(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第3887421号
(P3887421)
(45)発行日　平成19年2月28日(2007.2.28)　(24)登録日　平成18年12月1日(2006.12.1)

(51)Int.Cl.　F I
G02F 1/31 (2006.01)　G02F 1/31
G02F 1/35 (2006.01)　G02F 1/35

請求項の数 7　(全 9 頁)

(21)出願番号　特願平9-531446
(86)(22)出願日　平成9年3月3日(1997.3.3)
(65)公表番号　特表2000-506281(P2000-506281A)
(43)公表日　平成12年5月23日(2000.5.23)
(86)国際出願番号　PCT/EP1997/001064
(87)国際公開番号　WO1997/033192
(87)国際公開日　平成9年9月12日(1997.9.12)
審査請求日　平成15年2月27日(2003.2.27)
(31)優先権主張番号　19610656.7
(32)優先日　平成8年3月5日(1996.3.5)
(33)優先権主張国　ドイツ(DE)

(73)特許権者
ドイッチェ　テレコム　アーゲー
ドイツ．デー―５３１１３　ボン，フリードリヒ―エベルト―アレェ　１４０
(74)代理人
弁理士　岡部　正夫
(74)代理人
弁理士　加藤　伸晃
(74)代理人
弁理士　産形　和央
(74)代理人
弁理士　臼井　伸一
(74)代理人
弁理士　藤野　育男

最終頁に続く

(54)【発明の名称】電気的に切り替え可能な光子結晶からなる光学的多光路スイッチ

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
電気的に切り替え可能な光子結晶を含む光学的多光路スイッチであって、
長い極小のニードルからなり高精度光学的ミラーとしての働きをする整調可能な光子結晶で形成された光学的幾何学形状を有し、前記光学的幾何学形状に光バンド・ギャップとして動作する変形が、選択的に発生され、前記ニードル間の隙間を非線形光学的材料または液晶により充填し、反射に至るまでの前記光学的幾何学形状全体の光学的透過特性を、前記光学的幾何学形状に電極を設置して、強い電場をかけることにより、変化させることができ、前記光学的幾何学形状が、結晶諸領域の電場を個々に導くための分割された電極を更に備え、前記光学的幾何学形状の光学的透過特性を、反射に至るまで個々の結晶領域において個々に変化させることができ、前記光学的幾何学形状は、複数の固定光子結晶のミラーの間に配置され、該複数の固定光子結晶のミラーは光が前記光学的幾何学形状に所定の角度で当たるよう方向付けられており、前記光学的幾何学形状の透過特性を変化させることにより、個々の固定光子結晶のミラーを経由しての光の選択的な結合解除とともに、光学的スイッチ機能を行う、光学的多光路スイッチ。
【請求項２】
請求項１記載の光学的多光路スイッチにおいて、整調可能なミラーとして設計された光学的幾何学形状が固定光子結晶のミラー間の光路内に配置され、該固定光子結晶のミラーは光が２２．５度の角度でミラーにより反射されて、整調可能なミラーとして設計されている非線形材料で充填されている光子結晶の幾何学形状に４５度の角度で当たるような向き

に向けられており、透過に切り替えられた場合、整調可能なミラーとして働く光子結晶の幾何学形状が、光を自由に通過させ、または反射に切り替えられたとき、上記光子結晶の幾何学形状が、光を固定ミラーに正確に反射し、その後、上記固定ミラーが、ビームを相互に接続することができる二光路スイッチが形成されるように、光を後続導波管内に導入することを特徴とする、光学的多光路スイッチ。

【請求項３】

請求項１記載の光学的多光路スイッチにおいて、スイッチとして働き、非線形光学材料で充填された光子結晶が、電界プレートの間に設置されていることと；上記電界プレートが四つの個々の象限に分割され、配置されていることと；個々の象限の電場は別々に調節可能であり、それによりそれぞれの分割結晶は透過または反射に切り替え可能であり、光子結晶は入射ビームを無制限に通過させるかまたは所定の二方向のうちの一方向に反射することができ、それにより電気的に切り替え可能な三光路スイッチの機能を行うこととを特徴とする、光学的多光路スイッチ。

【請求項４】

請求項１記載の光学的多光路スイッチにおいて、いくつかの領域に分割された光子結晶を用いて一つの方向からの光を接続方向に導き、あるいは近くにある同様に制御可能な結晶へ導いてまた別の方向への分岐を形成するようにし、それによりカスケード接続のカプラ・スイッチとなすことを特徴とする、光学的多光路スイッチ。

