(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号

特許第5568236号
(P5568236)

(45)発行日　平成26年8月6日(2014.8.6)　(24)登録日　平成26年6月27日(2014.6.27)

(51)Int.Cl.		F I		
G02B 6/293	(2006.01)	G02B	6/28	C
G02B 6/42	(2006.01)	G02B	6/42	
G02B 27/10	(2006.01)	G02B	27/10	

請求項の数 20　(全 14 頁)

(21)出願番号	特願2008-523033 (P2008-523033)
(86)(22)出願日	平成18年7月24日 (2006.7.24)
(65)公表番号	特表2009-503567 (P2009-503567A)
(43)公表日	平成21年1月29日 (2009.1.29)
(86)国際出願番号	PCT/US2006/028610
(87)国際公開番号	WO2007/014125
(87)国際公開日	平成19年2月1日 (2007.2.1)
審査請求日	平成21年7月22日 (2009.7.22)
(31)優先権主張番号	60/701,505
(32)優先日	平成17年7月22日 (2005.7.22)
(33)優先権主張国	米国(US)
(31)優先権主張番号	11/295,720
(32)優先日	平成17年12月7日 (2005.12.7)
(33)優先権主張国	米国(US)

(73)特許権者　508021772
デジタルオプティクス・コーポレイション・イースト
ＤｉｇｉｔａｌＯｐｔｉｃｓ Ｃｏｒｐｏｒａｔｉｏｎ Ｅａｓｔ
アメリカ合衆国２８２６２ノースカロライナ州シャーロット、デイビッド・テイラー・ドライブ９８１５番
(74)代理人　100101454
弁理士　山田　卓二
(74)代理人　100081422
弁理士　田中　光雄
(74)代理人　100098280
弁理士　石野　正弘

最終頁に続く

(54)【発明の名称】光波長分割カプラおよび関連方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

光アセンブリであって、

第１および第２の表面を有する第１の透明基板と、

実質的に平行な第３および第４の表面を有する第２の透明基板と、

第２の透明基板上にある反射部と、

第１の透明基板と反射部との間にあって、入射光ビームをフィルタ処理する複数のフィルタと、

複数のフィルタおよび反射部が第２の透明基板内でバウンスキャビティを構成し、

複数のフィルタを反射部に対して所定の角度で正確に位置合わせする機構と、

前記機構は、複数のフィルタのそれぞれのフィルタに関し、フィルタと実装表面の間にあって、フィルタの一部のみに当接するスタンドオフを有し、

第１および第２の基板の一方の上にある光ビームを受ける入射ポートと、

第１および第２の基板の一方の上にある光ビームを送る出射ポートと、

バウンスキャビティに入射される光ビームに傾斜を与える手段とを備えたことを特徴とする光アセンブリ。

【請求項２】

請求項１に記載の光アセンブリであって、

傾斜を与える手段は、複数のプリズムを有することを特徴とする光アセンブリ。

【請求項３】

請求項１に記載の光アセンブリであって、
傾斜を与える手段は、複数の回折部品を有することを特徴とする光アセンブリ。
【請求項４】
請求項１に記載の光アセンブリであって、
傾斜を与える手段は、傾斜した表面であることを特徴とする光アセンブリ。
【請求項５】
請求項１に記載の光アセンブリであって、
スタンドオフは、所定位置に形成された少なくとも２つのスタンドオフを含み、フィルタに所定量の傾斜を与えるための高さを有することを特徴とする光アセンブリ。
【請求項６】
請求項１に記載の光アセンブリであって、
バウンスキャビティに入射される光ビームをコリメートするコリメートレンズを備えたことを特徴とする光アセンブリ。
【請求項７】
請求項６に記載の光アセンブリであって、
入射ポートおよび出射ポートの一方が第４の表面上の透明部分であることを特徴とする光アセンブリ。
【請求項８】
請求項６に記載の光アセンブリであって、
傾斜を与える手段は、第１および第２の基板の間にあることを特徴とする光アセンブリ。
【請求項９】
請求項８に記載の光アセンブリであって、
傾斜を与える手段は、複数のリソグラフ部品を有することを特徴とする光アセンブリ。
【請求項１０】
請求項８に記載の光アセンブリであって、
傾斜を与える手段は、複数のプリズムを有することを特徴とする光アセンブリ。
【請求項１１】
請求項６に記載の光アセンブリであって、
複数のフィルタが固定された表面の上にある回折レンズをさらに有することを特徴とする光アセンブリ。
【請求項１２】
請求項１１に記載の光アセンブリであって、
回折レンズを充填し、複数のフィルタを固定する接着材料をさらに有することを特徴とする光アセンブリ。
【請求項１３】
請求項７に記載の光アセンブリであって、
傾斜を与える手段は、入射ポートおよび複数のフィルタの間にあることを特徴とする光アセンブリ。
【請求項１４】
請求項７に記載の光アセンブリであって、
第４の表面は平坦であることを特徴とする光アセンブリ。
【請求項１５】
請求項１３に記載の光アセンブリであって、
入射ポートおよび出射ポートは第１の表面上にあることを特徴とする光アセンブリ。
【請求項１６】
光アセンブリを作製する方法であって、
第１および第２の表面を有する第１の透明基板を提供するステップと、
実質的に平行な第３および第４の表面を有する第２の透明基板を提供するステップと、
第２の透明基板の第４の表面上に反射部を設けて、第２の透明基板内にバウンスキャビ

