

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4365680号  
(P4365680)

(45) 発行日 平成21年11月18日 (2009.11.18)

(24) 登録日 平成21年8月28日 (2009.8.28)

(51) Int. Cl.	F I
<b>GO2F 1/061 (2006.01)</b>	GO2F 1/061 503
<b>GO2B 27/28 (2006.01)</b>	GO2B 27/28 Z
<b>GO2F 1/13 (2006.01)</b>	GO2F 1/13 505

請求項の数 25 (全 19 頁)

(21) 出願番号	特願2003-534981 (P2003-534981)	(73) 特許権者	503324287
(86) (22) 出願日	平成14年6月25日 (2002.6.25)		エクステルス インコーポレイテッド
(65) 公表番号	特表2005-505022 (P2005-505022A)		アメリカ合衆国、ニュージャージー、フロ
(43) 公表日	平成17年2月17日 (2005.2.17)		ーラム パーク、 ブリーランド ロード
(86) 国際出願番号	PCT/IL2002/000511		25ビー
(87) 国際公開番号	W02003/032071	(74) 代理人	100066692
(87) 国際公開日	平成15年4月17日 (2003.4.17)		弁理士 浅村 皓
審査請求日	平成17年3月30日 (2005.3.30)	(74) 代理人	100072040
審査番号	不服2007-25188 (P2007-25188/J1)		弁理士 浅村 肇
審査請求日	平成19年9月13日 (2007.9.13)	(74) 代理人	100093702
(31) 優先権主張番号	60/327, 680		弁理士 山本 貴和
(32) 優先日	平成13年10月9日 (2001.10.9)	(74) 代理人	100080263
(33) 優先権主張国	米国 (US)		弁理士 岩本 行夫

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 波長選択光スイッチ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

少なくとも二つの波長成分を有する少なくとも一本の入力ビームを受け取る第一の入力ポートを有し、前記少なくとも一本の入力ビームを個別の偏光成分に空間的に分割するように作動する単一の偏光ビームスプリッタと、

個別の偏光成分の前記ビームを受け取り、前記偏光成分が分割される平面に対してある角度をつけて配置された分散平面において個別の偏光成分の前記ビームの各々の前記波長成分を空間的に分散させるよう作動する第一の分散要素と、

どのような仲介する偏光操作要素なしに、前記第一の分散要素から各々の前記個別の偏光成分の前記ビームの前記波長成分を受け取る第一の集光要素と、

各ピクセルが個別の波長成分に関連するように全体的に分散方向に沿ってピクセル処理された偏光変調要素であって、該偏光変調要素の各ピクセルが該ピクセルに付与された制御信号に従って前記ピクセルを通過する光線の偏光状態を変えるように作動する偏光変調要素と、

前記偏光変調要素を通過した後前記光線を受け取る第二の集光要素と、

前記第二の集光要素から光線を受け取り、各々の前記ビームの前記個別の波長成分を結合してマルチ波長ビームとするよう作動する第二の分散要素と、

2個の出力ポートを有する偏光ビーム結合器であって、前記マルチ波長ビームの各々を受け取り、かつ前記入力ビームの各波長成分が前記波長と関連した前記ピクセルに付与された制御信号に従って前記2個の出力ポートの一方に導かれるように前記個別の偏光成分

10

20

を結合するように作動する偏光ビーム結合器とを順に含むことを特徴とする波長依存型スイッチ。

【請求項 2】

前記偏光変調要素が液晶要素であることを特徴とする請求項 1 に記載の波長依存型スイッチ。

【請求項 3】

前記角度は、前記偏光成分が分割される前記平面に対して、前記分散平面が基本的に直角であるようなものであることを特徴とする請求項 1 に記載の波長依存型スイッチ。

【請求項 4】

前記個別の偏光成分が二つの直交する成分であることを特徴とする請求項 1 に記載の波長依存型スイッチ。

10

【請求項 5】

前記偏光ビームスプリッタがまた、第二の入力ポートを含み、そのため前記波長成分に関連した前記ピクセルに付与された制御信号に従って前記スイッチが前記第一および第二の入力ポートに入力されるビームの波長成分を前記出力ポートのいずれかへ切り替えるよう作動することを特徴とする請求項 1 から 4 までのいずれか 1 項に記載の波長依存型スイッチ。

【請求項 6】

前記偏光変調要素に対して並置して配置され、前記スイッチにおける偏光依存損失を減少させるように作動する二分の一波長板を更に含むことを特徴とする請求項 1 から 5 までのいずれか 1 項に記載の波長依存型スイッチ。

20

【請求項 7】

前記偏光ビームスプリッタから出てくる個別の偏光成分を有する前記ビームの中の本の通路に配置された第一の二分の一波長板と、前記偏光ビーム結合器へ入る個別の偏光成分を有する前記ビームの別の一本の通路に配置された第二の二分の一波長板とをまた含み、そのため前記スイッチにおける偏光依存損失を減少させることを特徴とする請求項 1 から 5 までのいずれか 1 項に記載の波長依存型スイッチ。

【請求項 8】

前記入力ビームの少なくとも一本がマルチファイバコリメータによって前記スイッチに入力され、そのため前記スイッチは多重並列波長選択スイッチとして作動することを特徴とする請求項 1 から 5 までのいずれか 1 項に記載の波長依存型スイッチ。

30

【請求項 9】

請求項 1 から 8 までのいずれか 1 項に記載の波長依存型スイッチを複数個含み、前記波長依存型スイッチの少なくとも 2 個が分散要素、集光要素、および偏光変調要素の中の少なくとも 1 個の共通のものを利用していることを特徴とする波長依存型スイッチモジュール。

【請求項 10】

前記偏光ビームスプリッタおよび前記偏光ビーム結合器の少なくとも一方がスプリットプリズム構造であることを特徴とする請求項 1 から 8 までのいずれか 1 項に記載の波長依存型スイッチ。

40

【請求項 11】

前記偏光ビームスプリッタと前記偏光ビーム結合器の少なくとも一方が複屈折結晶構造であることを特徴とする請求項 1 から 8 までのいずれか 1 項に記載の波長依存型スイッチ。

【請求項 12】

前記少なくとも一本の入力ビームが一本の入力ビームからなり、そのため前記スイッチは 1 × 2 スwitch として作動することを特徴とする請求項 1 から 8 までのいずれか 1 項に記載の波長依存型スイッチ。

【請求項 13】

前記の少なくとも一本の入力ビームが一本の入力ビームからなり、前記 2 個の出力ポー

50

トの中の一つのみが前記スイッチが1×1スイッチとして作動するように使用されることを特徴とする請求項1から8までのいずれか1項に記載の波長依存型スイッチ。

【請求項14】

前記少なくとも一本の入力ビームが二本の入力ビームからなり、そのため前記スイッチが2×2スイッチとして作動することを特徴とする請求項1から8までのいずれか1項に記載の波長依存型スイッチ。

【請求項15】

少なくとも二つの波長成分を含む少なくとも一本の入力ビームを受け取る第一と第二のポートを有し、前記の少なくとも一本の入力ビームの各々を個別の偏光成分のビームに空間的に分割するよう作動する単一の偏光ビームスプリッタと、

10

前記の個別の偏光成分のビームを受け取り、前記偏光成分が分割される平面に対してある角度をつけて配置されている分散平面において各々の個別の偏光成分の前記ビームの前記波長成分を空間的に分散するよう作動する分散要素と、

どのような仲介する偏光操作要素なしに、前記分散要素から各々の前記個別の偏光成分のビームの前記波長成分を受け取る集光要素と、

各ピクセルが個別の波長成分と関連するように分散方向に全体的に沿ってピクセル処理化された偏光変調要素であって、該偏光変調要素の各ピクセルが該ピクセルに付与された制御信号に従って前記ピクセルを通過する光線の偏光状態を変えるよう作動する偏光変調要素と、