【請求項５】

請求項１記載の光学的多光路スイッチにおいて、電気的に切り替え可能な光子結晶が、上記複数の電気的に切り替え可能な結晶が幾何学的に適合するように、長方形のパターンに従って４５度の角度で方向付ける光子ミラーに光を向けることを特徴とする、光学的多光路スイッチ。

【請求項６】

請求項１記載の光学的多光路スイッチにおいて、電気的に切り替え可能な光子結晶が、選択的に配置された変形により５つ以上の領域に分割され、それによって調整可能な結晶領域のより微細な分離を行うことができるようになり、また偏向した光の方向だけでなく強度も適合させることができるようになることを特徴とする、光学的多光路スイッチ。

【請求項７】

請求項１記載の光学的多光路スイッチにおいて、上記スイッチが、光を前記光学的幾何学形状を形成する光子結晶内に導入する、前記光子結晶に向けられた制御可能な光源により制御されることを特徴とする、光学的多光路スイッチ。

【発明の詳細な説明】

発明の説明

本発明の解決方法は、電気的に切り替え可能な光子結晶からなる光学的多光路スイッチによる方法である。

バンド・ギャップを有する光子結晶は、伝播方向によっては、あるいは伝播方向によらず、電磁波の伝播が禁止される二次元または三次元の誘電構造として周知の結晶である。

下記文献参照：

１］ジョンの、フィジカル・レビュー・レター、５８、２４８６（１９８７）
２］ヤブロノビッチの、フィジカル・レビュー・レター、５８、２０５８（１９８７）
３］Ｌ．マッコール、Ｐ．ｗ：プラッツマン、Ｒ．ダリチャオウク、Ｄ．スミス、Ｓ．シュルツの、フィジカル・レビュー・レター、６７、２０１７（１９９１）
４］Ｍ．レウング、Ｙ．Ｆ．リュウの、フィジカル・レビュー・レター、６５、２６４６（１９９０）
５］Ｌ．マッコール、Ａ．Ｆ．Ｊ．レビ、Ｒ．Ｅ．スラッシャー、Ｓ．Ｊ．ピアトン、Ｒ．Ａ．ロガンの、アプライド・フィジカル・レター、６０、２８９（１９９２）
６］ヤブロノビッチ、Ｔ．Ｍ．グミッタの、フィジカル・レビュー・レター、６３、１９５０（１９８９）
７］ヤブロノビッチ、Ｔ．Ｍ．グミッタ、Ｋ．Ｍ．レウングの、フィジカル・レビュー・

