

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-191989

(P2004-191989A)

(43) 公開日 平成16年7月8日(2004.7.8)

(51) Int.Cl.⁷G02B 6/42
H01S 5/022

F I

G02B 6/42
H01S 5/022

テーマコード (参考)

2H037
5F073

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2003-411216 (P2003-411216)
 (22) 出願日 平成15年12月10日 (2003.12.10)
 (31) 優先権主張番号 10/319218
 (32) 優先日 平成14年12月12日 (2002.12.12)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 399117121
 アジレント・テクノロジーズ・インク
 AGILENT TECHNOLOGIES, INC.
 アメリカ合衆国カリフォルニア州パロアルト
 ページ・ミル・ロード 395
 395 Page Mill Road
 Palo Alto, California
 U. S. A.

(74) 代理人 100099623
 弁理士 奥山 尚一
 (74) 代理人 100096769
 弁理士 有原 幸一
 (74) 代理人 100107319
 弁理士 松島 鉄男

最終頁に続く

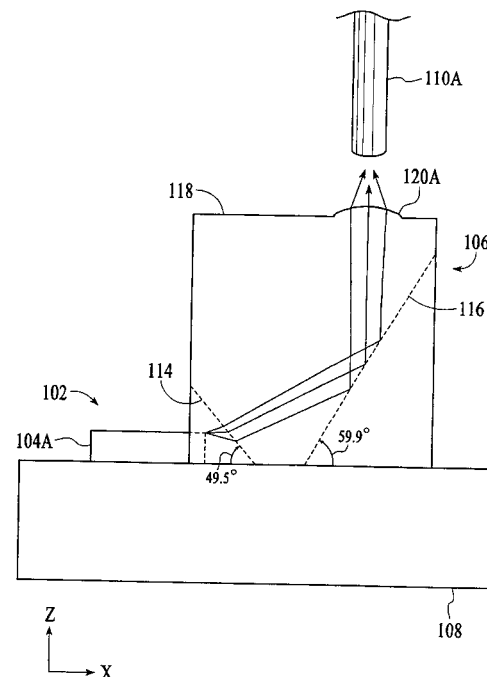
(54) 【発明の名称】 光源からの出力光を光導波路に結合する光学装置及び方法

(57) 【要約】

【課題】 光学サブアセンブリ (OSA) の種々の部品の精密な位置合わせの困難性を低減するエッジ放出型レーザを有する OSA を提供する。

【解決手段】 光源 104A ~ 104D からの出力光を光導波路 110A ~ 110D に結合するための光学装置および方法は、一体型のレンズ 120A ~ 120D を有する光学転向要素 106 を用いることにより、光学装置の複数のコンポーネントを正確に位置合わせすることの困難性を低減する。

【選択図】 図 3



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

光源からの出力光を導波路に結合する装置であって、

前記出力光が光学要素内に伝送されるように前記光源からの前記出力光を受信するための第 1 の表面と、前記出力光を当初の方向から前記導波路に向かう変更された方向に再方向付けするように、前記出力光を内部反射するための第 2 の表面と、前記出力光を前記導波路に伝送するように、前記変更された方向に沿って伝搬する前記出力光を光学的に操作するためのレンズが形成された第 3 の表面と、を有する光学要素を備えている装置。

【請求項 2】

前記出力光が、前記第 1 の表面を通して伝送されかつ前記第 2 の表面から反射された後に、ほぼ 90 度だけ再方向付けされるように、前記第 2 の表面が、前記当初の方向に対して平行な横軸に対して角度をなしている、請求項 1 に記載の装置。 10

【請求項 3】

前記出力光が、前記第 1 の表面によって屈折されかつ前記第 2 の表面から反射された後に、ほぼ 90 度だけ再方向付けされるように、前記第 1 の表面が前記横軸に対して角度をなしている、請求項 2 に記載の装置。

