフォトディテクタ(PD:Photo Detector)350~353とを備える。

【0056】

分波部310は、非線形媒質4を通過した信号光及び制御光を分岐し、分岐した光の一方を出力し、他方を分波部330へ出力する。

【0057】

分波部330は、分波部310から出力された光を4つの分波光に分波する。具体的には、分波部330は、光カプラ331~333を備える。光カプラ331は、分波部310から出力された光の1/4を偏光子341へ出力し、分波部310から出力された光の3/4を光カプラ332へ出力する。

30

【0058】

光カプラ332は、光カプラ331から出力された光の1/3を偏光子342へ出力し、光カプラ331から出力された光の2/3を光カプラ333へ出力する。光カプラ333は、光カプラ332から出力された光の1/2を1/4波長板343へ出力し、光カプラ332から出力された光の1/2をPD350へ出力する。

【0059】

偏光子341は、光カプラ331から出力された分波光の、偏光方向y(図3(1)参照。)と平行な偏光方向の偏光成分のみを通過させる偏光子である。また、偏光子341は、光カプラ331から出力された分波光の、偏光方向yに対して90°傾いた偏光方向の偏光成分のみを通過させる偏光子であってもよい。PD351は、偏光子341を通過した分波光を受光し、電気信号に変換する受光素子である。

40

【0060】

偏光子342は、光カプラ332から出力された分波光の、偏光方向yに対して45°傾いた偏光方向の偏光成分のみを通過させる偏光子である。PD352は、偏光子342を通過した分波光を受光し、電気信号に変換する受光素子である。

【0061】

1/4波長板343は、光カプラ333から出力された分波光の直交偏光成分、すなわち偏光方向xと偏光方向yの成分間に、4分の1波長分の位相差を生じさせる。偏光子344は、光カプラ

50

ラ333から出力された分波光の、偏光方向yに対して45°傾いた偏光方向の偏光成分のみを通過させる偏光子である。PD353は、偏光子344を通過した分波光を受光し、電気信号に変換する受光素子である。PD350は、光カプラ333から出力された分波光を直接受光し、電気信号に変換する受光素子である。

【0062】

図示しないが、PDによって変換された電気信号は、上述した信号光及び制御光の各種偏光成分の強度情報として、下記(1)～(4)式を用いてストークスパラメータ( $S_0, S_1, S_2, S_3$ )を算出する。ここで、 $PD_0 \sim PD_3$ は、PD350～PD353が受信して変換したそれぞれの電気信号の強度を示している。

【0063】

$$S_1 = 2PD_1 - PD_0 \quad \dots \text{式(1)}$$

$$S_2 = 2PD_2 - PD_0 \quad \dots \text{式(2)}$$

$$S_3 = 2PD_3 - PD_0 \quad \dots \text{式(3)}$$

図4(2)は、ストークスパラメータを表すポアンカレ球を示す図である。上記のように算出されたストークスパラメータ( $S_0, S_1, S_2, S_3$ )は、図示のように、ポアンカレ球上の1点として表される。ポアンカレ球において、 $S_0$ は、球の半径に該当し、強度を示す。 $S_1$ は、水平及び垂直な偏光を示す。 $S_2$ は、対角方位の偏光成分を示す。 $S_3$ は、円偏光を示す。ストークスパラメータの各値 $S_0 \sim S_3$ は、次式に示す関係となる。

【0064】

【数1】

$$S_0^2 = S_1^2 + S_2^2 + S_3^2 \quad \dots \text{式(4)}$$

【0065】

ここで、( $S_0, S_1, S_2, S_3$ ) = (1, 1, 0, 0)の場合、監視された光は偏光方向yと平行な水平直線偏光となっており、( $S_0, S_1, S_2, S_3$ ) = (1, -1, 0, 0)の場合、監視された光は偏光方向yに対して90°傾いた直線偏光となっている。また、(1, 0, 1, 0)は45°直線偏光、(1, 0, 0, 1)は右回り円偏光となる。

【0066】

このようにして求めたストークスパラメータが偏光状態として比較制御部10及び偏光状態演算回路14に与えられる。

【0067】

図2のフローチャートに戻って、ステップS4の後、光カプラ3で分波される入力信号光 $O_S$ を光バンドパスフィルタ12で取り出し、さらにこの信号光を偏光モニタ13に送る。偏光モニタ13は観測した信号光の偏光状態(ストークスパラメータ)を偏光状態演算回路14内部のHDD、もしくはRAM等の記録媒体に記録する。これを受けた偏光状態演算回路14は、偏光モニタ13から与えられた信号光の偏光状態を所定の変換、例えば45°回転する演算を実行すると共に、このようにして回転した後の偏光状態(ii)を記録しておく(ステップS5)。このときの偏光状態演算回路14での演算処理は、パソコン、FPGA、DSP等により、実行することができる。これらの演算は、ストークスパラメータを用いて行ったが、ジョーンズベクトルを用いても同様の演算が可能である。ストークスパラメータとジョーンズベクトルは、パウリのスピン行列と呼ばれる演算子により関係づけられ、1対1に対応する。