前記ピクセル処理された偏光変調要素、前記集光要素、前記分散要素、および前記偏光ビームスプリッタを通して順次前記光線を反射するように作動し、そのため前記光線の各波長成分が前記波長と関連した前記ピクセルに付与された制御信号に従って前記第一および第二のポートの一方に出力されるようにする反射面と、を順に含むことを特徴とする波長依存型スイッチ。

20

【請求項16】

前記偏光変調要素が液晶要素であることを特徴とする請求項15に記載の波長依存型スイッチ。

【請求項17】

前記角度は、前記偏光成分が分割される前記平面に対して、前記分散平面が本質的に直角であるようなものであることを特徴とする請求項15に記載の波長依存型スイッチ。

30

【請求項18】

前記個別の偏光成分が二つの直交する成分であることを特徴とする請求項15に記載の波長依存型スイッチ。

【請求項19】

前記第一と第二のポートの少なくとも一方に配置されたサーキュレータを更に含み、そのため前記第一と第二のポートの前記少なくとも一方における前記入力ビームが前記第一と第二のポートの少なくとも一方へ出力される光線から分離されることを特徴とする請求項15に記載の波長依存型スイッチ。

【請求項20】

前記第一と第二のポートの少なくとも一方に配置された複式ファイバコリメータを更に含み、そのため前記第一と第二のポートの少なくとも一方における前記入力ビーム光線が前記第一と第二のポートの前記少なくとも一方へ出力された光線から分離されることを特徴とする請求項15に記載の波長依存型スイッチ。

40

【請求項21】

請求項15から20までのいずれか1項に記載の波長依存型スイッチを複数個含み、前記波長依存型スイッチの前記少なくとも2個が分散要素、集光要素、および偏光変調要素の中の少なくとも1個の共通したものを利用していることを特徴とする波長依存型スイッチモジュール。

【請求項22】

前記少なくとも一本の入力ビームが一本の入力ビームからなり、そのため前記スイッチ

50

が1×2スイッチとして作動することを特徴とする請求項15から20までのいずれか1項に記載の波長依存型スイッチ。

【請求項23】

前記の少なくとも一本の入力ビームが一本の入力ビームからなり、前記第一と第二のポートの一方のみが光線を出力するために使用され、そのため前記スイッチは1×1スイッチとして作動することを特徴とする請求項15から20までのいずれか1項に記載の波長依存型スイッチ。

【請求項24】

前記の少なくとも一本の入力ビームが二本の入力ビームからなり、そのため前記スイッチは2×2スイッチとして作動することを特徴とする請求項15から20までのいずれか1項に記載の波長依存型スイッチ。

10

【請求項25】

前記偏光変調要素に対して並置して配置され、前記スイッチにおける偏光依存損失を減少させるよう作動する四分の一波長板を更に含むことを特徴とする請求項15から20までのいずれか1項に記載の波長依存型スイッチ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、特に光通信ネットワークにおいて使用するために、光線を空間的に選択偏光回転させることによって、情報を運ぶ光線の波長に従って光信号を切り替える装置の分野に関するものである。

20

【背景技術】

【0002】

情報の高速の全光学的切替えは、必要とされる速度は個々のチャンネルの速度であって、ネットワークのスループット（処理量）の速度ではないネットワークの入力および出力端子に対してのみより遅い電子機能を取っておくことができるようにする近代的な光通信システムの本質的な要素である。WDMシステムにおいては、情報は転送されている特定の光信号の波長に従ってその発生源および行き先に対して分離され、従ってそのようなシステムにおいて使用するスイッチはその波長に従って自動的に各信号を通すことができない。

30

【0003】

その全体を参考のために本明細書に組み込まれている「周波数分散要素、偏光分散要素、および偏光変調要素を採用した周波数選択光スイッチ」という名称でジェイ・エス・パテル（J. S. Patel）他に対して発行された米国特許第5,414,540号に記載されているようなもの、および当該特許において引用された引例に記載の装置のような、この機能を実行するための従来技術による装置が多数存在している。しかしながら、これらの装置の殆どが、それらが構成、あるいは整合するのが複雑であり、あるいは高価な構成部品を利用という点で一つ以上の欠点を有している。例えば、上記米国特許第5,414,540号に記載のスイッチは、上記特許の図11に示されているように、その入力側において、波長分散要素（図示せず）、例えば複屈折結晶のようなビーム偏光を偏移させる偏光分散要素、二分の一波長板要素、集光要素、別の複屈折結晶のような別の偏光分散要素、およびセグメント化した液晶偏光変調器を含んでいる。出力側にも同数の構成要素が必要とされる。図1 - 図4に示す実施例において、入力要素は入力ビームに対して特定の偏光方向を提供する偏光整合要素（図示せず）と、波長分散要素と、集光要素と、例えば複屈折結晶のような偏光偏移要素、およびセグメント化した液晶偏光変調器を含む。更に、同じ構成要素が出力側においても必要とされる。そのようなスイッチは、その実施例のいずれにおいても、多数の構成要素を含み、従って構成が複雑である。

40

【0004】

従って、一般に市販されている現在の装置のそれよりも少ない数の個別の構成要素を採用した簡単な波長選択光スイッチに対する要求が存在している。

50

## 【 0 0 0 5 】

本節および明細書のその他の節において述べている刊行物の各々の開示も参考のために全体的に各々本明細書に組み込まれる。

## 【 発明の開示 】

## 【 発明が解決しようとする課題 】

## 【 0 0 0 6 】

本発明は、構造が簡単で、使用する構成要素部品が少なく、従って以前から市販されているスイッチの欠点のあるものを克服する新規な波長選択光スイッチ装置を提供しようとするものである。

## 【 課題を解決するための手段 】

## 【 0 0 0 7 】

従って、本発明の好適実施例によれば、入力光信号が二つの角度をつけて向けられた平面、好ましくは垂直の平面において空間的に波長分散され、偏光分割される波長選択スイッチが提供される。波長分散は回折格子によって、偏光分割は偏光ビームスプリッタによって実行されることが好ましい。各ピクセルが個別の波長チャンネルにおいて作用するように波長分散方向に沿ってピクセル処理された液晶の偏光変調器のような偏光回転装置が、当該ピクセルに付与された制御電圧に従って、各ピクセルを通過する光信号の偏光を回転させるよう作用する。次いで、偏光変調された信号は入力信号をそれぞれ分散し、分割するために使用されたものと類似の拡散要素および偏光組み合わせ要素によって波長が組み直され、かつ偏光が組み直される。その結果得られた信号出力の方向は特定の波長チャンネルの偏光が偏光変調ピクセルによって回転させられたか否かによって決まる。このように、WDMスイッチングアプリケーションにおいて使用可能である、高速で波長依存型の光スイッチが提供される。第二の好適実施例によると、偏光変調器の後でスイッチの対称平面において反射面を使用することによって、当該スイッチにおける構成要素の数を著しく、前記第一の実施例の略半分まで減らすことができるようにする。

## 【 0 0 0 8 】

本発明の別の好適な実施例によると、複数の波長を含む入力ビームを受け取り、該入力ビームを空間的に個別の偏光要素に分割するよう作用する偏光分割要素と、前記入力ビームの偏光分割した成分を受け取り、前記ビームの偏光分割した成分の各々を、該偏光成分が分割される平面に対してある角度をおいて配置された平面においてその波長成分に空間的に分散させるよう作用するは波長分散要素と、各ピクセルが個別の波長に関連付けられるように波長分散方向に沿ってピクセル処理された偏光変調要素であって、該偏光変調要素の各ピクセルがそのピクセルに付与された制御信号に従って、ピクセルを通過するビームの偏光方向を回転させるよう作用する偏光変調要素と、ピクセルに付与された制御信号に従った方向にビームが出力されるように偏光変調の後のビームを波長分散要素および偏光分割要素を通して反射させるよう作用する反射面とを含む波長依存型スイッチが更に提供される。前記偏光変調要素は好ましくは液晶要素でよい。