ティを形成するステップと、
第１の透明基板とバウンスキャビティとの間に複数のフィルタを設けるステップと、
複数のフィルタを反射部に対して所定の角度にある方向に正確に位置合わせする機構を形成するステップと、
前記機構は、複数のフィルタのそれぞれのフィルタに関し、フィルタと実装表面の間にあって、フィルタの一部のみに当接するスタンドオフを有し、
バウンスキャビティに入射される光ビームに傾斜を与える手段を提供するステップとを有することを特徴とする方法。
【請求項１７】
請求項１６に記載の方法であって、
接合させるステップの前に、複数のフィルタを第３の表面上に実装するためのスタンドオフを設けるステップをさらに有することを特徴とする方法。
【請求項１８】
請求項１７に記載の方法であって、
スタンドオフを設けるステップは、リソグラフ技術を用いて部品を形成するステップを有することを特徴とする方法。
【請求項１９】
請求項１７に記載の方法であって、
スタンドオフ上を含めて、第３の表面に接着材料を供給するステップを有することを特徴とする方法。
【請求項２０】
請求項１９に記載の方法であって、
接合させるステップは、フィルタを室温の接着材料に当接させて、第２の基板を加熱するステップを有することを特徴とする方法。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、光波長分割カプラ、とりわけ集積型カプラに関し、さらにその製造方法に関する。
【背景技術】
【０００２】
光合波器（光マルチプレクサ，optical multiplexer）／光分波器（光デマルチプレクサ，optical demultiplexer）が当業者に広く知られている。例えば、同一の譲渡人に譲渡された米国特許第6,684,010号（すべての目的において、ここに参考に一体のものとして統合される）を参照されたい。図１は、この米国特許の発明に係る実施形態のマルチプレクサの概略的な断面図を示す。光源１０４ａ～１０４ｄからなるアレイは、面発光レーザ（Vertical Cavity Surface Emitting Lasers，VCSEL）が基板１０２上に形成されている。光源アレイ１０４から出力された光はそれぞれ、複数のコリメート／屈折部品１１２を有する第１の光学的ブロック１１０に向かって進む。光源アレイ１０４は、ここではエッチングされたシリコンとして図示されたスペーサ１０６を介して、第１の光学的ブロック１１０から分離されている。コリメートされた、あるいは屈折した光は、複数のフィルタ１２２のうち、それぞれの光の波長に応じたフィルタに入射する。フィルタ１２２は、好適には、第２の光学的ブロック１２０の上に実装または形成されているが、個別の中間的な光学的ブロックの上に設けてもよい。
【０００３】
フィルタ１２２を通過した光は、反射部品１２４を有する光学的ブロック１２０の対向表面に進む。この特定の構成において、光学的ブロック１２０の対向表面はさらに、光をファイバ１３０上に集光するための集光／屈折部品１２６を有し、図１に示すように、ファイバ容器１３２または他のファイバマウント内に、この集光／屈折部品を収容してもよい。択一的には、ファイバは、ＭＴ－ＲＪ、ＭＴＰ、またはＬＣなどのコネクタ内のモジ

ュールに外付けされたコネクタであってもよい。反射部品１２４で反射した光は、光学的ブロック１２０の入射面に向かって反射し、複数のフィルタ１２２からなる別のフィルタ上に入射する。各フィルタは特定の波長を有する光だけを透過し、光源アレイ１０４は異なる波長を有する複数の光源を有するので、光源の出力において対応するフィルタ以外のすべてのフィルタは、光学的ブロック１２０の他の表面に向かって光を反射する。それぞれの対応するフィルタにより、対応する光源からの光は透過して、光学的ブロック１２０に入射する。

【０００４】

この構造を図２に示すように分解して、構成部品を見ると、カプラを構成する６つの平行な表面、すなわち表面１０，２０，３０，４０，５０，６０があることが理解される。別々のフィルタ１１２ａ～１１２ｄを実装するとき、フィルタと表面の間に任意の粒子、例えば埃があると、傾斜が生じ、ファイバに対する出射ビームまたは検出器に対する入射ビームの位置が変化する。４００μｍオーダの幅を有するフィルタを取り扱う場合、０．２μｍの粒子であっても、１分以上の傾斜が生じ得る。

【発明の開示】

【０００５】

本発明は、関連技術が有する制約および不都合に起因する１つまたはそれ以上の問題点を実質的に解消する集積型カプラに関するものである。

【０００６】

本発明に係る実施形態の１つの特徴は、フィルタの傾斜が低減されたカプラを提供することにある。

【０００７】

本発明に係る実施形態の別の特徴は、フィルタの傾斜が低減されたカプラを作製する方法を提供することにある。

【０００８】

本発明に係る実施形態のさらに別の特徴は、低減された傾斜角度でフィルタを実装するための手段を提供することにある。

【０００９】

上述の特徴および利点の少なくとも１つおよび他の特徴および利点が、少なくとも２つの平行な表面を有するサブアセンブリと、前記少なくとも２つの平行な表面のうちの一方の実装表面に隣接するフィルタと、フィルタと実装表面の間にあって、フィルタの一部のみに当接するスタンドオフと、スタンドオフおよびフィルタを固定する手段とを備えた光アセンブリを提供することにより実現される。

【００１０】

スタンドオフは、少なくとも２つのスタンドオフを有していてもよい。この少なくとも２つのスタンドオフは、三角形パターン形状に配置された３つのスタンドオフであってもよい。スタンドオフは、所定位置に形成され、フィルタに所定量の傾斜を与えるための高さを有する。傾斜量は５分であってもよい。固定する機構は、実装表面とフィルタの間にある接着材料を含んでいてもよい。接着材料は、スタンドオフとフィルタの間にあってもよい。前記少なくとも２つのスタンドオフは、フィルタに対する所望の角度に対応して、異なる高さを有するものであってもよい。前記少なくとも２つのスタンドオフは、フィルタの四隅のそれぞれにあってもよい。