【0068】

なお、信号光の偏光方向と制御光パルスの偏光方向との間の角度を約45度としたが、諸々の設定条件に応じて最も効率の高い他の角度で適宜調整することも可能である。ただし、上記角度は、実験およびシミュレーションにより、非線形光ファイバの入力端において約40度～約50度であることが好適である。この角度が大きすぎると、四光波混合による光パラメトリック増幅や相互位相変調による信号光の偏光変化が起こり難くなり好ましくない。また、この角度が小さすぎると、偏光子における損失が大きくなり好ましくない。

【0069】

10

20

30

40

50

一方、偏光状態演算回路14は光カプラ3で入力信号光 $O_S$ と合波される制御光 $O_P$ の偏光状態（ストークスパラメータ）を偏光モニタ18から偏光状態(iii)として受け、この制御光の偏光状態(iii)を信号光の偏光状態(ii)に一致するようにドライバ15を経由して偏光コントローラ16を制御する（ステップS6）。

【0070】

なお、所望の偏光状態に設定する操作は、市販されている製品（社名：General Photonics社、品名：PSY-101、URL：<http://www.generalphotonics.com/>）等により実現が可能である。

【0071】

このステップS6により、図3(1)(b)に示すように、制御光 $O_P$ に沿って、入力信号光 $O_S$ の偏光状態が一致するように制御され且つパラメトリック増幅された信号光 $O_{S1}$ となる。

10

【0072】

従って、同図(2)(a)に示す制御光 $O_P$ が信号光のデータが繰り返される周期よりも、制御光の繰り返される周期が長い場合は、これに同期した信号光 $O_S$ のみがパラメトリック増幅される。一方、同期していない信号光 $O_S$ はそのままファイバ4から出力されるが、偏光子7により、遮断される。つまり、信号光の繰り返しデータ列から、制御光の繰り返し周期に同期したデータ列を抽出するスイッチング動作がなされる。光スイッチの出力波長は、光フィルタ5の存在により、信号光 $O_S$ の波長 $\lambda_s$ の成分のみが通されて、同図(2)(b)に示すように制御光 $O_P$ に同期した入力信号光 $O_S$ が成分 $O_{S2}$ （図3(1)(b)参照。）の出力信号光 $O_O$ となる。

20

【0073】

このようにして、図3(3)に示すように、光スイッチ1の入出力波長は、同図(3)(a)に示すように、信号光の波長 $\lambda_s$ 及び制御光 $O_P$ の波長 $\lambda_p$ から、同図(3)(b)に示す信号光 $O_S$ の波長 $\lambda_s$ のみが出力信号光 $O_P$ に含まれることが分かる。

【0074】

このとき、偏光モニタ18で観測した制御光の偏光状態(iii)を偏光状態演算回路14に記憶しておく（ステップS7）。

【0075】

その後、比較制御部10及び偏光状態演算回路14は、偏光モニタ6から与えられた偏光状態(i)に基づき、信号光の偏光状態(i)が閾値を超えて変動しているか否かを判定する（ステップS8）。この結果、偏光状態(i)が閾値を上回る場合は上記のステップS3～S7を繰り返し実行するが、そうでない場合には次のステップS9に進む。

30

【0076】

ステップS9では、信号光の入力があるか否かを判定し、信号光の入力がある場合にはステップS8に戻り、偏光状態(i)が変動せず且つ信号光の入力がない場合には、ステップS10において偏光モニタ18で観測した制御光の偏光状態を、上記ステップS7で記録した偏光状態(iii)に固定する（ステップS10）。これは、信号光の入力が無くなってしまった場合に、制御光の偏光制御が暴走するのを防ぐためである。

【0077】

この後、光スイッチ1の制御を続行するか否かを判定し（ステップS11）、停止する場合には、制御光を制御光パルス光源17をオフとして（ステップS12）、この制御を終了する。

40

【0078】

動作例[2]：図5及び図6

この動作例[2]においては、図2と図5を比較すると分かるように、図2のステップS3及びS5の代わりに、図5ではそれぞれ、ステップS30及びS50が用いられている点が異なっている。従って、この異なった点についてのみ以下に説明する。

