

(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2010-164856

(P2010-164856A)

(43) 公開日 平成22年7月29日(2010.7.29)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
G02B 6/42 (2006.01)	G02B 6/42	2H137
G02B 3/00 (2006.01)	G02B 3/00 A	5F088
H01L 31/0232 (2006.01)	G02B 3/00 B	5F173
H01S 5/022 (2006.01)	H01L 31/02 C	
	H01S 5/022	

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2009-8186 (P2009-8186)
 (22) 出願日 平成21年1月16日 (2009.1.16)

(71) 出願人 591230295
 NTTエレクトロニクス株式会社
 神奈川県横浜市神奈川区新浦島町一丁目1番地32
 (74) 代理人 100119677
 弁理士 岡田 賢治
 (74) 代理人 100115794
 弁理士 今下 勝博
 (72) 発明者 海老澤 文博
 東京都渋谷区道玄坂一丁目12番1号 NTTエレクトロニクス株式会社内
 (72) 発明者 照井 博
 東京都渋谷区道玄坂一丁目12番1号 NTTエレクトロニクス株式会社内

最終頁に続く

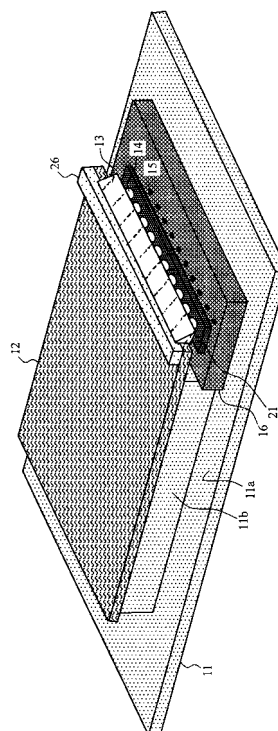
(54) 【発明の名称】 光学モジュール

(57) 【要約】

【課題】 発熱部品の放熱効率を高めた光学モジュールを提供することを目的とする。

【解決手段】 本発明に係る光学モジュールは、表面に法線方向に上段と下段の段差がある基板と、前記基板の上段面上に配置された導波路を有する光導波回路と、前記基板の下段面上に配置された光学素子と、前記光導波回路と前記光学素子とを光学的に結合する反射素子と、を備える。光学素子が受光素子の場合、本発明は受光モジュールであり、光学素子が発光素子の場合、本発明は発光モジュールである。光学素子と光導波回路とを空間分離したため、双方間で熱は直接伝達しない。このため、互いが発生する熱はそれぞれ基板を通じて放熱されることになり、放熱効率が向上する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

表面に法線方向に上段と下段の段差がある基板と、
前記基板の上段面上に配置された導波路を有する光導波回路と、
前記基板の下段面上に配置された光学素子と、
前記光導波回路と前記光学素子とを光学的に結合する反射素子と、
を備える光学モジュール。

【請求項 2】

前記光導波回路は、前記導波路の端面に前記反射素子を有することを特徴とする請求項 1 に記載の光学モジュール。

10

【請求項 3】

前記光学素子は、受光素子又は発光素子であることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の光学モジュール。

【請求項 4】

前記反射素子と前記光学素子との間にレンズ部をさらに備えることを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれかに記載の光学モジュール。

【請求項 5】

前記光学素子を覆うガラス窓を有し、
前記レンズ部は前記ガラス窓に配置されることを特徴とする請求項 4 に記載の光学モジュール。

20

【請求項 6】

前記レンズ部は前記反射素子の端面に配置されていることを特徴とする請求項 4 に記載の光学モジュール。

【請求項 7】

前記基板の下段面上に、前記光学素子に関する電気回路をさらに搭載することを特徴とする請求項 1 から 6 のいずれかに記載の光学モジュール。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、光導波回路を伝搬する光信号を送信あるいは受光する光学モジュールを提供する技術に関する。

30

【背景技術】

【0002】

従来の受光モジュールは、光導波回路を伝わってきた光を反射ミラーで上方に反射し、自己形成光導波回路をさら伝搬して受光素子面上に光が到達して、受光される構造が知られている（例えば、特許文献 1 を参照。）。また、光導波回路フィルムのコア部にミラー付微小光学反射部品を配置し、コアを伝搬してきた光を斜め 45 度上方に反射させ、その光軸に配置された微小レンズを通してクラッド上部から集光ビームとして受光素子面で受光する構造も知られている（例えば、特許文献 2 を参照。）。微小レンズが設置されているため、光ビームの集光が容易であり、小さな受光面を持つ PD の受光も可能である。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2007 - 071951 号公報