レター、６７、２２９５（１９９１）
８］Ｋ．Ｍ．ホウ、Ｃ．Ｔ．チャン、Ｃ．Ｍ．ソウコウリスの、フィジカル・レビュー・レター、６５、３１５２（１９９０）
計算およびマイクロウェーブ測定により、誘電マトリックス内の孔または誘電ロッドの面心立方あるいは二次元立方配置は、このようなバンド・ギャップを示すことが分かっている。
下記文献参照：
９］Ｓ．Ｙ．リン、Ａ．アージャバリンガンの、「コヒーレントなマイクロウェーブ遷移分光により調べた二次元光子結晶の光子結合状態」、アメリカ光学協会ジャーナル、“Photonic bound states in two-dimensional photonic cystals probed by coherent microwave transient spectrocopy,”J. Opt. Soc. Am. Ｂ／Ｖｏｌ　１１、Ｎｏ．１０（１９９４）、２１２４
１０］Ｓ．Ｙ．リン、Ｇ．アージャバリンガンの、「二次元光子結晶の電磁波のトンネル現象」、光学レター、“Tunneling of electromagnetic waves in two-dimensional photonic crystals”, Optics Letters Ｖｏｌ　１８、Ｎｏ．１９（１９９３）、６６６
１１］Ｄ．Ｒ．スミス、Ｓ．シュルツ、Ｓ．Ｌ．マッコール、Ｐ．Ｍ．プラッツマンの、「二次元周期光子格子の欠陥の研究」、現代光学ジャーナル、“Defect studies in a two-dimensional periodic photonic lattice”, Journal of Modern Optics Ｖｏｌ．４１、２（１９９４）３９５
１２］Ｃ．Ｃ．チェン、Ａ．シェラの、「光子バンド・ギャップを持つ結晶の製造」、真空科学技術ジャーナル“Fabrication of photonic bandgap crystals”, Vac. Sci. Technol（１９９５）、１１月／１２月出版予定
高い素子品質を確実に入手するには、６面だけで十分である［９］。この種の二次元および三次元構造体は、多くの場合、「光子結晶(photonic crystal)」と呼ばれる［２］。周知のように、これらの構造体は、電子ビーム誘導蒸着を使用するナノリソグラフィにより、高い精度で作ることができる。上記光子結晶の間隙が非線形（ノンリニア）光学材料または液晶で満たされ、全構造体が強力な電界内に置かれると、結晶中の光学的に活性な格子定数が、光路の変化によりある制限内で設定され得るようになり、それにより、素子のフィルタリング効果が電気的に変化する。ローコストで高度に集積された構成部品を製造することができる、乾式エッチング、拡散およびその後の元素注入による拡張シリル化プロセスを使用する製造方法も周知である。
光通信および無線通信に使用される整調（チューニング）可能なフィルタは、現在、そのフィルタリング効果が紫外線により特殊なファイバに作り込まれたブラッグ格子により得られる長い光ファイバの形で作られている。
１３］Ｒ．カシャプの「感光光ファイバ：装置と用途」光ファイバ技術、“Photosensitive optical fibers:Devices and applications”, Opt. Fibres Techn. １、１７～３４ページ（１９９４）
１４］Ｃ．クレマ、Ｈ．ハイゼ、Ｒ．メルツ、Ｍ．シンレ、Ｇ．シュルテロト、Ｈ．ウンザイチヒの、「偏光を起こさない光学的フィルタとしての、ＩｎＧａＡｓＰ／ＩｎＰ導波管上のブラッグ格子」、光波技術ジャーナル、“Bragg gratin gas on InGaAsP/InP-waveguides as polarization optical filters”, J. of Lightwave Techn. ７、１１、１６４（１９８９）
１５］Ｒ．Ｃ．アルファニス、Ｌ．Ｌ．ブール、Ｕ．コレン、Ｂ．Ｊ．ミラー、Ｍ．Ｇ．ヤング、Ｔ．Ｌ．コッホ、Ｃ．Ａ．ブルス、Ｇ．レイボンの、「広い範囲にわたって整調させることができるＩｎＧａＡｓＰ／ＩｎＰ埋設リブ導波管垂直カプラ・フィルタ」、応用物理レター、“Broadly tunabie InGaAsP/InP buried rib waveguide vertical coupler”, Appl. Phys. Lett. ６０、８、９８０（１９９２）
１６］Ｃ．ウー、Ｃ．ロランド、Ｆ．シェパード、Ｃ．ラロケ、Ｎ．プッツ、Ｋ．Ｄ．チック、Ｊ．Ｍ．クスの、「最適に設計された波長整調可能な、ＩｎＧａＡｓＰ／ＩｎＰ垂直カプラ・フィルタ」、ＩＥＥＥフォトニクス技術、“InGaAsP/InP vertical coupler f