## 【 0 0 0 9 】

本発明の更に別の好適実施例によると、複数の波長を含む入力ビームを受け取り、該入力ビームを個別の偏光成分に空間的に分割するように作用する第一の偏光分割要素と、前記入力ビームの偏光分割された成分を受け取り、前記ビームの偏光分割された成分の各々を、該偏光成分が分割される平面に対してある角度をつけて配置された平面において波長成分に空間的に分散させるよう作用する第一の波長分散要素と、各ピクセルが個別の波長に関連付けられるように波長分散の方向に沿ってピクセル処理された偏光変調要素であって、該偏光変調要素の各ピクセルが該ピクセルに付与された制御信号に従ってそのピクセルを通過するビームの偏光方向を回転させるよう作用する偏光変調要素と、ビームの偏光変調された成分を受け取り、それらの波長に関連したピクセルを通過した後波長成分を組み合わせて単一のマルチチャンネルビームにするよう作用する第二の波長分散要素と、単一のマルチチャンネルビームの個別偏光成分を受け取り、偏光成分を組み合わせて単一の出力とするよう作用する偏光組み合わせ要素であって、出力ビームの各波長成分が波長に

10

20

30

40

50

関連したピクセルに付与された制御信号に従う方向に出力する偏光組み合わせ要素とを含む波長依存型スイッチが提供される。偏光変調要素は好ましくは液晶要素でよい。

【 0 0 1 0 】

本発明の更に別の好適実施例によると、

( i ) 少なくとも二つの波長成分からなる入力ビームを受け取る第一と第二のポートを有し、前記入力ビームを個別の偏光成分のビームに空間的に分割するように作動する偏光ビームスプリッタと、

( i i ) 個別の偏光成分のビームを受け取り、偏光成分が分割される平面に対してある角度をつけて配置した分散平面において前記各々のビームの波長成分を空間的に分散させるよう作動する分散要素と、

( i i i ) 各ピクセルが個別の波長成分と関連するように分散の方向に沿ってピクセル処理された偏光変調要素であって、該偏光変調要素の各ピクセルがそのピクセルに付与された制御信号に従って該ピクセルを通過する光線の偏光方向を回転させるように作動する偏光変調要素と、

( i v ) 光線の各波長成分が波長と関連したピクセルに付与された制御信号に従って前記 2 個のポートの一方に対して光線の各波長成分が導かれるように偏光変調された後の光線を分散要素および偏光ビームスプリッタを通して反射させるよう作動する反射面と、を順次含む波長依存型スイッチが提供される。

【 0 0 1 1 】

前述のスイッチにおいては、偏光変調要素は好ましくは液晶要素でよい。さらに、前記角度は偏光成分が分割される平面に対して基本的に直角であるようにすればよい。更に、個別の偏光成分は二つの直交成分であることが好ましい。

【 0 0 1 2 】

更に別の本発明の好適実施例によると、前述したようなスイッチであるが、また第一と第二のポートの各々においてサーキュレータを含み、そのためスイッチは波長と関連したピクセルに付与された制御信号に従っていずれかのサーキュレータへ出力するようにいずれかのサーキュレータを通して入力される信号の波長成分を切り替えるように作用するようなスイッチが提供される。

【 0 0 1 3 】

本発明の更に別の好適実施例によると、

( i ) 少なくとも二つの波長成分を有する入力ビームを受け取る第一の入力ポートを有し、入力ビームを個別の偏光成分のビームに空間的に分割するよう作動する偏光ビームスプリッタと、

( i i ) 個別の偏光成分のビームを受け取り、偏光成分が分割される平面に対してある角度を付けて配置された分散平面において各ビームの波長成分を空間的に分散するよう作動する第一の分散要素と、

( i i i ) 各ピクセルが個別の波長成分と関連されるように分散方向に沿ってピクセル処理された偏光変調要素であって、該偏光変調要素の各ピクセルが該ピクセルに付与された制御信号に従ってそのピクセルを通過する光線の偏光方向を回転させるよう作動する偏光変調要素と、

( i v ) 光線を受け取り、各ビームの個別の波長成分を組み合わせるマルチ波長ビームにするよう作動する第二の分散要素と、

( v ) 各マルチ波長ビームを受け取る 2 個の出力ポートを有し、波長と関連したピクセルに付与された制御信号に従って前記 2 個の出力ポートの一方に各波長成分が導かれるように偏光成分を結合するよう作動する偏光ビーム結合器とを含む波長依存型スイッチが提供される。

【 0 0 1 4 】

前述のスイッチにおいて、偏光変調要素は好ましくは液晶要素でよい。更に、前記角度は偏光成分が分割される平面に対して分散平面が基本的に直角であるようにする角度であればよい。更に、個別の偏光成分は二つの直交成分であることが好ましい。

## 【 0 0 1 5 】

本発明の更に別の好適実施例によると、前述したような波長依存型スイッチであって、また第一の入力ポートに対して基本的に直角に配置されている第二の入力ポートを含み、そのため波長に関連したピクセルに付与された制御信号に従っていずれかの入力ポートへ入力された信号の波長成分を出力ポートのいずれかに切り替えるよう作動するスイッチが提供される。

## 【 0 0 1 6 】

本発明は添付図面と関連して読むと、以下の詳細説明からより完全に理解され、かつ認識される。

## 【 実施例 1 】

10

## 【 0 0 1 7 】

本発明の第一の好適実施例に従って構成され、作動する波長選択光スイッチを異なる視野から概略的に示す図 1 A および図 1 B が以下参照される。図 1 A は偏光分割平面として知られている一方の平面から見た本装置の図であり、図 1 B は第一の平面に対して直角であることが好ましく、波長分散平面として知られている平面から見た同じ装置の図面である。波長選択光スイッチの作動は図 1 A および図 1 B に示す信号通路を同時に参照すれば理解することができる。

## 【 0 0 1 8 】

光ファイバ 1 2 の端部から平行化された後得られるもののような入力光信号 1 0 はスプリットプリズム P B S として図 1 A に示されている偏光ビームスプリッタ ( P B S ) 1 4 中へ入力される。もっともこの機能に対して P B S のその他の好適なタイプのものを使用してもよいことを理解すべきである。P B S は、入力信号を、好ましくは  $P_y$  および  $P_z$  と印を付けている二つの直交した方向に分割するように方向付けられている。但し、 $P_y$  はこの紙面の平面にあり、 $P_z$  は図示実施例においては本図面の平面の外にある。 $x$ 、 $y$  および  $z$  軸の位置は図 1 A に定義されている。 $p$  および  $s$  成分としても一般に知られている信号の二つの偏光成分は図示実施例においては回折格子 1 6 のような分散要素に入射する。この格子は種々の波長  $\lambda_1$ 、 $\lambda_2$ 、 $\lambda_3$ 、 $\dots$ 、 $\lambda_n$  をそれらの波長に従って種々の方向に分散させるよう作用する。格子は、図 1 B の平面において示されている波長分散方向が好ましくは図 1 A の平面において示されていり偏光分割方向に対して垂直であるように整合されている。このように、光信号はいまや好ましくは相互に対して直角である二つの異なる平面において波長分散され、かつ偏光分割される。図 1 A および図 1 B に示す実施例における格子は透過格子であるが、当該技術分野の専門家には、それらの一方あるいは双方とも同等に反射格子としうることも理解される。同様に、以下説明する図 2 A および図 2 B に示す実施例においては、単一の格子を反射格子としうる。