【特許文献 2】特開 2005 - 164801 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

特許文献 1 のような受光モジュールは、45 度ミラーで光路変換を行っているが、受光

50

素子を導波路基板上に搭載する構造のため、受光素子あるいは送信部の発光素子の放熱が課題であった。また、特許文献2のような受光モジュールは、超高周波対応型になると受光素子やトランスインピーダンスアンプ(TIA)などの発熱部品を光導波回路の上に配置せざるを得なくなる。例えば、光導波回路がフッ素化ポリイミド、紫外線硬化型エポキシ、ポリメチルメタクリレート(PMMA)など高分子材料である場合、それぞれの熱伝導率は0.24 W/mK、0.58 W/mK、0.21 W/mKと小さいため、熱伝導性が悪く、発熱部品の放熱に課題があった。このほかに光導波回路が石英ガラス(熱伝導率2 W/mK)やSi基板上(熱伝導率150 W/mK)に厚さ数十 μ mの石英ガラスを形成したものがあがるが、いずれも光導波回路上に発熱部品を搭載する場合にその熱伝導率は小さく、放熱性に課題があった。

10

【0005】

そこで、本発明は、発熱部品の放熱効率を高めた光学モジュールを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

上記目的を達成するために、本発明に係る光学モジュールは、発熱部品を光導波回路から空間分離し、光導波回路と独立に放熱できる構造とした。

【0007】

具体的には、本発明に係る光学モジュールは、表面に法線方向に上段と下段の段差がある基板と、前記基板の上段面上に配置された導波路を有する光導波回路と、前記基板の下段面上に配置された光学素子と、前記光導波回路と前記光学素子とを光学的に結合する反射素子と、を備える。

20

【0008】

光学素子と光導波回路とを空間分離したため、双方間で熱は直接伝達しない。このため、互いが発生する熱はそれぞれ基板を通じて放熱されることになり、放熱効率が向上する。従って、本発明は、発熱部品の放熱効率を高めた光学モジュールを提供することができる。

【0009】

前記光導波回路は、前記導波路の端面に前記反射素子を有することが好ましい。また、前記光学素子は、受光素子又は発光素子とすることができる。

30

【0010】

本発明に係る光学モジュールは、前記反射素子と前記光学素子との間にレンズ部をさらに備える。光学素子と光導波回路とを空間分離すると温度変動や実装精度などから受光感度の低下が懸念される。本発明に係る光学モジュールは、レンズ部で受光素子の受光面に集光しており、このレンズ部を光の伝搬路のほぼ中間に設置するため、温度変動や実装精度変動があっても受光感度の変化が少ない。

【0011】

本発明に係る光学モジュールは、前記光学素子を覆うガラス窓を有する。ガラス窓で光学素子を覆うことで気密構造とすることができ、光学素子の長期信頼性を確保することができる。また、ガラスであるため気密構造であっても光学素子はガラス窓を介して光を受光又は出射することができる。

40

【0012】

前記レンズ部は前記ガラス窓に配置することができる。フラットなガラス窓にマイクロレンズアレイのようなレンズを直接接着固定することでレンズ部の配置が容易であり、実装が容易になる。

【0013】

また、前記レンズ部は前記反射素子の端面に配置してもよい。マイクロレンズアレイの作成方法として、金型による精密モールド成形法がある。本方法によれば、三角プリズムとマイクロレンズアレイを一体として製造可能であり、部品点数の削減によるコスト低減とともに一体化されたことで実装が容易になるという効果がある。

50

【0014】

本発明に係る光学モジュールは、前記基板の下段面上に、前記光学素子に関する電気回路をさらに搭載してもよい。光学素子に関する電気回路とは、例えば、受光素子からの電気信号を増幅する増幅回路や発光素子のドライバである。このような電気回路からの熱も基板を通じて放熱することができる。

【発明の効果】

【0015】

本発明は、発熱部品の放熱効率を高めた光学モジュールを提供することができる。また、温度変動や実装精度変動があっても受光感度あるいは光導波回路への光結合率の変化が少ない光学モジュールを提供することができる。