【請求項 4】

前記第 1 及び第 2 の表面がほぼ 70 度の角度をなすように、前記第 1 及び第 2 の表面が相対的に角度をなしている、請求項 3 に記載の装置。

【請求項 5】

前記第 1 及び第 2 の表面が、湿式エッチングプロセスを利用して異方性に形成されている、請求項 4 に記載の装置。 20

【請求項 6】

光源からの出力光を導波路に結合する方法であって、

当初の方向に沿って伝搬する光源からの出力光を光学要素内に伝送するステップと、

前記光学要素内において前記当初の方向から変更された方向へと前記出力光を再方向付けするステップと、

前記変更された方向に沿って伝搬する前記出力光を前記光学要素から前記導波路に向けて放出するステップであって、前記導波路内へ前記出力光を光学的に操作することを含む、ステップと、 30

を含む方法。

【請求項 7】

エッジ放出型レーザを含む前記光源において前記出力光を発生するステップをさらに含む、請求項 6 に記載の方法。

【請求項 8】

前記出力光を再方向付けするステップが、前記光学要素の反射表面から前記変更された方向に、前記光学要素内において伝搬する前記出力光を反射するステップを含む、請求項 6 又は 7 に記載の方法。

【請求項 9】

前記出力光を再方向付けするステップが、前記光学要素により屈折されかつ反射された後に、ほぼ 90 度だけ前記出力光を再方向付けするように、前記光学要素の屈折表面において前記出力光を屈折するステップを含む、請求項 8 に記載の方法。 40

【請求項 10】

前記出力光を光学的に操作するステップが、前記光学要素の表面に形成されたレンズを用いて、前記出力光を光学的に操作するステップを含む、請求項 6、7、8、又は 9 に記載の方法。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、一般に光ファイバに関し、特に、光源からの出力光を光導波路に結合する光 50

学装置に関する。

【背景技術】

【0002】

半導体レーザは、光ファイバ通信システムにおける光信号発生器として一般に利用されている。半導体レーザによって発生される光信号は、光ファイバのような光導波路を通してそれらの宛先に伝送される。半導体レーザを利用するオプトエレクトロニクス部品の重要な態様は、レーザからの出力光を光ファイバに結合することにある。典型的に半導体レーザは、良好な結合効率を保証するためにレーザからの出力光を光ファイバの露出した端部に集束するように、光学サブアセンブリ（OSA）内にレンズとともにパッケージ化されている。したがって半導体レーザ及びレンズは、レーザからの出力光が光ファイバに効率的に伝送されるように、適正に位置合わせされていなければならない。

【0003】

光ファイバ通信システムに利用される半導体レーザの別個の2つのタイプが存在する。第1のタイプの半導体レーザは、ファブリーペロ（FP）、分布帰還型（DFB）レーザ及び分布ブラッグ反射器型（DBR）レーザのようなエッジ放出型レーザを含む。他方のタイプの半導体レーザは、垂直共振器型面発光レーザ（VCSEL）のような垂直放出型レーザを含む。エッジ放出型及び垂直放出型レーザは、通常エッジ放出型レーザ又は垂直放出型レーザからの出力光がレーザからレンズを通過して光ファイバ（又は光導波路）までのまっすぐな光経路に沿って伝搬するようにパッケージ化されている。したがって垂直放出型レーザを有するOSAは、出力光の伝搬方向がOSAに利用されるレーザのタイプに依存するので、エッジ放出型レーザを有するOSAと容易に交換することができない。しかしながら当初の水平方向から垂直方向に出力光を転向することができるエッジ放出型レーザを有するOSAが開発されており、それによりこのOSAは、垂直放出型レーザを有するOSAと交換することができる。

【0004】

垂直方向に出力光を伝送することができるエッジ放出型レーザを有する従来のOSAは、45度のミラー構造又はレンズを含む。エッジ放出型レーザ及びミラーは、レーザからの出力光がミラー構造の反射表面から反射されるように、基板上に取付けられている。したがってレーザからの出力光は、当初の水平方向から垂直方向に再方向付けされる。レンズは、光ファイバの方向に伝搬する再方向付けされた出力光を集束するために、ミラー構造に取付けられている。

