

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4407264号
(P4407264)

(45) 発行日 平成22年2月3日(2010.2.3)

(24) 登録日 平成21年11月20日(2009.11.20)

(51) Int. Cl. F I
G O 2 B 26/08 (2006.01) G O 2 B 26/08 J
B 8 1 B 3/00 (2006.01) B 8 1 B 3/00

請求項の数 7 (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2003-411364 (P2003-411364)	(73) 特許権者	000006507
(22) 出願日	平成15年12月10日(2003.12.10)		横河電機株式会社
(65) 公開番号	特開2005-173074 (P2005-173074A)		東京都武蔵野市中町2丁目9番32号
(43) 公開日	平成17年6月30日(2005.6.30)	(72) 発明者	官崎 俊一
審査請求日	平成18年6月2日(2006.6.2)		東京都武蔵野市中町2丁目9番32号 横河電機株式会社内
		(72) 発明者	三浦 明
			東京都武蔵野市中町2丁目9番32号 横河電機株式会社内
		(72) 発明者	小林 信治
			東京都武蔵野市中町2丁目9番32号 横河電機株式会社内
		(72) 発明者	岡 貞治
			東京都武蔵野市中町2丁目9番32号 横河電機株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光路制御素子およびその製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

S i 基板の平面に対してエッチングにより所定の深さに形成された丸穴と、この丸穴を覆って基板上に形成された光導波路と、前記丸穴の上の光導波路上に形成された上部電極と、前記丸穴の底部に形成された下部電極と、前記上部，下部電極間に電圧を印加する電圧印加手段を備え、前記上部，下部電極間に印加する電圧を制御して静電吸引力を変化させ、その静電吸引力によって前記丸穴を覆う部分の光導波路を丸穴側へおわん状に撓むように構成し、前記光導波路に入射した光の進行方向が前記おわんが撓んでいない場合は直進し、前記おわんが撓んだ場合は前記光の進行方向が変化するようにしたことを特徴とする光路制御素子。

【請求項2】

S i 基板の平面に対してエッチングにより所定の深さに形成された複数の丸穴と、これらの丸穴を覆って基板上に形成された光導波路と、前記複数の丸穴の上の光導波路上にそれぞれ形成された上部電極と、前記複数の丸穴の底部に形成された下部電極と、前記複数の上部，下部電極間に電圧を印加する電圧印加手段を備え、前記上部，下部電極間に印加する電圧を制御して静電吸引力を変化させ、その静電吸引力によって前記複数の丸穴を覆う部分の光導波路を丸穴側へおわん状に撓むように構成し、前記光導波路に入射した光の進行方向が前記おわんが撓んでいない場合は直進し、前記おわんが撓んだ場合は前記光の進行方向が変化するようにしたことを特徴とする光路制御素子。

【請求項3】

前記基板に形成された複数の丸穴は格子状に配置され、前記基板の一辺に複数の入射手段を設け、他の辺に複数の出射手段を設けたことを特徴とする請求項 2 記載の光路制御素子。

【請求項 4】

前記上部電極は、前記複数の丸穴の上部の光導波路上にそれぞれ形成されており、前記電圧印加手段により上部電極の中の任意の電極に印加する電圧を制御して上部、下部電極間の静電吸引力を変化させ、光導波路の撓みの大きさをえるように構成したことを特徴とする請求項 2 記載の光路制御素子。

【請求項 5】

Si 基板の平面に対してエッチングにより所定の深さに形成された複数の丸穴と、これらの丸穴を覆って基板上に形成された光導波路と、前記複数の丸穴の上の光導波路上にそれぞれ形成された上部電極と、前記複数の丸穴の底部に形成された下部電極と、前記基板の一辺に配置され波長の異なる複数の光からなる多重光が入射する少なくとも 1 個の入射手段と、この入射手段の後段に配置され前記入射手段から出射した光が入射するマイクロプリズムと、前記基板の他の辺に配置され前記光導波路から出射した光を入射する複数の出射手段と、前記複数の上部、下部電極間に電圧を印加する電圧印加手段を備え、

前記上部電極の中の任意の電極に印加する電圧を制御して上部、下部電極間の静電吸引力を変化させ、その静電吸引力によって前記複数の丸穴を覆う部分の光導波路を丸穴側へおわん状に撓むように構成し、前記光導波路に入射した光の進行方向が前記おわんが撓んでいない場合は直進し、前記おわんが撓んだ場合は前記光の進行方向が変化するようにし、前記多重光が前記マイクロプリズムを介して前記光導波路に入射し、前記導波路に配置された前記おわんの撓みにより進行方向が変化した光を前記複数の出射手段に出射するようにしたことを特徴とする光路制御素子。