【0079】

ステップS30においては、図1に示した構成例[1]におけるパワーメータ9で観測される出力信号光 $O_O$ の観測値が最大になるように偏光コントローラ2を制御する。

50

## 【 0 0 8 0 】

すなわち、図6(1)(a)に示すように、入力信号光 $O_s$ は偏光子7の透過軸 $y$ と同方向の偏光状態となるように制御され、以て入力信号光 $O_s$ は全て偏光子7を透過できることになる。

## 【 0 0 8 1 】

ステップS50においては、偏光状態演算回路14は、偏光モニタ13で観測した信号光の偏光状態を変換させることなく、そのまま偏光状態(ii)として記録しておく。

## 【 0 0 8 2 】

このため、ステップS6において、偏光モニタ18で観測した制御光の偏光状態(iii)を偏光状態(ii)に一致するように偏光コントローラ16を制御すると、図6(1)(a)に示したように、制御光 $O_p$ の偏光状態は入力信号光 $O_s$ の偏光状態と一致する。

10

## 【 0 0 8 3 】

従って、このような入力信号光と制御光を光カプラ3を介して受けた高非線形ファイバ4は、図3(2)(a)に示すように、入力信号光 $O_s$ に対して制御光 $O_p$ を歯抜けの状態(信号光のデータが繰り返される周期よりも、制御光の繰り返される周期が長い状態)にしても入力信号光 $O_s$ が偏光子7をそのまま通ってしまうので、図6(2)(a)に示すように入力信号光 $O_s$ と同期した制御光 $O_p$ を与えて、同図(2)(b)に示すパラメトリック増幅された出力信号光 $O_o$ を得ることになる。この状態は、図6(1)(b)に示された偏光状態となる。この場合、制御光 $O_p$ は光フィルタ5を通過できず、従って、出力信号光 $O_o$ は入力信号光 $O_s$ のパラメトリック増幅された成分のみとなる。

## 【 0 0 8 4 】

20

従って、この光スイッチ1における入出力波長の関係は、図6(3)(a)及び(b)に示すように、図3(3)(a)及び(b)と同様、入力信号光 $O_s$ の波長 $\lambda_s$ のみが出力信号光 $O_o$ に含まれることになる。

## 【 0 0 8 5 】

## 構成例[2]：図7

この構成例[2]は、図1に示した構成例[1]に対して、高非線形ファイバ4と光フィルタ5の間に光カプラ20を設け、この光カプラ20の分波された一方を光フィルタ5に与えるとともに、他方を偏光子7に与えている。さらに、偏光子7の出力側に設置した光カプラ8からパワーメータ9の経路には波長 $\lambda_s$ の信号光を通すための光バンドパスフィルタ21が設けられ、さらに、光カプラ8から出力される出力信号光 $O_o$ には四光波混合光(アイドラ光)の波長 $\lambda_i$ のみを抽出するための光バンドパスフィルタ22が設けられている点が異なっている。

30

## 【 0 0 8 6 】

この構成例[2]の制御動作は、図5に示した構成例[1]の動作例[2]と同様であるが、制御動作による出力信号光は異なっている。これを図8を参照して以下に説明する。

## 【 0 0 8 7 】

偏光子7への入力光は高非線形ファイバ4の出力光を光フィルタを経由せずに光カプラ20からそのまま受けており、偏光子7を経由した後、光カプラ8で分波された後は、光フィルタ21によって信号光の波長 $\lambda_s$ の成分のみを抽出してパワーメータ9に与えている。光フィルタ21は、光フィルタ5および光フィルタ12と同様に、信号光の帯域のみを透過することが可能な光バンドパス・フィルタの他に、制御光の帯域のみを遮断し、信号光のみを透過することが可能なFBG等のバンドリジェクション・フィルタや、WDMカプラを用いることができる。

40

## 【 0 0 8 8 】

従って、パワーメータ9で検出した偏光子7の出力信号光のパワーが最大となるように比較制御部10及びドライバ11を経由して偏光コントローラ2を制御するので、図8(1)(a)に示すように、入力信号光 $O_s$ は偏光子7の透過軸 $y$ と同方向になる。

## 【 0 0 8 9 】

このときの信号光の偏光状態は、光カプラ20から光フィルタ5を経由して光モニタ6が上記の各動作例と同様に比較制御部10及び偏光状態演算回路14に与えている。

50

## 【0090】

このような状態で、図8(2)(a)に示すように、入力信号光 $O_s$ に対して制御光 $O_p$ を、図3(2)(a)と同様に歯抜けの状態（信号光のデータが繰り返される周期よりも、制御光の繰り返される周期が長い状態）として与えると、入力信号光 $O_s$ 自身は偏光子7と光カプラ8と光フィルタ21とを全て通過するが、この制御光 $O_p$ による四光波混合の作用により、図8(3)(b)に示すように、偏光子7に入力される光の波長は信号光の波長 $\lambda_s$ と制御光 $O_p$ の波長 $\lambda_p$ に加えて四光波混合による別波長の成分（アイドラ光） $\lambda_i$ が生ずる。

