

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4477151号
(P4477151)

(45) 発行日 平成22年6月9日(2010.6.9)

(24) 登録日 平成22年3月19日(2010.3.19)

(51) Int.Cl. F I
H O 1 S 5/022 (2006.01) H O 1 S 5/022

請求項の数 6 (全 34 頁)

<p>(21) 出願番号 特願平9-11036 (22) 出願日 平成9年1月24日(1997.1.24) (65) 公開番号 特開平10-215020 (43) 公開日 平成10年8月11日(1998.8.11) 審査請求日 平成16年1月20日(2004.1.20)</p> <p>前置審査</p>	<p>(73) 特許権者 506076606 アバゴ・テクノロジーズ・ジェネラル・アイピー (シンガポール) プライベート・リミテッド シンガポール国シンガポール768923, イーシュン・アベニュー・7・ナンバー1</p> <p>(74) 代理人 100087642 弁理士 古谷 聡</p> <p>(74) 代理人 100076680 弁理士 溝部 孝彦</p> <p>(74) 代理人 100121061 弁理士 西山 清春</p> <p style="text-align: right;">最終頁に続く</p>
---	--

(54) 【発明の名称】 一体化レーザー・ベース光源

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

強度が制御された光ビームを発生する一体化レーザー・ベース光源であって、以下(a)ないし(d)を含むことを特徴とする光源。

(a) ヘッドを含むパッケージ

(b) 入射する光エネルギーの強度を表した電気信号を発生し、受光面を含んでおり、前記ヘッドに取り付けられた光センサ手段、

(c) 前記光ビームが放射光ビームとして放射される唯一の発光面を備え、前記発光面が前記受光面とほぼ平行になるようにして、前記パッケージ内において前記光センサ手段の受光面の一部に取り付けられたレーザー、

(d) 前記放射光ビームの一部を反射光ビームとして前記光センサ手段に向けて反射し、前記放射光ビームの残りの部分を出力光ビームとして透過する凸面を有するボール・レンズであって、前記パッケージによって放射光ビーム内に支持されたボールレンズ。

【請求項2】

前記ボール・レンズの凸面に、前記反射光ビームと前記出力光ビームの強度比を決定する反射制御手段が含まれていることを特徴とする請求項1に記載の光源。

【請求項3】

強度が制御された出力光ビームで光ファイバを照明するための一体化レーザー・ベース光源であって、以下の(a)ないし(c)を含むことを特徴とする光源。

(a) 以下の(i)ないし(h)を含むレーザー/センサアセンブリ、

(イ) ヘッド、

(ロ) 受光面を含んでおり、前記ヘッドに取り付けられ、入射する光エネルギーの強度を表した電気信号を発生する光センサ手段、

(ハ) 放射光ビームとして前記光ビームが放射される唯一の発光面を備え、前記発光面が前記受光面に対してほぼ平行になるように、前記光センサ手段の受光面の一部に取り付けられたレーザ、

(b) ボール・レンズ、

(c) 以下(イ)および(ロ)を含むパッケージ

(イ) 前記ボール・レンズを取り付ける軸方向ボアであって、前記光ファイバを収容することにより、前記光ファイバが前記ボール・レンズに対して所定の位置に位置決めされるような寸法が付与された部分を含む軸方向ボア、

10

(ロ) 光学的に軸方向ボアとのアライメントがとられた本体部分であって、前記ボール・レンズの凸面が前記放射光ビームの一部を反射光ビームとして前記光センサ手段に向けて反射し、前記ボール・レンズの凸面が前記放射光ビームの残りの部分を出力光ビームとして透過し、かつ、前記出力光ビームの強度が最大となるように、前記ボール・レンズに対する前記レーザ/センサ・アセンブリを調整して収容するように寸法が付与された本体部分。

【請求項4】

前記ボール・レンズの凸面は、前記反射光ビームと前記出力光ビームの強度比を決定する反射制御手段を備える、請求項3に記載の光源。

20

【請求項5】

前記反射制御手段は、金属、又は誘電体層のコーティングである、請求項2、又は請求項4に記載の光源。

【請求項6】

前記レーザは、前記発光面が前記受光面に対してほぼ平行になるようにして、前記光センサ手段の受光面の中心に取り付けられる、請求項1～5のうちのいずれか一項に記載の光源。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】

30

本発明は、レーザ・ベースの光源に関するものであり、とりわけ、強度を制御された光を発生するレーザ・ベースの光源に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

レーザは、レーザ・プリンタ及び光通信リンクを含む多くの民生用製品及び産業用製品において、光源として用いられている。レーザ・プリンタの場合、レーザの光出力を変調して、光導電性ドラムの選択的放電が行われる。光通信リンクの場合、レーザの光出力を変調して、デジタル情報信号の状態が表される。被変調光出力を生じるレーザは、例えば、光ディスクへのデジタル情報信号の書き込みにも用いられる。以上の及びその他の用途において、高速でレーザの光出力を変調する必要があるため、通常、単純にレーザをオン/オフすることによる光出力の変調は除外される。代わりに、レーザの光出力は、高輝度状態と低輝度状態の間で変調されるが、これは、通常、レーザのしきい値レベルをほんの少し超えるだけである。しかし、下記の開示では低輝度状態は、レーザ電流がしきい値電流未満またはゼロにまで減少するゼロ輝度状態を含むものとみなされる。

40

【0003】

レーザの光出力が、高輝度状態と低輝度状態の間で変調される場合、2つの輝度状態の少なくとも一方における光強度が、明確に定義されなければならない。例えば、レーザ・プリンタに应用する場合、低輝度状態がゼロ輝度状態を超えると、低輝度状態の光強度は、光導電性ドラムの放電しきい値未満にとどまらなければならない。さらに、光ビームによって放電される光導電性ドラムのスポット・サイズが、光ビームの強度によって決まるの

50

で、一貫したライン幅を確保するには、高輝度状態におけるレーザの強度も定義しなければならない。光通信リンクに応用する場合、変調速度、従って、データ伝送速度を最高にするため、高輝度状態と低輝度状態との間の差は、比較的小さくすることが可能である。光通信リンクの受信機によって2つの輝度状態を互いに区別できるようにするには、両輝度状態における光強度を正確に定義しなければならない。

【0004】

所定のレーザ電流に関して半導体レーザによって発生する光強度は、主として、レーザの温度によって決まる。エージングは、二次的な要素である。レーザの温度は、部分的には、レーザを流れる電流、すなわち、レーザ電流の大きさ及びデューティ・サイクルによって決まる。レーザのデューティ・サイクルは、レーザを変調するデジタル入力信号によって決まる。レーザ・プリンタの場合、レーザは、高輝度状態の光を連続して発生することによって、「充填領域」を生成し、低輝度状態の光を連続して発生することによって、余白及び縁のような白領域を生成する。一般的な半導体レーザの熱時定数は、極めて迅速で、約10のピクセルを印刷するのに必要な時間とほぼ同じ程度である。従って、レーザの光出力が、例えば、温度の上層につれて増大する場合、レーザの温度、従って、光出力は、充填領域を印刷する間に着実に増大する（この結果、印刷の密度及びライン幅が増すことになる）。一方、白領域に印刷される垂直方向に分離された狭いラインは、レーザ温度が低すぎる結果として、レーザからの光出力が不十分になるため、不鮮明すぎる印刷になりがちである。

【0005】

レーザによって生じる光の強度変動のために、レーザ・プリンタ、光通信リンク、または、他のレーザ・ベース装置の性能が損なわれるのを防止するため、制御システムを用いて、レーザ電流を変動させることにより、光の強度が高輝度状態または低輝度状態における所定のレベルに維持されるようにするか、あるいは、光の強度が、温度及びレーザの経年変化に関係なく、高輝度状態において第1の所定のレベルに維持され、低輝度状態において第2の所定のレベルに維持されるようにすることが望ましい。

【0006】

図1には、強度を制御された光を発生する既知のレーザ光源10の一部が示されている。レーザ光源10の場合、エッジ発光レーザ12が、ヘッダ16から突き出したポスト14に取り付けられる。容器17がヘッダ16に取り付けられて、通常、ヘッダとハーメチック・シールを形成する。この容器には、レーザ12が発生した光ビーム18を放出する窓19を設けることが可能である。通常、反射された光ビーム18の一部が窓によってレーザ12に戻されるのを防止するため、該窓には、反射防止層21のコーティングが施される。

【0007】

エッジ発光レーザ12は、ガリウム砒素のような適正な半導体の構造を生成することによって形成される。エッジ発光レーザ12は、ヘッダ16の電氣的に分離された通路（不図示）を通る導体30、及び、導体30をレーザ12のメタライゼーション層（不図示）に接続するボンディング・ワイヤ31を介して外部電源から供給される電流にตอบสนองし、光ビーム18を放射する。エッジ発光レーザ12は、へき開エッジ20の約0.1 μ m幅のごく狭いアパーチャから光ビーム18を放射し、また、へき開エッジ20の反対側のへき開エッジ26からも二次光ビーム24を放射する。

【0008】

エッジ発光レーザ12によって発生する光の強度を制御しなければならない用途では、光センサ28は、二次光ビーム24によって直接照射されるように位置決めされたヘッダ16に取り付けられる。光センサ28は、一般に、シリコン、ガリウム砒素、または、インジウム・ガリウム砒素によるフォトダイオードであり、そのタイプは、レーザ12が発生する光の波長によって決まる。光センサ28の電気出力は、ヘッダの電氣的に分離された通路（不図示）を通る導体32、及び、導体32を光センサ28のメタライゼーション層（不図示）に接続するボンディング・ワイヤ33によってパッケージの外側に送り出され

10

20

30

40

50

る。

【0009】

導体32は、制御回路34にも接続されている。制御回路は、入力端子36を介してデジタル入力信号も受信する。デジタル入力信号の状態によって、制御回路が、レーザ12を駆動して、高輝度状態と低輝度状態のいずれの光ビームを放射させるのかが決まる。制御回路34は、高輝度状態と低輝度状態の一方または両方で光センサの電気出力の所定値が得られるように、導体30及び31を介してレーザ12に送られる電流を制御する。光センサ28の出力のこの所定の値は、それぞれの輝度状態において所定の強度を有する二次光ビーム24に対応する。二次光ビーム24の強度は、一次光ビーム18の強度とほぼ線形の関係となすため、好都合なことには、二次光ビーム24の強度をモニタする光センサによって、一次光ビーム18の強度を許容しうる精度で制御することが可能になる。

10

【0010】

最近になって、垂直空洞面発光レーザ(VCSEL)が導入された。こうしたレーザは、半導体基板に堆積された半導体層構造をなすように形成されており、エッジ発光レーザのように、装置のへき開エッジの約0.1µm幅の極めて狭い領域からではなく、構造の面の一部から光を放射する。VCSELによれば、エッジ発光レーザに比べて性能面で多くの利点を得られる。例えば、VCSELは、本質的に、エッジ発光レーザよりもはるかに対称性に優れた光ビームを発生する。結果として、VCSELからの光は、エッジ発光レーザからの光に比べて、レーザ・プリンタまたは光通信リンクの光学系により有効に結合することが可能になる。結合効率が増すことによって、VCSELを動作させるパワーを低くして、所定の光強度を得ることが可能になる。しかし、VCSELは、一般に、エッジ発光レーザが放射する2つの光ビームの代わりに、単一の光ビームを放射する。従って、ただ単純に、図1に示す構成においてエッジ発光レーザ12の代わりにVCSELを用いるだけでは、強度を制御した光を発生するVCSELベースの光源を作り出すことはできない。VCSELによって生じる光の強度をモニタするための代替構成が必要になる。

20

【0011】

この問題に関して可能性のある解決策が、G. Hasnian et al., Monolithic Integration of Photodiode with Vertical Cavity Surface Emitted Laser, 27 ELECTRONICS LETTERS 18, p. 1630 (1991)に解説されている。この場合、p-i-nフォトダイオードが、上面発光VCSELのpタイプ・ミラー領域に成長させられる。この構成によれば、優れたモニタ性能が得られるが、フォトダイオードの層を得るために、追加エピタキシャル層を被着させなければならないので、また、フォトダイオードのパターン形成のために、追加エッチング・プロセスが必要になるので、製造プロセスの複雑さが増すことになる。さらに、エッチング・プロセスによって、層のエッジが該構成の信頼性及び精度を損なう可能性のある汚染物にさらされたままになる。

30

【0012】

本出願の譲受人に譲渡された米国特許出願第08/332,231号には、VCSELによって生じる光の強度をモニタするための代替構成のいくつかに関する記載がある。これらのうち第1の構成の場合、ショットキ構造が、VCSELが形成される層構造の上部面に光検出器として形成される。この構成の場合も、たとえp-i-nフォトダイオードに必要とされる追加層の数が少なくなるにせよ、VCSELの層構造に追加層を被着させることが必要になる。

40

【0013】

第2の構成の場合、フォトダイオードが、VCSELが形成される層構造内にVCSELに隣接して形成される。光は、層構造内において、VCSELの発光層と光検出器の間で横方向に送られる。光検出器に加えられる逆バイアス(VCSELが受ける順バイアスと逆の)にตอบสนองして光検出器を流れる電流の大きさは、VCSELの発光層における光の強度を表している。この構成によれば、VCSELの発光層における光の強度をモニタする

50

構造的に単純な方法が得られるが、発光層における光の強度とV C S E Lによって実際に放射される光ビームの強度との関係が明確に定義されないので、強度のモニタ精度が許容し得ない可能性がある。