【請求項 6】

前記基板として Poly-Si、SiO₂、SiN の膜を堆積させた Si 基板を用い、前記光導波路としてポリイミド膜を用いたことを特徴とする請求項 1, 2, 3, 5 のいずれかに記載の光路制御素子。

【請求項 7】

下記の工程により作製したことを特徴とする光路制御素子の製造方法

工程 a : Si 基板 1 の一方の面に Si 酸化膜 1 b、Si 窒化膜 1 c、Si 酸化膜 1 b、ポリイミド 1 a を順次積層する。ポリイミド 1 a の両面にはポリイミド 1 a より屈折率の低い物質を形成して光導波路とする。また、他方の面にも Si 酸化膜を形成し、この Si 酸化膜の一部を除去してマスク 1 0 を形成する。

工程 b : マスク 1 0 が形成された面をヒドラジンを含むエッチング液を用いて底部が前記 Si 酸化膜 1 b に達する丸穴 2 a を形成する。

工程 c : 丸穴 2 a を形成した側の面を機械研磨を含む手段を用いて除去し、丸穴 2 a の深さを調整する。

工程 d : ガラス 4 の一方の面に下部電極 3 を形成する。

工程 e : 工程 d で ガラス 4 に形成した下部電極 3 側を陽極接合を含む手段を用いて Si 基板 1 の丸穴 2 a が形成された側に貼付する。

工程 f : 丸穴 2 a の上に上部電極 5 を形成すると共に上部電極パッド 5 a を丸穴 2 a の近傍に形成して上部電極 5 と接続する。

工程 g : ポリイミド膜 1 a が形成された面の上から下部電極 3 に達する穴を形成して導電部材 3 c を埋め込み、その導電部材 3 c に接続してポリイミド膜 1 a 上に下部電極パッド 3 b を形成する。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、将来の高速光通信の光ルータ等に用いて好適な光路制御素子に関し、詳しくは光導波路を進行する光の進路を制御するようにした光路制御素子に関するものである。

【背景技術】

【0002】

静電吸引力を用いて光導波路を変位させて光の進行方向を切換える先行技術としては以下のようなものがある。

【0003】

【特許文献1】特開平6-160750号公報

【特許文献2】特開2000-199870号公報

【0004】

図5は従来的高速光通信の光ルータ等に用いられている光路制御素子(光スイッチ)の要部構成を示す平面図である。

図5において、20は正方形に形成された例えばSi基板であり、この基板の左辺には入力ポートが設けられ、光ファイバおよびコリメータレンズからなるn(図では7)個の入射手段21a~21gがアレイ状に配置されている。

また、この基板の下辺には出力ポートが設けられ、同様の光ファイバおよびコリメータレンズからなるn(図では7)個の出射手段22a~22gがアレイ状に配置されている。

【0005】

23a~23gは基板平面に対して垂直に、かつ、光の進行方向に対して45度傾けて立てられたマイクロミラーで、入射手段21a~21gから出射した光がこれらのマイクロミラーで反射して出力ポートに配置された出射手段22a~22gに出射するように配置されている。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

ところで、上述の従来光スイッチでは、光の進行方向を変えるために、あらかじめ用意された入射側、および出射側に存在する複数の入射手段(セルフオティックレンズ付光ファイバ)に対して、複数の2次元ミラーを構成する必要がある。しかしながら、このような構成においては次のような問題点があった。

【0007】

1)2次元ミラーにするためには、2次元平面状に作製されたミラーを、ピンセット等である角度で立てる必要があり、かつ、この作業を複数のミラーについて実施するため、作製工数、及び素子としての信頼性にかける。

【0008】

2)ミラー角度が固定であることから、任意の入射手段から入射した光を任意の出射手段から出射できない。

本発明は上記の問題点を同時に満足したもので、作製工数、及び素子としての信頼性を向上させ、任意の入射手段から入射した光を任意の出射手段から出射できるようにした光路制御素子を実現することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0009】

上記課題を解決するために、本発明の請求項1の光路制御素子においては、

Si基板の平面に対してエッチングにより所定の深さに形成された丸穴と、この丸穴を覆って基板上に形成された光導波路と、前記丸穴の上の光導波路上に形成された上部電極と、前記丸穴の底部に形成された下部電極と、前記上部、下部電極間に電圧を印加する電圧印加手段を備え、前記上部、下部電極間に印加する電圧を制御して静電吸引力を変化させ、その静電吸引力によって前記丸穴を覆う部分の光導波路を丸穴側へおわん状に撓むように構成し、前記光導波路に入射した光の進行方向が前記おわんが撓んでいない場合は直進し、前記おわんが撓んだ場合は前記光の進行方向が変化するようにしたことを特徴とする。