## 【0091】

このような波長状態は、偏光子7及び光カプラ8を經由して光フィルタ22に与えられるが、光フィルタ22はこの四光波混合によって得られたアイドラ光の波長 $\lambda_i$ のみを通過させるバンドパスフィルタであるので、図8(3)(c)に示すように、四光波混合による波長 $\lambda_i$ のみが出力信号光 $O_o$ として出力されることとなる。このときの偏光状態は、同図(1)(b)に示す状態であり、パルス波形は同図(2)(b)に示す波形となる。光フィルタ22は、アイドラ光の帯域のみを透過することが可能な光バンドパス・フィルタの他に、信号光および制御光の帯域のみを遮断し、アイドラ光のみを透過することが可能なFBG等のバンドリジェクション・フィルタや、WDMカプラを用いることができる。

## 【0092】

このように、四光波混合により発生するアイドラ光成分は、構成例[1]の動作例[1]と同様、時間的に信号光パルスと制御光パルスが重なったタイミングのみ発生する。

## 【0093】

## 応用例：図9

図9は、上記の光スイッチを光サンプリング装置へと適用した応用例を示す。信号光 $O_s$ と制御光 $O_p$ を入力した光スイッチ1は、上記のとおり出力信号光 $O_o$ を出力し、これを光電変換器30において電気信号に変換した後、信号処理器40を経て波形表示装置50において光サンプリングした波形を示すことにより、光波形測定を可能にしている。

## 【0094】

なお、本発明は、上記実施例によって限定されるものではなく、特許請求の範囲の記載に基づき、当業者によって種々の変更が可能なことは明らかである。

## 【0095】

## (付記1)

非線形光学媒質の出力光から抽出された信号光を入力する偏光子の出力光のパワーをモニタして該パワーが最小になるように該非線形光学媒質への入力信号光の偏光状態を制御する第1ステップと、

該入力信号光の偏光状態をモニタし、該入力信号光の偏光状態について所定の変換を行う演算と、演算した偏光状態を記録する第2ステップと、

該入力信号光に対する制御光の偏光状態をモニタし、該制御光の偏光状態が該演算した該入力信号光の偏光状態に一致するように該制御光の偏光状態を制御する第3ステップと

を備えたことを特徴とする光スイッチング方法。

## (付記2)

非線形光学媒質の出力光から抽出された信号光を入力する偏光子の出力光のパワーをモニタして該パワーが最大になるように該非線形光学媒質への入力信号光の偏光状態を制御する第1ステップと、

該入力信号光の偏光状態をモニタして記録する第2ステップと、

該入力信号光に対する制御光の偏光状態をモニタし、該制御光の偏光状態が該記録した該入力信号光の偏光状態に一致するように該制御光の偏光状態を制御する第3ステップと

を備えたことを特徴とする光スイッチング方法。

## (付記3)

非線形光学媒質の出力側に設置された偏光子の出力光から信号光成分を抽出してそのパ

10

20

30

40

50

ワーが最大になるように該非線形光学媒質への入力信号光の偏光状態を制御する第1ステップと、

該入力信号光の偏光状態をモニタして記録する第2ステップと、

該入力信号光に対する制御光の偏光状態をモニタし、該制御光の偏光状態が該記録した該入力信号光の偏光状態に一致するように該制御光の偏光状態を制御する第3ステップと

、  
該偏光子の出力光から、該入力信号光と該制御光の四光波混合によって発生したアイド  
ラ光を抽出する第4ステップと、

を備えたことを特徴とする光スイッチング方法。

(付記4) 付記1から3のいずれか1つにおいて、

該非線形光学媒質の出力光から抽出された信号光の偏光状態をモニタする第4ステップ  
と、

該第4ステップでモニタした該信号光の偏光状態が閾値を越えて変動したときのみ、該  
第1ステップから第3ステップを実行させる第5ステップと、

をさらに備えたことを特徴とする光スイッチング方法。

(付記5) 付記1から3のいずれか1つにおいて、

該第2ステップにおける該入力信号光の偏光状態のモニタと、該第3ステップにおける該  
制御光の偏光状態のモニタとが近接した同じ偏光状態の条件下で行われることを特徴とし  
た光スイッチング方法。