20

30

## 【 0 0 1 9 】

信号の分散された成分は次いで、回折格子からの有効焦点距離に等しい距離に位置されたレンズ 1 8 によって、スイッチによって導かれるべき各波長チャンネルに対して 1 個であるピクセル 2 4、2 6、2 8... に分割される、例えば液晶装置のようなピクセル処理した偏光回転要素 2 0 上に結像される。各々の分散された波長範囲からの光線は図 1 B に示されているように本液晶装置の個別のピクセル上に結像される。判り易くするために、図 1 B には二つの分散された波長のみが示されているが、ピクセルがある数だけ多くの波長チャンネルがありうることを理解すべきである。図 1 A は側方から見たスイッチの図を示しており、従って波長  $\lambda_1$  の信号を搬送している 1 個のみのピクセル 2 4 が示されている。 $P_z$  方向および  $P_y$  方向において偏光を有している成分は双方共ピクセル 2 4 を通過するが、それらは横方向には相互からずれている。ピクセルは、受動的なマトリックス液晶アレイ技術において知られているように、液晶の面における透明電極のアレイを通して付与された制御電圧  $V$  によって切り替えられる。代替的に、液晶アレイは、個々の薄膜トランジスタが各々の個々のピクセルに対して駆動電流を提供する、能動的なマトリックスタイプであることが好ましい。

40

## 【 0 0 2 0 】

50

液晶装置 20 を通過した後、光信号は、第一の格子 16 と特性的に類似である別の分散格子 32 上に第二の集光レンズ 30 によって結像されることが好ましい。本発明の好適実施例によると、偏光回転要素は、全体組立体が最適な光学的性能のために 4 - f 構成を有するように、集光レンズ 18 の後焦点面およびレンズ 30 の前焦点面に位置することが好ましい。依然として偏光分散平面において二つの偏光成分に空間的に分割されているものの、格子 32 はそれぞれの波長分散方向から到来する種々の波長  $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \dots, \lambda_n$  を波長分散平面において単一のビーム通路 34 中へ再結合する働きをする。次いで、これらの偏光成分は偏光ビーム結合器 (PBC) 36 中へ入力され、そこで偏光成分は再結合されて出力信号 42 を形成し、この出力信号は平行にされ、切り替えられた後、先へ伝送させるようファイバ 44 中へ入力させることができる。

10

#### 【0021】

スイッチは液晶装置のピクセルを活性化することによって作動する。ピクセルに必要な制御電圧 V を付与することによってそこを通過している偏光が回転するようにし、一方、液晶のピクセルを非活性化することによってその偏光を不変のままとして信号が通過できるようにする。このように、図 1 A の好適実施例に示されているように、波長チャンネル  $\lambda_1$  に対する液晶装置 20 の関連ピクセル 24 が付勢されていないと、偏光  $P_y$  と  $P_z$  とは回転せず、再構成された信号が偏光ビーム結合器 36 からファイバ 44 中へ出力される。判り易くすくするために、出力ファイバ 44 は図面の面の外に位置されているので、図 1 B には示されていない。たとえ出力ビーム 42 の二つの成分の偏光は液晶によって変化していなかったとしても、出力ビーム 42 は入力ビーム 10 の偏光に対して直角に導かれることに注目すべきである。これはビームを 2 個のレンズによって液晶装置 20 を通して集光させ、前記ビームの二つの横方向に偏位した偏光成分が交差し、従ってそれらの相互位置を変化させ、そのため二つの成分がそれらの偏光があたかも液晶によって回転させられたがごとく挙動することの結果によるものである。

20

#### 【0022】

しかしながら、もしも液晶装置 20 のピクセル 24 が双方の偏光に対して位相変化を導入するような要領で付勢されたとすれば、偏光  $P_y$  および  $P_z$  が、 $P_y$  が  $P_z$  になり、偏光  $P_z$  が  $P_y$  になるように回転する。偏光ビーム結合器 36 において再結合され、結像レンズであるためビームの交差を考慮に入れると、その結果得られた信号は入口方向に対して平行の方向 38 に出ていき、したがって第二の出力ファイバ 40 に入力する。

30

#### 【0023】

従って、前述の光学配置は、液晶ピクセル 24 を切り替えることによって、二本の光ファイバ 40, 44 の一方へ波長  $\lambda_1$  の入力信号 10 を導くことのできる 1 X 2 光スイッチ装置として挙動する。前記スイッチの作動方向を反転させることによって、それは 2 X 1 スwitchとして作動し、ファイバ 40 および 44 のいずれかに対する入力が液晶ピクセルのセッティングに従って入力ファイバ 12 まで導かれることが理解される。

#### 【0024】

図 1 B における各波長チャンネルはそれ独自の液晶ピクセルを有しており、それらを切り替えることによりその波長の光線が出力ファイバの一方あるいは他方へ入力されるようにする。このように、前記スイッチは液晶装置の各種の波長が指定されたピクセルに付与される制御電圧の切り替えルーチンによって、それらの波長に従って、光情報の波長分離のパケットを種々の通路中へ導くことができる。

40

#### 【0025】

本発明によるスイッチの新規な構成および作動によって、格子あるいは P B S において存在するかもしれないいずれかの残存する偏光依存損失の他に、本スイッチを本質的に偏光依存型としうることは注目されるべきである。このような特徴は、光ファイバによって伝送される信号の偏光が周知のように全体的に無作為化されるので、光ファイバシステムにおいて使用する上で重要である。この偏光依存性の理由は、入力信号の偏光方向とは無関係に、P B S への入力 10 において、いずれの入力信号も、P B S の方向に対して、 $P_y$  および  $P_z$  に対して平行の偏光方向を有する二つの直交成分に分割することが可能で、

50



各成分は当該波長に対する液晶ピクセルの状態に従って、出力 4 2 あるいは 3 8 に個別に切り替えられるか、あるいは切り替えられない。これらの二つの偏光成分を結合し直すと、元の信号は再現される。もしも、入力信号の偏光方向が偶然  $P_y$  および  $P_z$  に対して正確に平行であるとすれば、偏光の一成分のみを有する光線がスイッチを横断することが理解される。

#### 【 0 0 2 6 】

本発明の別の好適実施例によれば、第二の入力ファイバ 5 0 が偏光ビームスプリッタ 1 4 に直角に位置する入力ポートに配置されている。第二の入力ファイバ 5 0 からの入力信号 4 8 は、偏光ビームスプリッタ 1 4 を通過した後、偏光が図 1 A に示すものから反転されている。このように、図 1 A に示す上側の通路は  $P_y$  偏光方向を有しており、一方下側の通路は  $P_z$  偏光方向を有している。従って、液晶装置を通ると、ファイバ 1 2 からの入力信号に対する作用とは逆に、ピクセルを付勢させるとファイバ 5 0 からの入力信号をファイバ 4 4 へ送り、前記ピクセルを付勢させないと信号をファイバ 4 0 へ導く。従って、この好適実施例は 2 X 2 光スイッチネットワークとして作動する。そのようなスイッチをカスケード化することによって大型のスイッチネットワークを構成することができる。前記の説明の全てから明らかなように、本発明によるスイッチの能力の中の極一部を使用することによって、2 X 1、1 X 2 あるいは 1 X 1 スwitchも構成することが可能となり、最後に述べたスイッチはチャンネルブロックとして有用である。

#### 【 0 0 2 7 】

本発明の更に別の実施例によると、偏光依存損失 ( P D L ) を最小とするために、液晶装置 2 4 の近傍で二分の一波長板 2 2 を挿入することができる。そのような二分の一波長板は、そこを通過する光線の偏光を 9 0 度に亘り回転させ、そのため図 1 A に示す例においては、偏光  $P_y$  は  $P_z$  に、あるいはその逆に変換される。従って、スイッチシステムも左側部分を移動する間、すなわち二分の一波長板と衝突する前に入射光が受ける偏光依存損失における何らかの差異は、直交方向に偏光される成分の偏光方向が交換され、かつスイッチが概ね左右対称であるので、スイッチシステムの右側部分を通過する間に補正される。二分の一波長板を通過した後、偏光方向が反転されるので、非付勢のピクセルの出力側がポート 4 0 となり、付勢されたピクセルに対してはポート 4 4 となることに注目すべきである。代替的に、好ましくは、例えばファラデー回転器のような、偏光方向を 1 8 0 度回転させるその他のいずれかの偏光回転要素をこの目的に対して二分の一波長板の代わりに使用することができる。