ilter with optimally designed wavelength tunability”, IEEE Photonics Technol. ４、４、４５７（１９９３）
１７］Ｚ．Ｍ．チュアン、Ｌ．Ａ．コルドレンの、「格子補助同一方向カプラ・フィルタの高度波長整調」、ＩＥＥＥフォトニクス技術、“Enhanced wavelength tuning in grating assisted codiretional filter”, IEEE Photonics Technology Lett. レター、５、１０、１２１９（１９９３）
数ミリからセンチのかなりの長さにわたって、高い精度を持つ上記回折格子を製造することは、技術的に非常に難しいことである。電子ビーム・リソグラフィの際に通常起こるステッチング誤差を修正するのに特殊な手順が使用される。
１８］Ｈ．Ｗ．Ｐ．クープス、Ｊ．クレッツ、Ｍ．ウエバーの、「リソグラフィにおけるステッチング誤差を少なくするための複合リソグラフィ」、Ｐｒｏｃ ＥＩＰＢ ９４、真空科学技術ジャーナル、“Combined lithographies for the reduction of stitching errors in lithography”, Proc. EIPB 94, J, Vac. Sci. Technol. Ｂ．１２（６）（１９９４）、３２６５～３２６９ページ
１９］Ｂ．Ｈ．コエク、Ｔ．チショルム、Ａ．Ｊ．ファン・ラン、Ｊ．ロミジンの、「２０ナノメートル以下のステッチングおよびナノリソグラフィ用途用のオーバレイ」、日本応用物理学ジャーナル、“Sub 20nm stitching and overlay for nanolithography applications”, Jpn. J. Appl. Phys. Ｖｏｌ．３３（１９９４）、ｘｘｘ
２０］Ｖ．Ｖ．ウォン、Ｊ．Ｒ．フェレラ、Ｎ．Ｊ．ダマスク、Ｈ．Ｉ．スミスの、「非常にコヒーレントな電子ビーム書き込みブラッグ共振装置の製造と測定」、“Fabrication and measurement of highly coherent electron-beam-written Bragg resonators”, Ａｂｓｔｒａｃｔｓ ＥＩＰＢ ’９５、Ｓｃｏｔｔｓｄａｌｅ Ｎ３、３３１（１９９５）
ファイバ・フィルタおよびファイバ・カプラをマクロ光学装置に組み込む場合には、何時でも、ハイブリッド技術を使用するコネクタまたはスプライスを使用する必要がある。この方法では、構成部品を極めて小型にすることはできない。加法リソグラフィ(additive lithography)と呼ばれるプロセスは、コンピュータ制御電子ビーム誘導蒸着を使用して、ナノメートルの精度で、誘電材料から作った長い極小のニードル（複数）の、二次元および三次元構成として設計された極小光子結晶を作成する。
２１］Ｈ．Ｗ．Ｐ．クープス、Ｒ．ウェイル、Ｄ．Ｐ．カーン、Ｔ．Ｈ．バウムの、「高解像度電子ビーム誘導蒸着」、電子、イオンおよび光子ビームに関する３１回国際シンポジューム議事録３１、真空科学技術ジャーナル、“High resolution electron beam induced deposition”, Proc. 31st Int. Symp. on Electron, Ion, and Photon Beams, J. Vac. Sci. Technol. Ｂ（１）（１９８８）、４７７
これらの結晶は、光路内に直接挿入することができる。電子ビームの位置、移動時間および移動方向を高精度でコンピュータ制御すると、ほとんどすべての必要とする結晶の形を作ることができ、目的とする光学的用途が必要とする選択的な変形を行うことができる。それにより、結晶の構造体の光学的特性を必要なニーズに適合させることができる。高い屈折率を持つニードル構造体に非線形光学材料を充填することにより、
下記文献参照：
２２］Ｍ．エイク、Ｈ．ルーザ、Ｄ．Ｙ．ユーン、Ｒ．トイグ、Ｇ．Ｃ．ブジュルクルンドの、「極性を持つ有機モノマー・ガラスでの第二高調波の発生」、アメリカ光学学会ジャーナル、“Second harmonic generation in poled organic monomeric glasses”, J. Ppt. Soc. Am. Ｂ、６、８（１９８９）
２３］Ｍ．エイク、Ａ．セン、Ｈ．ルーザ、Ｄ．Ｙ．ユーンの、「新規共有機能化アモルファス非直線ポリマーのコロナ・ポーリングおよびリアルタイムの第二高調波の発生」、応用物理ジャーナル、“Corona poling and real time second harmonic generation study of a novel covalently functionalized nonlinear polymer”, J. Appl. Phys. ６６、６（１９８９）
２４］Ｍ．エイク、Ｇ．Ｃ．ブジャルクルンド、Ｄ．Ｙ．ユーンの、「二次非線形光学の