【0014】

【解決すべき課題】

従って本発明の目的は簡単で精度の良い出力光強度制御レーザ・ベース光源を提供することにある。

【0015】

【課題を解決するための手段】

本発明によれば、強度が制御された出力光ビームを発生する一体化レーザ・ベース光源が得られる。光源には、光センサ、レーザ、凸状ビーム分割表面、及び、ヘッダを含むパッケージが含まれている。光センサは、それに入射する光エネルギーの強度を表した電気信号を発生し、ヘッダに取り付けられている。レーザは、放射光ビームとして光ビームが放射される唯一無二の発光面を備えている。レーザは、発光面が光センサの受光面とほぼ平行になるように、パッケージ内において光センサに隣接して取り付けられる。凸状ビーム分割表面は、放射光ビームの一部を反射光ビームとして光センサに向けて反射し、放射光ビームの残りの部分を出力光ビームとして透過する。凸状ビーム分割表面は、パッケージによって放射光ビーム内に支持される。

10

【0016】

凸状ビーム分割表面は、放射光ビームの一部を光センサに向けて反射し、その一方で、光センサによる反射及び凸状ビーム分割表面による第2の反射の後、レーザに戻される光の強度を最小限に抑える。反射光ビームは、凸状ビーム分割表面から発散し、このため、反射光ビームを受けるように施さなければならない、レーザに対する光センサの位置決め精度が低下する。

20

【0017】

凸状ビーム分割表面には、反射光ビームと出力光ビームの強度比を決定する反射制御要素を含むことが可能である。

【0018】

レーザ及び光センサは、ヘッダに並べて取り付けることが可能である。代替案として、レーザは、光センサの受光面の一部に取り付けることも可能である。

30

【0019】

パッケージには、ヘッダに取り付けられた容器を含むことが可能であり、この容器によって、凸状ビーム分割表面を放射光ビーム内に支持することが可能になる。

【0020】

光源には、さらに、凸状ビーム分割表面を含むレンズを含むことが可能である。

【0021】

パッケージには、レンズを取り付ける軸方向ボアと、軸方向ボアと光学的にアライメントがとれた本体部分を含むことが可能である。この実施例の場合、本体部分には、レンズに対する可調整位置にヘッダを収容する寸法が付与されており、軸方向ボアには、光ファイバを収容し、光ファイバをレンズに対する所定の位置に正確に位置決めする寸法が付与された部分が含まれている。

40

【0022】

レーザ、光センサ、及び、凸状ビーム分割表面には、光センサの受光面によって反射される光がレーザの発光面から離れる方向に向かい、出力光ビームのノイズを低減することになるような配列を施すことが可能である。

【0023】

光源には、さらに、光センサが発生する電気信号に応答して、レーザ電流を制御するコントローラを含むことが可能である。コントローラは、さらに、レーザ電流に制御を加え、光センサによって生じる電気信号を、出力光ビームの所定の最大強度に対応する所定の最大値に制限することも可能である。

50

【 0 0 2 4 】

レーザによって発生する放射光ビームのS/N比は、その強度によって決めることが可能である。放射光ビームのS/N比がしきい値レベルを超える強度は、所定の最大強度を超える可能性がある。この場合、ビーム分割表面によって、放射光ビームのこうした一部を光センサに反射することによって、出力光ビームのS/N比が、しきい値レベルを超えかつ、強度が所定の最大強度未満になるようにすることが可能である。

【 0 0 2 5 】

本発明によれば、光ファイバを強度が制御された出力光ビームで照射する一体化レーザ・ベース光源も得られる。この光源には、レーザ/センサ・アセンブリ、ボール・レンズ、及び、パッケージが含まれている。レーザ/センサ・アセンブリには、ヘッダ、光源、及び、レーザが含まれている。光センサは、それに入射する光エネルギーの強度を表した電気信号を発生し、ヘッダに取り付けられる。レーザは、放射光ビームとして光ビームを放射する唯一無二の発光面を備えている。レーザは、発光面が受光面とほぼ平行になるように、光センサに隣接して取り付けられる。パッケージには、軸方向ボア及び本体部分が含まれている。ボール・レンズは、軸方向ボアに取り付けられ、軸方向ボアには、光ファイバを収容し、光ファイバをボール・レンズに対して正確に位置決めする寸法が付与された部分が含まれている。本体部分は、軸方向ボアと光学的にアライメントがとれており、ボール・レンズが放射光ビームの一部を反射光ビームとして光センサに向けて反射し、放射光ビームの残りの部分を出力光ビームとして透過し、出力光ビームの強度が最大になるボール・レンズに対する位置に、レーザ/センサ・アセンブリを可調整に収容する寸法が付与されている。

【 0 0 2 6 】

レーザ及び光センサは、ヘッダに並べて取り付けることが可能である。代替案として、レーザは、光センサの受光面の一部に取り付けることも可能である。

【 0 0 2 7 】

最後に、本発明によれば、強度が制御された出力光ビームで光ファイバを照射するための一体化レーザ・ベース光源を製造する方法が得られる。この方法の場合、レーザ/センサ・アセンブリ、凸状表面を備えたレンズ、及び、パッケージが設けられる。レーザ/センサ・アセンブリには、ヘッダ、光センサ、及び、レーザが含まれている。光センサは、それに入射する光エネルギーの強度を表した電気信号を発生し、ヘッダに取り付けられる。レーザは、放射光ビームとして光ビームが放射される唯一無二の発光面を備えており、発光面が受光面とほぼ平行になるように、光センサに隣接して取り付けられる。パッケージには、光ファイバがレンズに対して所定の位置に正確に位置決めされるように、レンズ及び光ファイバを収容する寸法が付与された部分を含む軸方向ボアが含まれている。パッケージには、軸方向ボアと光学的にアライメントがとれ、すきまばめによってレーザ/センサ・アセンブリを収容する寸法が付与された本体部分も含まれている。

【 0 0 2 8 】

レンズは、パッケージの軸方向ボアに取り付けられる。レンズの凸状表面によって、放射光ビームの一部が反射光ビームとして光センサに向けて反射され、レンズによって、放射光ビームの残りの部分が出力光ビームとして透過される位置まで、レーザ/センサ・アセンブリが本体部分に挿入される。レンズに対するレーザ/センサ・アセンブリの位置は、出力光ビームの強度が最大になるように調整される。最後に、レーザ/センサ・アセンブリは、本体部分内において、出力光ビームの強度が最大になる位置に固定される。本体部分とレーザ/センサ・アセンブリの少なくとも一方に硬化性接着剤を塗布し、接着剤を硬化させて、レーザ/センサ・アセンブリを本体部分内で固定することが可能である。

【 0 0 2 9 】

【実施例】

本発明による一体化レーザ・ベース光源は、共通のパッケージに取り付けられたレーザ及び光センサを備えている。レーザは、レーザ電流にตอบสนองして、放射光ビームを発生する。

カップラは、パッケージ内の放射光ビームに照射される位置にも取り付けられる。カップラは、放射光ビームの一部を光センサに結合し、また、放射光ビームの残りの部分を出力光ビームとして透過する。光センサは、カップラによって光センサに結合される放射光ビームの一部の強度を表した電気信号を発生する。カップラによって光センサに結合される光は、放射光ビームの一部であるため、光センサによって発生する電気信号は、放射光ビーム及び出力光ビームの強度も表している。光センサによって生じた電気信号が供給されると、適合する制御回路によって、レーザ電流が制御を受け、光センサによって生じる電気信号が、所定の強度を有する出力光ビームに対応する所定の値に保持される。

【 0 0 3 0 】

後述する各種実施例において、1つ以上の面における部分反射、後方散乱、逆回折、及び、透過について明らかにされる。レーザ及び光センサが、共通面、または、同軸をなすように重ねられた2つの直交面に取り付けられる構成、または、互いに他の構成をなすように取り付けられる構成についても解説される。他の例の場合、レーザ及び光センサは、共通層構造に形成される。

本開示における「光」の意味には、レーザによって発生することが可能な他の形態の電磁エネルギーが含まれるものと解釈されたい。

【 0 0 3 1 】

次に、図2Aに関連して、強度を制御された光を発生するレーザ・ベース光源の第1の実施例100について説明を行うことにする。図1に関連して上述のエッジ発光レーザに用いられたパッケージにわずかに修正を加えたバージョンを利用する、この第1の実施例の場合、垂直空洞面発光レーザ(VCSSEL)がパッケージ105のヘッダ103に取り付けられている。VCSSEL101は、発光面109から放射光ビーム107を放射する。光センサ111が、VCSSEL101に隣接してヘッダ103に取り付けられたポスト113に取り付けられている。カップラ114が、パッケージ105に取り付けられており、VCSSELによって生じる放射光ビーム107の一部を反射光ビーム117として光センサ111に結合し、放射光ビーム107の残りの部分を出力光ビーム119として透過する。

【 0 0 3 2 】

パッケージ105は、ヘッダ103に取り付けられた容器106によって仕上がっている。この容器は、通常、ヘッダ103に溶接されて、ハーメチック・シールを形成する。該容器には、光源から出た出力光ビーム119を通す窓108を含むことが可能である。この窓が、出力光ビーム119の一部が反射されて、VCSSEL101に戻るのを阻止するため、該窓には、反射防止層110のコーティングが施される。

【 0 0 3 3 】

この第1の実施例の場合、平面ビーム分割器115が、カップラ114の働きを行い、放射光ビーム107の一部を反射光ビーム117として光センサ111に結合し、光ビーム107の残りの部分を出力光ビーム119として透過する。光センサ111は、平面ビーム分割器115によって放射光ビーム107から分割された反射光ビーム117の強度を表す電気信号を発生する。平面ビーム分割器は、光センサ111に送り込まれることになる、反射光ビーム117として光ビーム107の一定部分を反射し、放射光ビーム107の残りの部分を出力光ビーム119として透過するので、光センサ111によって生じる電気信号は、光源100によって放射される出力光ビーム119の強度も表しており、従って、VCSSELベースの光源100によって生じる出力光ビーム119の強度を制御するのに適している。

【 0 0 3 4 】

図2Fには、VCSSELを通る電流のさまざまな値において、サンプルVCSSELが生じる放射光ビーム107の強度と、出力光ビーム119の強度と、反射光ビーム117にตอบสนองして、光センサ111が発生する出力電流との間の関係が示されている。光センサによって発生する出力電流が、出力光ビーム119の強度に追従するのは明らかである。

【 0 0 3 5 】

VCSELベースの光源100において、VCSEL101は、基板123に数十層をなす半導体材料（まとめて参照番号121で表示）をエピタキシャル成長させて得られる層構造に導電性領域をパターン形成し、2つの導電性ミラー層の間に挟まれた発光層が生じるようにして形成される。層構造については、米国特許出願第08/330,033号に詳細な記述があり、参考までにその開示が組み込まれているが、後掲の図8A及び8Bに関連してある程度詳細に説明される。

【0036】

基板123は、その多くが当該技術において既知の適合するチップ取り付け技法を用いて、パッケージ105のヘッダ103と電氣的及び物理的に接触するように取り付けられる。第2の電気接点が、ヘッダ103の電氣的に分離された通路（不図示）を通る導体125によってVCSEL101に対して形成される。導体125は、ボンディング・ワイヤ126によってVCSEL101のメタライゼーション層（不図示）に接続される。VCSEL101は、制御回路127によって供給され、導体125及び126を介してVCSELに送られる電流にตอบสนองし、放射光ビーム107を発生する。しきい値と飽和値の間の電流の場合、光ビーム107の強度は、電流にほぼ比例する（図2F）。

10

【0037】

光センサ111は、シリコン、ガリウム砒素、インジウム・ガリウム砒素、または、他の適合する材料で形成される従来のフォトダイオード構造を備えていることが望ましい。望ましい材料は、光ビーム117の波長によって決まる。太陽電池のような他の適合する光検知素子を光センサ111に用いることも可能である。光センサは、その多くが当該技術において既知の適合する取り付け技法を用いて、ポスト113に取り付けられる。

20

【0038】

光センサ111は、物理的及び電氣的にポストに接触するように取り付けられるが、代替案として、ポストから電氣的に分離することも可能である。ヘッダ103の電氣的に分離された通路（不図示）を通る導体129によって、光センサに対するもう1つの電気接点が形成される。導体129は、ボンディング・ワイヤ130によって光センサ111のメタライゼーション層（不図示）に接続される。適合する回路要素（不図示）によって、光センサ111に逆バイアスがかけられ、反射光ビーム117の強度によって決まる光センサからの出力電流が、導体129及び130を介して制御回路127に送られる。

30

【0039】

光センサ111からの出力電流及び入力端子128を介して受信するデジタル入力信号にตอบสนองして、制御回路127が、高輝度状態と低輝度状態の一方または両方において出力光ビーム119が所定のレベルに維持されるように、VCSEL101に流れる電流を制御する。制御回路127の回路構成は、従来のものであり、ここでは説明しない。制御回路は、パッケージ105内に取り付けることが可能であり、この場合、ボンディング・ワイヤ126及び130が、制御回路に接続されており、導体125及び129を用いて、入力信号及び電力がパッケージ105内のヘッダ103に取り付けられた制御回路に転送される。制御回路は、光センサ111またはVCSEL101と一体化することも可能である。

40

【0040】

光センサ111には、放射光ビーム107から取り出された反射光ビーム117が光センサに入射する、受光面131が含まれている。図2Aに示す実施例の場合、光センサは、受光面131がVCSEL101の発光面109と非平行になるようにして、ポスト113に取り付けられる。

【0041】

第1の実施例の場合、平面ビーム分割器115には、放射光ビーム107の経路に取り付けられた基板116が含まれている。基板116は2つの平行面、すなわち、ビーム分割面133と非反射面139を備えている。ビーム分割面133は、VCSEL101によって発生した放射光ビーム107の一部を反射光ビームとして反射し、放射光ビームの残りの部分を出力光ビーム119として透過する。ひとつの実施例の場合、約2平方mmで