#### 【 0 0 2 8 】

さて、本発明による更に別の二好適実施例に従って構成され、作動する波長選択光スイッチを概略的に示す図 1 C および図 1 D を参照する。図示したスイッチは 1 X 2 あるいは 2 X 1 スwitchとして使用するよう、図 1 A および図 1 B に示すものを簡素化した実施例である。図 1 C に示す実施例においては、マルチ波長入力信号 1 0 が単一の入力ファイバ 1 2 を通して付与され、入力 P B S 1 4 によって直交する偏光成分  $P_y$  および  $P_z$  に分割される。二分の一波長板 1 5 が P B S の一方の出力側に位置され、図示実施例においては、 $P_y$  成分を  $P_z$  方向に回転させるよう作用する。このように、図示実施例においては、偏光分割チャンネルの双方は今では同じ偏光方向  $P_z$  を有している。次いで、これらの成分は分割格子 1 6 を通され、そこで図 1 A および図 1 B の実施例において示すように、分散平面 ( 図示せず ) において波長は分散される。しかしながら、前記実施例とは異なり、双方の信号はいまや同じ偏光方向を有しており、このことによって高効率の格子 1 6 の使用を可能とすることにより、図 1 A および図 1 B の前述の実施例に示すものより挿入損失が顕著に低いスイッチアレイを提供する。どの波長の信号の偏光が切り替えられ、どの波長の信号が切り替えられていないかを検出するよう作動する偏光回転装置および波長組み合わせ格子の後で、偏光分割チャンネルの一方がその通路において別の二分の一波長板 3 3 を有し、この実施例においては、 $P_z$  偏光成分を  $P_y$  偏光成分に回転して戻し、そのため出力 P B S 3 6 は、液晶装置の関連ピクセルの状態に応じて通路 3 8 または 4 2 に沿って各信号を検出された出力側まで導くことができる。スイッチの双方の偏光分散平面にお

ける光線の偏光は同一であるので、図 1 A および図 1 B の実施例において示されたように偏光依存損失を補正するために二分の一波長板 2 2 を必要とはしない。

【 0 0 2 9 】

図 1 D に示された実施例は、液晶偏光回転要素が平行の偏光信号に対して作用するようにスイッチが構成されている点において図 1 C に示された実施例と類似している。しかしながら、図 1 D の実施例においては、入力信号 1 2 が直交する偏光成分に分割され、該成分の一方は当該技術分野において知られているように、好ましくはその出力ポートの半分に二分の一波長板 1 7 に備えた  $YVO_4$  1 3 のような複屈折結晶によって双方の成分を平行に持ってくるように回転させられる。そのような装置は統合された形態において、中国、福州の J D S U - C a s i x 社を含む数社から市販されており、C - 偏光器として C a s i x の名前で知られている。その結果、図 1 C の実施例において生成されたものと類似であるが、より少ない構成要素を使用してより簡素化され、かつよりコンパクトな光学装置を使用している入力信号の 2 個の空間的に偏移され、平行に偏光された要素が生成される。この好適実施例による 1 X 2 スwitchの残りのものは図 1 C の実施例に関連して説明したものと同一である。

10

【 0 0 3 0 】

本発明の更に別の好適実施例による波長選択光スitchの更に別の実施例を概略図示している図 1 E を以下参照する。図 1 E は、図 1 A の実施例において示すように偏光依存損失 ( P D L ) を排除するように液晶要素に近接して単一の二分の一波長板 2 2 を使用することに伴う欠点を克服する。図 1 A の実施例においては、P D L は液晶が切り替えられていない限り効果的に補正される。液晶の使用中のピクセルが切り替えられるや否や、光路中へ別の 1 8 0 度の位相シフトが導入され、それによって二分の一波長板によって導入された 1 8 0 度移相シフトの作用を無効にする。従って、P D L はスitchが付勢されるときももはや補正されない。

20

【 0 0 3 1 】

図 1 E のスitchにおいて、入力 P B S 1 4 を出て行く上側の偏光分割ビームの通路中へ小型の二分の一波長板 4 1 が挿入され、そのため図示例においては、その偏光は  $P_z$  から  $P_y$  まで回転される。次いで、双方の変更分散チャンネルは同じ偏光方向  $P_y$  を有し、従って基本的に異なる P D L レベルを発生させることなくスitch通路を横断する。出力 P B S 3 6 において、入力側における二分の一波長板を有するものと同じチャンネル中へ類似の二分の一波長板 4 3 が挿入され、それによって図 1 A に示す元の実施例におけるのと同様に出力するために偏光方向を  $P_z$  に復帰させる。双方のビームは同じ偏光方向で、かつその近傍に何ら追加の二分の一波長板なしに液晶を横断するので、液晶ピクセルを切り替えてもチャンネルの P D L 補正に対して何ら作用しない。二つの液晶状態の間の透過における唯一の差異は、ファイバ 1 2 を通る入力透過効率は双方の格子における  $P_z$  挿入損失に関連し、一方ファイバ 5 0 の透過効率は双方の格子に対して  $P_y$  挿入損失に関連しているので、二つの偏光状態に対する格子の効率の差異によって発生する差異である。この差異は P D L の差異よりもはるかに小さい。

30

【 0 0 3 2 】

以下説明する全ての実施例においても同様であるが、図 1 C から図 1 E までに示す好適実施例に対して、図面は偏光分割平面のみの図を示すことを述べる必要がある。それは、これらの実施例が図 1 A に示すものと相違するのは主としてこの点についてであるからである。しかしながら、図 1 C から図 7 までの各図面について、図 1 C から図 7 までに示す偏光分割平面に対して全体的に直角である角度で指向されている図 1 B に示すものと類似である対応する波長分散平面がまた存在することも理解すべきである。

40

【 実施例 2 】

【 0 0 3 3 】

本発明の更に別の好適実施例に従って構成され、かつ作動する反射式波長選択光スitchを概略図示する図 2 A および図 2 B を以下参照する。図 2 A は偏光分割平面から本装置を見た図であり、図 2 B は波長分散平面から見た同じ装置の図である。図 2 A および図 2

50

Bの実施例において、液晶装置20の後ろに反射面60が追加されており、そのためビームの偏光された成分がそれらの入射通路に沿って戻される。このように、この実施例は、構造を簡素化し、かつ使用構成要素の数を更に減少させるために、偏光回転要素の各側において本装置の対称形が使用されている点を除いて図1Aおよび図1Bの実施例と構造が類似である。図2Aおよび図2Bの実施例において、反射面60は個別の装置として示されているが、別の実施例によれば、反射面は液晶装置20の裏側に付着させることが可能である。図2Aおよび図2Bの実施例における他の構成要素に図1Aおよび図1Bにおけるものと同じ参照数字が付されているが、一般に、入射信号については図1Aおよび図1Bにおけるものと基本的に同一の機能を有している。更に、出力信号に関しては、液晶装置20を通過した後で、図2Aおよび図2Bに示す反射面60から反射された後、これらの要素は図1Aおよび図1Bに示す液晶装置20を透過した後の図1Aおよび図1Bの出力信号の機能と均等の機能を有している。このように、例えば、回折格子16は入力信号を波長分散し、および出力信号を波長結合することの双方に対して作用する。同様に、単一の結像レンズ18は格子16からの入力信号を液晶要素20の平面上に結像し、液晶要素の平面からの出力信号を格子16上に共焦点的に結像する。

#### 【0034】

入力信号の偏光ビームスプリッタ14はまた、出力信号のための偏光ビーム結合器としても作用する。しかしながら、図1Aおよび図1Bの実施例とは異なり、入力および出力信号は双方ともこの同じ要素を通過するので、入力および出力ファイバの双方ともこの要素に接続する必要がある。出力信号から入力信号を分離する手段が設けられている。このことは、図2Aおよび図2Bに示す実施例においては偏光ビームスプリッタ/結合器14のポートにおいてサーキュレータ54および56を追加することにより達成される。サーキュレータ56は図面の面に対して垂直に、かつ偏光ビームスプリッタ/結合器14の下に位置しているので図2Bにおいては示していない。