(付記6) 付記1から3のいずれか1つにおいて、

該偏光状態がストークスパラメータで表されることを特徴とした光スイッチング方法。

(付記7) 付記1から3のいずれか1つにおいて、

該所定の変換が、45°の回転であることを特徴とした光スイッチング方法。

(付記8)

非線形光学媒質の出力光から抽出された信号光を入力する偏光子の出力光のパワーをモ  
ニタして該パワーが最小になるように該非線形光学媒質への入力信号光の偏光状態を制御  
する第1手段と、

該入力信号光の偏光状態をモニタし、該入力信号光の偏光状態について所定の変換を行  
う演算と、演算した偏光状態を記録する第2手段と、

該入力信号光に対する制御光の偏光状態をモニタし、該制御光の偏光状態が該演算した  
該入力信号光の偏光状態に一致するように該制御光の偏光状態を制御する第3手段と、

を備えたことを特徴とする光スイッチ。

(付記9)

非線形光学媒質の出力光から抽出された信号光を入力する偏光子の出力光のパワーをモ  
ニタして該パワーが最大になるように該非線形光学媒質への入力信号光の偏光状態を制御  
する第1手段と、

該入力信号光の偏光状態をモニタして記録する第2手段と、

該入力信号光に対する制御光の偏光状態をモニタし、該制御光の偏光状態が該記録した  
該入力信号光の偏光状態に一致するように該制御光の偏光状態を制御する第3手段と、

を備えたことを特徴とする光スイッチ。

(付記10)

非線形光学媒質の出力側に設置された偏光子の出力光から信号光成分を抽出してそのパ  
ワーが最大になるように該非線形光学媒質への入力信号光の偏光状態を制御する第1手段  
と、

該入力信号光の偏光状態をモニタして記録する第2手段と、

該入力信号光に対する制御光の偏光状態をモニタし、該制御光の偏光状態が該記録した  
該入力信号光の偏光状態に一致するように該制御光の偏光状態を制御する第3手段と、

該偏光子の出力光から、該入力信号光と該制御光の四光波混合によって発生したアイド  
ラ光を抽出する第4手段と、

を備えたことを特徴とする光スイッチ。

10

20

30

40

50

(付記 1 1) 付記 8 から 1 0 のいずれか 1 つにおいて、  
 該非線形光学媒質の出力光から抽出された信号光の偏光状態をモニタする第4手段と、  
 該第4手段でモニタした該信号光の偏光状態が閾値を越えて変動したときのみ、該第1手  
 段から第3手段を実行させる第5手段と、  
 をさらに備えたことを特徴とする光スイッチ。

(付記 1 2) 付記 8 から 1 0 のいずれか 1 つにおいて、  
 該第2手段における該入力信号光の偏光状態のモニタと、該第3手段における該制御光の  
 偏光状態のモニタとが近接した同じ偏光状態の条件下で行われることを特徴とした光スイ  
 ッチ。( 1 0 )

(付記 1 3) 付記 8 から 1 0 のいずれか 1 つにおいて、  
 該偏光状態がストークスパラメータで表されることを特徴とした光スイッチ。

(付記 1 4) 付記 8 から 1 0 のいずれか 1 つにおいて、  
 該所定の変換が、45°の回転であることを特徴とした光スイッチ。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 9 6 】

【図 1】本発明に係る光スイッチング方法を実現した光スイッチの構成例[1]を示したブ  
 ロック図である。

【図 2】図1に示した構成例[1]の動作例[1]を示したフローチャート図である。

【図 3】図2に示した動作例[1]における偏光過程とパルス波形と入出力波長を示した図で  
 ある。

【図 4】本発明の各構成例に用いる偏光モニタとしてのポラリメータの一般的な構成例と  
 ポアンカレ球表示例を示した図である。

【図 5】図1に示した構成例[1]の動作例[2]を示したフローチャート図である。

【図 6】図5に示した動作例[2]における偏光過程とパルス波形と入出力波長の関係をそれ  
 ぞれ示した図である。

【図 7】本発明に係る光スイッチング方法を実現した光スイッチの構成例[2]を示したブ  
 ロック図である。

【図 8】図7に示した構成例[2]における偏光過程とパルス波形と入出力波長を示した図で  
 ある。

【図 9】本発明に係る光スイッチの応用例を示したブロック図である。

【図 1 0】従来より一般的に知られている光スイッチを示したブロック図である。

【図 1 1】図10に示した一般的な光スイッチの動作原理を示した図である。

【符号の説明】

【 0 0 9 7 】

- 1 光スイッチ
- 2, 16 偏光コントローラ
- 3, 8 光カプラ
- 4 高非線形ファイバ
- 5, 12, 21, 22 光フィルタ
- 6, 13, 18 偏光モニタ
- 7 偏光子
- 9 パワーメータ
- 10 比較制御部
- 11, 15 ドライバ
- 14 偏光状態演算回路
- 17 制御光パルス光源
- $O_s$  入力信号光
- $O_p$  出力信号光