50

、厚さ約200 μ mのオプティカル・フラットが、基板として用いられた。代替材料として、水晶またはプラスチックを平面ビーム分割器に用いることも可能である。

【0042】

平面ビーム分割器115は、ポスト113の平面からポストの高さにほぼ等しい距離離れて溝135が形成されたヘッダ103に取り付けられる。平面ビーム分割器115は、さらに、非反射面139とビーム分割面133の間のエッジ137が溝135に係合し、エッジ137から遠位の非反射面の一部がポスト113に支持されるようにして取り付けられる。ポスト113に対する溝135の実際の位置は、平面ビーム分割器115のビーム分割面133からの反射ビーム117が、光センサ111の中心に入射するように設定される。平面ビーム分割器115は、適合する接着剤、あるいは、ヘッダ103及び/またはポスト113に取り付けられたクリップ（不図示）によって所定位置に保持される。溝135は、省略することが可能であり、これによって、修正を施されていないポスト・タイプのヘッダの利用が可能になる。

10

【0043】

光源100の光学的構成については、図2Bにより詳細に示されている。図2Bには、ヘッダ103の一部に取り付けられたVCSEL101、図2Aに示すようにヘッダ103に取り付けられた、ポスト113の一部に取り付けられた光センサ111、及び、VCSEL101が発生した放射光ビーム107の一部を反射ビーム117として光センサ111に結合し、放射光ビーム107の放射光ビーム107の残りの部分を出力光ビーム119として透過する平面ビーム分割器115の一部が示されている。

20

【0044】

ビーム分割器115による透過及び反射の制御のため、基板116の非反射面139に適合する反射防止層141の被着が施される。非反射面は、VCSEL101及び光センサ111に隣接した基板面である。反射防止層に適した材料、及び、VCSEL101によって発生する放射光ビーム107の波長に基づいて反射防止層の厚さを決めるための手順は、当該技術において既知のところであり、従って、ここでは説明しない。反射防止層141は、平面分割器の非反射面139における放射光ビーム107の反射を最小限に抑える。結果として、放射光ビームは、非反射面及び基板116を通過して、ビーム分割面133に達し、放射光ビームの一部が、光ビーム117として反射され、放射光ビームの残りの部分が、出力光ビーム119として透過される。上述の実施例の場合、反射防止層141は省略された。

30

【0045】

代替案として、VCSEL101及び光センサ111に隣接した基板116の面をビーム分割面として利用することも可能である。この場合、反射防止層は、VCSEL及び光センサから遠位の基板面に形成して、出力光ビーム119の透過を最大にすることが可能である。しかし、この代替構成の場合、さらに詳細に後述するように、基板を吸光性にすることによって光センサの受光面131からVCSEL101に反射する光を減衰させることができない。

【0046】

反射光ビーム117として平面ビーム分割器115によって反射される放射光ビーム107の一部は、ビーム分割面133の反射率によって決まる。制御回路127によって、出力光ビームにノイズを持ち込むことなく、出力光ビームの強度を制御できるようにするため、反射されるべき光ビーム部分は、装置100の効率（反射ビーム117が出力光ビーム119から外れるための）と光センサ111の電気出力のS/N比との按配に依存する。光センサ111の出力が、制御回路127の動作によって、出力光ビームのS/N比が劣化するのを阻止するのに十分なS/N比になることを保証するため、反射光ビームの強度は、光センサ111の感度に関して十分に高くなければならない。

40

【0047】

用途によっては、ガラス・空気境界の反射率が4%であれば、放射光ビーム107の強度及び光検出器111の感度が、両方とも、光センサ111からの出力信号に所望のS/N

50

比をもたらすのに十分に高い場合がある。しかし、多くの一般的な用途においては、反射光ビーム 117 の強度が放射光ビーム 107 の強度の 10 ~ 20 % の範囲であることが必要とされる。さらに、出力光ビーム 119 の強度が低い用途の場合、十分な強度を備えた反射光ビームを得るには、20 % を超える反射率が必要になる。用途によっては、ガラス・空気境界の 4 % の反射率でも、反射が強すぎるという場合もある。従って、平面ビーム分割器 115 のビーム分割面 133 に反射制御層 143 を被着させることによって、ビーム分割面 133 の反射率が決められ、反射光ビーム 117 と出力光ビーム 119 との強度比が設定される。反射制御層に適した材料、及び、放射光ビーム 107 の所望の一部を反射するため、反射制御層の厚さを決める手順については、当該技術において周知のところであり、ここでは説明しない。

10

【0048】

もう一つの要素を利用して、ビーム分割面 133 の反射率を決定することも可能である。用途によっては、目の安全のために、出力光ビーム 119 の最大強度を制限しなければならない。この最大強度は、一部のレーザが、最高の S/N 比で放射光ビームを発生する強度より低い場合もある。こうした状況の場合、反射制御層 143 は、比較的反射率の高いビーム分割面 133 を形成するように設計することが可能である。この結果、その S/N 比が最高またはそれに近い値になる強度で放射光ビーム 107 を発生するように、VCSEL 101 を動作させることが可能になる。ビーム分割面の反射率は、出力光ビームの強度の設定が安全基準を楽々と満たす強度になるように選択される。ビーム分割面は、放射光ビームの大部分を光センサ 111 に向けて反射し、放射光ビームの残りのわずかな部分を出力光ビームとして透過する。その強度が低下するにもかかわらず、ビーム分割面によって、放射光ビームと放射光ビームのノイズが、両方とも等しく減衰されるので、出力光ビームの S/N 比は放射光ビームとほぼ同じになる。このタイプの光源の場合、反射制御層によって、用途しだい、反射率が 80 % を超えるビーム分割面が得られる可能性がある。

20

【0049】

出力光ビームの強度は、ビーム分割面による反射によってだけでなく、基板 116 に吸光性材料を用いることによって、放射光ビームの強度に対して低下させることが可能である。

【0050】

この実施例、及び、本開示に記載の全ての実施例において、制御回路 127 による光ビーム 119 の強度の正確な制御は、一方における放射光ビーム 107 ともう一方における反射光ビーム 117 及び出力光ビーム 119 との間の伝達関数が固定されたカップラ 114 によって左右される。ガラス・空気境界、水晶・空気境界、または、プラスチック・空気境界、あるいは、メタライゼーションが施された反射制御層をコーティングした前記境界といった境界である、カップラのビーム分割面の反射率は、放射光ビームの偏光方向によって決まるので、VCSEL 101 は、伝達関数が固定されたカップラが得られるように、偏光方向が限定された放射光ビームを発生する。さもなければ、放射光ビームの偏光方向の変動によって、カップラの伝達関数が変化することになる。偏光方向の変化によってカップラの伝達関数が変化すると、制御回路が放射光ビーム（従って、出力光ビーム）の強度に不要な変化を与える。偏光方向が限定された放射光ビームを発生することの可能な VCSEL 構造については、後掲の図 5 A 及び図 5 B に関連して簡単に後述する。さらに、あるいは、代わりに、カップラのビーム分割面上の反射制御層として、一連の誘電体層を用いることも可能である。こうしたビーム分割面の伝達関数は、放射光ビームの偏光方向とはほとんど無関係である。

30

40

【0051】

光センサ 111 は、受光面 131 上に被着した反射防止層 145 を備えている。反射防止層 145 は、光センサ 111 による検出効率を最大にし、かつ、光センサの受光面によって反射される逆ビーム 147 の強度を最小限に抑える。図 2 B には、分かりやすくするため、光ビーム 117 及び 107 から横方向にオフセットした逆ビーム 147 が示されてい

50

るが、実際には、逆ビーム 1 4 7 は、反射光ビーム 1 1 7 及び放射光ビーム 1 0 7 の光路に沿って V C S E L 1 0 1 に戻る。これらの光路に沿って、逆ビームは、平面ビーム分割器 1 1 5 のビーム分割面 1 3 3 によって部分的に反射される。逆ビーム 1 4 7 は、V C S E L 1 0 1 によって生じる放射光ビーム 1 0 7 と波長は同じであるが、位相が異なり、従って、例えば、放射光ビーム 1 0 7 の S / N 比を劣化させるなどの、V C S E L の性能を損なう可能性を有している。逆ビーム 1 4 7 の強度を最小限に抑えることによって、V C S E L 1 0 1 の性能を損なう能力が低下する。

【 0 0 5 2 】

V C S E L 1 0 1 の性能を損なう逆ビーム 1 4 7 の能力は、平面ビーム分割器 1 1 5 の基板 1 1 6 に吸光性ガラスを用いることによってさらに低下させることが可能である。こう

10

【 0 0 5 3 】

平面ビーム分割器 1 1 5 は、また、出力光ビーム 1 1 9 の反射（例えば、出力光ビームが結合される光ファイバの面からの反射）に備わった V C S E L 1 0 1 の性能を損なう能力も低下させる。平面ビーム分割器のビーム分割面 1 3 3 は、出力光ビーム 1 1 9 の反射の一部を反射するので、V C S E L 1 0 1 に到達する出力光ビーム 1 1 9 の反射強度を低下させる。基板 1 1 6 に吸光性のガラスを用いることによって、V C S E L 1 0 1 に到達する出力光ビーム 1 1 9 の反射強度がさらに低下する。

20

【 0 0 5 4 】

逆ビーム 1 4 7 の V C S E L 1 0 1 の性能を損なう能力は、図 2 C ~ 図 2 E に示すように、反射光ビーム 1 1 7 が非ゼロの入射角で受光面 1 3 1 に入射するように光センサ 1 1 1 を取り付けることによって低下させることも可能である。反射光ビーム 1 1 7 が非ゼロの入射角で受光面に入射するように光センサを取り付けることによって、逆ビーム 1 4 7 A は、光学系を通過して、光ビーム 1 0 7 及び 1 1 7 の光路とは異なる光路を戻ることになる。結果として、逆ビームの大部分が、ほんの数マイクロンしかない活性領域 1 4 9 の外において V C S E L 1 0 1 に入射するので、光センサによる反射後に V C S E L の活性領域に戻る逆ビームの強度は、大幅に低下する。

【 0 0 5 5 】

図 2 C に示す光源 1 0 0 A の場合、光センサ 1 1 1 に対する反射光ビームの入射角は、センサを取り付けるポスト 1 1 3 A の一部がヘッダ 1 0 3 に対して垂直にならないように、ヘッダに対してポストを曲げることによって増大する。図 2 D に示す実施例の光源 1 0 0 B の場合、光センサ 1 1 1 に対する反射光ビーム 1 1 7 の入射角は、無修正のポスト 1 1 3 に取り付けられた角度つきパッド 1 5 1 に光センサ 1 1 1 を取り付けることによって増大する。図 2 E に示す実施例の光源 1 0 0 C の場合、反射光ビームが、無修正のポスト 1 1 3 に取り付けられた光センサ 1 1 1 に非ゼロの入射角で入射するように、平面ビーム分割器 1 1 5 A は、 45° とは異なる角度で取り付けられる。

30

【 0 0 5 6 】

図 2 B ~ 図 2 E には、平面ビーム分割器 1 1 5 の面 1 3 3 及び 1 3 9 において、放射光ビーム 1 0 7 がいかに屈折するかも示されている。この屈折の結果、V C S E L 1 0 1 がパッケージ 1 0 5 の光学軸に取り付けられる場合、出力光ビーム 1 1 9 は、光学軸に対して横方向にシフトした位置から放射される。このシフトは、その物理的軸が光学軸上にくるようにして、パッケージ 1 0 5 が取り付けられ、出力光ビームが、やはり、光学軸上に位置する別のコンポーネントに結合される場合には、とりわけ問題になる可能性がある。物理的軸から適正にオフセットした位置においてヘッダ 1 0 3 に V C S E L を取り付けることによって、出力光ビーム 1 1 9 をパッケージ 1 0 5 の物理的軸に戻すことが可能である。

40

【 0 0 5 7 】

図 3 A には、V C S E L 1 0 1 によって生じる放射光ビーム 1 0 7 の一部を反射光ビーム

50

117として光センサ111に結合し、放射光ビーム107の残りの部分を出力光ビーム119として透過するカップラ114として、立方ビーム分割器215が用いられた、本発明による第2の実施例である光源200が示されている。図3Aにおいて、図2Aに関連して上述のものと同じ構成要素については同じ参照番号で表示されており、ここでは、説明を繰り返さない。

【0058】

VCSSEL101によって生じる放射光ビーム107は、ゼロの入射角で立方ビーム分割器215に入射し、出射するので、ビーム分割器によって屈折することはない。従って、VCSSELがパッケージ105の物理的軸上に取り付けられている場合、出力光ビーム119は、この軸上に放射される。

10

【0059】

立方ビーム分割器215のビーム分割面253の反射率は、ビーム分割面によって反射されて、反射光ビーム117を発生する放射光ビーム107の量を決定する金属または誘電体層である、反射制御層によって制御される。ビーム分割面253の反射率は、反射光ビーム117と出力光ビーム119との間における強度比の設定が、図2Aに関して上述のところと同様になるように選択される。

【0060】

図3Aに示す実施例の場合、立方ビーム分割器215は、面255を光センサ111の受光面131に取り付けることによって装着される。このために屈折率整合セメントを利用して、ビーム分割器と光センサの間の境界における反射を最小限に抑えることが望ましい。ビーム分割器の面255、257、及び、259には、反射によってVCSSEL101に戻される光の強度を最小限に抑えるため、反射防止コーティング（不図示）が施される。

20

【0061】

図3Bには、本発明による光源の第2の実施例に関する変形である光源250の一部が示されている。VCSSEL101、光センサ111、及び、立方ビーム分割器215の構成をさらに詳細に示すことができるように、図3Bから、ヘッダ103の一部を除くパッケージ105が省略されている。パッケージ、及び、導体125及び129に対するボンディング・ワイヤ126及び130の接続は、図3Aに示されているのと同じである。