【0010】

10

20

30

40

50

請求項 2 の光路制御素子においては、

Si 基板の平面に対してエッチングにより所定の深さに形成された複数の丸穴と、これらの丸穴を覆って基板上に形成された光導波路と、前記複数の丸穴の上の光導波路上にそれぞれ形成された上部電極と、前記複数の丸穴の底部に形成された下部電極と、前記複数の上部、下部電極間に電圧を印加する電圧印加手段を備え、前記上部、下部電極間に印加する電圧を制御して静電吸引力を変化させ、その静電吸引力によって前記複数の丸穴を覆う部分の光導波路を丸穴側へおわん状に撓むように構成し、前記光導波路に入射した光の進行方向が前記おわんが撓んでいない場合は直進し、前記おわんが撓んだ場合は前記光の進行方向が変化するようにしたことを特徴とする。

【0011】

10

請求項 3 においては、請求項 2 記載の光路制御素子において、

前記基板に形成された複数の丸穴は格子状に配置され、前記基板の一辺に複数の入射手段を設け、他の辺に複数の出射手段を設けたことを特徴とする。

【0012】

請求項 4 においては、請求項 2 記載の光路制御素子において、

前記上部電極は、前記複数の丸穴の上部の光導波路上にそれぞれ形成されており、前記電圧印加手段により上部電極の中の任意の電極に印加する電圧を制御して上部、下部電極間の静電吸引力を変化させ、光導波路の撓みの大きさをえるように構成したことを特徴とする。

【0013】

20

請求項 5 の光路制御素子においては、

Si 基板の平面に対してエッチングにより所定の深さに形成された複数の丸穴と、これらの丸穴を覆って基板上に形成された光導波路と、前記複数の丸穴の上の光導波路上にそれぞれ形成された上部電極と、前記複数の丸穴の底部に形成された下部電極と、前記基板の一辺に配置され波長の異なる複数の光からなる多重光が入射する少なくとも 1 個の入射手段と、この入射手段の後段に配置され前記入射手段から出射した光が入射するマイクロプリズムと、前記基板の他の辺に配置され前記光導波路から出射した光を入射する複数の出射手段と、前記複数の上部、下部電極間に電圧を印加する電圧印加手段を備え、

前記上部電極の内の任意の電極に印加する電圧を制御して上部、下部電極間の静電吸引力を変化させ、その静電吸引力によって前記複数の丸穴を覆う部分の光導波路を丸穴側へおわん状に撓むように構成し、前記光導波路に入射した光の進行方向が前記おわんが撓んでいない場合は直進し、前記おわんが撓んだ場合は前記光の進行方向が変化するようにし、前記多重光が前記マイクロプリズムを介して前記光導波路に入射し、前記導波路に配置された前記おわんの撓みにより進行方向が変化した光を前記複数の出射手段に出射するようにしたことを特徴とする。

30

【0014】

請求項 6 においては、請求項 1, 2, 3, 5 のいずれかに記載の光路制御素子において、

前記基板として Poly-Si、SiO₂、SiN の膜を堆積させた Si 基板を用い、前記光導波路としてポリイミド膜を用いたことを特徴とする。

40

【0015】

請求項 7 においては、

下記の工程により作製したことを特徴とする光路制御素子の製造方法

工程 a : Si 基板 1 の一方の面に Si 酸化膜 1 b、Si 窒化膜 1 c、Si 酸化膜 1 b、ポリイミド 1 a を順次積層する。ポリイミド 1 a の両面にはポリイミド 1 a より屈折率の低い物質を形成して光導波路とする。また、他方の面にも Si 酸化膜を形成し、この Si 酸化膜の一部を除去してマスク 1 0 を形成する。

工程 b : マスク 1 0 が形成された面をヒドラジンを含むエッチング液を用いて底部が前記 Si 酸化膜 1 b に達する丸穴 2 a を形成する。

工程 c : 丸穴 2 a を形成した側の面を機械研磨を含む手段を用いて除去し、丸穴 2 a の

50

深さを調整する。

工程 d : ガラス 4 の一方の面に下部電極 3 を形成する。

工程 e : 工程 d でガラス 4 に形成した下部電極 3 側を陽極接合を含む手段を用いて S i 基板 1 の丸穴 2 a が形成された側に貼付する。

工程 f : 丸穴 2 a の上に上部電極 5 を形成すると共に上部電極パッド 5 a を丸穴 2 a の近傍に形成して上部電極 5 と接続する。

工程 g : ポリイミド膜 1 a が形成された面の上から下部電極 3 に達する穴を形成して導電部材 3 c を埋め込み、その導電部材 3 c に接続してポリイミド膜 1 a 上に下部電極パッド 3 b を形成する。