【００１１】

上述の特徴および利点の少なくとも１つおよび他の特徴および利点が、実質的に平行な第１および第２の表面を有する第１の透明基板と、実質的に平行な第３および第４の表面であって、第１および第２の表面と実質的に平行であるものを有する第２の透明基板と、第２の透明基板上の反射部と、第１の透明基板と反射部との間にあって、入射光ビームをフィルタ処理する複数のフィルタと、複数のフィルタおよび反射部が第２の透明基板内でバウンスキャビティを構成し、バウンスキャビティに入射される光ビームをコリメートするコリメートレンズと、バウンスキャビティに入射される光ビームに傾斜を与える機構と

、光ビームを受ける入射ポートと、光ビームを送る出射ポートとを備えた光アセンブリを提供することにより実現される。

【００１２】

入射ポートおよび出射ポートの一方が第４の表面上の透明部分である。レンズは第３および第４の表面のうちの一方の上にあってもよい。レンズは回折レンズであってもよい。この光アセンブリにおいて、傾斜を与える機構は、第１および第２の基板の間にあってもよい。傾斜を与える手段は、複数のリソグラフ部品を有していてもよい。複数のリソグラフ部品は、回折部品であってもよい。光アセンブリは、第１および第２の表面のうちの一方の上にあるレンズアレイを有していてもよい。光学的傾斜機構は、複数のプリズムを有していてもよい。

【００１３】

光アセンブリは、第１および第２の基板の間に第３の基板を有していてもよく、第３の基板は、実質的に平行な第５および第６の表面であって、第１および第２の表面と実質的に平行であるものを有していてもよい。複数のフィルタは、第５および第６の表面のうちの一方の上にあってもよい。複数の光電子部品は、第５および第６の表面のうちの一方の上にあってもよい。

【００１４】

光アセンブリは、バウンスキャビティから出射される光ビームを集光するレンズを有していてもよい。このレンズは、出射ポートからの光を集光するか、入射ポートで受光する光をコリメートしてもよい。

【００１５】

光ビームは、異なる波長を有する複数の光ビームを含んでいてもよい。入射ポートは、複数の光ビームをそれぞれ受光する複数の入射ポートを有していてもよい。フィルタは、複数の光ビームを出射ポートの方へ仕向けるものであってもよい。

【００１６】

光ビームは、入射ポートに入射する波長の異なる複数の光ビームを含んでいてもよい。出射ポートは、複数の光ビームのそれぞれを受光する複数の出射ポートを含んでいてもよい。フィルタは、複数の光ビームを、入射ポートに入射するそれぞれの光ビームに分割するようにしてもよい。

【００１７】

傾斜機構は、ファイバをバウンスキャビティに対して所定角度で実装する実装部を有していてもよい。第１および第２の基板は、一体に固定される。傾斜機構は、第１および第２の基板のうちの一方の上に固定してもよい。傾斜機構は、第１および第２の基板のうちの一方の上に形成してもよい。光アセンブリは、複数のフィルタが固定された表面の上にある回折レンズを有していてもよい。接着材料は、回折レンズを充填し、複数のフィルタを固定してもよい。傾斜機構は、入射ポートおよび複数のフィルタの間にあってもよい。

【００１８】

第４の表面は平坦であってもよい。第２および第３の表面は平坦であってもよい。入射ポートは第１の基板上にあり、出射ポートは第２の基板上にあってもよい。入射ポートおよび出射ポートは第１の基板上にあってもよい。

【００１９】

上述の特徴および利点の少なくとも１つおよび他の特徴および利点が、第１および第２の表面を有する第１の透明基板と、実質的に平行な第３および第４の表面を有する第２の透明基板と、第２の透明基板上にあって、第２の透明基板内にバウンスキャビティを構成する反射部と、第１の透明基板と反射部との間にあって、入射光ビームをフィルタ処理する複数のフィルタと、複数のフィルタおよび反射部が第２の透明基板内でバウンスキャビティを構成し、第１および第２の基板の一方の上にある光ビームを受ける入射ポートと、第１および第２の基板の一方の上にある光ビームを送る出射ポートと、第１および第２の基板の間にあるバウンスキャビティに入射される光ビームに傾斜を与える傾斜機構とを備えた光アセンブリを提供することにより実現される。