【0062】

図3Bに示す変形の場合、ヘッダ103は、標準的なヘッダであり、上述の実施例に用いられているポスト113が欠けている。VCSSEL101は、図2Aに関連して上述のようにヘッダ103に取り付けられている。立方ビーム分割器215の面257は、VCSSEL101の発光面109に取り付けられ、光センサ111は、ビーム分割器の面255に取り付けられている。ビーム分割器は、VCSSELに取り付けられ、光センサは、できれば屈折率整合セメントを用いてビーム分割器に取り付けられる。反射によってVCSSEL101に戻される光の強度を最小限に抑えるため、面255、257、及び、259には、反射防止層のコーティングを施すことが望ましい。ボンディング・ワイヤ261によって、光センサ111の背面とヘッダ103の間に電氣的接続が施される。

30

【0063】

図3A及び図3Bに示す光源の場合、面255が面257及び259に直交しないようにして、立方ビーム分割器215を組み立てることによって、反射光ビーム117と面255及び光センサ111の受光面231の両方との間において非ゼロの入射角を得ることが可能になる。代替案として、ビーム分割面253が放射光ビーム107に対して45°とは異なる角度をなすようにして、立方ビーム分割器を組み立てることによって、面255及び光センサ111の受光面131に対して非ゼロの入射角を得ることが可能になる。入射角が非ゼロになると、面255または受光面131によって反射される光が、図2C～図2Eに関して上述のところと同様に、その活性領域外においてVCSSEL101に入射する。

40

【0064】

50

本発明による光源の第3の実施例に関するいくつかの変形が、図4A～図4Gにおいて示されている。図4A～図4Gには、図2A及び図2Bに示すものと同じ構成要素が同じ参照番号を用いて表示されている。第3の実施例の場合、標準的な(ポストのない)ヘッダが利用され、光センサがヘッダに取り付けられ、VCSELが、発光面が光センサの受光面とほぼ平行になるようにして、光センサに隣接して取り付けられる。パッケージによって支持される面は、反射または後方散乱によって、VCSELが発生する放射光ビームの一部の方向を転換して、光センサに戻し、光センサが出力光ビームの強度をモニタできるようにする。

【0065】

VCSEL及び光センサは、互いに同軸をなすようにヘッダに取り付けることもできるし、あるいは、ヘッダに並べて取り付けられることも可能である。VCSEL及び光センサに独立したチップが用いられる場合、これらのチップは、一般に、0.2～1mmだけ離して配置される。代替案として、VCSEL及び光センサは、共通の半導体材料に形成することが可能であり、この場合、素子間の離隔距離は、上述の距離より短くすることが可能である。しかし、素子間における電氣的及び熱的クロストークを低減するためには、離隔距離は0.1mmを超えることが望ましい。

【0066】

図2Aに関連して上述のと同様に、VCSELと光センサとの電氣的接続が行われる。光センサの電気出力は、図2Aに示す制御回路127と同様の制御回路に送られるが、図面の簡略化のため、図4A～図4Gの図面から省略されている。制御回路は、やはり、図2Aに関連して上述のように、高輝度状態において、または、低輝度状態において、または、高輝度状態及び低輝度状態の両方において、VCSELに送られる電流に制御を加える。

【0067】

図4Aには、本発明による光源の第3の実施例に関する第1の変形である光源300が示されている。光源300において、VCSEL101及び光センサ111は、パッケージ105のヘッダ103に並べて取り付けられる。パッケージの容器106には、修正された窓303が取り付けられている。修正窓303は、角度つき部分305を支持しており、該部分は、カップラ314Aの働きをして、VCSEL101によって生じた放射光ビーム107の一部を反射光ビーム117として光センサ111に戻し、放射光ビーム107の残りの部分を出力光ビーム119として透過する。角度つき部分305は、窓303内において放射光ビーム107のほぼ中心にくるように配置される。角度つき部分は、放射光ビーム107に対して、面307によって反射される反射光ビーム117が光センサ111に入射する角度をなすように設定された、ほぼ平面で、平行な面307及び309を備えている。角度つき部分305を含む窓303は、水晶、ガラス、または、他の適合する材料の成形物またはプレス成形物である。代替実施例の場合、修正窓303を省略し、角度つき部分305を容器106によって直接支持することも可能である。

【0068】

角度つき部分305には、図2Aに関連して上述のように、その反射率が反射光ビーム117と出力光ビーム119の相対的強度を決定するように選択されている金属または誘電体層である、反射制御層311のコーティングを施すことが可能である。面307の真性反射率によって所望の強度が得られる用途の場合、反射制御層311の省略が可能である。

【0069】

図4Bには、標準窓108を備える標準容器106を用いた、第2の変形である光源320が示されている。これら標準部品は、図4Aに示す修正窓を備えた容器よりも低コストである。容器106には、介挿体321が取り付けられている。その他の点では、図4Bに示す変形320の構造と図4Aに示す変形とは同じものであり、これ以上の説明は加えない。

介挿体321には、角度つき部分323が含まれており、該部分は、カップラ314Bの

10

20

30

40

50

働きをして、V C S E L 1 0 1によって生じた放射光ビーム 1 0 7の一部を反射光ビーム 1 1 7として光センサ 1 1 1に戻し、放射光ビーム 1 0 7の残りの部分を出力光ビーム 1 1 9として透過する。角度つき部分 3 2 3は、介挿体 3 2 1内において放射光ビーム 1 0 7のほぼ中心にくるように配置される。角度つき部分は、放射光ビーム 1 0 7に対して、面 3 2 5によって反射される反射光ビーム 1 1 7が光センサ 1 1 1に入射する角度をなすように設定された、ほぼ平面で、平行な面 3 2 5及び 3 2 7を備えている。介挿体 3 2 1は、水晶、ガラス、または、他の適合する材料の成形物またはプレス成形物である。

【 0 0 7 0 】

角度つき部分 3 2 3の面 3 2 5には、図 2 Aに関連して上述のように、その反射率が反射光ビーム 1 1 7と出力光ビーム 1 1 9の相対的強度を決定するように選択されている金属または誘電体層である、反射制御層 3 2 9のコーティングを施すことが可能である。面 3 2 5の真性反射率によって所望の強度が得られる用途の場合、反射制御層 3 2 9の省略が可能である。

10

【 0 0 7 1 】

窓 1 0 8には、窓 1 0 8と介挿体 3 2 1の間に生じる多重反射を阻止し、窓が出力光ビームの一部を反射して、V C S E L 1 0 1に戻すのを阻止するため、反射防止層 1 1 0のコーティングを施すことが望ましい。

【 0 0 7 2 】

図 4 Cには、パッケージ 1 0 5の窓 3 4 1がボール・レンズ 3 4 3を支持する、第 3の変形である光源 3 4 0が示されている。ボール・レンズ 3 4 3の凸面 3 4 5は、カップラ 3 1 4 Cの働きをして、V C S E L 1 0 1によって生じた放射光ビーム 1 0 7の一部を反射光ビーム 1 1 7として光センサ 1 1 1に戻し、放射光ビーム 1 0 7の残りの部分を出力光ビーム 1 1 9として透過する。放射光ビーム 1 0 7は、V C S E L 1 0 1から放射されると、わずかに発散する。従って、光ビームの外側部分は、ボール・レンズのビーム分割面 3 4 5に非ゼロの入射角で入射し、光学軸に対して角度をなしてビーム分割面 3 4 5によって反射される。例えば、放射光ビーム 1 0 7の外側部分 3 4 7は、反射光ビーム 1 1 7が光センサ 1 1 1に入射する角度でビーム分割面 3 4 5によって反射される。

20

【 0 0 7 3 】

ボール・レンズ 3 4 3の凸面 3 4 5をカップラとして用いることによって、いくつかの利点を得られる。放射光ビーム 1 0 7に対してゼロの入射角をなすように配置されるのは、凸面の無限小セグメントだけである。従って、凸面によって、光センサ 1 1 1の受光面及び凸面による反射光ビーム 1 1 7の反射後、V C S E L 1 0 1に戻される逆光ビームの強度が最小限に抑えられる。また、反射光ビーム 1 1 7は、凸面から発散するので、V C S E Lに対する光センサの位置決めにより要求される精度要件が緩和される。

30

【 0 0 7 4 】

窓 3 4 1及びボール・レンズ 3 4 3は、ガラス、水晶、プラスチック、及び、その他の適合する材料による成形物またはプレス成形物とすることが可能である。ボール・レンズは、サファイアから造ることも可能である。代替実施例の場合、窓を省略し、ボール・レンズを容器 1 0 6によって直接支持することも可能である。もう 1つの代替実施例の場合、ボール・レンズの凸面の代わりに、球面または放物面レンズの凸面を凸状ビーム分割面 3 4 5として用いることが可能である。

40

【 0 0 7 5 】

ボール・レンズ 3 4 3のビーム分割面 3 4 5には、反射制御層 3 4 9、すなわち、面 3 4 5の反射率を決める、従って、図 2 Aに関連して上述のように、反射光ビーム 1 1 7と出力光ビーム 1 1 9との相対的強度を決める金属または誘電体層のコーティングを施すことが可能である。ビーム分割面の反対側にあるボール・レンズの面 3 4 6には、反射防止層 3 4 8のコーティングを施すことが望ましい。

【 0 0 7 6 】

図 4 Cに示す実施例の場合、反射光ビーム 1 1 7の一部だけしか光検出器 1 1 1に入射しない。反射光ビームの残りは、ヘッダ 1 0 3及びV C S E L 1 0 1によって吸収または反

50

射される。図 4 D に示す第 4 の変形である光源 3 5 0 の場合、大面積センサ 3 5 1 がヘッド 1 0 3 に取り付けられ、V C S E L 1 0 1 が、光学軸の中心にくるのが望ましい光センサ 3 5 1 の受光面 3 5 3 の中心に取り付けられて、V C S E L / 光センサ・アセンブリ 3 6 1 を形成する。V C S E L 1 0 1 及びトラック 4 1 7 (図 5 A) によってカバーされていない受光面 3 5 3 の部分が、反射光ビーム 1 1 7 の大部分を捕捉し、結果として、光センサは、図 4 C に示す変形に比べて、所定の強度の反射光ビームに対する S / N 比が高い電気信号を発生することになる。V C S E L / 光センサ・アセンブリ 3 6 1 の詳細については、図 5 A 及び 5 B に関連して以下で述べることにする。

【 0 0 7 7 】

V C S E L / 光センサ・アセンブリ 3 6 1 は、光センサ 3 5 1 の背面の導電層 4 0 7 (図 5 B) がヘッド 1 0 3 と物理的及び電氣的に接触するようにして取り付けられる。大面積センサ 3 5 1 の電気出力は、導体 1 2 9 とボンディング・パッド 4 1 1 の間に接続されたボンディング・ワイヤ 1 3 0 によって導体 1 2 9 に接続される。V C S E L 1 0 1 の電流は、導体 1 2 5 と導電層 4 1 9 の間に接続されたボンディング・ワイヤ 1 2 6 によって導体 1 2 5 から接続される。V C S E L の電気回路は、ボンディング・ワイヤ 3 5 5 の一方の端部をボンディング・パッド 4 1 5 に接続することによって完成する。図 4 D には、ヘッド 1 0 3 に接続されたボンディング・ワイヤ 3 5 5 のもう一方の端部が示されている。代替案として、V C S E L 回路は、ボンディング・ワイヤ 3 5 5 のもう一方の端部を、ヘッド 1 0 3 の絶縁通路 (不図示) を通る追加導体 (不図示ではあるが、導体 1 2 5 及び 1 2 9 と同様) に接続することによって、光センサ回路から電氣的に分離することが可能である。

上述の点を除けば、図 4 D に示す光源 3 5 0 は、図 4 C に関して上述のものと同様であり、これ以上の説明は行わない。

【 0 0 7 8 】

図 4 H は、図 4 D に示す実施例によって生じる出力光ビーム 1 1 9 内に取り付けられた大面積光検出器の出力と対照して作図された光センサ 3 5 1 の出力電流を示すグラフである。図 4 H には、光センサ 3 5 1 の出力と出力光ビーム内に取り付けられた光検出器の出力との間におけるほぼ線形の関係が示されており、光センサ 3 5 1 の出力が出力光ビーム 1 1 9 の強度を正確に表していることが分かる。

【 0 0 7 9 】

用途によっては、図 4 D に示す実施例のように、ボール・レンズ 3 4 3 と容器 1 0 6 の窓を一体化しないほうが望ましい場合もある。というのも、ボール・レンズの中心が放射光ビーム 1 0 7 にくるように、こうした構成のコンポーネントを正確に位置決めすることが必要になるためである。図 4 E には、本発明によるレーザ・ベースの光源の第 3 の実施例に関する第 5 の変形である、光源 5 0 0 が示されている。この光源は、主として、光通信リンクに用いることを意図したものである。図 4 E の場合、図 4 D に関連して上述の構成要素と同様の構成要素は、同じ参照番号で表示されており、ここでは説明を繰り返さない。

【 0 0 8 0 】

光源 5 0 0 の場合、パッケージ 5 0 1 は、光学軸を形成する軸に沿って配置されたノーズ部分 5 0 2 と、本体部分 5 0 4 を備えている。ノーズ部分には、光学軸と同軸をなすようにボア 5 0 3 が形成されている。ボアは、光学軸に対する光ファイバ (不図示) の側方位置を形成し、光学軸上の固定位置に光ファイバの端部を配置するようにして光ファイバを収容するため、精密な寸法が付与されている。