【発明の効果】

【0019】

本発明によれば次のような効果がある。

本発明の請求項 1 の光路制御素子においては、

上部、下部電極間に印加する電圧を制御して静電吸引力を変化させ、その静電吸引力によって丸穴を覆う部分の光導波路を丸穴側へおわん状に撓むように構成し、光導波路に入射した光の進行方向がおわんが撓んでいない場合は直進し、おわんが撓んだ場合は光の進行方向が変化するようにしたので、撓みの大きさを変化させることで、任意の方向に光の進行方向を変えることができる。

【0020】

請求項 2, 3, 4 の光路制御素子においては、

S i 基板の平面に対してエッチングにより所定の深さに形成された複数の丸穴と、これらの丸穴を覆って基板上に形成された光導波路と、複数の丸穴の上の光導波路上にそれぞれ形成された上部電極と、複数の丸穴の底部に形成された下部電極と、複数の上部、下部電極間に電圧を印加する電圧印加手段を備えている。

基板に形成された複数の丸穴は格子状に配置され、基板の一端に複数の入射手段を設け、他の一端に複数の出射手段を設けている。上部電極は、複数の丸穴の上の光導波路上にそれぞれ形成されており、電圧印加手段により複数の上部電極の中の任意の電極に電圧が印加される。その電圧を制御して上部、下部電極間の静電吸引力を変化させ、光導波路の撓みの大きさを変えることにより、制御の自由度が高く、小型で、信頼性に富んだ光路制御素子を実現することができる。

【0021】

請求項 5 においては、

S i 基板の平面に対してエッチングにより所定の深さに形成された複数の丸穴と、これらの丸穴を覆って基板上に形成された光導波路と、複数の丸穴の上の光導波路上にそれぞれ形成された上部電極と、複数の丸穴の底部に形成された下部電極と、基板の一辺に配置され波長の異なる複数の光からなる多重光が入射する少なくとも 1 個の入射手段と、この入射手段の後段に配置され入射手段から出射した光が入射するマイクロプリズムと、基板の他の辺に配置され光導波路から出射した光を入射する複数の出射手段と、複数の上部、下部電極間に電圧を印加する電圧印加手段を備え、

上部電極の内の任意の電極に印加する電圧を制御して上部、下部電極間の静電吸引力を変化させ、その静電吸引力によって前記複数の丸穴を覆う部分の光導波路を丸穴側へおわん状に撓むように構成し、光導波路に入射した光の進行方向がおわんが撓んでいない場合は直進し、おわんが撓んだ場合は光の進行方向が変化するようにし、多重光が前記マイクロプリズムを介して光導波路に入射し、光導波路に配置されたおわんの撓みにより進行方向が変化した光を複数の出射手段に出射するようにしたことにより、ある限定された波長帯域の光を任意の出力ポートから出力することができる。

【0022】

請求項 6 においては、

請求項 1, 2, 3, 5 のいずれかに記載の光路制御素子において、

基板として Poly-Si、SiO₂、SiN の膜を堆積させた S i 基板を用い、光導

10

20

30

40

50

波路としてポリイミド膜を用いた基板としてPoly-Si、SiO₂、SiNの膜を堆積させたSi基板を用い、前記導波路としてポリイミドを用いたので、小型で、信頼性に富んだ光スイッチが実現できる。

【0023】

請求項7においては、

工程a：Si基板1の一方の面にSi酸化膜1b、Si窒化膜1c、Si酸化膜1b、ポリイミド1aを順次積層する。ポリイミド1aの両面にはポリイミド1aより屈折率の低い物質を形成して光導波路とする。また、他方の面にもSi酸化膜を形成し、このSi酸化膜の一部を除去してマスク10を形成する。

工程b：マスク10が形成された面をヒドラジンを含むエッチング液を用いて底部が前記Si酸化膜1bに達する丸穴2aを形成する。

工程c：丸穴2aを形成した側の面を機械研磨を含む手段を用いて除去し、丸穴2aの深さを調整する。

工程d：ガラス4の一方の面に下部電極3を形成する。

工程e：工程dでガラス4に形成した下部電極3側を陽極接合を含む手段を用いてSi基板1の丸穴2aが形成された側に貼付する。

工程f：丸穴2aの上に上部電極5を形成すると共に上部電極パッド5aを丸穴2aの近傍に形成して上部電極5と接続する。

工程g：ポリイミド膜1aが形成された面の上から下部電極3に達する穴を形成して導電部材3cを埋め込み、その導電部材3cに接続してポリイミド膜1a上に下部電極パッド3bを形成する。