極性を持つアモルファス・ポリマー」、高度技術用ポリマー、“Poled amorphous polymers of second order nonlinear optics”, Polymers for Advanced Technologies. １、８９（１９９０）
または、高い屈折率を持つニードル構造体を液晶で満たすことにより、
下記文献参照：
２５］Ｒ．ビレンヘイド、Ｍ．エイク、Ｄ．Ａ．ユングバウエル、Ｏ．ハーマンションヘール、Ｋ．ストール、Ｊ．Ｈ．ウエンドルフの、「誘電弛緩、電気－光学弛緩および切り替え学習を使用する、液晶側鎖ポリマーの再配向プロセスの分析」、Ｍｏｌ　結晶、液晶、“Analysis of reorientational processes in liquid crystalline side chain polymers using dielctric relaxation, electro-optical relaxation and switching studies”, Mol. Cryst. Liq. Cryst. １７７、１３（１９８９）
および、充填した構造体に強い電界をかけることにより、結晶中の光路、およびその特性を電気的に設定することができる。そうすることにより、光学的透過特性を微細に変化させることができ、反射方向のような光学的ミラー効果、および恐らく反射強度も微細に変化させることができる。上記素子は非常に高い品質を持ち、また非常にサイズが小さいので（そのサイズは、長さも、幅も、高さも数ミクロンである）、このようなフィルタおよびミラーを備えた光学的装置および回路は、高い集積密度で集積することができる。
さらに、微粒子ビームを使用する多重ビーム書き込みシステムを使用する解決方法も周知である。上記方法を使用すれば、加法リソグラフィにより、もっとも安いコストで、オプトエレクトニクス装置および光学的集積回路を製造することができる。
２６］Ｈ．クープスの、１９７４年のドイツ特許出願Ｐ２４４６　７８９．８－３３、「プレパラートの粒子放射用の粒子ビーム光学装置」、“Korpuskularstrahloptisches Gerat zur Korpuskelbestrahlung eines Praparates”１９７７年５月４日付の米国特許第４０２１６７４号
２７］Ｈ．クープスの、１９７４年のドイツ特許出願Ｐ２４６０　７１６．７、「プレパラートの粒子放射用の粒子ビーム光学装置」、“Korpuskularstrahloptisches Gerat zur Korpuskelbestrahlung eines Praparates”１９７６年１２月３０日付のドイツ特許
２８］Ｈ．クープスの、１９７４年のドイツ特許出願Ｐ２４６０　７１５．６、「重なり合った多くの平らな要素を有するサンプルの形態のプレパラートの粒子放射用の粒子ビーム光学装置」、“Korpuskularstrahloptisches Gerat zur Korpuskelbestrahlung eines Praparates in Form eines Flachenmusters mit mehreren untereinander gleichen Flachenelementen”１９７９年１０月３１日付のドイツ特許
２９］Ｈ．クープスの、１９７５年のドイツ特許出願Ｐ２５１５　５５０．４、「照射されるプレパラート上のマスクを写像するための粒子ビーム光学装置」、“Korpuskularstrahloptisches Gerat zur Abbildung einer Mask auf ein zu bestrahlendes Praparat”１９７７年５月１８日付のドイツ特許
３０］Ｍ．リューブ、Ｈ．Ｗ．Ｐ．クープス、Ｔ．チュディの、「縮小映像プロジェクタでの電子ビーム誘導蒸着」、マイクロエレクトロニック．エンジニアリング“Electron beam induced deposition in a reducing image projector”, Microelectronic Engineering. ９（１９８９）、２５１～２５４ページ
３１］Ｈ．エルスナ、Ｈ．Ｊ．ドエリング、Ｈ．シャケ、Ｇ．ダーム、Ｈ．Ｗ．Ｐ．クープスの、「効率的露出を行うための高度多重ビーム成形ダイアグラム」、マクロエレクトロニック・エンジニアリング“Advanced multiple beam-shaping diaphragm for efficient exposure”, Microelectronic Engineering. ２３（１９９４）、８５～８８ページ
本発明の目的は、電気的に整調（チューニング）させることができる光子結晶を使用して、それにより集積密度が高く、損失が少ないスイッチ装置（切り替え装置）を設計することである。
本発明によれば、電子ビーム誘導蒸着またはナノリソグラフィを使用することにより、高い屈折率を持つ誘電体材料から、二次元または三次元の光子結晶が作られる。光子結晶は、三次元の誘電構造体であり、その中では、伝播方向がどの方向であっても、特定の波長

の範囲の電磁波が禁止される。バンド・ギャップを持ち、一つまたはそれ以上の帯域幅の狭い透過周波数範囲を持つこれら光子結晶は、その設計次第で、狭帯域フィルタとして動作する。計算およびマイクロウェーブ測定により、誘電マトリックス内の孔または誘電ロッドの面心立方または二次元立方構成は、上記バンド・ギャップを示すことが分かっている。高い素子品質を確実に入手するには、６面だけで十分である。