【 0 0 8 1 】

本体部分 5 0 4 には、正確に光学軸に中心が位置し、ボール・レンズ 5 4 3 を収容する寸法が付与された空洞 5 0 7 が含まれている。ボール・レンズは、肩 5 1 1 と係合するまで空洞に押し込まれる。これによって、光学軸上におけるボール・レンズの横方向及び軸方向の位置が正確に決まる。通路 5 0 5 によって、空洞 5 0 7 とボア 5 0 3 が光学的に接続される。本体部分 5 0 4 の空洞 5 0 7 によって、光学軸上におけるボール・レンズ 5 4 3

10

20

30

40

50

の正確な位置決めが行われ、空洞とノーズ部分 5 0 2 のボア 5 0 3 とが連係して、光ファイバ、ボール・レンズ、及び、光学軸間における固定位置関係が確定する。

【 0 0 8 2 】

ボール・レンズ 5 4 3 の凸状ビーム分割面 5 4 5 には、反射制御層 5 4 9、すなわち、面 5 4 5 の反射率を決める、従って、図 2 A に関連して上述のように、反射光ビーム 1 1 7 と出力光ビーム 1 1 9 との相対的強度を決める金属または誘電体層のコーティングを施すことが可能である。ビーム分割面の反対側にあるボール・レンズの面 5 4 6 には、反射防止層 5 4 8 のコーティングを施すことが望ましい。ボール・レンズ 5 4 3 の代わりに、凸状面が、光学軸に対し垂直にアライメントがとれるようにして放射光ビーム 1 0 7 内に取り付けられた、球面または放物面レンズを用いることも可能である。

10

【 0 0 8 3 】

パッケージ 5 0 1 の本体部分 5 0 4 は、レーザ / 光センサ・サブアセンブリ 5 1 3 を収容する。レーザ / 光センサ・サブアセンブリは、容器 1 0 6 の窓 1 0 8 が、図 4 B に示す窓と同様の標準的な窓である点を除けば、図 4 D に示す光源と同様であり、光学軸に対してほぼ垂直に配置された平面の平行面を備えている。窓 1 0 8 には、反射防止層 1 1 0 のコーティングを施すことが望ましい。

【 0 0 8 4 】

レーザ / 光センサ・サブアセンブリ 5 1 3 は、パッケージ 5 0 1 の本体部分 5 0 4 に対してすきまばめを施されているので、本体部分においてレーザ / 光センサ・サブアセンブリの横方向と軸方向の位置調整が可能である。レーザ / 光センサ・サブアセンブリ 5 1 3 は、リング状の接着剤 5 1 9 によって本体部分 5 0 4 内の所定位置に保持される。

20

【 0 0 8 5 】

アセンブリの際、接着剤 5 1 9 の硬化前に、出力光ビーム 1 1 9 の強度を最大にするため、光学軸に対して軸方向と横方向の両方において、レーザ / 光センサ・サブアセンブリ 5 1 3 の位置が能動的に調整される。レーザ / 光センサ・サブアセンブリの位置が最適になると、接着剤を硬化させて、レーザ / 光センサ・サブアセンブリが本体部分 5 0 4 内の所定位置に固定される。パッケージ 5 0 1 内におけるレーザ / 光センサ・サブアセンブリの位置を最適にすると、光センサ 3 5 1 上における V C S E L 1 0 1 の位置決め公差及びヘッダ 1 0 3 上における V C S E L / 光センサ・アセンブリ 3 6 1 の位置決め公差にもかかわらず、V C S E L 1 0 1 がパッケージの光学軸上に位置決めされる。

30

上記の点を除けば、レーザ / 光センサ・サブアセンブリ 5 1 3 の構造は、図 4 D に関連して上述のものと同じであり、従って、ここでは説明を繰り返さない。

【 0 0 8 6 】

図 4 E に示す光源 5 0 0 の場合、V C S E L 1 0 1 によって生じた放射光ビーム 1 0 7 が、光学軸に沿って進むにつれて、光学軸から発散し、この結果、放射光ビーム 1 0 7 の一部が、非ゼロの入射角でボール・レンズ 5 4 3 に入射することになる。ボール・レンズ 5 4 3 は、カップラ 5 1 4 の働きをして、V C S E L 1 0 1 によって生じる放射光ビーム 1 0 7 の一部を反射光ビーム 1 1 7 として光センサ 3 5 1 に戻し、放射光ビーム 1 0 7 の残りの部分を出力光ビーム 1 1 9 として透過する。反射光ビーム 1 1 7 は、光センサ 3 5 1 に入射し、光センサによって反射光ビームの強度を表す電気信号が発生する。図 2 A に関連して上述のものと同様の制御回路（不図示）が、光センサによって生じる電気信号にตอบสนองして、V C S E L 1 0 1 に送られる電流に制御を加え、高輝度状態と低輝度状態の一方または両方において出力光ビーム 1 1 9 の強度を制御する。

40

図 4 E に示す光源 5 0 0 の代替構成の場合、V C S E L 及び光センサは、図 4 C に示す構成と同様の構成で、ヘッダに並べて取り付けることが可能である。別の代替実施例の場合、容器 1 0 6 を省略することが可能である。

【 0 0 8 7 】

V C S E L によって生じる光ビームの一部は、図 4 F 及び 4 G に示す第 3 の実施例に関する第 6 と第 7 の変形におけるように、後方散乱によって光センサに結合することも可能である。図 4 F 及び図 4 G に示す変形の場合、図 4 A 及び図 4 D に関連して上述のものと同

50

じ構成要素は、同じ参照番号で表示されているので、ここでは説明を繰り返さない。

【0088】

図4F及び図4Gに示す光源の場合、標準的なヘッダ103および容器106が用いられているが、容器の窓601には、カップラ614として散乱部分603を含むことが可能である。カップラは、VCSEL101によって生じた放射光ビーム107の一部を散乱光605として光センサ111または351に戻し、放射光ビーム107の残りの部分を出力光ビーム119として透過する。ある実施例では、散乱部分603は、窓601の面607をつや消し加工することによって形成された。代替案として、窓の面の1つに弱い回折格子(不図示)を形成することにより、窓601によって、あるいは、他の手段によって光を散乱させることが可能である。VCSEL101から遠位の窓601の面には、
10
反射防止層610のコーティングを施すことが望ましい。

図4Fに示す光源の場合、VCSEL101及び光センサ111は、図4Aに関連して上述のように、ヘッダ103に並べて取り付けられる。図4Gに示す光源の場合、VCSEL101は、図4Dに関連して上述のように、大面積光センサの中心に取り付けられる。

【0089】

すぐ前で説明した変形のどちらかに修正を加えて、図4Bに示す修正装置の介挿体321を利用し、図4Bに示す窓付き容器のような標準窓付き容器を利用することも可能である。修正介挿体の角度つき部分323は、放射光ビーム107に対する入射角がゼロになるように角度がつけられ、散乱部分は、角度つき部分の面325に形成される。散乱部分に向かい合った修正介挿体の面には、図4Bに示す反射防止層330と同様の反射防止層の
20
コーティングを施すのが望ましい。

【0090】

次に、図5A及び図5Bを参照して、図4D、図4E、及び、図4Gに関連して上述の実施例に用いられているVCSEL/光センサ・アセンブリ361について説明する。大面積センサ351の場合、基板401は、シリコン、ガリウム砒素等のような半導体材料である。望ましい実施例の場合、基板は、約1.5平方ミリメートルのシリコンである。領域403は、基板401における受光面353の下に形成される。領域403は、基板とは逆の導電性を備えている。基板の受光面には、絶縁層405が配置され、基板の反対側の面には、導電層407が配置されている。望ましい実施例の場合、絶縁層は、二酸化珪素の層であり、導電層407は、アルミニウムまたは金の層である。メタライゼーション
30
層409は、絶縁層405の開口部を介して領域403と接触し、領域403と絶縁層の面上のボンディング・パッド411を接続する。ボンディング・パッド411と導電層407との間に逆バイアスがかかると、電流が受光面353に入射する光の強度に比例して流れる。

取り付けパッド413は、受光面353の中心において絶縁層上に配置され、トラック417によってボンディング・パッド415に接続される。望ましい実施例の場合、メタライゼーション層409、取り付けパッド413、ボンディング・パッド411及び415、及び、トラック417が、単一メタライゼーション工程で形成された。

【0091】

VCSEL101は、基板/ミラー構造423の対向する面上に配置された導電層419
40
及び421を備えている。望ましい実施例の場合、基板/ミラー構造423は、約0.5平方ミリメートルである。基板/ミラー構造については、図8A及び図8Bに関連して、以下でさらに詳述する。VCSEL101によって生じる光は、導電層419の発光ポート425を通してデバイスを出る。

VCSEL101は、適合するチップ取り付け技法を用いて、取り付けパッド413の中心に取り付けられるので、導電層421は、取り付けパッドと物理的及び電氣的に接触する。望ましい実施例の場合、このために導電性エポキシ接着剤が利用された。

【0092】

図6A及び図6Bには、本発明によるレーザ・ベースの光源の第4の実施例700が示されている。図6A及び6Bの場合、図2Aに関連して上述の構成要素と同じ構成要素は、
50

同じ参照番号で表示されている。第4の実施例の場合、カップラ714は、光センサの面に形成されたビーム分割層である。カップラは、透過によって放射光ビームの一部を光センサに結合し、放射光ビームの残りの部分を出力光ビームとして反射する。

【0093】

図6A及び図6Bに示す光源700の場合、図2Aに示す実施例に用いられているポスト・タイプのヘッダと同様のポスト・タイプのヘッダ103が用いられる。しかし、この実施例の場合、VCSEL101は、ポスト113に取り付けられ、ヘッダ103とほぼ平行な放射光ビーム107を放射する。角度つき面703を含むプラットフォーム701は、角度つき面がVCSEL101に面するようにして、ヘッダ103に取り付けられる。このプラットフォームは、VCSEL101によって生じる放射光ビーム107が角度つき面703の中心に入射するように、寸法が付与され、ヘッダに取り付けられる。

10

【0094】

光センサ111は、プラットフォーム701の角度つき面の、放射光ビーム107が受光面131の中心に入射する位置に取り付けられる。ビーム分割層705は、光センサ111の面に配置され、カップラ714の働きをする。カップラは、図6Bに示すように、VCSEL101によって生じる放射光ビーム107の一部を透過光ビーム717として光センサ111に結合し、放射光ビーム107の残りの部分を出力光ビーム119として反射する。角度つき面703は、放射光ビーム107の方向に対して、ビーム分割面705によって反射される出力光ビーム119がヘッダ103にほぼ垂直な方向に放射することになる角度をなすように設定することが望ましい。ある実施例の場合、角度つき面703

20

は、放射光ビーム107に対して約45°の角度がつけられた。出力光ビーム119は、容器106の窓108を通してパッケージ105を出る。窓には、出力光ビームの一部を反射してVCSEL101に戻すのを阻止するため、反射防止層110のコーティングを施すことが可能である。

【0095】

ビーム分割層705によって透過される放射光ビーム107の一部である透過光ビーム717は、光センサ111の受光面131に入射する。光センサは、図2Aに関連して上述のと同様にして、透過光ビーム717の強度を表した電気信号を発生する。上述のものと同様の制御回路が、光センサによって生じる電気信号に応答し、VCSEL101に送られる電流に制御を加えて、高輝度状態と低輝度状態の一方または両方において、出力光ビーム119の強度を決めることが可能である。

30

【0096】

ビーム分割層705の反射率は、透過光ビーム717と出力光ビーム119の間において所望の強度比が得られるように選択される。出力光ビーム119のS/N比が、ビーム分割面の反射率を比較的低くすることによって向上し、VCSEL101によって生じる放射光ビーム107の大部分が、上述のように出力光ビームとして反射されない用途の場合、光センサの受光面131には、ビーム分割層705の下に吸光層(不図示)が含まれる。吸光層は、透過光ビーム717による光センサ111の飽和を阻止し、出力光ビーム119の強度が透過光ビーム717を反射する受光面131によって増強されるのを阻止する。

40

【0097】

光センサ111の受光面に配置されたビーム分割層705の代替案として、VCSEL101と光センサ111の間に、ビーム分割器を非ゼロの入射角で配置することが可能である。図2Aに示す平面ビーム分割器115と同様のビーム分割器を用いることが可能である。ビーム分割器は、放射光ビームの一部を透過光ビームとして光センサに透過し、放射光ビームの残りの部分を出力光ビームとして反射する。ビーム分割器は、光センサの受光面によって支持することもできるし、あるいは、光センサとは関係なく、ヘッダによって支持することも可能である。後者の場合、光センサは、受光面が透過光ビームとほぼ垂直になるように取り付けることが可能である。

【0098】

50

VCSEL101と光センサ111とをしっかりと結合することによって、この実施例はVCSELアレイをなすVCSELの強度制御に特に適したものになる。図2A～図2E、図3A、図3B、図4A、及び、図4Bに示す実施例は、VCSELアレイをなすVCSELの強度制御にも適している。図6Cには、2素子VCSELアレイを例示した、VCSELのアレイと共に用いられる、図6A及び図6Bに示す実施例の適応構造720が示されている。図6Cに示すレーザ・ベース光源720の場合、VCSEL711及び713は、ポストに取り付けられた共通層構造に並べて形成されている。後掲の図8Bにおいて示される2つのVCSELがこのために用いられる。代替案として、ポスト113に2つの個別VCSELを並べて取り付けることも可能である。ボンディング・ワイヤ715及び716と導体719及び721によって、それぞれ、VCSELに対して別個の電気接続が行われる。