ので、小型で、信頼性に富んだ光スイッチを実現できる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0025】

次に、本発明に係る光路制御素子の実施形態の一例について、図面を参照して説明する。

はじめに図2を用いて本発明で用いるフェルマーの定理「光導波路中を進む光は、光線が曲面の測地線すなわち2点を結ぶ最短距離の曲線に従って進む」について説明する。

図2(a, b, c)はおわん状に変形した曲面の側面に入射した光の進行方向を示すもので、図(a)はおわんの斜視図、図(b)は球からおわんを切出すときのカット面の位置、図(c)はおわんの平面図を示している。

【0026】

図2(a)において、矢印a方向から入射した光はおわんの曲面Aの部分を通り矢印a'方向に出射する。この場合、図(c)の平面図に示すように光は見かけ上直進することになる。

次に、図(c)に示すように中心から距離H離れた位置で図(a)の矢印bの位置に入射した光は曲面B'の部分を通り矢印b'方向に出射する。この場合、図(c)の平面図に示すように光は矢印a方向から入射した場合に比較して、' '進行方向が変化した状態で出射することになる。

【0027】

即ち、おわんの深さを変えたりおわんに入射する光の位置を変えることにより任意の方向に出射させることができる。

図1(a)は本発明の実施形態の一例を示す要部平面図、図(b)は図1(a)の一部を拡大して示すX-X断面図である。これらの図において図5に示す従来例と同一要素には同一符号を付している。Si基板1には断面が台形状の複数の微細空間2が形成されており、この微細空間2の底部には一方の面の全面に下部電極3が設けられたガラス4が取り付けられて密閉されている。

【0028】

また、基板1には酸化膜1b、窒化膜1c、酸化膜1b、ポリイミド膜1aが順次積層されており、微細空間2の上のポリイミド膜1a上には円状の上部電極5が形成されている。また、上部電極5の近傍のポリイミド膜1a上には上部電極パッド5aが形成され、

10

20

30

40

50

さらにポリイミド膜 1 a 上には下部電極 3 に接続するように下部電極 3 a が形成されている。なお、ポリイミド膜 1 a の両面にはポリイミド膜 1 a より屈折率の低い物質が形成されており（図示省略）光導波路として機能する。

電圧印加手段 8 は上部電極 5、下部電極 3 の各電極間に電圧を印加するものであり、その電圧を制御する機能及びアルゴリズム機能を有している。

【 0 0 2 9 】

上述の構成において、上部電極 5 と下部電極 3 間に電圧を印加すると、これら上部、下部電極間に静電吸引力 P が働き、光導波路 1 a に撓み T が生じおわん状の窪みとなる。

その結果、先に説明したフェルマーの定理に基づいて 2 次元平面内で光導波路 1 a 内を直進する光の進行方向が変わる。進行方向の制御は電極 3 に印加する電圧の大きさやおわん状の窪みへ入射する光ビームの入射位置又は光ビームの径を制御することによって行なうことができる。なお、光ビームの入射位置又は光ビームの径を制御する手段は図では省略する。

【 0 0 3 0 】

図 1 (a) において、微細空間 2 (図 1 b 参照) 上の上部電極 5 は入射手段 2 1 a ~ 2 1 g および出射手段 2 2 a ~ 2 2 g から延長された光導波路 1 a 上のクロスポイントにそれぞれ複数 (図では 4 9) 個形成されており、入射する光に対して微細空間 (図示の例では円) 2 の中心は適当にずれた位置に配置されているものとする (なお、光は平面状に形成された光導波路 1 a の中を直進するように一定方向に偏向されている) 。

【 0 0 3 1 】

上述の構成において、任意の位置の入射手段 2 1 へ入った光は、2 次元平面内の光導波路内を直進するが、クロスポイントに存在する上部電極 5 及び下部電極 3 間に電極パッド 5 a , 3 a を介して電圧を印加すると電極間に静電吸引力 P が生じる。その結果、光導波路 1 a の縦方向に撓み T (おわん状の窪み) が発生することから 2 次元平面内で光の進行方向が変わる。

【 0 0 3 2 】

この光の進行方向の制御は加える電圧の大きさや入射する光ビームの入射位置又は光ビームの径を制御することによって行なう。なお、図では光の進行方向が上部電極 5 の中心で変化するように表示しているが実際には前述のフェルマーの定理に基づいて微細穴の曲面を進んで変化する。