図中、同一符号は同一又は相当部分を示す。

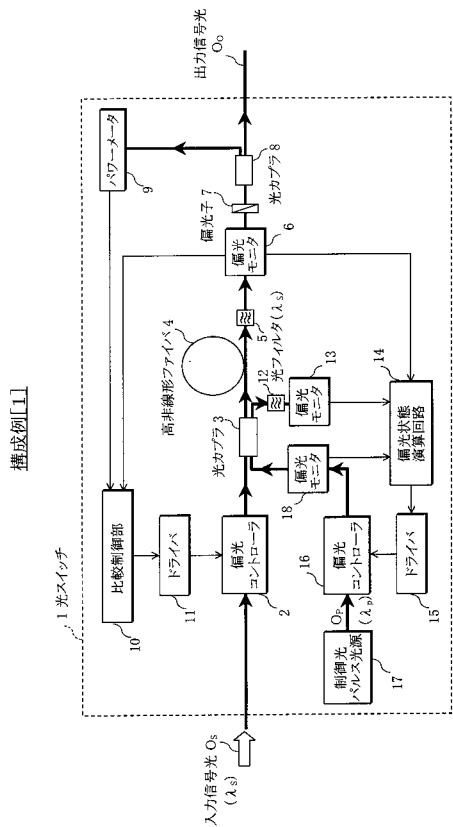
10

20

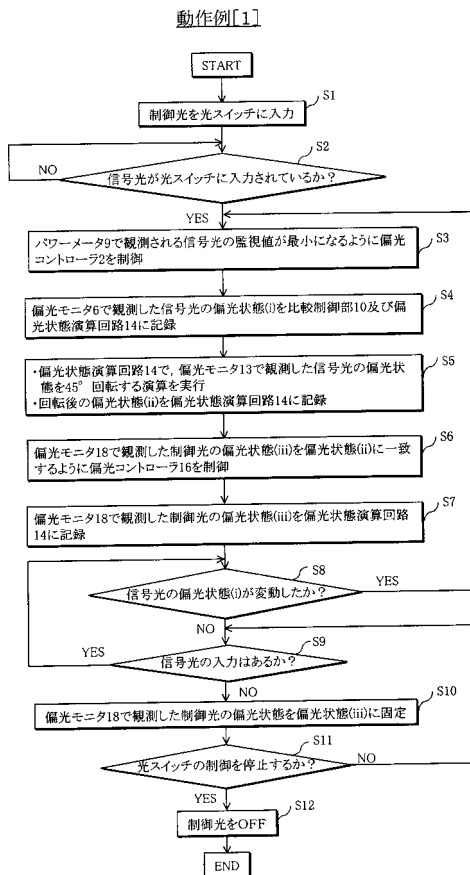
30

40

【図1】

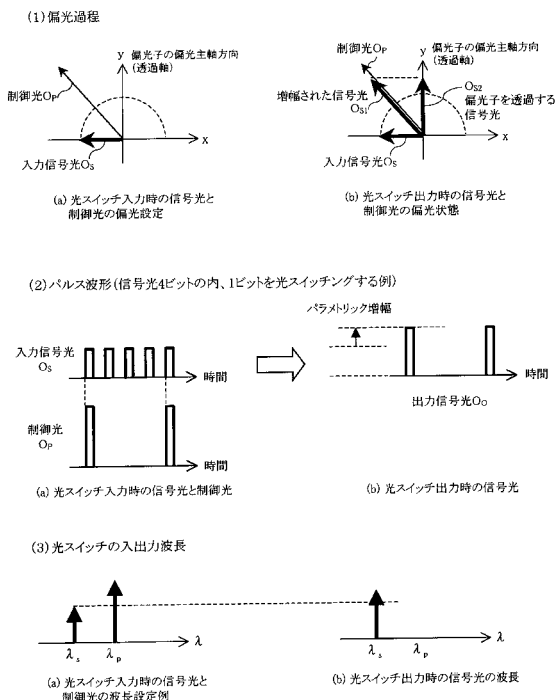


【図2】



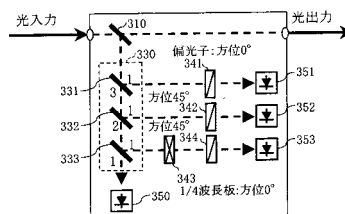
【図3】

動作例[1]の説明図

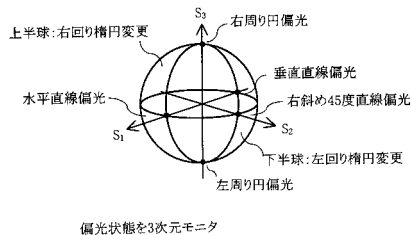


【図4】

(1) 一般的なインライン型ポリアリメータの構成例

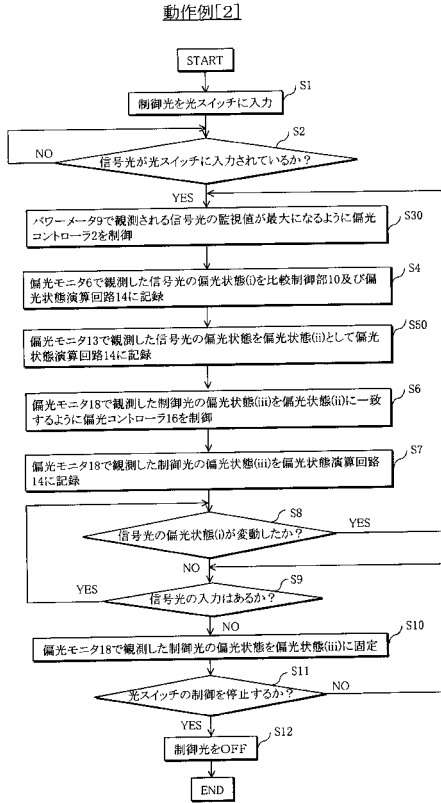


(2) 偏光状態のポアンカレ球表示例



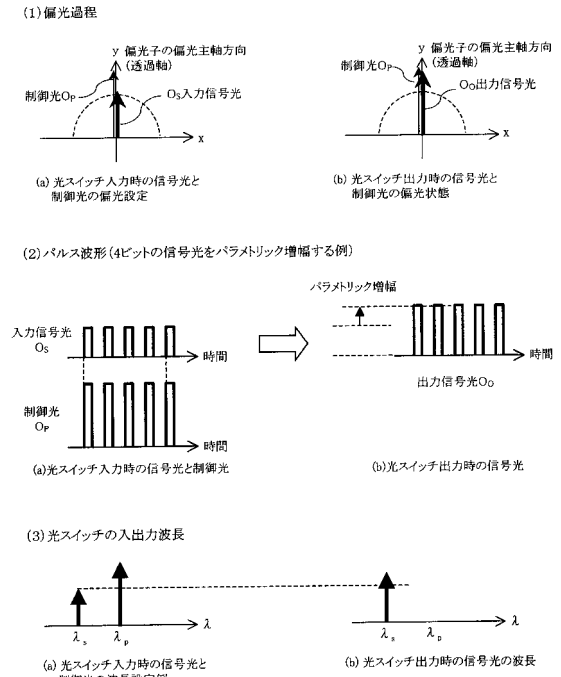


【図5】

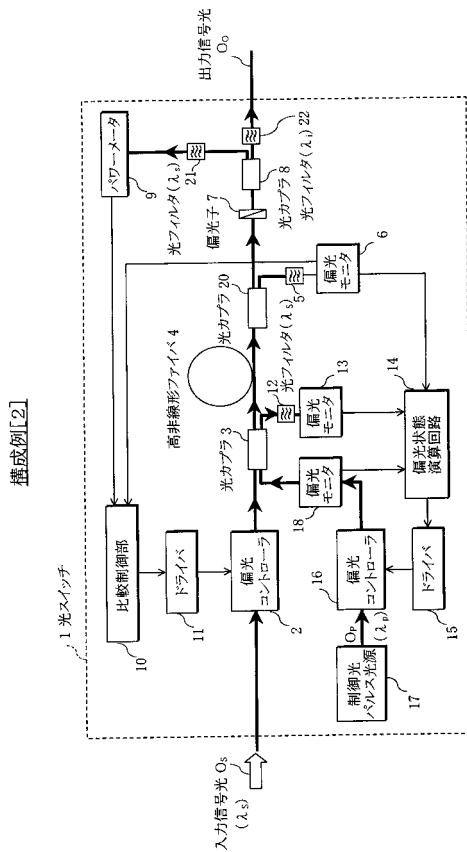