#### 【0035】

切り替えを所望する波長を有する信号はファイバ12からサーキュレータ54のポートAに入力される。図2Aの好適実施例に示すサーキュレータの伝播方向は反時計方向であるので、信号はポートBのファイバにおいてサーキュレータを出て、ファイバの端部においてレンズによって平行にされ、偏光ビームスプリッタ/結合器14へ入る。特定の波長チャンネル、例えば図示実施例においては $\lambda_1$ に対して、もしもそのチャンネルに対するピクセル24が付勢されていないとすれば、信号の成分の偏光は不変のままであるが、液晶装置のピクセル上への結像工程のために偏光成分の位置は切り替えられるので、反射および偏光の再結合の後信号はサーキュレータ56のポートBまで戻り、サーキュレータは次いでポートCを介して信号を出力ファイバ58に出力する。他方、もしも波長チャンネル $\lambda_1$ に関連したピクセル24が付勢され、 $\pi/2$ の位相差異を発生させるとすれば、信号はその偏光成分を反転させており、その結果偏光ビームスプリッタ/結合器14において結合し直された後、コリメーションレンズによって集光されサーキュレータ54のポートBに出力され、そこからポートCへ、そしてファイバ52に出力される。このように、波長 $\lambda_1$ を有するファイバ12における入力信号はピクセル24の制御電圧のセッティングに従って出力ファイバ58と52との間で切り替えることができる。同様に、分散要素16の範囲内でのその他のいずれの波長も液晶装置20の適当なピクセル24, 26, 28、・・・に付与された制御電圧によって切り替えることができる。

#### 【0036】

本発明の別の好適実施例によると、第二の入力ファイバ50がサーキュレータ56の入力ポートAに配置されており、その信号をポートBから偏光ビームスプリッタ/再結合器14に入力する。スイッチを通して往復通信から戻ると、信号は、もしも関連のピクセルが付勢されていないとすれば、ファイバ52へ、もしもピクセルが付勢されているとすれば、ファイバ58へのいずれかに導かれる。従って、図1Aおよび図1Bの実施例と同様に、この実施例も2X2光スイッチネットワークとして使用することができる。

#### 【0037】

本発明の更に別の実施例によると、図 2 A および図 2 B の実施例に示すサーキュレータの代わりに複式ファイバコリメータを使用することによって、入力信号と出力信号とを分離させることができる。そのような実施例が図 3 に示されており、そこでは P B S に対する入力側のみが示されている。2 X 2 スイッチネットワークの第一のチャンネルは入力ファイバ 6 6 と出力ファイバ 6 7 とを備えた複式ファイバコリメータ 6 2 を有している。2 X 2 スイッチネットワークの第二のチャンネルは入力ファイバ 6 8 と出力ファイバ 6 9 とを備えた複式ビームコリメータ 6 4 を有している。それ以外スイッチの作動は図 2 A および図 2 B に示すように、サーキュレータを使用したものと類似である。

【 0 0 3 8 】

本発明の別の好適実施例によれば、図 2 A および図 2 B に示す反射スイッチの P D L を減少させるために、偏光変調要素 2 4 に対して並置させて四分の一波長板 2 3 を追加することができる。ビームはこの四分の一波長板を通して 2 回横断するので、その作用は図 1 A および図 1 B に関して前述したように、二分の一波長板 2 2 のそれと同じである。代替的に、例えばファラデイロータータのような 9 0 度だけ偏光方向を回転させるその他のいずれかの偏光回転要素を四分の一波長板の代わりにこの目的のために使用することができることが好ましい。

【 0 0 3 9 】

本発明の更に別の実施例によるマルチチャンネル波長選択スイッチモジュールを概略図示する図 4 A を以下参照する。図 4 に示す実施例は、一对の 2 X 2 スイッチが一方の上にも他方が重ねられており、共通の分散要素 7 0、但し個別の集光レンズ 7 2, 7 3, 7 4, 7 5 および共通の波長結合要素 7 8 を利用することが好ましいこと以外は図 1 A および図 1 B に示す実施例と類似である。各スイッチは、2 個のスイッチに対して独立した作動を可能とするために独自の液晶アレイ 7 6, 7 7 を利用している。このように、そのような実施例はよりコンパクトで、経済的な構成要素の装置を単一のパッケージにおいて構成できるようにする。代替的に、単一の要素の 2 個の「部分」7 6, 7 7 となるものを接合している点線で指示するように単一の液晶アレイを使用しうることが好ましい。

【 0 0 4 0 】

本発明の波長選択スイッチモジュールの別の好適実施例を概略図示する図 4 B を以下参照する。図 4 B に示すスイッチアレイは、単一のファイバコリメータの代わりに、各入力および出力側において、マルチファイバコリメータが使用されていることを除いて、図 1 A あるいは図 4 A のマルチチャンネル実施例の半分において示すものと類似である。図 4 B に示す好適実施例において、コリメータのコリメータレンズの前方にある同じフェルルにおいて 3 本のファイバを有することにより構成されるトリプルファイバコリメータ 7 9 が示されている。そのような実施例によりスイッチが、当該技術分野で既知のように、チャンネル冗長性をもたせた切り替え能力を提供するのに有用である多重並列波長選択スイッチとして作用できるようにする。そのような多重並列の適用が図 4 B に示す切り替え用途のために示されているが、透過性あるいは反射性であるか否かを問わず、かつ単一のスイッチあるいはスイッチの重ねられたアレイとして構成されるか否かを問わず、本明細書において説明したその他の実施例に示すスイッチ用途のいずれにおいても利用可能であることを理解すべきである。

【 0 0 4 1 】

本発明の別の好適実施例による別のマルチチャンネル波長選択スイッチの概略図である図 5 を以下参照する。このスイッチは、共通の集光レンズ 8 0, 8 2 並びに個別のスイッチの双方にける波長チャンネル全てに供される単一の液晶アレイ 8 4 が使用されている点で図 4 A に示すものと相違している。このことによってスイッチに使用される構成要素の経済性を更に高めることができる。

【 0 0 4 2 】

図 4 A、図 4 B および図 5 の透過性実施例において示すように、スイッチの積み重ねは図 2 A および図 2 B に示す反射性の波長選択スイッチの実施例においても実行可能である。そのような積み重ねられたスイッチモジュールが図 6 に示されており、そこではスイッ

10

20

30

40

50

チの作動要素のあるもの、例えば格子 90 と反射液晶要素 94 とが共通である。反射液晶の平面における平坦形状を保持するために、個別の集光レンズ 92, 93 が必要とされる。信号を入力および出力するために透過性実施例におけるように、個々の偏光ビームスプリッタ 96, 98 が使用されている。図 6 に示す反射性スイッチアレイの好適実施例において、各チャンネルの入力および出力ビームは図 3 に示すように、複式のファイバコリメータ 95 によって分離されており、サーキュレータが使用されている図 2 A および図 2 B に示すものとこれらの実施例のこの好適な局面との差異を示している。そのような積み重ねスイッチモジュールはまた、図 4 A に示す実施例と同様に構成要素を共通にして要素を少なくして構成することができることを理解すべきである。

#### 【0043】

本発明の更に別の実施例による、別の反射性マルチチャンネルの波長選択スイッチを概略図示する図 7 を以下参照する。このスイッチは、集光レンズ 102 も双方のチャンネルに対して共通である点において図 6 に示すものと相違する。本実施例において正確な反射作用を達成するために、液晶要素 104 と関連した反射面 106 はレンズ 102 の焦点距離と等しい曲率半径を有する凹型形状に構成することによって、前記レンズによって反射面に集光されたいずれのビームも入射通路に沿って戻されるようにすることが好ましい。各チャンネルに対してこのことが独立して発生するように正確な光入射角を保持するために、入射および受光装置として作動している P B S 96, 98 は、レンズ 102 を通して屈折した後、入射ビームが正確な角度で凹型の反射面 106 上に導かれ、空間的に相違する位置において衝突するような角度をつけて整合させる必要がある。もしも P B S が軸線方向に整合するとすれば、ビームは基本的に同じ点において集光され、液晶要素 104 によって独立して制御することはできない。