【 0 0 3 3 】

従って、複数の入射出射手段に対して、複数の微細穴を格子状に配置して、任意の位置の電極に対して電圧印加手段 8 から適切なアルゴリズムを使って電圧を加えて静電吸引力を最適制御することで、入射手段 2 1 からの光を、任意の出射手段 2 2 に高速で、損失なく光を導くことができる。

【 0 0 3 4 】

図 1 (a) は上部電極 5 のうち電極 (1 - 4 , 2 - 5 , 5 - 6 , 6 - 7) と下部電極 3 間のみに電圧が印加されてこの部分におわん状の撓みが発生している状態を示している。

このような状態において、入射手段 2 1 a から入射した光ビームは電極 1 - 4 と 2 - 5 で進行方向を変えられ、出力ポートに配置された出射手段 2 2 c に入射する。また、入射手段 2 1 e から入射した光ビームは電極 5 - 6 と 6 - 7 で進行方向を変えられ、出力ポートに配置された出射手段 2 2 a に入射する。

【 0 0 3 5 】

図 3 (a ~ f) は図 1 (a , b) に示す光路制御素子の製作工程を示す要部断面図である。工程に従って説明する。

工程 a において、S i 基板 1 の一方の面に酸化膜 1 b、窒化膜 1 c、酸化膜 1 b、ポリイミド 1 a を順次積層する。このポリイミド 1 a の両面にはポリイミド 1 a より屈折率の低い物質 (図示省略) を形成して光導波路とする。また、他方の面にも酸化膜を形成し、この酸化膜の一部を除去してマスク 1 0 を形成する。

【 0 0 3 6 】

工程 b において、マスク 10 が形成された面をヒドラジンなどのエッチング液を用いて穴 2 a を形成する。

【 0 0 3 7 】

工程 c において、穴 2 a を形成した側の面を機械研磨や同等の手段を用いて除去し、穴 2 a の深さを調整する。

【 0 0 3 8 】

工程 d において、一方の面に下部電極 3 が形成されたガラス 4 を作製する。

【 0 0 3 9 】

工程 e において、工程 d で作製したガラス 4 の電極 3 側を陽極接合などを用いて穴 2 a が形成された側の基板 1 に貼付する。

10

【 0 0 4 0 】

工程 f において、穴 2 a の上に上部電極 5 を形成すると共に上部電極パッド 5 a を穴 2 a の近傍に形成して上部電極 5 と接続する。

次に、ポリイミド膜 1 a が形成された面の上から下部電極 3 に達する穴を形成して導電部材 3 c を埋め込み、その導電部材 3 c に接続してポリイミド膜 1 a 上に下部電極パッド 3 b を形成する。

なお、微小空間（穴）2 a の厚さ t は数 μm 、空間の直径 k は数 100 μm 程度である。

【 0 0 4 1 】

図 4 は請求項 7 に関する実施形態の一例を示す要部平面図である。図 1 と同一要素には同一符号を付している。即ち、基板 1 の線分 Y - Y' で示す右側の部分には図 3 に示すものと同様の光導波路や微細穴、上部、下部電極が形成されており、また、線分 Y - Y' で示す左側の部分は段差が設けられ光導波路 1 a の端部から光が入射可能とされている。

20

なお、この実施例においても上部、下部電極に電圧を印加するための電圧制御機能とアルゴリズムにより駆動される電圧印加手段 8 を備えている。

【 0 0 4 2 】

この実施例においては、入射ポート側には一つの入射手段 2 1 a が配置され、後段にプリズム 3 0 が配置されており、入射手段 2 1 には 1 ~ n の異なる波長を有する光が入射する（図では 2 種類の波長の光が 2 方向に分岐した状態を示している）。

【 0 0 4 3 】

30

上記の構成において、入射手段 2 1 から出射した光はプリズム 3 0 に入射してプリズムのもつ波長分散効果で波長ごとに分光される。プリズム 3 0 から出射した光は基板 1 上に形成された光導波路 1 a に入射して直進する。この光は微細穴（図示省略）と光導波路で形成されたおわん状の窪みで進行方向が変化する。

即ち、微細穴を隔てて対向して配置された複数の上部電極 5 の内の任意の電極と、下部電極 3（図 1 b 参照）に印加する電圧を制御して静電吸引力を変化させ、光導波路で形成されるおわん状の窪みの深さを変化させて光導波路の進行方向を変化させることにより、任意の出射手段 2 2 から分光した波長の光を出射することができる。

【 0 0 4 4 】

図 4 においては、P 1 で示す波長の光が 4 - 3 の電極と 5 - 4 で示す電極のところで進行方向が変化して出射手段 2 2 d に入射し、P 2 で示す波長の光が 5 - 5 で示す電極のところで進行方向が変化して出射手段 2 2 c に入射している状態を示している。