【００２０】
入射ポートおよび出射ポートは第１の基板上にあってもよい。第１の表面は、第３および第４の表面と実質的に平行であってもよい。第２の表面は、第１、第３、および第４の表面と実質的に平行であってもよい。傾斜機構は、複数のプリズム、複数の回折部品、および／または傾斜した表面を有していてもよい。
【００２１】
上述の特徴および利点の少なくとも１つおよび他の特徴および利点が、第１および第２の表面を有する第１の透明基板を提供するステップと、実質的に平行な第３および第４の表面を有する第２の透明基板を提供するステップと、第２の透明基板の第４の表面上に反射部を設けて、第２の透明基板内にバウンスキャビティを形成するステップと、第１の透明基板とバウンスキャビティとの間に複数のフィルタを設けるステップと、第１の透明基板、第２の透明基板、および複数のフィルタのうち少なくとも２つを一体にダイボンディングするステップとを有する光アセンブリの作製方法を提供することにより実現される。
【００２２】
この方法は、複数のフィルタを第２の透明基板にダイボンディングした後、第２の透明基板を複数のフィルタにダイボンディングするステップをさらに有していてもよい。この方法は、ダイ実装部上に第４の表面を固定して、複数のフィルタを第３の表面に接合させるステップをさらに有していてもよい。この方法は、接合させるステップの前に、複数のフィルタを第３の表面上に実装するためのスタンドオフを設けるステップをさらに有していてもよい。スタンドオフは、離散的な位置でのみフィルタと当接するようにしてもよい。スタンドオフを設けるステップは、リソグラフ技術を用いて部品を形成するステップを有していてもよい。この方法は、スタンドオフ上を含めて、第３の表面に接着材料を供給するステップを有していてもよい。接合させるステップは、フィルタを室温の接着材料に当接させて、第２の基板を加熱するステップを有していてもよい。
【発明を実施するための最良の形態】
【００２３】
本発明の上述および他の特徴および利点は、当業者が添付図面を参照しながら詳細な実施形態を見れば明らかなものとなる。
【００２４】
「光波長分割カプラおよび関連方法」と題する２００５年７月２２日付けで出願された米国仮出願第60/701,505号の開示内容の全体が参考にここに一体のものとして統合される。
【００２５】
例示的な実施形態を図示する添付図面を参照しながら、本発明について詳細に以下説明する。ただし、異なる態様で本発明を実現してもよく、開示された実施形態に限定して本発明を解釈してはならない。むしろこの開示内容は、詳細で一貫したものであり、当業者に本発明の範囲を充分に理解させるように提供されたものである。図面において、分かりやすくするために、層および領域は誇張して図示されている。また、ある層が別の層または基板の「上に」あると記載した場合には、別の層または基板の直接的な上にあるか、あるいは介在する層が存在することを意図するものである。さらに、ある層が別の層の「下に」あると記載した場合には、１つまたはそれ以上の介在する層が存在することを意図するものである。さらに、ある層が２つの層の「間に」あると記載した場合には、その２つの層のみの間にあるか、あるいは１つまたはそれ以上の介在する層が存在することを意図するものである。同様の参照符号は、添付図面全体を通して、同様の構成部品を示すものとする。
【００２６】
上述のように、光カプラは、一般に、反射表面とフィルタとの間に形成されるバウンス（跳ね返り）キャビティを有し、光電子デバイスに至る光または光電子デバイスからの光がフィルタの間で伝播する。本明細書で云う「バウンスキャビティ」とは、光ビームが反射表面とフィルタとの間に伝播する基板を意味する。本発明に係る実施形態について以下

説明するように、少なくとも小規模の光カプラに関して、バウンスキャビティを構成する表面間の角度、すなわち反射表面に向き合ったフィルタ表面と反射表面自体とがなす角度をできるだけゼロに近づける必要があることが理解される。ただし当然に、バウンスキャビティが適正に機能するためには、光ビームは傾斜してバウンスキャビティ内に入射する必要がある。

【００２７】

本発明に係る光カプラを形成するとき、少なくとも３つの表面を設けて、その表面上に反射部品およびフィルタを含む光学的部品を配設することが好ましい場合が多い。少なくとも１つの光学部品が配設された２つ以上の表面を形成する１つの方法が、例えば米国特許第6,096,155号に記載されている（すべての目的において、ここに参考に一体のものとして統合される）。本明細書で云う「ウエハ段階（wafer level）」とは、ダイシング工程を経て最終的な利用に供する前の段階にある複数の光学的装置からなる生産物を意味するものである。本明細書で云う「平行表面」とは、一般に、平坦で互いに平行な表面を意味するが、例えば反射レンズ、スタンドオフ（突起部）、および位置合わせ部品などの突出する部品を有するものであってもよい。また本明細書で云う「平坦な表面」とは、例えばコーティング部品または回折部品など、平坦性に影響を与えない部品を有する表面であってもよく、表面から実質的に上方に延びる実質的な形態物（topology）が存在することなく、その大部分の領域において平らな表面を意味する。

【００２８】

本発明に係る実施形態において、フィルタを実装した表面が図３～図４Ａに図示されている。この特定の実施例では、図２に示す表面５０に相当する表面が図示されている。表面５０は、金属基準物などの複数の位置合わせ部品５２およびスタンドオフ５４を有する。この特定の実施例において、スタンドオフ５４は、図３から明らかなように、それぞれのフィルタの四隅に配置され、各スタンドオフ５４は、図４Ａに示すように、ガラスをエッチングして形成された半球形形状を有するものであってもよい。これは、フォトレジストをパターン形成し、リフロー処理した後、リフロー処理された構造体を基板にエッチングすることにより実現することができる。充分に固定し、傾斜を最小限に抑えるような他の任意のスタンドオフの形状または形態を用いてもよい。好適には、スタンドオフは、リソグラフ部品であってもよく、すなわちリソグラフ技術を用いて形成された部品であってもよい。

【００２９】

個々のフィルタ１１２ａ～１１２ｄを表面５０に固定するとき、エポキシ樹脂などの接着部材が表面５０上に塗布され、スタンドオフ５４を覆う。この接着部材は、均一に塗布されないことがあり、そして／または不純物を含むことがある。ただし、充分な圧力を加えることにより、個々のフィルタをスタンドオフに当接させるか、あるいは接着部材の極めて薄い層をスタンドオフ５４と個々のフィルタの間に形成することができる。すなわち個々のフィルタは、わずかな領域、例えば３箇所または４箇所のスタンドオフ５４でのみ表面５０と当接するものである。よって、個々のフィルタを表面５０と同一平面に実装する場合と比較して、フィルタとスタンドオフとの間に粒子が介在して、フィルタが傾斜する可能性を実質的に低減することができる。表面６０の反射部６４に対して、フィルタが平らであり、傾斜のないことが最も重要な特徴である。フィルタが小さい場合、接着部材は、図４に示すフィルタ基板の底面と表面５０の間の空間をカバーし、フィルタ基板と基板５５の両方を当接させて、各フィルタのほぼ全体領域を充填させることができる。スタンドオフの相対的な高さを利用して、フィルタを接着すべき基板の表面上の傾き、反射表面上の傾き、またはフィルタ自体の傾きを補償することができる。反射表面６４に対して適正に実装されると、フィルタの他方の表面上に別の基板を固定してもよい。追加的または択一的に、別の基板上にスタンドオフを配設してもよい。