10

【図面の簡単な説明】

【0016】

【図1】本発明に係る光学モジュールを説明する概観図である。

【図2】光導波回路の一端部付近の断面と光ビームの伝搬の様子を説明する図である。

【図3】光導波回路の一端部付近の断面と光ビームの伝搬の様子を説明する図である。

【図4】マイクロレンズアレイを説明する図である。

【図5】GRINレンズを搭載したマイクロレンズアレイを説明する図である。

【図6】プリズムマイクロレンズアレイを説明する図である。

【発明を実施するための形態】

【0017】

20

以下、具体的に実施形態を示して本発明を詳細に説明するが、本願の発明は以下の記載に限定して解釈されない。なお、本明細書及び図面において符号が同じ構成要素は、相互に同一のものを示すものとする。

【0018】

(第1の実施形態)

図1は、本発明に係る光学モジュールの一実施形態である受光モジュールを説明する概観図である。受光モジュールは、基板11に搭載された光導波回路12と受光パッケージ16の2つの部品から構成される。この2つの部品は基板11に直接搭載されているが、空間的に分離されていることが特徴である。詳細には、図1の受光モジュールは、表面に法線方向に上段11bと下段11aの段差がある基板11と、基板11の上段11b面上に配置された導波路を有する光導波回路12と、光導波回路12の導波路端面に配置され、導波路端面からの光を基板11の下段11a方向に反射する反射素子13と、反射素子13からの入力光を集光するレンズ部14と、レンズ部14で集光された入力光を受光して電気信号に変換する受光素子15と、基板11の下段11a面上に配置され、受光素子15を搭載する受光パッケージ16と、を備える。なお、本明細書では、基板11の面から法線方向に離れる方向を上として説明している。

30

【0019】

基板11は下段部11aと上段部11bとからなる。下段部11aに受光パッケージ16が配置され、上段部11bに光導波回路12が配置される。このとき、光導波回路12の一端が受光パッケージ16の上方にあるように配置する。

40

【0020】

光導波回路12は、例えば、アレイ導波路格子である。他端から入射した波長多重通信光は、アレイ導波路格子の光導波回路12で波長分離され、本実施例では10個の異なる波長の光として光導波回路12の一端から出射される。その出射部に反射素子13である三角プリズムが接着剤で固定されている。光導波回路12は薄いため、光導波回路12の一端をやとい26で補強し、反射素子13が接着される。10個の異なる波長の光は、約90度下方に方向を変換され、三角プリズムの下面から空間に出射される。10個の異なる波長の光のビーム直径は光導波回路12出射後、伝搬距離に依存して次第に拡大する。

【0021】

受光パッケージ16は、受光素子15や図示しないトランスインプीडアンブ(T

50

I A) 18等の電子部品が内蔵され、窓ガラス17(図1において不図示)で気密封止された構造を持っている。トランスインピーダンスアンプ18は、受光素子15からの電気信号を増幅する増幅素子である。トランスインピーダンスアンプ18は、超高周波の変調光に対応するため受光素子15に近接した場所に配置される。

【0022】

本実施例では10個の異なる波長の光を同時並列的に受光するため、受光パッケージ16は、受光素子15とトランスインピーダンスアンプ18を10組内蔵している。10本の光ビームをそれぞれ10個の受光素子15に集光させるために受光パッケージ16の窓ガラス17の直上にマイクロレンズアレイ21が接着剤などで固定されている。

【0023】

図4に示すように、マイクロレンズアレイ21は10個のレンズ部14を搭載している。レンズ部14は凸レンズである。マイクロレンズアレイ21は、図5のようにGRINレンズ24を搭載してもよい。反射素子13から空間に放射された10本の光ビームはマイクロレンズアレイ21で集光されて各受光素子15の受光面に到達する。

【0024】

10Gbps程度の変調光を受光するため、受光素子15の受光面直径は10~30 μ m程度と小さいが、マイクロレンズアレイ21のレンズ部14又はGRINレンズ24で受光素子15の受光面直径よりも小さい光ビームに集光させることが可能である。受光パッケージ16が基板11の下段11aに直接搭載されているため、受光素子15やトランスインピーダンスアンプ18からの熱は直接基板11を介して排熱可能である。一方、光導波回路12にも熱光学(TO)効果による可変光減衰器などの光回路を設置することが多い。光導波回路12が基板11の上段11bに直接搭載されているため、光回路からの熱も直接基板11を介して排熱可能である。ここでは基板材料として、熱伝導性のよい金属材料(例えば、CuW、Kovar、Invarなどでそれぞれの熱伝導率は255W/mK、18W/mK、13W/mK)を用い、また受光パッケージの底面にはCuWやアルミナ積層セラミックス(熱伝導率17W/mK)を用いているために、発熱素子の排熱性が優れている。