10

【0099】

個別光センサをプラットフォーム701の角度つき面703に並べて取り付けることはできるが、図面には、一体化光センサ・アレイ723が示されている。光センサの場合、通常、VCSELアレイにおけるVCSELの数(図6Cには例として2つが示されている)と等しい数の光センサが、共通基板に形成される。共通ビーム分割層705が、光センサ・アレイの面上に形成される。ボンディング・ワイヤ725及び727と導体729及び731によって、それぞれ、光センサの素子に対する個別の電気接続がなされる。光センサ・アレイ723における各光センサの電気出力は、上述のようにして、光センサに入射する放射光ビームを発生する、VCSELの光出力を制御するために用いられる。

20

【0100】

次に、図7に関連して、本発明によるレーザ・ベースの光源の第5の実施例800について説明する。第5の実施例の場合、VCSEL及び光センサは、VCSELの発光面が光センサの発光面にほぼ平行になるようにして、ヘッダに並べて取り付けられ、複数面が、VCSELによって生じる放射光ビームの一部を光センサに結合し、放射光ビームの残りの部分を出力光ビームとして送り出すカップラとして用いられる。図7に示す実施例の場合、図2Aに示すものに対応する構成要素は、同じ参照番号で表示されており、ここでは説明を繰り返さない。

【0101】

VCSEL101及び光センサ111は、反射防止層110を含むことが望ましい窓が設けられた容器106内に納められたヘッダ103に並べて取り付けられている。平面ビーム分割器815及びリフレクタ818は、VCSEL101が生じた放射光ビーム107の一部を反射光ビーム117として光センサ111に結合し、放射光ビームの残りの部分を出力光ビーム119として透過するカップラ814を構成する。

30

【0102】

平面ビーム分割器815には、部分的に反射性であって、VCSEL101によって生じた放射光ビーム107の一部を反射光ビームとしてリフレクタ818の反射面に向かって反射するビーム分割面821が含まれている。ビーム分割面は、また、VCSELによって生じた放射光ビーム107の残りの部分を出力光ビーム119として透過する。反射光ビームは、反射面823に達するまで、ヘッダ103とほぼ平行に進行する。反射面823は、部分的に反射性であり、ビーム分割面から受けた反射光ビーム117を光センサ111に反射する。光センサは、反射光ビームに応答して、その大きさが反射光ビームの強度によって決まる出力電流を発生する。

40

反射面の反射率をほぼ100%まで高めるため、メタライゼーション層829がリフレクタ818の反射面に配置される。

ほとんどの用途において、図2Aに関連して上述のように、ビーム分割面の反射率を反射光ビーム117及び出力光ビーム119の所望の強度が得られる値に設定するため、平面ビーム分割器815のビーム分割面821に反射制御層839の被着が施される。

【0103】

ある実施例の場合、カップラ814を構成する平面ビーム分割器815及びリフレクタ8

50

18として、互いに、及び、ヘッダに対してセメント接合される2つの小さなガラスのオプチカル・フラットを利用することが可能である。平面ビーム分割器及びリフレクタは、互いに直交するように、ただし、反射光ビーム117を非ゼロの入射角で光センサ111に送り込むため、ヘッダ103に対して 135° と 45° とはわずかに異なる角度をなすように取り付けることが望ましい。この結果、光センサの受光面131における反射光ビームの反射がVCSEL101に戻されるのが阻止される。オプチカル・フラットには、カップラのアセンブル前に、反射制御層839及びメタライゼーション層829のコーティングが施される。

VCSEL101及び光センサ111は、同じ半導体材料に組み込むことが可能である。例えば、図8A及び8Bに示す層構造803に形成されたVCSEL及び追加レーザ構造を用いることが可能である。

10

【0104】

図8A及び図8Bには、本発明の第6の実施例が示されている。第5の実施例と同様、本発明による光源の第6の実施例は、複数面を用いて、放射光ビームの一部を光センサに結合する。しかし、第6の実施例の場合、VCSELと光センサの両方が形成された半導体層構造上に形成される薄膜光学導波管が、カップラとして用いられる。これにより、製造時におけるVCSEL及び光センサに対するカップラのアライメントが簡単にとれるようになる。

【0105】

図8A及び図8Bには、本発明によるレーザ・ベース光源の第6に実施例である光源900が示されている。図8A及び図8Bには、それぞれ、層構造803の露出面809の図、及び、露出面809に隣接した層構造803の一部の略断面図が示されている。この層構造の細部については、その開示が参考までに本書に組み込まれている、米国特許出願第08/551,302号に記載がある。該層構造は、図7に示すパッケージ105とほぼ同様のパッケージ（不図示）のヘッダ（不図示）に取り付けられた基板（不図示）に形成される。ヘッダ、パッケージ、及び、層構造803に形成される素子間の接続、及び、パッケージの導体は、図面の簡略化のため、図8A及び8Bから省略されている。

20

【0106】

VCSEL801及び追加レーザ構造811は、層構造803における導電率の低い領域865によって、及び、該層構造の露出面809に形成される電極851及び853によって層構造803に形成される。追加層構造は、構造的にはVCSELと同様であり、電気的には、導電率の低い領域によってVCSELから分離されている。VCSELの電極851は、VCSELが放射光ビーム907を放射する発光ポート871と境界をなしている。追加レーザ構造の電極853は、追加レーザ構造が光ビーム917を受ける受光ポート825と境界をなしている。

30

【0107】

一般に、追加レーザ構造811及びVCSEL801は、層構造803において、ほぼ $100\mu\text{m}$ ほどの距離だけ物理的に離れている。VCSEL801に通るレーザ電流を駆動する電位と逆の極性の逆バイアスが加えられると、追加レーザ構造811は光センサの働きをする。

40

【0108】

図8A及び図8Bに示す光源900の場合、弱い回折格子911を組み込んだ薄膜導波管901は、カップラ914の働きをし、VCSEL801によって生じた放射光ビーム907を光ビーム917として追加レーザ構造811に結合する。追加レーザ構造は、逆バイアス下において光センサの働きをする。カップラ914は、放射光ビーム907の残りの部分を出力光ビーム919として透過する。

【0109】

薄膜光導波管901の場合、VCSEL801と追加レーザ構造811の間において、層構造803の露出面809の一部に第1のクラッド層903の被着が施される。コア層905が、第1のクラッド層に、さらに、VCSELの発光ポート871及び追加レーザ構

50

造の受光ポート 8 2 5 にかぶせられる。このコア層は、第 1 のクラッド層よりも屈折率が高い。V C S E L の発光ポートにかぶせられるコア層には、弱い回折格子 9 1 1 が含まれている。

第 2 のクラッド層 9 0 9 が、第 1 のクラッド層 9 0 3 及び追加レーザ構造 8 1 1 の受光ポート 8 2 5 にかぶさったコア層 9 0 5 の一部にかぶせられる。第 2 のクラッド層には、光学導波管 9 0 1 の外部からの迷光が入射し、追加レーザ構造によって検出されるのを阻止する、メタライゼーション層 9 1 3 のコーティングを施すのが望ましい。

【 0 1 1 0 】

出力光ビーム 9 1 9 の強度と追加レーザ構造 8 1 1 の受光ポート 8 2 5 が受ける光ビーム 9 1 7 の強度との間に一定の関係を確保するため、V C S E L 8 0 1 が、偏光方向が固定された放射光ビーム 8 0 7 を発生するか、あるいは、光学導波管 9 0 1 の面 9 1 5 及び 9 2 1 が、偏光方向とは無関係な反射を生じなければならない。図 8 A に示す実施例の場合、V C S E L の発光ポート 8 7 1 は、楕円形であり、これによって、V C S E L は、偏光方向が固定された放射光ビームを発生する。発光ポート及び/またはコア領域 8 6 7 を楕円形または他の回転非対称形状にすることによって、放射光ビームの偏光方向が非対称形状の大きい方の次元方向と一致するように固定される。

10

【 0 1 1 1 】

光源 9 0 0 は、第 2 のクラッド層 9 0 9 を省略することによって簡略化することが可能である。この場合、回折格子 9 1 1 の外側において、コア層 9 0 5 にメタライゼーション層 9 1 3 の被着を施すのが望ましい。

20

【 0 1 1 2 】

薄膜光学導波管 9 0 1 の層は、それぞれ、層構造 8 0 3 の露出面 8 0 9 に液体プラスチックの層を回転塗布し、プラスチック層を焼成し、さらに、マスク及びエッチング・プロセスを利用して、プラスチック層に光学導波管の層を形成することによって形成される。このプロセスは、光学導波管の各層毎に 1 度ずつ実施される。コア層に用いられるプラスチックは、屈折率が 2 つのクラッド層に用いられるものより大きい。ある実施例の場合、層構造の面に回転塗布されるプラスチックは、デュボン社より P o l y - g u i d eTM のブランド名で販売されているポリイミドであった。弱い回折格子 9 1 1 は、選択的エッチング・プロセスによってコア層 9 0 5 に形成された。

弱い回折格子 9 1 1 は、放射光ビーム 9 0 7 の一部を追加レーザ構造 8 1 1 に向かって逆回折する。反射光ビーム 9 0 7 の残りの部分は、回折されずに、出力光ビーム 9 1 9 として回折格子 9 1 1 を通過する。

30

【 0 1 1 3 】

光ビーム 9 1 7 は、回折格子 9 1 1 から光学導波管 9 0 1 を通り、コア層 9 0 5 に沿って追加レーザ構造 8 1 1 に向かい、コア層を横切って、コア層と第 1 のクラッド層 9 0 3 との間の境界 9 1 5 に向かって進む。弱い回折格子 9 1 1 のピッチは、光ビーム 9 1 7 が、境界の臨界角を超える角度で境界に入射する角度をなして回折されるように設計されている。結果として、光ビーム 9 1 7 は、境界において全内反射し、コア層 9 0 5 を横切って、コア層と第 2 のクラッド層 9 0 9 の境界 9 2 1 に達するまで戻り、そこで、もう 1 度全内反射を生じる。光ビーム 9 1 7 は、追加レーザ構造 8 1 1 の受光ポート 8 2 5 に達するまで、コア/クラッド層境界 9 1 5 及び 9 2 1 で反射を繰り返して、光学導波管に沿って進む。第 1 のクラッド層は、受光ポート 8 2 5 をカバーしないので、光ビーム 9 1 7 は、受光ポートに入射する。

40

【 0 1 1 4 】

受光ポート 8 2 5 に入射する光ビーム 9 1 7 によって、光ビーム 9 1 7 の強度を表す出力電流が、ライン 8 3 5 で略示の導体を介して追加レーザ構造 8 1 1 に流れる。制御回路 8 2 7 は、追加レーザ構造の出力電流に応答し、ライン 8 3 3 で略示の導体を介して V C S E L 8 0 1 に電流を送る。この電流によって、V C S E L は、追加レーザ構造からの出力電流が高輝度状態と低輝度状態の一方または両方において所定の値に維持されることとなる強度を備えた、放射光ビーム 9 0 7 を発生する。これは、図 2 A に関連して上述のよう

50

に、それぞれ、高輝度状態、または、低輝度状態、または、高輝度状態と低輝度状態の両方において、所定の強度を有する出力光ビーム 919 に対応する。

【0115】

制御回路 827 には、追加レーザ構造 811 に特有の出力電流に対する非線形光強度を補償する回路要素を含むことが可能である。制御回路には、さらに、高輝度状態における出力光ビーム 919 の強度を、追加レーザ構造 811 の所定の最大出力電流に対応する、所定の最大強度に制限する回路要素を含むことが可能である。

【0116】

強度を制御された VCSEL アレイは、非導電層 865 と、電極 851 及び 853 が形成される層にパターン形成し、VCSEL 801 と同様の複数 VCSEL 及び追加レーザ構造 811 と同様の複数追加レーザ構造を形成することによって、共通層構造に作製することが可能である。さらに、光学導波管 901 を構成する層にパターン形成することによって、それぞれが、VCSEL の 1 つによって生じた放射光ビームの一部を隣接するレーザ構造に結合する、複数光学導波管を形成することが可能である。

10

【0117】

本開示では、本発明の実施例について詳述したが、言うまでもなく、本発明は、解説の実施例そのままに限定されるものではなく、付属の請求項に定義された本発明の範囲内において、さまざまな修正を加えることが可能である。以下に本発明の実施態様のいくつかを列記する。

【0118】

(実施態様 1)

強度が制御された光ビーム (119) を発生する一体化レーザ・ベース光源 (300、320、340、350、500) であって、以下 (a) ないし (d) を含むことを特徴とする光源

20

(a) ヘッド (103) を含むパッケージ (105、501)、

(b) 光センサ手段 (111、351) であって、入射する光エネルギーの強度を表した電気信号を発生し、受光表面 (131、353) を含んでおり、前記ヘッドに取り付けられた光センサ手段 (111、351)、

(c) レーザ (101) であって、前記光ビームが放射光ビーム (107) として放射される唯一無二の発光面 (109) を備え、前記発光面が受光面とほぼ平行になるようにして、前記パッケージ内において前記光センサ手段に隣接して取り付けられるレーザ (101)、および

30

(d) 凸状ビーム分割表面手段 (345、545) であって、前記放射光ビームの一部を反射光ビーム (117) として前記光センサ手段に向けて反射し、前記放射光ビームの残りの部分を出力光ビームとして透過する、前記パッケージによって放射光ビーム内に支持された凸状ビーム分割表面手段 (345、545)。

【0119】

(実施態様 2) 実施態様 1 に記載の光源であって、前記凸状ビーム分割表面に、前記反射光ビームと前記出力光ビームの強度比を決定する反射制御手段 (349、549) が含まれている

40

ことを特徴とする光源。

【0120】

(実施態様 3) 実施態様 1 または 2 に記載の光源であって、前記レーザ及び前記光センサ手段 (111) が前記ヘッドに並べて取り付けられる

ことを特徴とする光源。

【0121】

(実施態様 4) 実施態様 3 に記載の光源であって、前記レーザ、前記光センサ手段、及び、前記凸状ビーム分割表面手段が、前記光センサ手段の受光面によって反射された光が前記レーザの発光面から離れる方向に向けられ、出力光ビームのノイズが低減するように配列される