【００３０】

図３～図４Ａに示すフィルタ実装部に関連して、図５は、ここでは光合波器（光マルチプレクサ）として図示されたカプラの他の部品を示す。フィルタ１１２ａ～１１２ｄは、

フィルタ実装部のスタンドオフ５４の上に実装され、基板１５および基板５５が一体に固定されて、光学アセンブリ１００が構成される。光源１０４ａ～１０４ｄからなるアレイが光学アセンブリに平行に実装される。光学アセンブリ１００は、光源から出射された光をそれぞれコリメートするためのマイクロレンズ１２ａ～１２ｄを有していてもよい。光合波器が適正に作動するために、すなわち光を所定の角度でバウンスキャビティに入射させるために、屈折部品２２ａ～２２ｄを表面２０上に形成してもよい。これらの屈折部品２２ａ～２２ｄは、光をコリメートすることにも貢献する。図５において、各レーザ１０４ａ～１０４ｄは、コリメートレンズ２２ａ～２２ｄのそれぞれの中心に配置されている。こうして、コリメートレンズは、偏光する必要はなく、コリメートさえすればよい。回折部品を用いて屈折させることができる。部品１２ａ～１２ｄとして、（回折部品ではなく）屈折部品を用いると、システム全体の有効性が改善される。屈折部品１２ａ～１２ｄを用いて、コリメートのみを行い、偏光させないとき、屈折レンズのＳＡＧおよびレンズ間に要請されるピッチが低減され、より量産性の高い小型の光合波器を実現することができる。この実施形態の変形例において、屈折レンズ１２ａ～１２ｄは、光ビームをコリメートするとともに部分的に偏光し、回折部品を用いてさらにビームを偏光する。これには好適な実施形態に対して有効性が改善されるという利点があり、ピッチは若干大きくなるが、屈折部品を用いて完全に偏光させる場合に比して、ピッチは小さくなる。回折部品を用いた場合、フィルタを固定する接着部材で回折部品を充填してもよい。したがって、所望の特性を得るために、接着部材の屈折率を考慮に入れて回折部品を設計してもよい。すなわち本発明の実施形態においては、傾斜を導入する機構は、基板１５および基板５５の上、およびこれらの間に配設される。

【００３１】

この実施形態の別の変形例において、コリメートレンズアレイを含む基板１５に対して、光源１０４を傾斜させてもよい。こうして、光源アレイ１０４を傾斜させることにより、バウンスキャビティ内のビームを傾斜させることができる。この場合、これらすべての傾斜がレーザ光源アレイの傾斜によるものならば、コリメートレンズをより大きくする必要があり、レンズＳＡＧとともに要請されるピッチが大きくなり、その結果モジュールが全体的に大きくなる。しかし、レーザアレイを少しだけ傾斜させて、回折部品２２ａ～２２ｄを用いて、要請される残り傾斜を実現することにより、有効性と寸法の間の二律背反（トレードオフ）が実現される。

【００３２】

フィルタ１１２ａ～１１２ｄは、実際には、一方の表面上のコーティングからなる誘電体スタックを有する基板で構成することができる。これらのコーティングは、この基板のいずれか一方の上に配設してもよい。図４Ａに示す底面にコーティングを配設すると、フィルタはスタンドオフおよびバウンスキャビティに直接的に当接し、基板自体のウェッジや変形がバウンスキャビティ内のビームの傾斜に影響を与えないようにできる。他方、コーティングを有さない表面を清浄かつ平坦に維持することはより容易であり、図４Ａに示すように、この表面が表面５０に接着されるならば、システムがフィルタの傾斜に対して極めて敏感であるとき、より高い収量プロセスを実現することができる。

【００３３】

カプラが機能するために導入された角度に依存して、多重化信号を受信するファイバ８０を光学アセンブリ１００に対する所定角度で実装することができる。能動部品を周囲環境から封止して保護するために、ファイバ８０と光学アセンブリ１００の間にウィンドウ部７０を配設してもよい。光学アセンブリ１００は、光をファイバ８０に連結するための多重化レンズ６２を基板６０上に有する。図５に示すようにファイバ８０を所定の傾斜角度で実装すると、図１に示すようなビームをまっすぐにするための回折部品を表面６０上に設ける必要性を排除することができる。これはシステムの有効性を改善するものであり、こうした傾斜したファイバの構成によれば、通常アナモルフィック非球面レンズである偏心レンズが必要となり、こうしたレンズは屈折部品として作製することは困難である。したがって多重化レンズ６２は、バウンスキャビティからファイバ８０へ出射される光を

集光する回折部品であってもよいが、ファイバ１３０に多重化光を連結するために図１で採用された回折部品１２６よりさらに有効なものある。図５に示す傾斜ラインは、単に、他の構成部品に対して位置合わせされたファイバ８０を示唆するものであって、光路を図解するものではない。

【００３４】

本発明に係る光合波器の別の実施形態が図７に図示されている。図７に示すように、光合波器は、第１および第２の基板１５，３５の間に第３の基板３５を有する。第３の基板３５は、傾斜を与える複数のプリズム３２ａ～３２ｄを有する。プリズム３２ａ～３２ｄは、回折部品２２ａ～２２ｄと置換することができる。プリズム３２ａ～３２ｄは、第３の基板３５に固定された個別の部品であってもよいし、あるいは第３の基板に形成された（例えばモールド成形された）単一の構成部品であってもよい。

【００３５】

本発明に係る実施形態の光分波器（光デマルチプレクサ）が図８に図示されている。フィルタ１１２ａ～１１２ｄと反射表面６１との間に形成されるバウンスキャビティにおいて光を適当に反射させるために、ファイバ８０は、サブアセンブリに対して所定の角度で傾斜している。その構成部品は、図５で示す光合波器の構成部品と同様のものである。ただし、検出器１０８ａ～１０８ｄは大きい角度で受光するものなので、回折部品２２ａ～２２ｄを必要としない。多重化回折部品６８はファイバ８０からの光をコリメートし、レンズアレイ１４ａ～１４ｄは検出器１０８ａ～１０８ｄにそれぞれ集光する。