【0025】

図2は、光導波回路12の一端部付近の断面と光ビームの伝搬の様子を説明する図である。光導波回路12のコア12bを伝搬した光は出力端12aから出射する。以下、出射した光を光ビームとして説明する。光ビームは出力端12aの開口角(NA)によって決まるある特定のコーン角度を持つガウスビームとして放射される。この光ビームは、広がりながら、光導波回路12と反射素子13との接着層、三角プリズムである反射素子13に入射し、さらに広がりながら、反射素子13の45度傾斜面で全反射により、下方90度に方向が変換される。さらに光ビームは広がりながら、反射素子13下面まで進み、空間に放射される。

【0026】

このときの光ビーム直径は伝搬距離や光導波回路12の出力端12aのNAで決まるが、反射素子13下面とレンズ部14面との間(ギャップ)でおおよそ数百ミクロン程度に広がった。この光ビーム直径より十分大きな有効径を持つレンズ部14を10個搭載したマイクロレンズアレイ21を準備し、受光パッケージ16の上面に配置した窓ガラス17に直接取り付けた。例えば、レンズ部14のレンズ有効径は500 μ mとする。例えば、受光素子15の受光面の直径は25 μ mとする。光ビームはレンズ部14により6~7 μ m程度の十分に小さいビームスポットとなって受光素子15の受光面に照射される。

【0027】

光導波回路12はわずかではあるがどちらかの面方向に反っている場合が多い。例えば、光導波回路12の一端が最大で10 μ m程度の反り(図2において紙面に垂直方向に反り、出力端12aが弓なりに配列する。)があったと仮定すると光導波回路12の出力端12aの位置は上下方向にそり量だけずれ、光ビームが反射素子13へ入射する入射点は

10

20

30

40

50

およそ上下方向に $10\ \mu\text{m}$ 程度変位する。図2の光学配置で反射素子13へ入射する入射点が $10\ \mu\text{m}$ 程度変位した場合、受光素子15の受光面上の照射スポットはおよそ $5\ \mu\text{m}$ の変位があることがわかった。

【0028】

ビームスポット直径が $7\ \mu\text{m}$ でその中心が $5\ \mu\text{m}$ シフトしていた場合、受光面中心から最大で $8.5\ \mu\text{m}$ 離れた位置にまで光ビームの照射領域が広がることになる。受光素子15の受光面直径が $25\ \mu\text{m}$ なので、光導波回路12の反りがあったとしても受光素子15の受光面から外れることはない。つまり、本受光モジュールの受光感度は光導波回路12のそりが最大 $10\ \mu\text{m}$ あっても十分な余裕がある。

【0029】

光導波回路12が反った場合、反射素子13とレンズ部14との間の距離も変化する。反射素子13とレンズ部14とのギャップ間が設計上 $0.2\ \text{mm}$ に対して、光導波回路12の反りにより $0.3\ \text{mm}$ に変化した場合について、光ビーム位置、および直径の変化について説明する。

【0030】

前記ギャップが $0.2\ \text{mm}$ から $0.3\ \text{mm}$ に $0.1\ \text{mm}$ 増加した場合、受光素子15の受光面上の光ビームスポット直径は $11\sim 12\ \mu\text{m}$ に増加し、かつ光ビーム中心シフトは $5\ \mu\text{m}$ であった。光ビームは、受光素子15の受光面中心から最大 $11\ \mu\text{m}$ だけ離れた位置にまで光ビームの照射領域が広がることになるが、光ビームスポットは全て受光素子15の受光面内に存在し、本受光モジュールの受光感度は変化しない。

【0031】

以上説明したように、本受光モジュールは、光導波回路12の反りや実装時の実装トランスが大きく、安定した受光感度が得られる。また、本受光モジュールは、寸法トランスも大きいいため環境温度変化($-5\sim 75$)でも受光感度がほとんど低下しない。