【0005】

出力光を垂直に伝送することができるエッジ放出型レーザを有する従来のOSAに関する問題は、レーザ、ミラー構造及びレンズのようなOSAの種々の要素の精密な位置合わせが、光ファイバへのレーザの適切な結合を達成するのに困難なことである。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

この問題を考慮して、OSAの種々の部品の精密な位置合わせの困難性を低減するエッジ放出型レーザを有するOSAの必要性が存在する。

【課題を解決するための手段】

【0007】

光源からの出力光を光導波路に結合する光学装置及び方法は、光学装置の複数の部品を精密に位置合わせする困難を低減するために、一体化されたレンズを有する光学転向要素を利用する。光学転向要素は、出力光を当初の方向から変更された方向に再方向付けできるように、エッジ放出型レーザのアレイのような光源のアレイからの出力光を反射するための反射表面を備える。光学転向要素は、さらに再方向付けのために光源のアレイからの出力光を屈折することができる受信表面を備える。受信及び反射表面は、通常のシリコン製造プロセスを利用して形成することができる。

【0008】

10

20

30

40

50

本発明の実施例による装置は、基板、エッジ放出型光源、及び光学要素を含む。エッジ放出型光源は、光学要素とともに基板上に配置されている。エッジ放出型光源は、当初の方向に沿って出力光を発生するように構成されている。光学要素は、出力光を光学要素内に伝送するように、エッジ放出型光源からの出力光を受信するための第1の表面を有する。さらに光学要素は、当初の方向から変更された方向に出力光を再方向付けするように、出力光を内部反射するための第2の表面を有する。さらに光学要素は第3の表面を有し、第3の表面は、その上に、出力光が第3の表面を通して伝送されるときに出力光を光学的に操作するためのレンズを備える。

【0009】

光源からの出力光を導波路に結合する方法は、当初の方向に沿って伝搬する光源からの出力光を光学要素内に伝送するステップと、光学要素内において当初の方向から変更された方向に出力光を再方向付けするステップと、変更された方向に沿って伝搬する出力光を光学要素から導波路に向けて放出するステップと、を含む。出力光を放出するステップは、導波路内へ出力光を光学的に操作するステップを含む。

【0010】

本発明のその他の態様及び利点は、本発明の基本方式の例として図示した添付の図面に関連して行なわれる次の詳細な説明から明らかになるであろう。

【発明を実施するための最良の形態】

【0011】

図1及び図2によれば、本発明の実施例による光学サブアセンブリ(O S A)100が示されている。O S A 100は、エッジ放出型レーザ104A、104B、104C及び104Dのアレイ102、及び補助取付け基板108に取付けられた光学転向要素106を含む。光学転向要素106は、図1に示すように、例えば光ファイバ110A、110B、110C及び110Dである光導波路に向けて、横向き方向から垂直方向にエッジ放出型レーザからの出力光を再方向付けするために利用される。ここにおいて横向き方向は、補助取付け基板の上側表面に対して平行な方向として、例えば図1に示すX方向として定義される。ここにおいて垂直方向は、横向き方向に対して垂直な方向として、すなわち図1に示すZ方向として定義される。したがって、O S A 100は、垂直放出型レーザを有する従来のO S Aと互換性があり、そのような従来のO S Aと交換することができる。

【0012】

O S A 100のエッジ放出型レーザ104A、104B、104C及び104Dのアレイ102は、変調された出力光を発生するように構成されており、これらの出力光は、光信号として光ファイバ110A、110B、110C及び110Dを通して伝送される。エッジ放出型レーザのアレイは、4つのエッジ放出型レーザを含むものとして、図1に示されている。したがってエッジ放出型レーザの図示したアレイは、4チャンネルレーザアレイである。しかしながらエッジ放出型レーザのアレイは、それよりも少ない又はそれよりも多いエッジ放出型レーザを含んでいてもよい。例としてレーザアレイは、12個のエッジ放出型レーザを含むことができる。本実施例において、アレイ内に含まれるエッジ放出型レーザは、ファブリーペロ・レーザである。しかしながらエッジ放出型レーザは、分布ブラッグ反射器型(D B R)レーザのようなその他のタイプのエッジ放出型レーザであってもよい。エッジ放出型レーザは、電気接続部112を介してレーザに接続された回路(図示せず)によって駆動される。エッジ放出型レーザのアレイは、光学転向要素106に隣接して、例えばシリコンからなる補助取付け部108に取付けられている。別の実施例において、O S A 100は、エッジ放出型レーザのアレイの代わりに単一のエッジ放出型レーザを含むことができる。