#### 【0044】

図 7 に示す好適実施例において、格子 100 は P B S 96, 98 が図 7 に示す位置に位置されている透過性格子として示されている。代替的に、反射性格子を使用しても良く、その場合 P B S は各チャンネルの入力ビームおよび出力ビームが矢印 18、109 によって指示する方向に沿って導かれるように位置されることが好ましい。

#### 【0045】

本発明の前述した実施例において、ピクセルは電圧が付与されて該ピクセルが偏光方向を回転させると付勢され、あるいは電圧が付与されないと付勢されなくて、横断する光線の偏光は何ら影響されないものとして説明されている。実際には、この説明は理想的な説明であり、それは一般に、たとえ何ら駆動電圧が付与されなくても、液晶材料の基本的な複屈折性のため、横行する光線信号には若干の偏光回転があるからである。従って、一般に、非付勢状態とは、たとえその状態が当該要素に対して電圧の付与を必要としたとしても、 $n$  がゼロを含まない整数であるとして  $2n$  の偏光回転が得られる場合に提供される状態を意味するものと理解される。そして、当該要素を付勢させるに要する「電圧」は非付勢状態と付勢状態との間で必要とされる電圧の差である。更に、ある要素を切り替えるために要する電圧は切り替えられつつある光線の波長の関数であり、従って、スイッチ制御装置はそのピクセルを横断している光線の波長に従って各ピクセルに正確な切り替え電圧を供給するようにプログラム化されることが好ましい。

#### 【0046】

図 1 A, 図 1 B, 図 2 A, および図 2 B において、液晶要素を通しての集光作用を示すために、光線ビームはスイッチの分散限界内のみで有限の幅を有するものとして示されている。P B S を含む入力および出力要素の通過については、判り易くするためにビームは該ビームの中心のみを通る一本の線で描いている。このように、ビームの幅は分散要素を通過するときに変化するものと図面から理解すべきという意味ではない。

#### 【0047】

偏光回転要素として液晶要素を使用して波長選択スイッチの前記好適実施例を説明してきたが、本発明は当該技術分野において既知のその他いずれか適当なタイプの制御された偏光回転要素も使用しても同等に作動可能であることが理解される。同様に、波長分散要

10

20

30

40

50

素として格子が使用されてきたが、本発明はいずれかその他のタイプの波長分散要素を使用しても同等に作動可能であることが理解される。同様に、光信号のための入力および出力手段を代表するものとして光ファイバを示してきたが、これは光情報を転送するには最も一般的な媒体であるということであって、本発明はこのタイプの入力および出力手段に限定される意図でないことが理解される。

#### 【0048】

当該技術分野の専門家には、本発明は特に先に示し、かつ説明してきたものに限定されないことが認められる。むしろ、本発明の範囲は前述した各種の特徴の組み合わせおよび細部組み合わせ、並びに当該技術分野の専門家には前記の説明を読めば思い当たるものであり、かつ従来技術に含まれていないそれらの変更や修正も包含するものである。

10

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0049】

【図1A】本発明の第一の好適実施例に従って構成され、かつ作用する波長選択光スイッチの異なる図面を概略的に示し、偏光分割平面から見た本装置の図面である。

【図1B】図1Aの装置と同じ装置を、偏光分割平面に対して直角に波長分散平面から見た図面である。

【図1C】1×2スイッチとして、あるいは反対方向に使用される場合2×1スイッチとして使用できるように、図1Aおよび図1Bに示す2×2スイッチを簡単に適合している例を概略的に示す。

【図1D】1×2スイッチとして、あるいは反対方向に使用される場合2×1スイッチとして使用できるように、図1Aおよび図1Bに示す2×2スイッチを簡単に適合している例を概略的に示す。

20

【図1E】偏光依存損失がスイッチのいずれかの位置に対して補正されている、本発明の別の好適実施例に従った波長選択光スイッチの更に別の実施例を概略的に示す。

【図2A】スイッチのサイズと複雑さとを低減するために反射面を使用している、本発明の別の好適実施例に従って構成され、かつ作動する波長選択光スイッチを概略的に示す。

【図2B】スイッチのサイズと複雑さとを低減するために反射面を使用している、本発明の別の好適実施例に従って構成され、かつ作動する波長選択光スイッチを概略的に示す。

【図3】図2Aおよび図2Bに示す実施例における入力/出力装置として複式ファイバコリメータの使用を概略的に示す。

30

【図4A】共通の分散要素を使用した、本発明の更に別の好適実施例による、積み重ねられた、マルチチャンネルの波長選択スイッチを概略的に示す。

【図4B】マルチ入力および出力ファイバが同じ光学要素を使用している、マルチ入力および出力を備えた、多重並列波長選択スイッチを概略的に示す。

【図5】図4Aに示すものと類似であるが、共通の焦点レンズと共通の液晶要素をまた使用している、本発明の更に別の好適実施例による積み重ねられた、多重並列チャンネル波長選択スイッチを概略的に示す。

【図6】共通の回折格子、焦点レンズおよび液晶要素を使用している、本発明の更に別の好適実施例による、積み重ねられた、マルチチャンネルの、反射式波長選択スイッチを概略的に示す。

40

【図7】図6に示すものと類似であるが、双方のチャンネルに対して共通の焦点レンズをまた使用している反射式波長選択スイッチを概略的に示す。

#### 【符号の説明】

#### 【0050】

- 10 入力光信号
- 12, 50 光ファイバ
- 14, 36 偏光ビームスプリッタ
- 15, 22, 33, 41 二分の一波長板
- 16, 32 回折格子
- 18, 30 レンズ

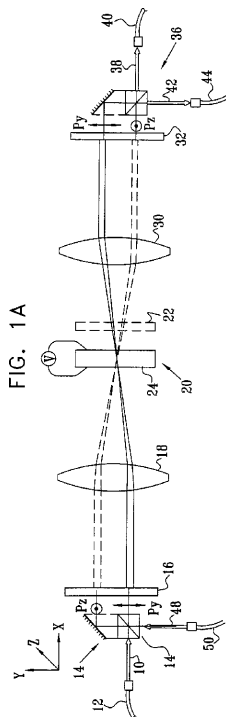
50

- 2 0 偏光回転要素
- 2 2 二分の一波長板
- 2 3 四分の一波長板
- 2 4 , 2 6 , 2 8 ピクセル
- 4 0 , 4 4 , 5 0 , 6 6 , 6 7 光ファイバ
- 4 2 , 4 8 ビーム
- 5 4 , 5 6 サーキュレータ
- 6 0 反射面
- 6 2 複式ファイバコリメータ
- 7 0 分散要素
- 7 2 , 7 3 , 7 4 , 7 5 レンズ
- 7 6 , 7 7 液晶アレイ
- 7 8 結合要素
- 7 9 トリプルファイバコリメータ
- 8 0 , 8 2 レンズ
- 8 4 液晶アレイ
- 9 0 格子
- 9 2 , 9 3 レンズ
- 9 4 液晶要素
- 9 5 コリメータ
- 9 6 , 9 8 ビームスプリッタ