光路内に直接、ナノメートルの精度で、誘電材料から作った長い極小のニードルの二次元および三次元の装置を組み込むために、加法リソグラフィと呼ばれるプロセスが使用される。電子ビームの位置、移動時間および移動方向を高精度でコンピュータ制御できるので、ほとんどすべての必要とする結晶の幾何学形状を作ることができ、目的とする光学的用途が必要とする選択的な変形を行うことができる。それにより、結晶の構造体の光学的特性を必要なニーズに適合させることができる。ナノリソグラフィ手順および乾式エッチングを使用する拡張シリル化プロセスにより、類似の構造体を製造することもできる。

ニードル間の隙間に非線形光学材料を充填することにより、また結晶を電界内に置くことにより、上記装置をある波長の範囲内で電気的に整調（チューニング）することができ、高い精度で調整することができる。上記構造体を充填するための液晶材料を使用することにより、広い周波数範囲にわたってフィルタを同調（チューニング）させることができる。充填材として液晶を使用することにより、フィルタは中間速度スイッチとして動作することができる。このようにして、非線形材料で充填された結晶から切り替え可能なミラーを作ることができる。

本発明のスイッチは、整調可能な光子結晶（複数）からできている。上記結晶は、高精度光学的ミラーとしての働きをする長い極小のニードルからなる。上記ニードルは、光子に対してバンド・ギャップの働きをする変形がその内部に選択的に形成される光学的幾何学形状を作るためのものである。ニードル間の間隙は、非線形光学材料または液晶により充填される光学的幾何学形状に電極を適当に配置することにより、すなわち、強い電界を掛けることにより幾何学形状全体の光学的透過特性を、反射に至るまで変化させることができる。光学的幾何学形状の個々の結晶エリアの電界を別々に制御するために、分割した電極を更に配置することにより、個々の結晶のエリアで、光学的幾何学形状を同時に別々に反射に至るまで変化させることができる。固定光子ミラーは、光が上記ミラーを通して結合したり、結合解除したりすることができるように、光学的幾何学形状の個々の方向領域に対してある角度で、光路内に直接設置される。このようにして、光学的幾何学形状の透過特性を変化させることによって、個々の固定光子ミラーを経由しての光の選択的な結合解除とともに、光学的スイッチの機能を実行する。図１は、単一モードの導波管の狭帯域幅フィルタとして使用される整調可能な光子結晶の略図である。

この原理に基づいて、光学的に調整可能な低損失の二光路スイッチを、例えば、図２に示すように設計することができる。そうするために、整調可能なミラーとしての働きをする光学的幾何学形状が複数の固定光子ミラー間の光路内に設置される。上記ミラーは、光を２２．５度の角度で反射し、光を「非線形材料で充填された、整調可能なミラーとして動作する光子結晶の光学的幾何学形状」に４５度の角度で当たるような方向に向ける。同調可能なミラーとしての働きをする光子結晶の光学的幾何学形状を透過方向に切り替えれば、光は自由に通過することができる。同調可能なミラーとして働いている光子結晶の幾何学形状を反射方向に切り替えると、光は固定ミラーに正確に反射され、後続導波管に導入される。この種の構成部品は、切り替えネットワークで使用され、サービス選択を行う。この技術で使用される集積密度は非常に高くなる。何故なら、ミラーおよびフィルタ・スイッチで構成されている装置は、長さも幅も１２ミクロン以下であるからである。

結晶領域の電界プレートが四つの部分からできている場合には、四つの結晶象限を交互に切り替えることにより透過および反射をどちらか半分に設定することができる。このようにして、相互にビーム光路の方向が９０度ずつ異なっている素子からなる、図３の三光路スイッチを設計することができる。

より微小な構造の電界プレートの間の結晶領域での、透過および反射を選択的に切り替えることによって、ビームの強度も電子制御の下で分割することができる。

スイッチの電気的設定に影響を与える他の可能性としては、非線形光学的材料で充填された結晶に向けられた制御可能な光源により、追加の光を光子結晶内に導入するという方法がある。そうすることにより、ギガヘルツ帯の高い方の領域で、急速な切り替えを行うことができる。このプロセス中、光を上下の空間から導波管光案内面に向けてもよい。それにより、切り替えを行う光と、切り替えられた光とを別々の面に案内できる。