【００３６】

すべての実施形態において、基板１０および基板６０のすべての表面は互いに対して平行である。さらに反射表面部分を有する表面６０は平坦であり、光カプラを作製する順序は次の通りである。平坦な表面６０を下方に向け、表面５０を上方に向けて配置し、フィルタを位置合わせして、表面５０上に載置し、表面６０が平坦であるので、均一な圧力を負荷する。

【００３７】

本発明の利点は、ダイボンダーおよび自動化または半自動化された視覚的位置合わせ装置を用いて、すべての構成部品１５，５５，２２ａ～２２ｄを互いに固定してもよい。積層体に構成部品を配置するためにダイボンダーを用いる場合、基板上の表面が平行であることが必要である。フィルタが表面６０に固定された後、基板１５がフィルタ２２ａ～２２ｄに（基板５５にではなく）当接するように、基板１５を積層体の上面に直接的に配置することができる。そのためには、基板１５の両方の表面が平行でなければならない。このステップは、レーザから出射された光の波長に対して透明な接着材料（例えば、透明エポキシ樹脂）を用いて実施される。フィルタが小さい場合、このエポキシ樹脂は光ビームの光路上にある。さらに、回折部品を用いた場合、エポキシ樹脂は表面２０上の複数の回折部品の間の間隙を充填することとなる。この場合に回折部品が有効に機能するために、各フィルタにエポキシ樹脂を塗布してもよい。その後、各フィルタにわたってエポキシ樹脂を均一に広げて、回折部品２２ａ～２２ｄのすべての溝部にエポキシ樹脂が充填されるように、基板１５に圧力を加えることができる。さらに、接着材料の屈折率とは実質的に異なる屈折率を有する材料からなる基板１５（例えば、一般的な光学的な接着剤とともに用いられるシリコン基板）に回折部品を形成することができる。

【００３８】

このように作製するとき、表面１０，２０，５０，６０は平行である。すなわち各ステップにおいて、真空ツールを用いて保持可能な平行表面があり、互いに接合すべき２つの平行表面がある。これにより、これらの平行な表面の上に配置できる視覚的な位置合わせマークに対するボンディングを可能とすることができる。これらの表面が平坦であること、各ダイの外側部分を包囲する平坦な領域を有すること、あるいは各ダイの残存部分の形態物を超えて高く延びるダイそれぞれの周辺に隣接して、均一で平坦でない領域を有することがより好ましい。例えば、表面５０は、図３，図４，図４Ａに示すようなスタンドオフを用いる場合には平坦ではない。ただしスタンドオフは、表面５０上では最も高い領域

である。均一な高さを有するように設計されている場合、ダイボンダーを用いて、ほとんどあるいは全く傾斜させることなく、ダイ１１２ａ～１１２ｄを表面５０上に配置することができる。別の具体例は表面１０である。屈折部品を用いた場合、この表面は平坦ではなくなる。しかし、マイクロレンズを包囲して、図６のダイの周辺部に固定される真空ツールを用いると、作製中、このダイを保持し、圧力を均一に加えることができる。

【００３９】

個々のフィルタをスタンドオフ上に固定するために接着材料を硬化させるとき、フィルタが移動する場合がある。また、スタンドオフと良好に当接させて、正確に位置合わせするために圧力を負荷するときに、フィルタがスタンドオフに対して移動する場合、表面に対して垂直方向の圧力を負荷しなくてもよい。ただし、フィルタ、スタンドオフ、および接着材料を有する基板が搭載されたステージを、接着材料が硬化される温度まで加熱した後に、圧力を負荷して、位置合わせしてもよい。

【００４０】

図９は、上記実施形態の個々のフィルタの択一例を示すものである。ここでは、基板５５上の反射表面に対向してフィルタフィルム９２ａ～９２ｃが配設されている。

【００４１】

図１０は、バウンスキャビティの択一的な構成を示すものであり、第２の基板９５の裏側表面９６が完全な反射性を有し、入射／出射ポート９８は、これに隣接したフィルタを有する第２の基板の表面上にある。図１０に示すように、第２の基板は、第１の基板１５を超えたところまで延びていてもよく、あるいは図５、図７、および図８に示すように、第１および第２の基板は同一の広がりを有するように延びていてもよい。第１および第２の基板が同一の広がりを有する場合、光ビームを制御するための別の構成部品を第１の基板上に設けてもよい。すなわち、入射／出射ポートはいずれかの表面上に設けてあってもよく、あるいは両方のポートが同一表面上に設けてもよい。

【００４２】

図１１は、バウンスキャビティに傾斜を与えるための別のデバイスの概略的な側面図である。図１１において、傾斜を与える機構は、第１の基板５５と第２の基板１５の間のウェッジ（くさび）基板７５である。ウェッジ基板１１０の下側表面７８は実質的に平坦である。ウェッジ基板７５の上側表面は、緩慢傾斜部７６および急峻傾斜部７７を有する。フィルタ１１２ａ～１１２ｄは、充分な接着表面を与える上で十分広い緩慢傾斜部７６に固定してもよい。この実施形態では、レンズ１２ａ～１２ｄは第１の基板１５の第２の表面上にあって、光電子部品はウェッジ基板１１０と同一平面上に配置してもよい。