【0013】

O S A 100の光学転向要素106は、出力光を反射しかつ/又は屈折することによって、横向き方向、例えばX方向から垂直方向、すなわちZ方向に、エッジ放出型レーザ104A、104B、104C及び104Dの出力光を再方向付けするように構成されている。したがって光学転向要素は、それぞれのエッジ放出型レーザからの出力光の光軸をほ

ば90度だけ転向することができる。加えて光学転向要素は、エッジ放出型レーザからの出力光がそれぞれの光ファイバ110A、110B、110C及び110Dに適切に伝送されるように、それぞれのエッジ放出型レーザからの出力光を集束するように構成されている。光学転向要素は、受信表面114(図1に示す)、反射表面116(図2に示す)及び集束表面118(図1及び図2に示す)を含む。受信表面は、エッジ放出型レーザからの出力光が光学転向要素に伝送される表面である。後に説明するように、受信表面は、出力光が光学転向要素に伝送されるとき、出力光を屈折するような角度をなしていることができる。反射表面は、出力光を光ファイバに向けて反射するようにミラーとして動作する。集束表面は、反射された出力光が光学転向要素から放出される表面である。

【0014】

10

図3に示すように、光学転向要素106の受信及び反射表面114及び116は、X軸に関して角度をなしている。図3は、エッジ放出型レーザ104A、光学転向要素106、補助取付け部108及び光ファイバ110Aに沿ったOSA100の横断面図を示している。受信及び反射表面は、図3に示すように、エッジ放出型レーザ104A、104B、104C及び104Dからのそれぞれの出力光が受信表面によって屈折され、その後、反射表面からそれぞれの光ファイバ110A、110B、110C及び110Dに向かって反射されるように角度をなしている。光学転向要素106は、その受信表面がエッジ放出型レーザ104A、104B、104C及び104Dの光放出エッジにきわめて近接しているように、補助取付け部108に取付けられている。

【0015】

20

光学転向要素106の集束表面118は、X軸に対して実質的に平行である。前記のように、集束表面は、反射された出力光が要素から光ファイバに向かって放出される表面である。集束表面は、レンズ120A、120B、120C及び120Dを含み、これらのレンズは、集束表面上に形成されている。したがってレンズは、構造上光学転向要素内に一体化されている。光学転向要素のこれらのレンズは、対応するエッジ放出型レーザ104A、104B、104C及び104Dからの出力光を別々に操作し、これらの出力光は、反射表面116によってそれぞれの光ファイバ110A、110B、110C及び110Dの露出した端部に反射されている。レンズの表面は、エッチングした又は鋳型の屈折又は回折表面として製造することができる。レンズは、光学転向要素から放出された出力光が集束、平行、又は発散して伝搬するように設計することができる。レンズは、1つ又は複数の出力光がレンズから軸を外れて伝搬するように設計することもできる。本実施例において、レンズのピッチは、0.25mmである。しかしながらレンズのピッチは、それよりも短くても長くてもよい。図1及び図2に示すように、光学転向要素は4つのレンズを含み、これらのレンズは、アレイ102の4つのエッジ放出型レーザに対応している。したがって光学転向要素内に含まれるレンズの数は、OSA100内に利用されているエッジ放出型レーザの数に依存している。レンズは屈折及び反射表面とともに、すなわち受信及び反射表面114及び116とともに、光学転向要素に形成されるので、OSA100は、出力光を垂直に放出することができるエッジ放出型レーザを有するある種の従来のOSAの場合のように、3つの部品(レーザ、ミラー構造及びレンズ)ではなく、2つの部品(レーザアレイ102及び光学転向要素106)の位置合わせだけしか必要としない。