図４は、電気的に個々に整調可能な、光子結晶領域からなる数個の三光路スイッチと光子結晶からなる偏向ミラーとで構成される電気的に制御可能な多光路スイッチの略図である。この装置は、したがって調整可能な帯域フィルタを備える光子結晶領域からできている、極小の切り替え可能な四路指向性カプラからなる、カスケード接続のカプラ・スイッチを構成する。図５は、電気的に切り替え可能な多光路スイッチの略図である。後者は、電気的に個々に同調可能な光子結晶領域からなる、数個の三光路スイッチを含み、したがって、調整可能な帯域フィルタを備える極小の切り替え可能な四光路指向性カプラからなる、カスケード接続のカプラ・スイッチを構成している。

上記装置は、例えば、ミラー、移相器、および反射器のような、類似または異なる集積構成部品と組み合わせて、光学的信号処理用の集積回路、および集積密度が高い光学的コンピュータを作ることができる。また、機密保護機能を行い、また光ファイバを通してデータ通信試験を行うための固定または可変測定回路を作ることもできる。

本発明の解決方法は、集積技術により設計され、高い集積密度を持つ、新規で電気的に制御可能なスイッチのアレイ（配列）である。上記スイッチのアレイは、少なくとも二つの光学的光路の間で電圧および／または光を切り替えたり、相互に接続する働きをする。高集積技術を使用したために、素子をコンピュータ回路のような光学的光路内に挿入するのにスペースを必要としない。