【００４３】

本発明のすべての実施形態において、バウンスキャビティの表面の間に傾斜がないことから、光はバウンスキャビティに入射する前においてコリメートされ、コリメートされた状態に維持される。バウンスキャビティの中を伝播する光ビームにとって、コリメートすることは極めて重要なことである。光がバウンスキャビティに所定角度θで入射するとき、バウンスキャビティ内および光カプラの下流側領域全体において、有効角は維持され、すなわちｎｓｉｎθは一定である。光カプラが例えば光分波器であるとき、有効角は検出器に対して維持される。光分波器において、この角度θはファイバとバウンスキャビティとの間の角度であってもよい。光分波器において、コリメートレンズとバウンスキャビティとの間にある部品により、この角度θが与えられるようにしてもよい。光合波器において光をコリメートするレンズアレイ、および光分波器において集光するレンズアレイは、バウンスキャビティに対して平行に配置される。

【００４４】

本発明の実施形態についてのこれまで説明において、特定の用語を用いたが、これらの用語は、本発明を限定する意図はなく、一般的で記述的な意味で解釈すべきである。例えば、スタンドオフとして球面レンズを説明したが、異なる位置合わせ機構を用いて、他の形状のものを利用することもできる。さらに、光電子部品は、光アセンブリに隣接するものとして説明したが、遠く離れていてもよいし、これらの能動部品から生じる光は、例え

ば導波路を介して光アセンブリに供給されるようにしてもよい。最後に、コリメートレンズは光サブアセンブリの一部として図示されているが、外付けのものであってもよい。したがって当業者ならば、クレームに記載された本発明の精神および範疇から逸脱することなく、その形態および詳細においてさまざまな変更を加えることができる。