50

ことを特徴とする光源。

【 0 1 2 2 】

(実施態様 5) 実施態様 1 または 2 に記載の光源であって、前記レーザが、前記光センサ手段 (3 5 1) の受光面 (3 5 3) の一部に取り付けられることを特徴とする光源。

【 0 1 2 3 】

(実施態様 6) 実施態様 1 ないし 5 に記載の光源であって、以下の (a) および (b) を含むことを特徴とする光源

(a) 前記パッケージには、前記ヘッドに取り付けられた容器 (1 0 6) が含まれている、および

(b) 前記凸状ビーム分割手段が前記容器によって前記放射光ビーム内に支持されている 10

【 0 1 2 4 】

(実施態様 7) 実施態様 1 ないし 5 に記載の光源であって、光源に、さらに、レンズ (5 4 5) が含まれていることと、該レンズに前記凸状ビーム分割表面手段が含まれており、前記パッケージには以下 (a) および (b) が含まれていることを特徴とする

(a) レンズが取り付けられる軸方向ボア (5 0 3 + 5 0 7)、および

(b) 軸方向ボアと光学的にアライメントがとられ、レンズに対して可調整位置にヘッドを収容する寸法が付与された本体部分 (5 0 4)

【 0 1 2 5 】

(実施態様 8) 実施態様 7 に記載の光源であって、前記軸方向ボアに、光ファイバを収容し、前記光ファイバを前記レンズに対して所定位置に正確に位置決めする寸法が付与された部分 (5 0 3) が含まれている 20

ことを特徴とする光源。

【 0 1 2 6 】

(実施態様 9) 実施態様 1 ないし実施態様 7 に記載の光源であって、前記レーザが、レーザ電流にตอบสนองして、前記放射光ビームを発生すること、および、前記光源に、さらに前記光センサ手段によって生じる電気信号にตอบสนองして、前記レーザ電流を制御する働きをする制御手段 (1 2 7) が含まれている

ことを特徴とする光源。

【 0 1 2 7 】

(実施態様 10) 実施態様 9 に記載の光源であって、前記制御手段が、さらに、前記レーザ電流を制御して、前記光センサ手段によって生じた前記電気信号を、前記出力光ビームの所定の最大強度に対応する所定の最大値に制限する

ことを特徴とする光源。

【 0 1 2 8 】

(実施態様 11) 実施態様 1 ないし実施態様 10 に記載の光源であって、以下 (a) ないし (c) を含むことを特徴とする光源

(a) 前記レーザによって生じる前記放射光ビームが強度と S / N 比を備えており、前記 S / N 比は強度に関係すること、

(b) 前記レーザがしきい値レベルを超える S / N 比の前記放射光ビームを発生する前記強度が、所定の最大強度を超えること、および 40

(c) 前記ビーム分割表面手段が、前記放射光ビームの一部を前記光センサ手段に反射することによって、前記出力光ビームの S / N 比がしきい値レベルを超え、強度が所定の最大強度未満になる。

【 0 1 2 9 】

(実施態様 12) 強度が制御された出力光ビーム (1 1 9) で光ファイバを照射するための一体化レーザ・ベース光源 (5 0 0) を製造する方法であって、以下 (a) ないし (e) のステップを含むことを特徴とする方法

(a) 以下 (イ) ないし (ハ) を提供するステップ

(イ) レーザ/センサアセンブリ (5 1 3) であって、該レーザ/センサアセンブリ (5 50

13) は以下(あ)ないし(う)含む

(あ) ヘッド(103)、

(い) 光センサ手段(351)であって、受光面(353)を含んでおり、ヘッドに取り付けられ、入射する光エネルギーの強度を表した電気信号を発生する光センサ手段(351)と、

(う) レーザ(101)であって、放射光ビームとして光ビームが放射される唯一無二の発光面(109)を備え、前記発光面が受光面に対してほぼ平行になるように、パッケージ内において前記光センサ手段に隣接して取り付けられるレーザ(101)、

(ロ) 凸状表面(545)を備えるレンズ(543)と、

(ハ) パッケージであって、該パッケージは以下(あ)および(い)を含む

(あ) 軸方向ボア(503+507)であって、前記レンズ及び光ファイバを収容することにより、前記光ファイバがレンズに対して所定の位置に正確に位置決めされるような寸法が付与された部分を含む軸方向ボア(503+507)、及び、

(い) 本体部分(504)であって、光学的に軸方向ボアとのアライメントがとられ、すきまばめによって、前記レーザ/センサ・アセンブリを収容する寸法が付与された本体部分(504)、

(b) 前記レンズを前記パッケージの軸方向ボアに取り付けるステップ、

(c) 前記レーザ/センサ・アセンブリを前記本体部分に挿入するステップであって、前記レンズの凸状表面によって、前記放射光ビームの一部が反射光ビームとして前記光センサ手段に向けて反射され、前記レンズによって、前記放射光ビームの残りの部分が出力光ビームとして透過される位置に挿入するステップ、

(d) 前記レンズに対する前記レーザ/センサ・アセンブリの位置を調整するステップであって、前記出力光ビームの強度を最大にするステップと、

(e) 前記本体部分内において、前記レーザ/センサ・アセンブリを調整ステップ(d)で得られる位置に固定するステップ。

【図面の簡単な説明】

【図1】 エッジ発光レーザをベースにした、強度が制御される光を発生する既知の一体化光源の側面図である。

【図2A】 強度が制御される光を発生する、本発明による一体化レーザ・ベース光源の第1の実施例に関する側面図である。

【図2B】 図2Aに示す本発明による一体化レーザ・ベース光源の実施例の光学構成に関するより詳細な図である。

【図2C】 図2Aに示す本発明による一体化レーザ・ベース光源の実施例において、光センサによる反射光ビームの反射後にレーザに入射する光を減衰させるための第1の代替構造を示す図である。

【図2D】 図2Aに示す本発明による一体化レーザ・ベース光源の実施例において、光センサによる反射光ビームの反射後にレーザに入射する光を減衰させるための第2の代替構造を示す図である。

【図2E】 図2Aに示す本発明による一体化レーザ・ベース光源の実施例において、光センサによる反射光ビームの反射後にレーザに入射する光を減衰させるための第3の代替構造を示す図である。

【図2F】 図2Aに示す本発明による一体化レーザ・ベース光源の実施例において、VCSSELを通る電流のさまざまな値で、サンプルVCSSELが生じる光ビームの強度、出力光ビームの強度、及び、反射光ビームにตอบสนองして光センサが生じる出力電流との間の関係を示すグラフである。

【図3A】 本発明による一体化レーザ・ベース光源の第2の実施例に関する側面図である。

【図3B】 図3Aに示す本発明による一体化レーザ・ベース光源の実施例に関する変形の詳細図である。

【図4A】 本発明による一体化レーザ・ベース光源の第3の実施例に関する第1の変形の

10

20

30

40

50

側面図である。

【図 4 B】本発明による一体化レーザー・ベース光源の第 3 の実施例に関する第 2 の変形の側面図である。

【図 4 C】本発明による一体化レーザー・ベース光源の第 3 の実施例に関する第 3 の変形の側面図である。

【図 4 D】本発明による一体化レーザー・ベース光源の第 3 の実施例に関する第 4 の変形の側面図である。

【図 4 E】本発明による一体化レーザー・ベース光源の第 3 の実施例に関する第 5 の変形の側面図である。

【図 4 F】本発明による一体化レーザー・ベース光源の第 3 の実施例に関する第 6 の変形の側面図である。 10

【図 4 G】本発明による一体化レーザー・ベース光源の第 3 の実施例に関する第 7 の変形の側面図である。

【図 4 H】図 4 D に示す変形によって生じる出力光ビーム内に取り付けられた大面積光検出器の出力と対照して作図された光検出器の出力電流を示すグラフである。

【図 5 A】それぞれ、図 4 D、図 4 E、及び、図 4 G に示す変形に用いられた V C S E L / 光センサ・アセンブリの平面図である。

【図 5 B】それぞれ、図 4 D、図 4 E、及び、図 4 G に示す変形に用いられた V C S E L / 光センサ・アセンブリの断面図である。

【図 6 A】本発明による一体化レーザー・ベース光源の第 4 の実施例に関する側面図である 20

。 【図 6 B】本発明による一体化レーザー・ベース光源の第 4 の実施例の光学構成に関する詳細図である。

【図 6 C】レーザー・アレイによる動作に適応する、本発明による一体化レーザー・ベース光源の第 4 の実施例に関する平面図である。

【図 7】本発明による一体化レーザー・ベース光源の第 5 の実施例に関する側面図である。

【図 8 A】それぞれ、本発明による一体化レーザー・ベース光源の第 6 の実施例に関する平面図である。

【図 8 B】それぞれ、本発明による一体化レーザー・ベース光源の第 6 の実施例に関する断面図である。 30

【符号の説明】

1 0 0	レーザー・ベース光源
1 0 1	V C S E L
1 0 3	ヘッド
1 0 5	パッケージ
1 0 6	容器
1 0 7	放射光ビーム
1 0 8	窓
1 0 9	発光面
1 1 1	光センサ
1 1 3	ポスト
1 1 4	カップラ
1 1 5	平面ビーム分割器
1 1 6	基板
1 1 7	反射光ビーム
1 1 9	出力光ビーム
1 2 3	基板
1 2 5	導体
1 2 6	導体
1 2 7	制御回路

40

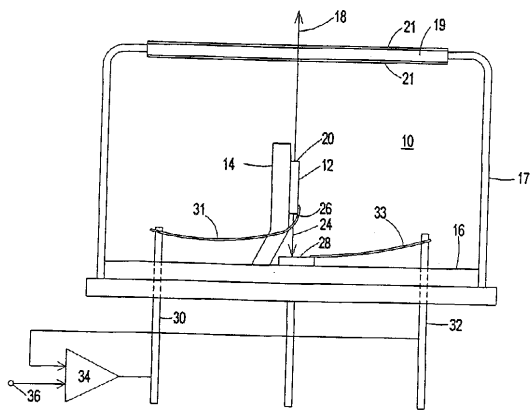
50

1 2 8	入力端子	
1 2 9	導体	
1 3 0	ボンディング・ワイヤ	
1 3 1	受光面	
1 3 3	ビーム分割面	
1 3 5	溝	
1 3 7	エッジ	
1 3 9	非反射面	
1 4 1	反射防止層	
1 4 3	反射制御層	10
1 4 7	逆ビーム	
2 0 0	光源	
2 1 5	立方ビーム分割器	
2 5 3	ビーム分割面	
2 6 1	ボンディング・ワイヤ	
3 0 0	光源	
3 0 3	窓	
3 0 5	角度つき部分	
3 1 1	反射制御層	
3 1 4 A	カップラ	20
3 1 4 B	カップラ	
3 1 4 C	カップラ	
3 2 0	光源	
3 2 1	介挿体	
3 2 3	角度つき部分	
3 2 9	反射制御層	
3 4 0	光源	
3 4 1	窓	
3 4 3	ボール・レンズ	
3 4 5	ビーム分割面	30
3 4 8	反射防止層	
3 5 0	光源	
3 5 1	光センサ	
3 5 3	受光面	
3 5 5	ボンディング・ワイヤ	
3 6 1	V C S E L / 光センサ・アセンブリ	
4 0 1	基板	
4 0 5	絶縁層	
4 0 7	導電層	
4 0 9	メタライゼーション層	40
4 1 1	ボンディング・ワイヤ	
4 1 3	取り付けパッド	
4 1 7	トラック	
4 1 9	導電層	
4 2 1	導電層	
4 2 3	基板 / ミラー構造	
5 0 0	光源	
5 0 1	パッケージ	
5 0 2	ノーズ部分	
5 0 3	ボア	50

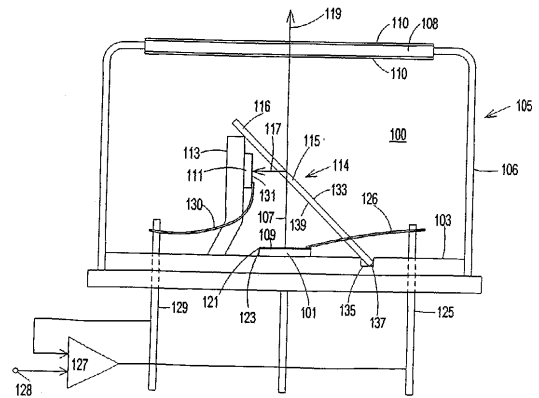
5 0 4	本体部分	
5 0 5	通路	
5 0 7	空洞	
5 0 9	ボール・レンズ	
5 1 1	肩	
5 1 3	レーザ／光センサ・サブアセンブリ	
5 1 4	カップラ	
5 1 9	接着剤	
5 4 3	ボール・レンズ	
5 4 8	反射防止層	10
5 4 9	反射制御層	
6 0 1	窓	
6 0 3	散乱部分	
6 0 5	散乱光	
6 1 0	反射防止層	
6 1 4	カップラ	
7 0 0	光源	
7 0 1	プラットフォーム	
7 0 5	ビーム分割層	
7 1 1	V C S E L	20
7 1 3	V C S E L	
7 1 4	カップラ	
7 1 5	ボンディング・ワイヤ	
7 1 6	ボンディング・ワイヤ	
7 1 7	透過光ビーム	
7 1 9	導体	
7 2 0	光源	
7 2 1	導体	
7 2 3	一体化光センサ・アレイ	
7 2 5	ボンディング・ワイヤ	30
7 2 7	ボンディング・ワイヤ	
7 2 9	導体	
7 3 1	導体	
8 0 0	光源	
8 0 1	V C S E L	
8 0 3	層構造	
8 1 1	追加レーザ構造	
8 1 4	カップラ	
8 1 5	ビーム分割器	
8 1 8	リフレクタ	40
8 2 1	ビーム分割面	
8 2 3	反射面	
8 2 5	受光ポート	
8 2 9	メタライゼーション層	
8 3 9	反射制御層	
8 5 1	電極	
8 5 3	電極	
8 7 1	発光ポート	
9 0 0	光源	
9 0 1	薄膜導波管	50