【図6】

動作例[2]の説明図

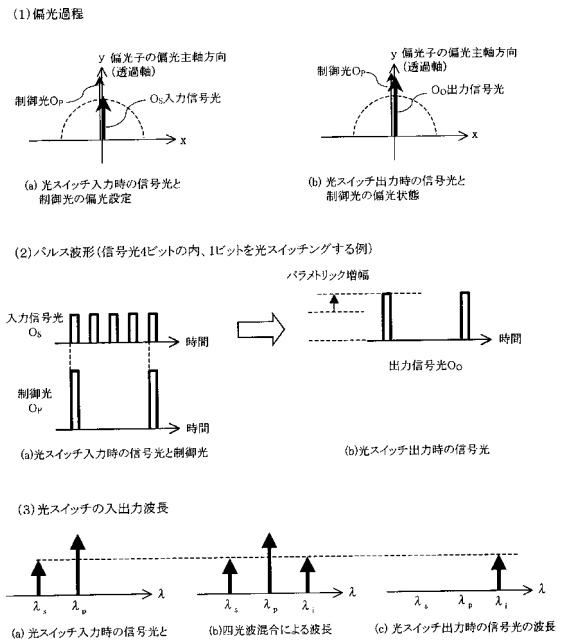


【図7】



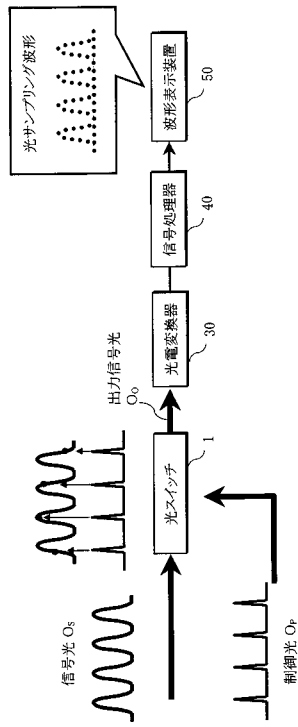
【図8】

構成例[2]の動作説明図



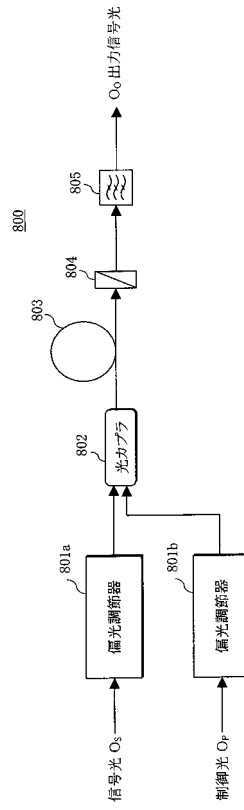
【図9】

応用例



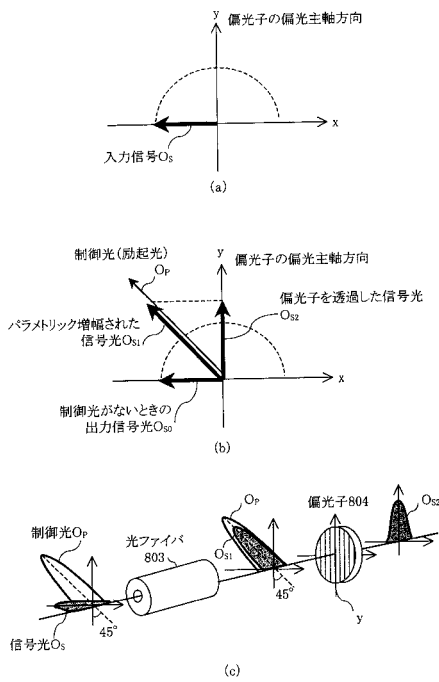
【図10】

従来例



【図11】

一般的な光スイッチの動作原理図



## フロントページの続き

審査官 林 祥恵

- (56)参考文献 特開2006-184851(JP,A)  
特開平02-120726(JP,A)  
特開2003-209516(JP,A)  
特開2003-294538(JP,A)  
渡辺茂樹、他、"非線形光ファイバを用いた超高速光信号処理とその応用",電子情報通信学会大会講演論文集,2006年9月7日,Vol.2006,ソサイエティC1,p. S-75-76  
二見史生、他、"高非線形ファイバを用いた160Gb/s光スイッチに関する検討",電子情報通信学会大会講演論文集,2006年9月7日,Vol.2006,ソサイエティB2,p.260  
M. Nakazawa, et al., "1.28Tbit/s-70km OTDM transmission using third- and fourth-order simultaneous dispersion compensation with a phase modulator", Electronics Letters, 2000年11月23日, Vol. 36, No. 24, p.2027-2029

## (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G02F 1/29 - 1/39  
JSTPlus(JDreamII)  
JST7580(JDreamII)