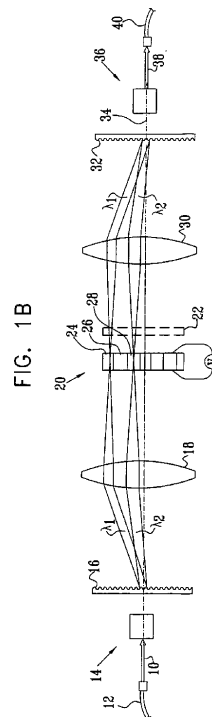
10

20

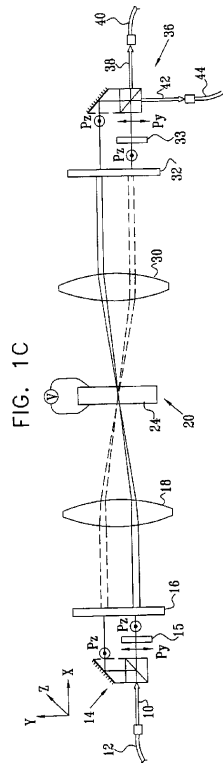
【図 1 A】



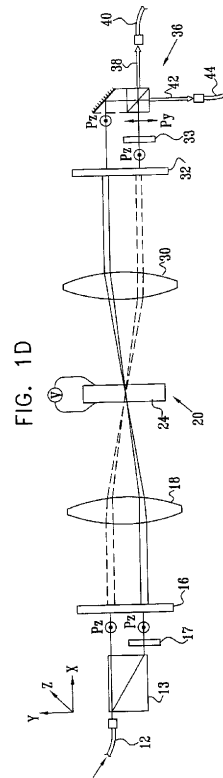
【図 1 B】



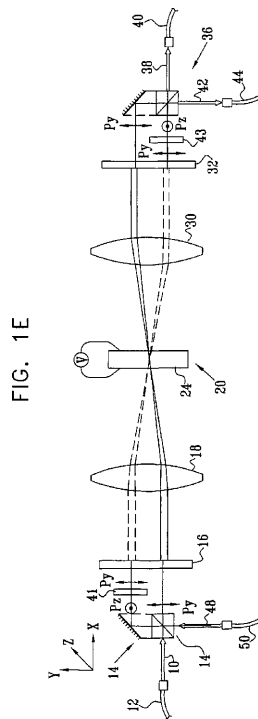
【図 1 C】



【図 1 D】

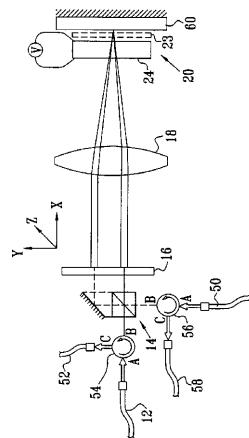


【図 1 E】



【図 2 A】

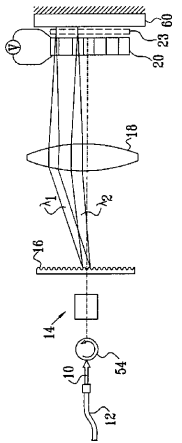
FIG. 2A





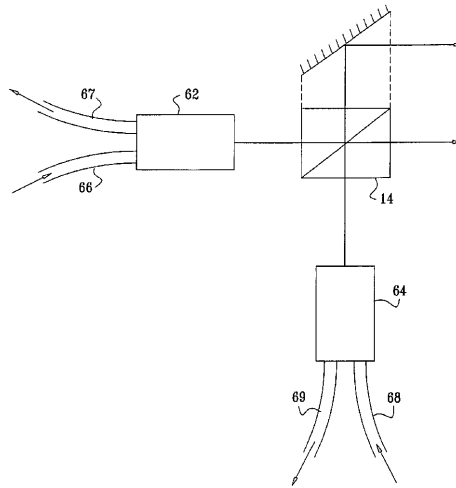
【図 2 B】

FIG. 2B



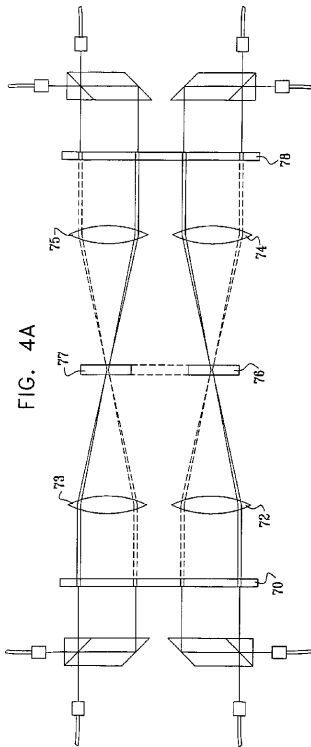
【図 3】

FIG. 3



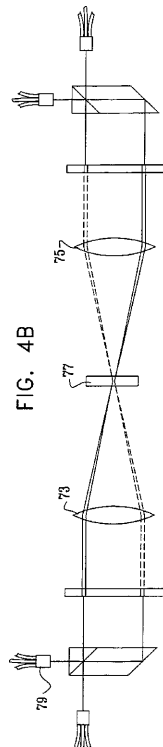
【図 4 A】

FIG. 4A



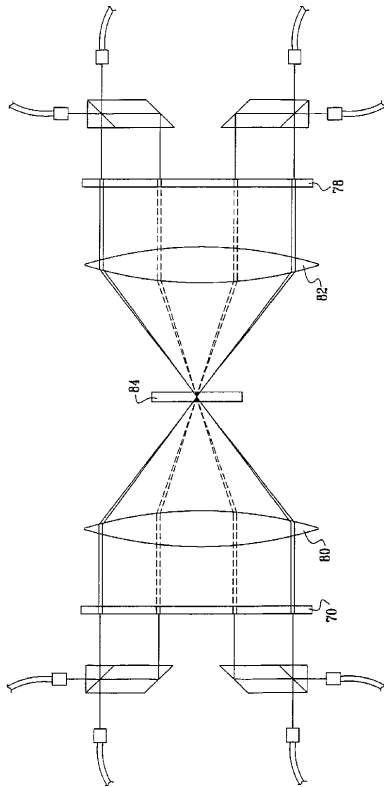
【図 4 B】

FIG. 4B



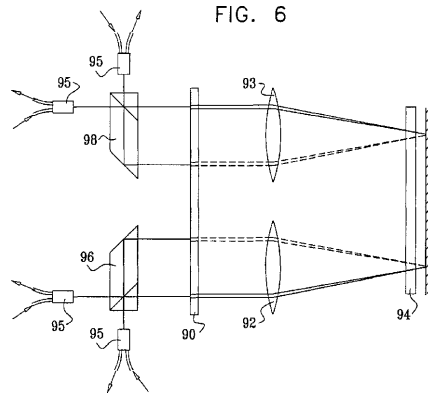
【図 5】

FIG. 5



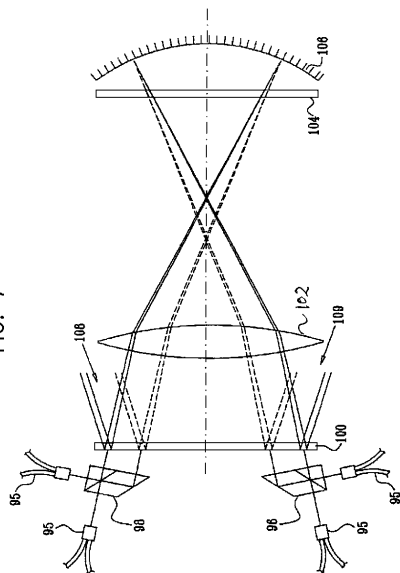
【図 6】

FIG. 6



【図 7】

FIG. 7



---

フロントページの続き

- (72)発明者 コーヘン、ジル  
アメリカ合衆国、ニュージャージー、リビングストン、 ノース リビングストン アベニュー  
172
- (72)発明者 シルバーバーグ、ヤーロン  
イスラエル国、レハヴィム、パーモント ストリート 18
- (72)発明者 コレム、ヨッシー  
イスラエル国、ベイト シェメシュ、ハシャツァブ ストリート 2エー

## 合議体

審判長 服部 秀男

審判官 田部 元史

審判官 三橋 健二

- (56)参考文献 国際公開第01/01173(WO, A1)  
特表平8-510564(JP, A)  
国際公開第01/18595(WO, A1)  
米国特許第5414540(US, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G02B27/28

G02F1/061

G02F1/13