- 9 0 3 第 1 のクラッド層
- 9 0 5 コア層
- 9 0 7 放射光ビーム
- 9 0 9 第 2 のクラッド層
- 9 1 1 回折格子
- 9 1 5 コア/クラッド層境界
- 9 1 9 出力光ビーム
- 9 2 1 コア/クラッド層境界

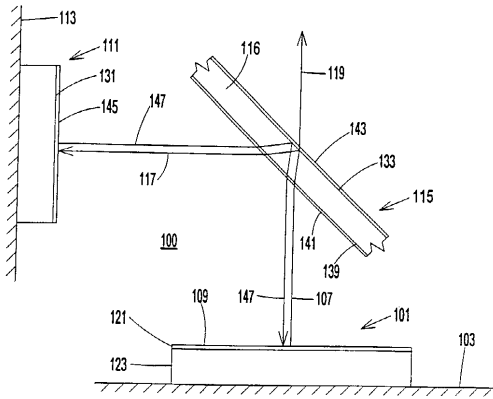
【 図 1 】



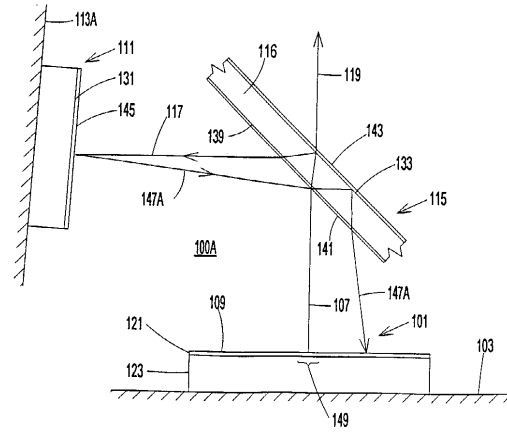
【 図 2 A 】



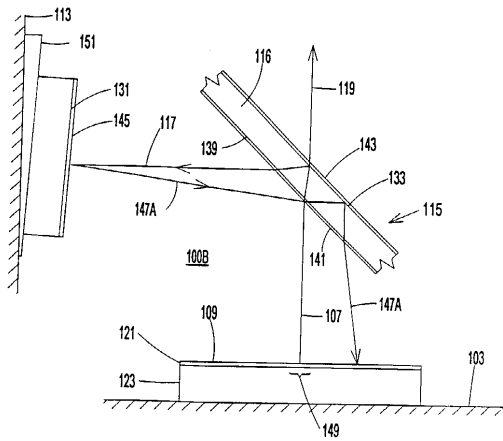
【図 2 B】



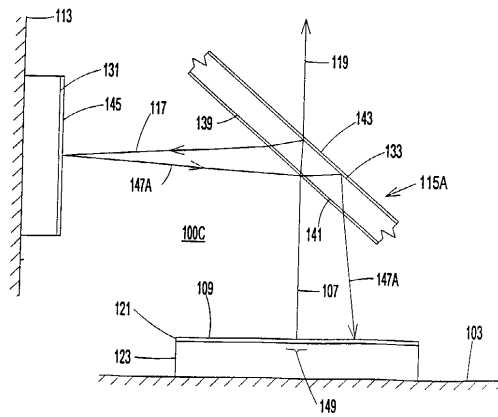
【図 2 C】



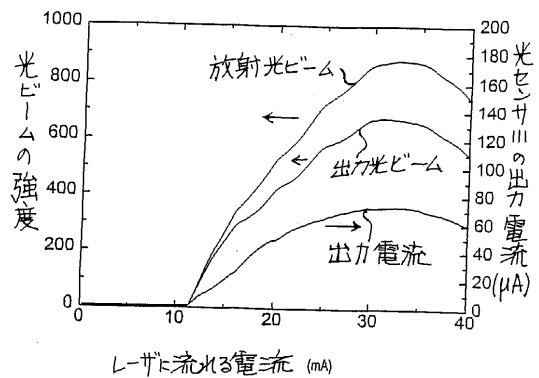
【図 2 D】



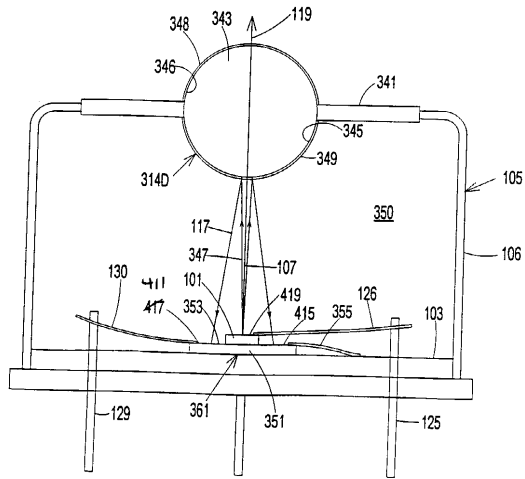
【図 2 E】



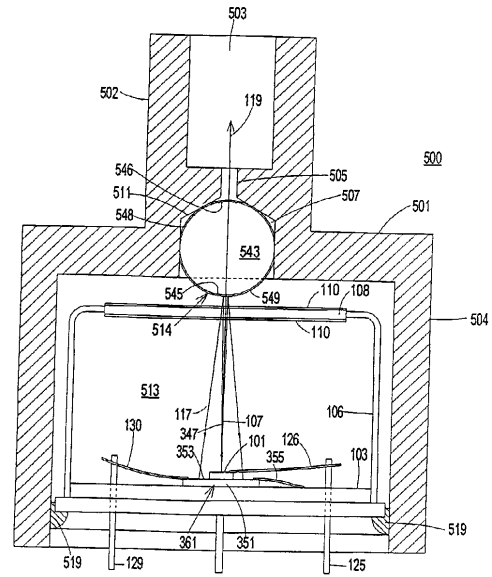
【図 2 F】



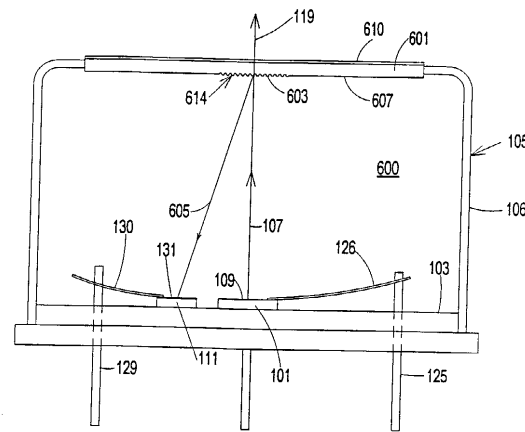
【 図 4 D 】



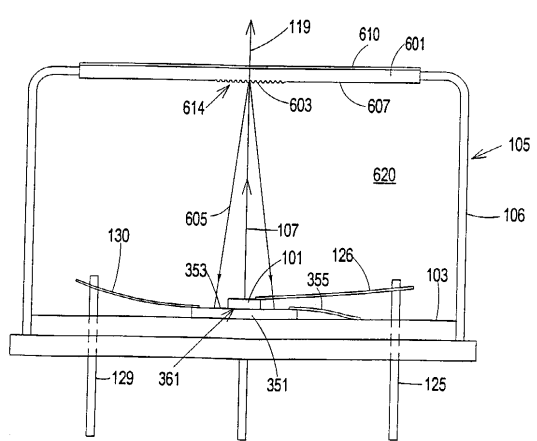
【 図 4 E 】



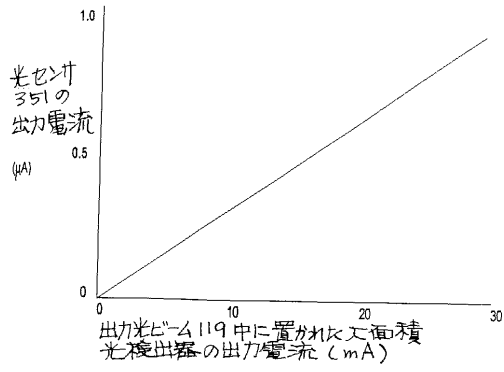
【 図 4 F 】



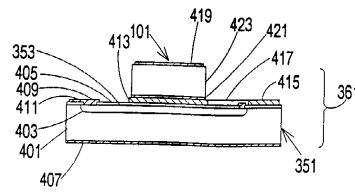
【 図 4 G 】



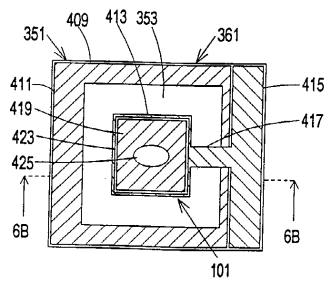
【図4H】



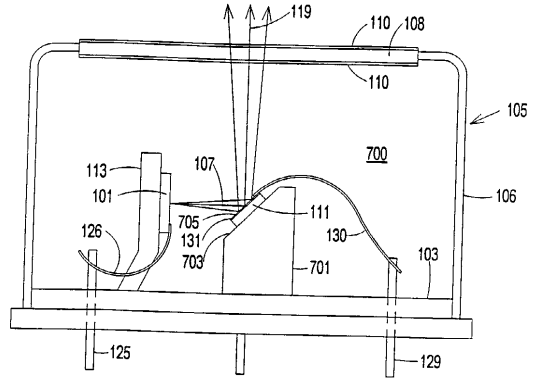
【図5B】



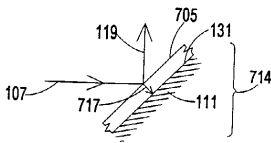
【図5A】



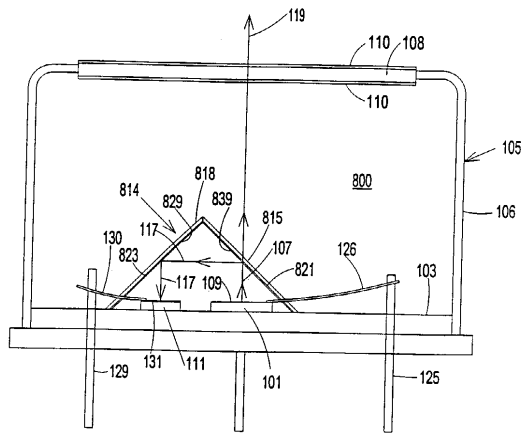
【図6A】



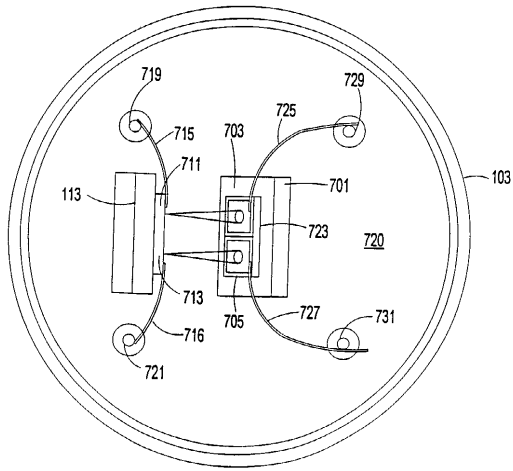
【図6B】



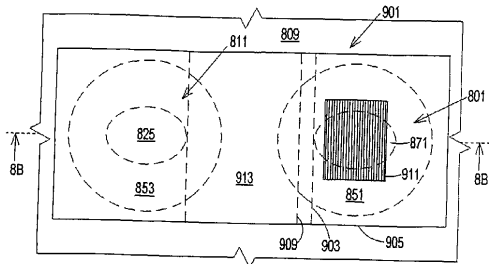
【図7】



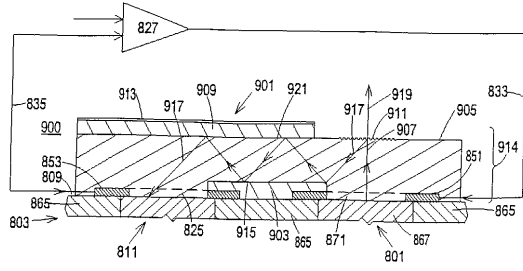
【図6C】



【図8A】



【 8 B 】



フロントページの続き

- (72)発明者 アルバート・ティール・ユエン
アメリカ合衆国カリフォルニア州クパチーノ, ローズブラッサム ドライブ 814
- (72)発明者 タオ・ツァン
アメリカ合衆国カリフォルニア州マウンテン・ビュー, ホイツ ウエイ 112
- (72)発明者 デイヴィッド・エム・シアーズ
アメリカ合衆国カリフォルニア州ロス・ゲイトス, ブラック ロード 20632
- (72)発明者 レイフ・エリック・ラーソン
アメリカ合衆国カリフォルニア州ミルピタス, シングリー ストリート 604

審査官 百瀬 正之

- (56)参考文献 特開平04-345109(JP,A)
特開平08-330679(JP,A)
特開平06-085314(JP,A)
実開昭63-195767(JP,U)
特開平01-260882(JP,A)
特開平06-347712(JP,A)
特開平08-288594(JP,A)
特開平06-209138(JP,A)
特開昭61-292389(JP,A)
特開平6-169136(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01S 5/00-5/50