40

【 0 0 4 5 】

本発明の以上の説明は、説明および例示を目的として特定の好適な実施例を示したに過ぎない。したがって本発明はその本質から逸脱せずに多くの変更、変形をなし得ることは当業者に明らかである。例えば本実施例では上部電極 5 の形状は円形として説明したが三角や楕円でもよい。更に、本実施例では上部電極 5 を 7 × 5 として表示したが上部電極はこの実施例に限ることなくより多く形成すればスムーズに光の進行方向を制御することができる。

特許請求の範囲の欄の記載により定義される本発明の範囲は、その範囲内の変更、変形

50

を包含するものとする。

【図面の簡単な説明】

【0046】

【図1】本発明に係る光路制御素子の実施形態の一例を示す平面図及び一部拡大断面図である。

【図2】本発明の原理を示す説明図である。

【図3】本発明の光路制御素子の製作工程を示す断面図である。

【図4】他の実施形態を示す平面図である。

【図5】従来の光路制御素子の一例を示す平面図である。

【符号の説明】

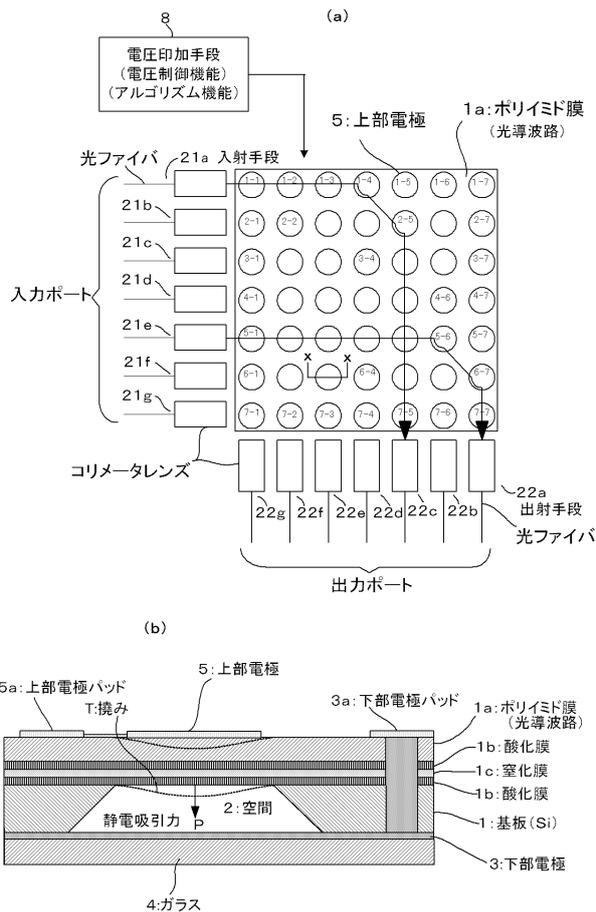
【0047】

- 1 基板
- 1 a 光導波路
- 1 b 酸化膜
- 1 c 窒化膜
- 2 微細空間（穴）
- 3 下部電極
- 3 a 下部電極パッド
- 4 ガラス
- 5 上部電極
- 5 a 電極パッド
- 10 マスク
- 21 入射手段
- 22 出射手段
- 30 プリズム