【図面の簡単な説明】

【００４５】

【図１】本発明に係る光合波器（光マルチプレクサ）の概略的な詳細断面図である。

【図２】図１に示す光合波器の主要構成部品の概略的な分解図である。

【図３】本発明に係る実施形態によるフィルタ実装表面の平面図である。

【図４】図３に示す表面を有する基板の側面図である。

【図４Ａ】図４に示す基板の拡大詳細図である。

【図５】本発明に係る実施形態による光合波器の概略的な側面図である。

【図６】図５に示すサブアセンブリの概略的な平面図である。

【図７】本発明に係る別の実施形態による光合波器の概略的な側面図である。

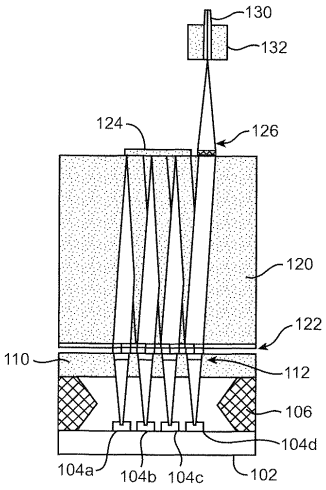
【図８】本発明に係る別の実施形態による光分波器の概略的な側面図である。

【図９】本発明に係る択一的なフィルタ構成の概略的な斜視図である。

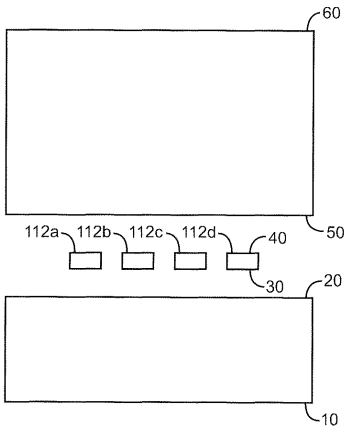
【図１０】本発明に係る別の構成による第２の基板の概略的な側面図である。

【図１１】本発明に係る別の構成による第１の基板の概略的な側面図である。

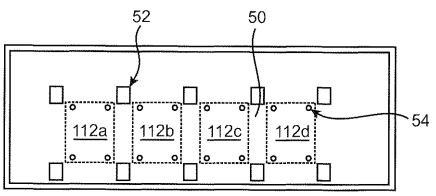
【図１】



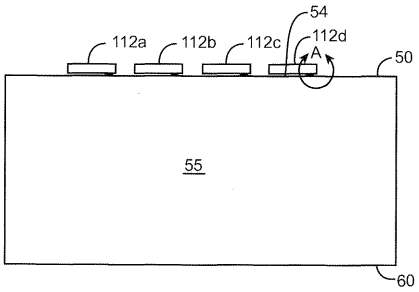
【図２】



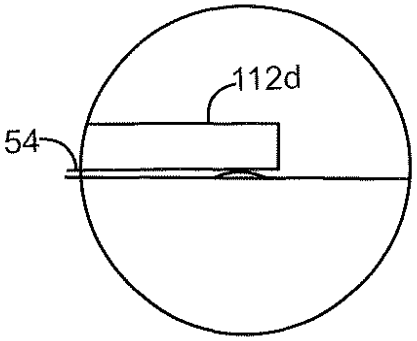
【図３】



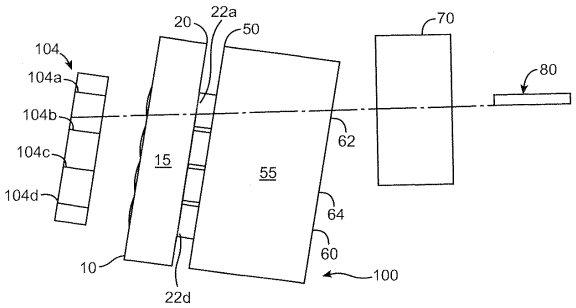
【図４】



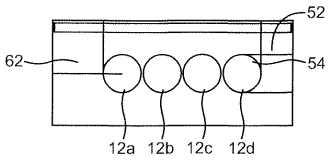
【図４Ａ】



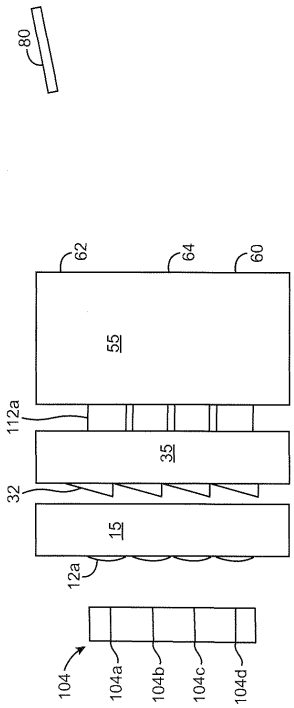
【図５】



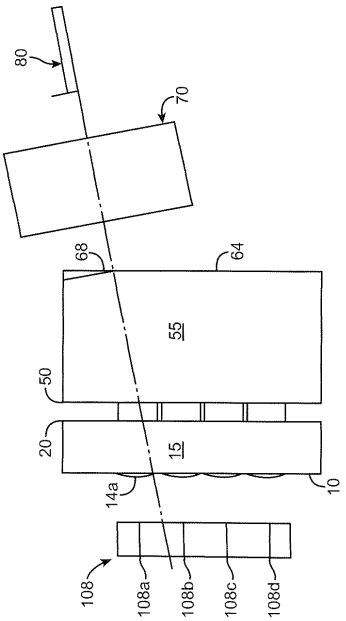
【図６】



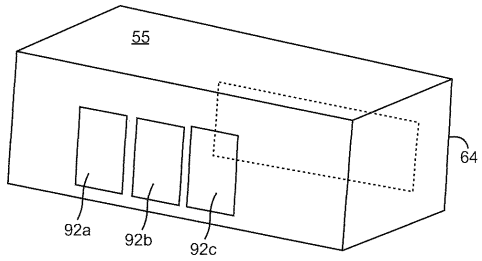
【図７】



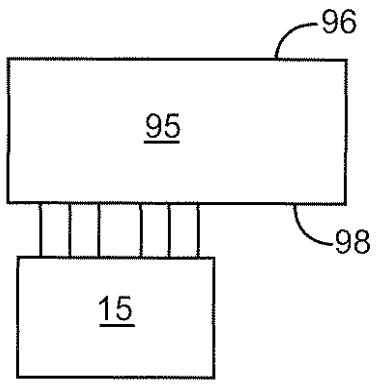
【図８】



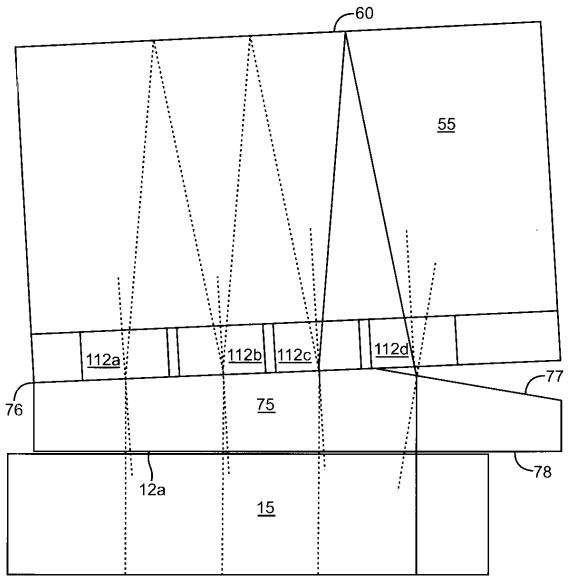
【図９】


55
64
92a
92b
92c

【図１０】


96
95
98
15

【図１１】


60
55
112a
112b
112c
112d
77
76
75
78
12a
15

フロントページの続き

(74)代理人 100100479
弁理士 竹内 三喜夫
(74)代理人 100112911
弁理士 中野 晴夫
(74)代理人 100125874
弁理士 川端 純市
(72)発明者 ジェイムズ・モリス
アメリカ合衆国２８２６２ノースカロライナ州シャーロット、デイビッド・テイラー・ドライブ９８１５番
(72)発明者 ホンタオ・ハン
アメリカ合衆国２８２６２ノースカロライナ州シャーロット、デイビッド・テイラー・ドライブ９８１５番
(72)発明者 アダム・フェドー
アメリカ合衆国２８２６２ノースカロライナ州シャーロット、デイビッド・テイラー・ドライブ９８１５番
(72)発明者 ロバート・テコルスト
アメリカ合衆国２８２６２ノースカロライナ州シャーロット、デイビッド・テイラー・ドライブ９８１５番
(72)発明者 ジェイ・マシューズ
アメリカ合衆国２８２６２ノースカロライナ州シャーロット、デイビッド・テイラー・ドライブ９８１５番
(72)発明者 マイケル・アール・フェルドマン
アメリカ合衆国２８０７８ノースカロライナ州ハンターズビル、キャンバーリー・ロード８５３８番

審査官 河原 正

(56)参考文献 特開昭５９－２００２１０（ＪＰ，Ａ）
特開２００３－１５６６４０（ＪＰ，Ａ）
特開２００４－２０６０５７（ＪＰ，Ａ）
特開２００３－２７０４０６（ＪＰ，Ａ）
米国特許第０６５６３９７６（ＵＳ，Ｂ１）
米国特許第０６６８４０１０（ＵＳ，Ｂ１）
米国特許第０６１９８８６４（ＵＳ，Ｂ１）
特開平１０－３３９８２５（ＪＰ，Ａ）
特開２００５－２７４７００（ＪＰ，Ａ）
米国特許第０６０２４４５３（ＵＳ，Ａ）
米国特許第０５７３４１５６（ＵＳ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｇ０２Ｂ 6／２９３
Ｇ０２Ｂ 6／４２
Ｇ０２Ｂ ２７／１０－２７／１４