【図１】

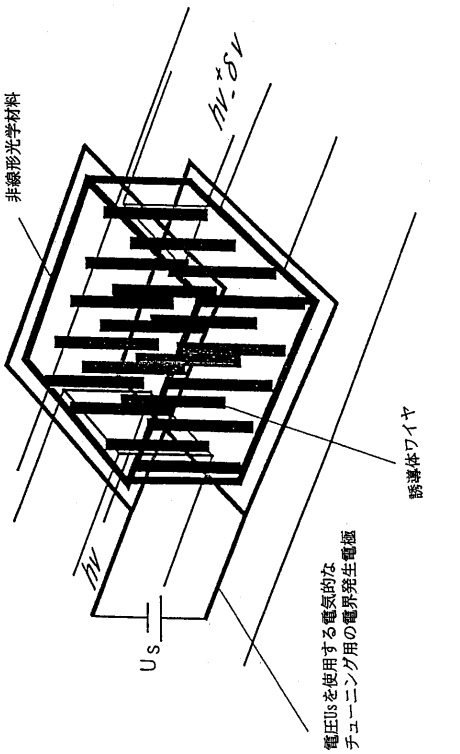

Fig.1

【図２】

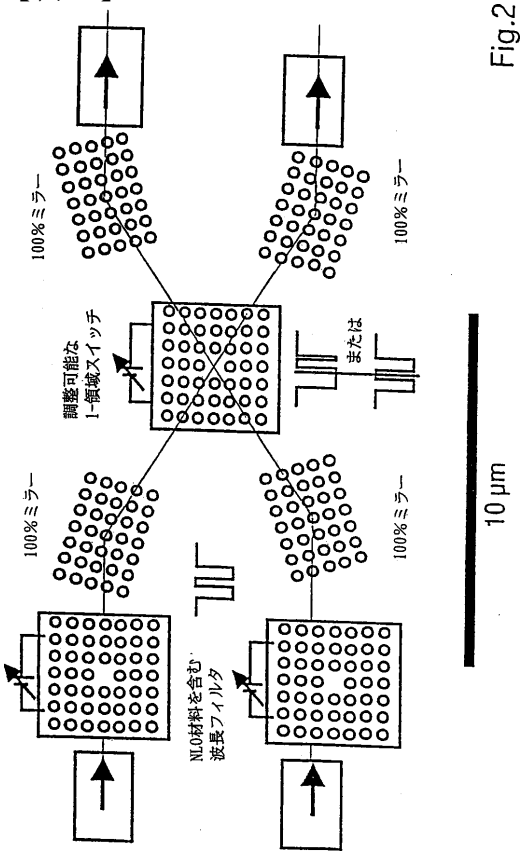

Fig.2

【図３】

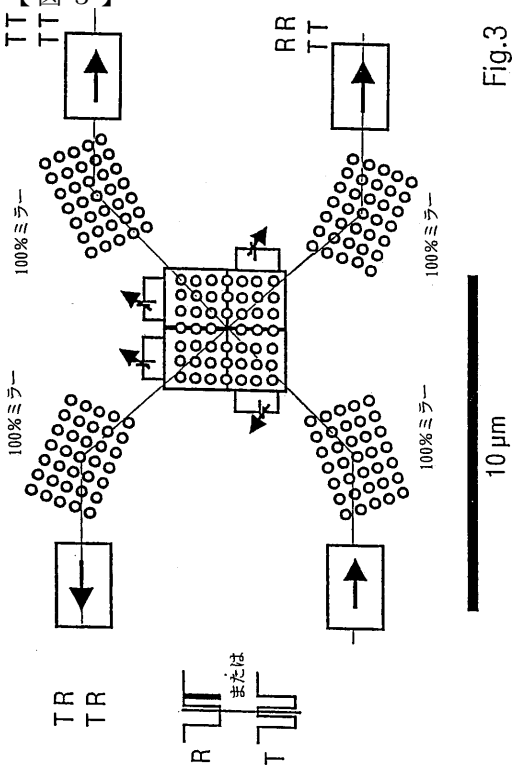

Fig.3

【図４】

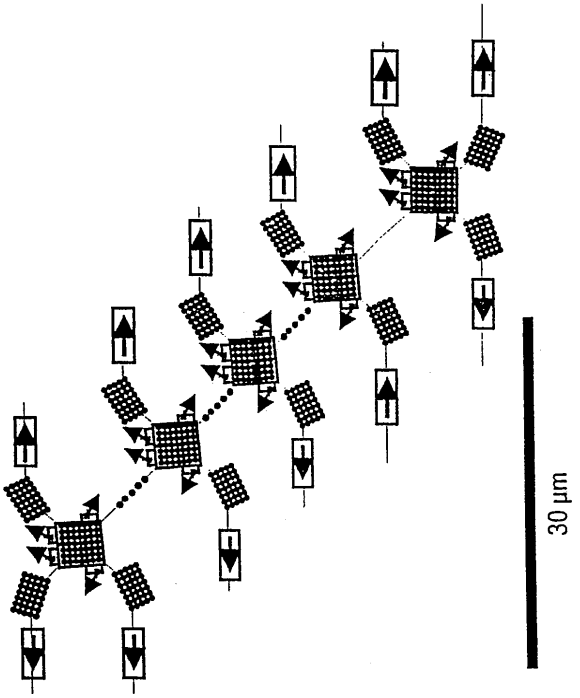

Fig.4

【図５】

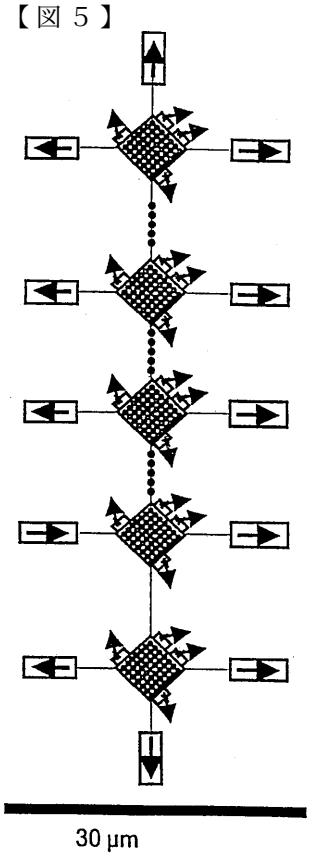

Fig.5

フロントページの続き

(74)代理人
弁理士 越智 隆夫
(74)代理人
弁理士 本宮 照久
(74)代理人
弁理士 高梨 憲通
(74)代理人
弁理士 朝日 伸光
(74)代理人
弁理士 高橋 誠一郎
(74)代理人
弁理士 吉澤 弘司
(72)発明者 コープス，ハンス，ヴィルフリート，ペーター
ドイツ．デー―６４３７２ オーバー―ラムシュタット，エルンスト―ルードヴィッヒ―シュトラッセ １６

審査官 小林 和幸

(56)参考文献 特開平０６－２４２３１３（ＪＰ，Ａ）
国際公開第９４／１６３４５（WO，Ａ１）
Hans W.P.Koops et al., Characterization and Application of Materials Grown by Electron-Beam-Induced Deposition , Jpn. J. Appl. Phys., 日本, Japan Society of Applied Physics , １９９４年１２月, Vol.33, Part1, No.12B , P.7099-7107

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
G02F 1/29 - 1/39
G02F 1/00 - 1/125
G02B 6/12 - 6/14
JST7580(JDream2)
JSTPlus(JDream2)