【0032】

(第2の実施形態)

図3は、本発明に係る光学モジュールの他の実施形態である受光モジュールにおいて、光導波回路12の一端部付近の断面と光ビームの伝搬の様子を説明する図である。本受光モジュールと図2の受光モジュールとの違いは、マイクロレンズアレイ21を用いず、レンズ部14が反射素子23の出射端面に配置されていることである。

【0033】

反射素子23は、例えば、図6のようなプリズム31とレンズ部14を一体化したプリズムマイクロレンズアレイである。プリズムマイクロレンズアレイは精密ガラスモールド法で作製することができる。反射素子23のレンズ部14で光ビームを受光素子15の受光面に集光できるので、本受光モジュールの光学特性は図2の受光モジュールとほぼ同等であり、図2の説明と同様の効果を得ることができる。さらに、反射素子23を用いることで、図2の受光モジュールで必要であった反射素子13とマイクロレンズアレイ21との光軸調整が不要となる。このため、本受光モジュールは実装が簡単であり、部品数も低減したことから低価格が実現できる。

【0034】

(第3の実施形態)

本発明の光学モジュールは、発熱の多い可変減衰器を搭載する光学モジュールにも適用できる。このため本光学モジュールは、例えば、波長多重通信光を波長分離し、かつ各波長の光を最適な受光量に減衰調整しながら、高感度で受光できる光多重通信光用の集積化受光モジュールとして利用可能である。

【0035】

(第4の実施形態)

本発明の光学モジュールは、発光素子を搭載した発光モジュールとすることもできる。発光素子は端面発光LDと面発光LDがある。面発光LDを使用する発光モジュールの場合、前述の受光素子の代替として面発光LDに置き換え、TIAの代替としてLDドライ

10

20

30

40

50

バに置き換えて配置する構成となる。このため、面発光ＬＤを使用する発光モジュールは、第１の実施形態及び第２の実施形態の受光モジュールの構造と同様になる。発光モジュールの場合、レンズ部で面発光ＬＤの放射角度を調整して結合効率を上げることができる。

【 0 0 3 6 】

一方、端面発光ＬＤ（直接変調ＬＤ、ＥＡ変調器付きＬＤなど）では端面を上部に向ける必要がある。端面発光ＬＤを使用する発光モジュールの場合、端面発光ＬＤを基板の下段面ではなく、側面に搭載して発光部を上部に向けること以外は、面発光ＬＤと同じ構成である。

【 0 0 3 7 】

発光素子を使用する発光モジュールの場合、発光素子が熱の影響を受けやすいが、光導波回路と発光素子とが分離されているため、光導波回路が熱光学効果（ＴＯ効果）を利用したものであっても、発光素子は光導波回路の熱の影響を受け難い。

【 0 0 3 8 】

（第５の実施形態）

第１の実施形態及び第２の実施形態では、光導波回路１２の出力端１２ａに反射素子１３を取り付ける構造を説明したが、光導波回路１２中にミラーを設けてもよい。具体的には、光導波回路１２の表面から反応性イオンエッチング（ＲＩＥ）などでコア１２ｂを突き抜けて、クラッド層の下部程度まで掘り下げ、そこに反射素子１３を埋め込む構造とすることができる。このような構造とすることで光導波回路１２の途中で下方に光を取り出すことができる。この光は、Ｓｉや石英ガラスなどの材質である基板１１を透過して基板１１の下面を照射する。基板１１の下面が光学研磨されていない場合、散乱による損失が発生するため、基板１１の下面を光学研磨し、さらに無反射コーティングを施すことが好ましい。

【符号の説明】

【 0 0 3 9 】

- １１：基板
- １１ａ：下段
- １１ｂ：上段
- １２：光導波回路
- １２ａ：出力端
- １２ｂ：コア
- １３：反射素子
- １４：レンズ部
- １５：受光素子
- １６：受光パッケージ
- １７：窓ガラス
- １８：トランスインピーダンスアンプ（ＴＩＡ）
- ２１：マイクロレンズアレイ
- ２３：反射素子
- ２４：ＧＲＩＮレンズ
- ２６：やとい
- ３１：プリズム