30

40

【0016】

本実施例において、光学転向要素106はシリコンから製造される。しかしながら光学転向要素は、射出成形プラスチック、プレスガラス、サファイア、III-V材料、又はIII-VI材料のようなその他の類似した透明な材料から作ることができる。シリコンから製造することに加えて、光学転向要素は、受信及び反射表面114及び116が、図3に示すように、それぞれX軸からほぼ49.5及び59.9度の角度をなすように製造されている。したがって受信表面及び補助取付け部108の上側表面は、49.5度の角度をなしている。同様に反射表面及び補助取付け部の上側表面は、59.9度の角度をなしている。加えて受信表面及び反射表面は、70.6度の角度をなしている。このような受

50

信及び反射表面を有する光学転向要素は、シリコンウエーハの湿式エッチングによって製造することができ、その間にエッチング液は、角度をなす受信及び反射表面を形成するようにウエーハの部分除去するために、シリコンウエーハの表面に選択的に加えることができる。シリコンウエーハの結晶配向のために、70.6度の角度をなす受信及び反射表面は、シリコンウエーハの異方性エッチングによって形成することができる。それ故に本実施例において、光学転向要素の構成は、精密な結晶学的な表面を製造するために、通常のシリコン製造プロセス、すなわち湿式エッチングプロセスを利用することを可能にし、これらの表面は、光学転向要素の受信及び反射表面として使われる。受信及び反射表面が、本実施例においてそれぞれX軸からほぼ49.5及び59.9度の角度をなすとはいえ、これらの表面は、受信された光をレンズ120A、120B、120C及び120Dに向かつて屈折しかつ反射するために、種々の角度に配向することができる。しかしながら受信及び反射表面は、シリコン湿式エッチングプロセスの利点を取得するために、ほぼ70.6度である角度を形成するようにする必要がある。

10

【0017】

動作において、電気制御信号は、1つ又は複数のレーザを活性化するために、電気接続部112を介してアレイ102のエッジ放出型レーザ104A、104B、104C及び104Dに選択的に加えられる。活性化されたそれぞれのエッジ放出型レーザは、その後、その光放出エッジから光学転向要素106の受信表面114に向かつて横向き方向に沿って出力光を放出する。出力光は、受信表面を通して光学転向要素内に、要素の反射表面116に向けて進行する。本実施例において、出力光は、受信表面の角度のため、受信表面によって屈折させられる。その後、出力光は、出力光の光軸が当初の横向き方向から垂直方向に要素の集束表面118に向かつて再方向付けされるように、反射表面から反射される。したがって出力光は、光学転向要素の受信及び反射表面によってほぼ90度だけ転向させられる。

20

【0018】

その後、反射した出力光は、光学転向要素106の集束表面118におけるレンズ120A、120B、120C及び120Dの1つを通して進行し、これらのレンズは、出力光が生じるエッジ放出型レーザ104A、104B、104C及び104Dに対応している。したがって出力光は、レンズを通して、レンズ及び対応するエッジ放出型レーザに位置合わせされている光ファイバ110A、110B、110C及び110Dのうちの1つに向かつて、光学転向要素から放出される。レンズは、出力光を、この光が効率的に光ファイバ内に伝送されるように集束する。このようにして、それぞれの活性化されたエッジ放出型レーザからの出力光は、そのエッジ放出型レーザに位置合わせされた光ファイバ内に伝送される。

30

【0019】

OSA100の光学転向要素106が、光線追跡解析を用いて解析された。その結果は、光学転向要素が、適切な反射防止コーティングにより、著しく効率的であり得ることを示した。光線追跡解析は、エッジ放出型レーザ104A、104B、104C及び104Dから光ファイバ110A、110B、110C及び110Dまで、95パーセントを超える総合光学効率を示した。光学効率は、光ファイバ内への損失又は回折非効率性のため