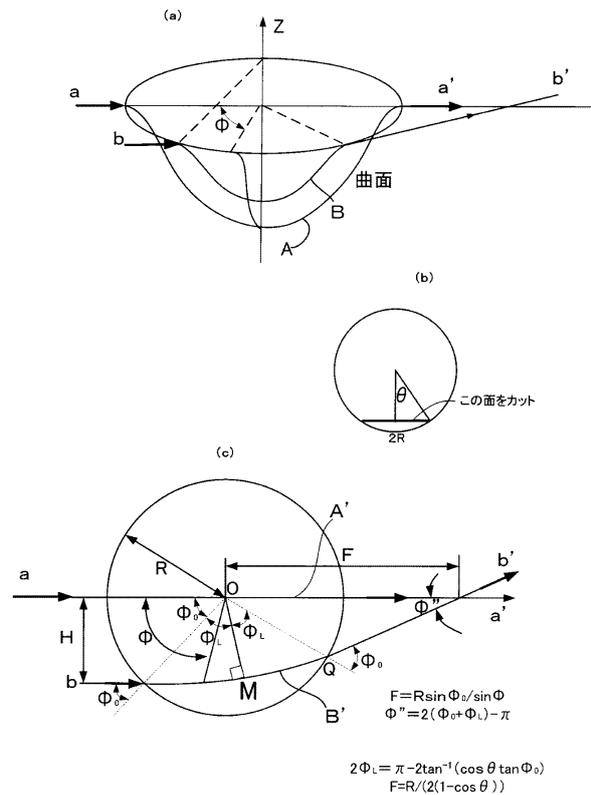
10

20

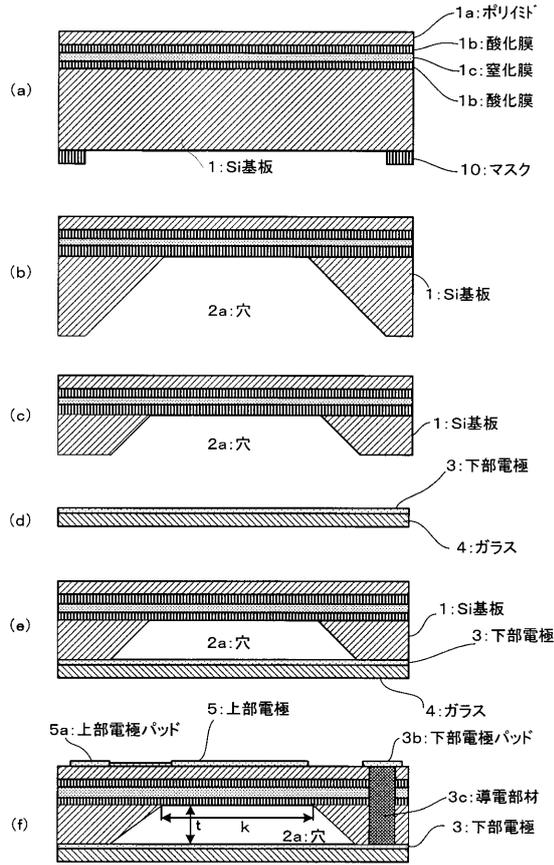
【図1】



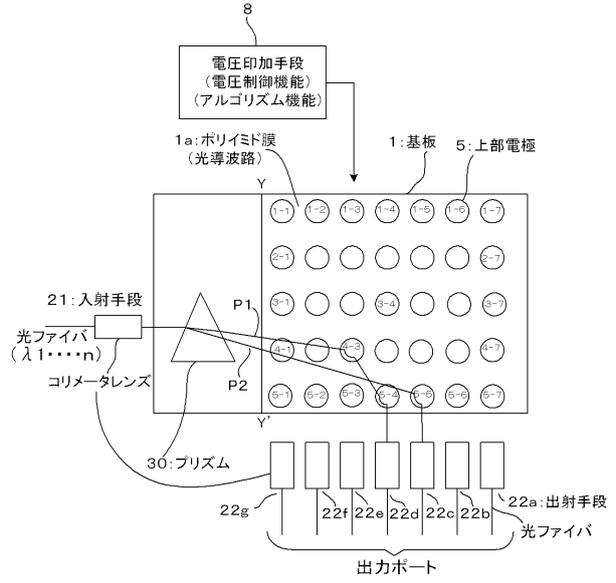
【図2】



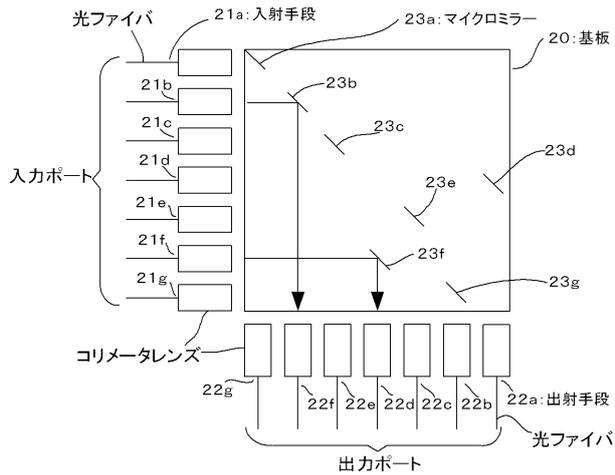
【図3】



【図4】



【図5】



フロントページの続き

- (72)発明者 藤田 忠重
東京都武蔵野市中町2丁目9番32号 横河電機株式会社内
- (72)発明者 八木原 剛
東京都武蔵野市中町2丁目9番32号 横河電機株式会社内
- (72)発明者 鈴木 隆司
東京都武蔵野市中町2丁目9番32号 横河電機株式会社内
- (72)発明者 佐藤 千恵
東京都武蔵野市中町2丁目9番32号 横河電機株式会社内

審査官 植田 高盛

- (56)参考文献 特開平02-025823(JP,A)
特開昭56-109306(JP,A)
特開2004-219788(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G02B 26/00 - 26/08