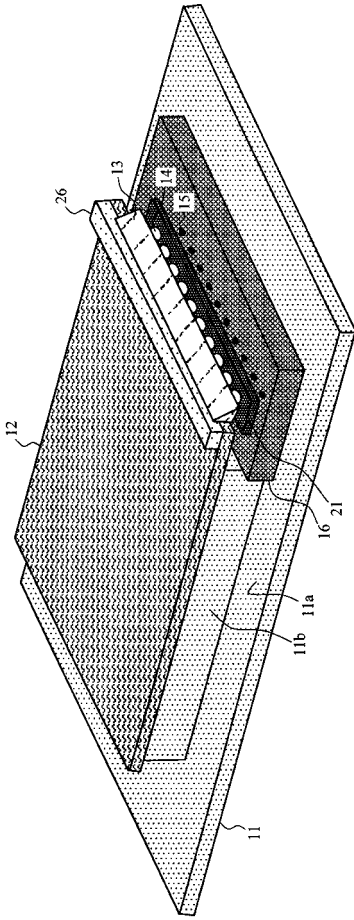
10

20

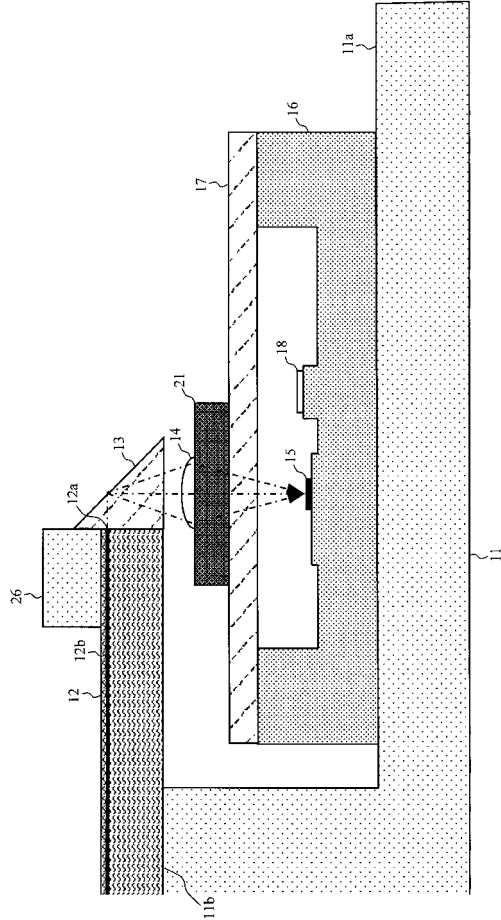
30

40

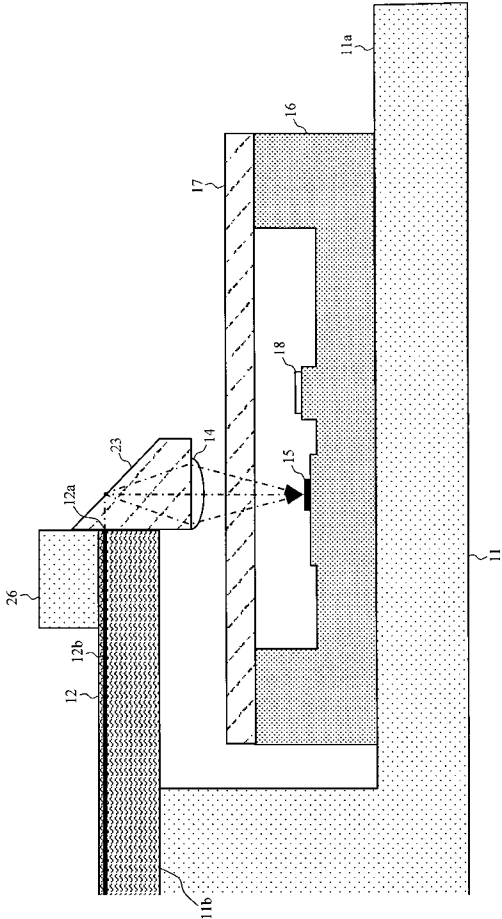
【図 1】



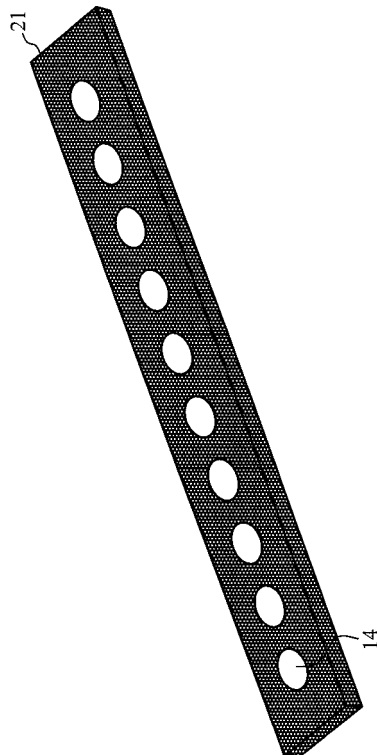
【図 2】



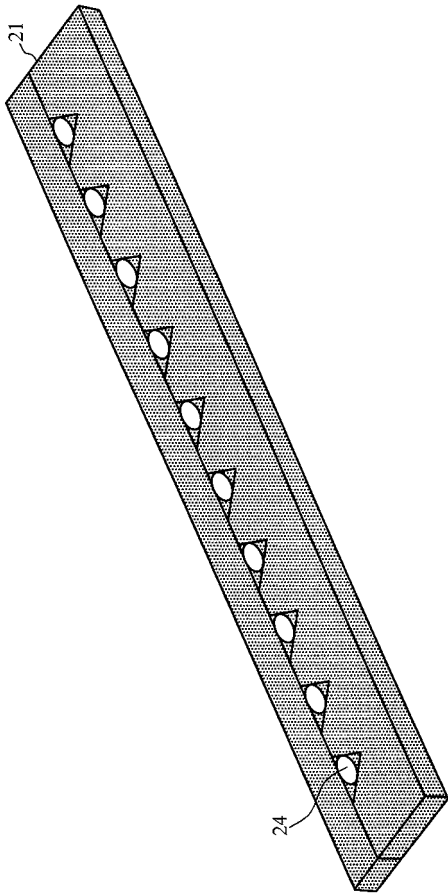
【図 3】



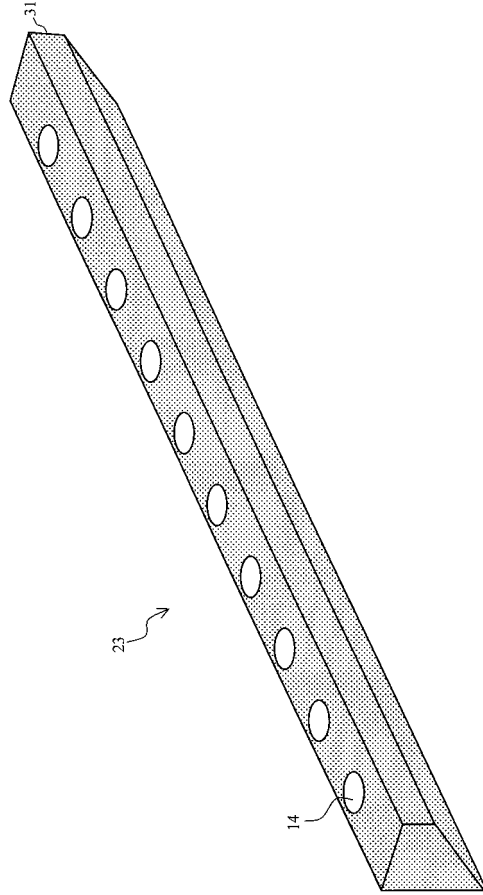
【図 4】



【 図 5 】



【 図 6 】



フロントページの続き

(72)発明者 清水 和美

東京都渋谷区道玄坂一丁目1番1号 NTTエレクトロニクス株式会社内

(72)発明者 加藤 邦治

東京都渋谷区道玄坂一丁目1番1号 NTTエレクトロニクス株式会社内

Fターム(参考) 2H137 AB05 AB06 AB11 AC05 BA15 BA31 BA53 BA55 BB02 BB03
BB13 BB17 BB25 BB33 BC04 BC07 BC08 BC10 BC14 BC51
BC55 BC71 CA13C CA22C CA22E CA34 CA77 CA78 CC01 DA17
DA27 DA39 DB08 DB11 DB15 EA04 EA06 FA00 FA05 FA06
HA05 HA06 HA11
5F088 BA20 JA11 JA12 JA14
5F173 MC12 MF25 MF28 MF39