40

【0020】

1つの実施例によるエッジ放出型レーザからの出力光を光導波路に結合する方法を、図4を引用して説明する。ステップ402において、出力光は、出力光がレーザのエッジから当初の方向に放出されるように、エッジ放出型レーザにおいて発生される。次にステップ404において、出力光は、光学転向要素の受信表面を通して光学転向要素内に伝送される。ステップ406において、出力光は、当初の方向から、当初の方向に対してほぼ垂直をなすことができる変更された方向に再方向付けされる。本実施例において、出力光は、光学転向要素の2つの表面を利用して、出力光を屈折しかつ反射することの両方によって再方向付けされる。次にステップ408において、再方向付けされた出力光は、光学転

50

向要素から光学転向要素の集束表面を通して、光ファイバでもよい光導波路に向かって放出される。ステップ408の間、再方向付けされた出力光はまた、集束表面上に形成されたレンズによって光導波路内に光学的に操作される。別の実施例において、追加的なエッジ放出型レーザからの追加的な出力光は、同じ光学転向要素を利用して同様に追加的な光導波路に結合することができる。これらの実施例において、光学転向要素は、光学転向要素から放出される追加的な出力光を光学的に操作するために、集束表面上に形成された追加的なレンズを含む。

【0021】

本発明の特定の実施例を説明しかつ図解したとはいえ、本発明はこのように説明されかつ図解された部品の特定の形成又は配列に制限されるものではない。本発明の権利範囲は、これに添付した特許請求の範囲及びそれらの均等物によって定義されるものである。

10

【図面の簡単な説明】

【0022】

【図1】本発明の実施例による光学サブアセンブリ（OSA）の第1の斜視図である。

【図2】図1のOSAの第2の斜視図である。

【図3】図1のOSAの断面図である。

【図4】本発明の実施例によりエッジ放出型レーザからの出力光を光導波路に結合する方法のプロセスフローチャートである。

【符号の説明】

【0023】

100：OSA

104A、104B、104C、104D：光源

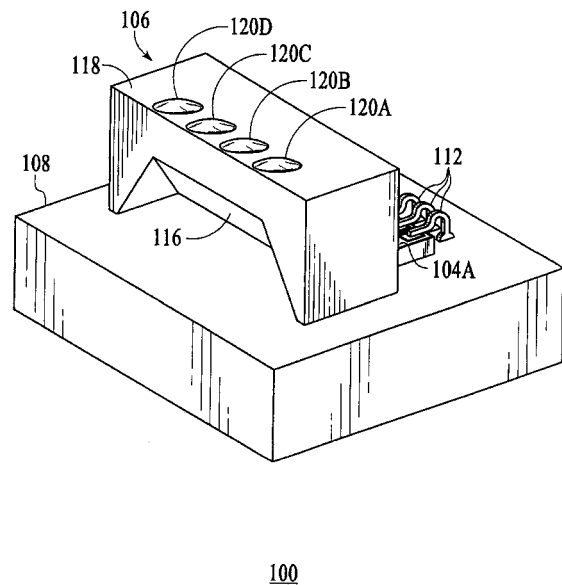
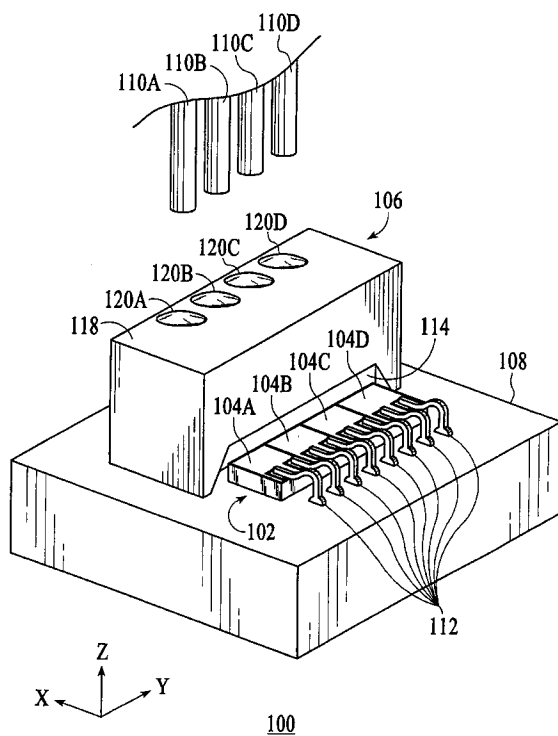
106：光学転向要素

110A、110B、110C、110D：導波路

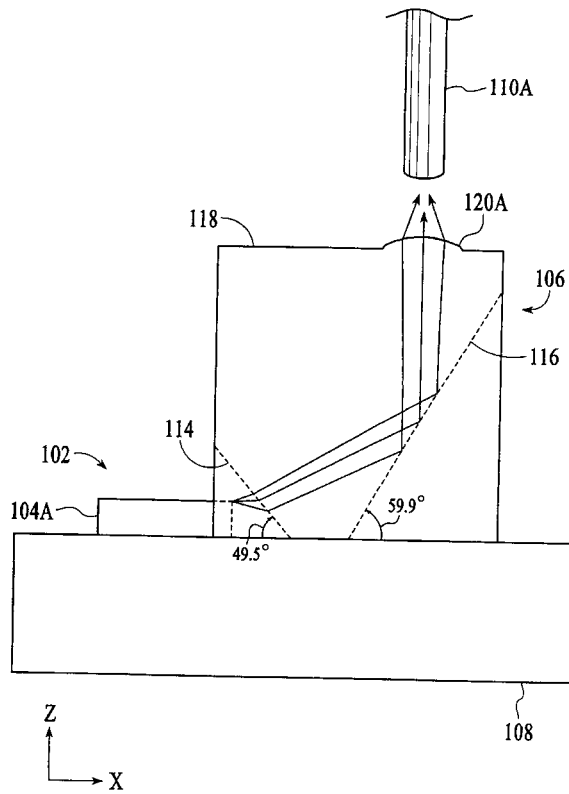
120A、120B、120C、120D：レンズ

【図1】

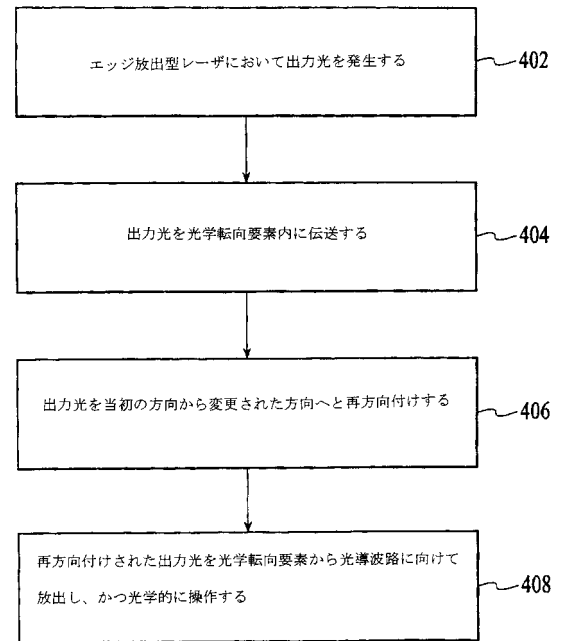
【図2】



【図 3】



【図 4】



フロントページの続き

(72)発明者 ロバート・エドワード・ウィルソン

アメリカ合衆国カリフォルニア州 9 4 3 0 3 , パロ・アルト , ルイス・ロード 2 5 8 5

F ターム(参考) 2H037 AA01 BA03 CA12 CA39 DA03 DA04 DA05 DA06 DA16

5F073 AB25 AB27 AB28 AB29 FA06 FA30