

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号
特許第6077528号
(P6077528)

(45) 発行日 平成29年2月8日(2017.2.8)

(24) 登録日 平成29年1月20日(2017.1.20)

(51) Int.Cl.
H O 1 L 31/12 (2006.01)

F I
H O 1 L 31/12 E

請求項の数 4 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2014-512534 (P2014-512534)	(73) 特許権者	000006633
(86) (22) 出願日	平成25年4月19日 (2013. 4. 19)		京セラ株式会社
(86) 国際出願番号	PCT/JP2013/061673		京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町 6 番地
(87) 国際公開番号	W02013/161722	(72) 発明者	奥芝 浩之
(87) 国際公開日	平成25年10月31日 (2013. 10. 31)		京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町 6 番地
審査請求日	平成26年9月30日 (2014. 9. 30)		京セラ株式会社内
審判番号	不服2016-5382 (P2016-5382/J1)		
審判請求日	平成28年4月12日 (2016. 4. 12)	合議体	
(31) 優先権主張番号	特願2012-99844 (P2012-99844)	審判長	森林 克郎
(32) 優先日	平成24年4月25日 (2012. 4. 25)	審判官	森 竜介
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)	審判官	松川 直樹

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 受発光素子モジュールおよびこれを用いたセンサ装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

基板と、該基板の上面に配置された発光素子および受光素子と、前記基板の上面に前記発光素子および受光素子を取り囲むように配置された枠状の外壁と、該外壁の内側に位置した、前記外壁の内側空間を前記発光素子および受光素子のそれぞれに対応した空間に仕切る遮光壁とを有し、
該遮光壁は、前記発光素子側に位置する発光素子側遮光面と、前記受光素子側に位置する受光素子側遮光面と、前記発光素子側遮光面および受光素子側遮光面のそれぞれに接続されて前記基板に対向する下面とを備え、
該下面は、前記基板の上面に対して傾斜している傾斜面を有しており、
該傾斜面は、前記下面のうち前記発光素子側に位置しており、
前記発光素子は、発光する活性層を有しており、
前記下面は、前記活性層よりも上方に位置している、受発光素子モジュール。

【請求項 2】

前記発光素子における発光点と前記受光素子における受光点との距離を L 、前記発光点および前記受光点を通る仮想直線から前記傾斜面までの垂線の距離を h 、前記発光点から前記仮想直線に沿った前記垂線までの距離を L_0 、前記垂線と該垂線から前記受光素子側の傾斜面とのなす角を α としたときに、
$$L > L_0 + h \times \tan \{ 2 \alpha - \tan^{-1} (h / L_0) - 90 \} \quad (h > 0)$$

を満足する請求項 1 に記載の受発光素子モジュール。

【請求項 3】

前記発光素子は、半導体基板の上面に複数の半導体層が積層されて形成されており、前記受光素子は、前記半導体基板の上面に不純物がドーピングされて形成されている請求項 1 に記載の受発光素子モジュール。

【請求項 4】

請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項に記載の受発光素子モジュールを用いたセンサ装置であって、

前記発光素子から被照射物に光を照射し、該被照射物からの反射光に応じて出力される前記受光素子からの出力電流に応じて前記被照射物の位置情報、距離情報および濃度情報のうち少なくとも 1 つを検出するセンサ装置。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、受光素子と発光素子とが同一基板上に配置された受発光素子モジュールおよびこれを用いたセンサ装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来より、発光素子から被照射物へ光を照射し、被照射物へ入射する光に対する正反射光と拡散反射光とを受光素子によって受光することで被照射物の特性を検出するセンサ装置が種々提案されている。このセンサ装置は広い分野で利用されており、例えば、フォトインタラプタ、フォトカプラ、リモートコントロールユニット、I r D A (Infrared Data Association) 通信デバイス、光ファイバ通信用装置、さらには原稿サイズセンサなど多岐にわたるアプリケーションで用いられている。

20

【0003】

例えば、特開 2007-201360 号公報に記載されているように、同一の基板上に発光素子および受光素子をそれぞれ配置し、受光領域と発光領域とを隔てる遮光壁が設けられたセンサ装置が使用されている。

【0004】

ところが、このようなセンサ装置では、基板と遮光壁との間に隙間が生じ、この隙間から光が漏れることによって、センサ装置のセンシング性能を高めることが難しいという問題点があった。

30

【0005】

本発明は、センシング性能の高い受発光素子モジュールおよびこれを用いたセンサ装置を提供することを目的とする。

【発明の概要】

【0006】

本発明の受発光素子モジュールは、基板と、該基板の上面に配置された発光素子および受光素子と、前記基板の上面に前記発光素子および受光素子を取り囲むように配置された枠状の外壁と、該外壁の内側に位置した、前記外壁の内側空間を前記発光素子および受光素子のそれぞれに対応した空間に仕切る遮光壁とを有している。この該遮光壁は、前記発光素子側に位置する発光素子側遮光面と、前記受光素子側に位置する受光素子側遮光面と、前記発光素子側遮光面および受光素子側遮光面のそれぞれに接続されて前記基板に対向する下面とを備えている。この該下面は、前記基板の上面に対して傾斜している傾斜面を有する。この該傾斜面は、前記下面のうち前記発光素子側に位置している。また、前記発光素子は、発光する活性層を有している。そして、前記下面は、前記活性層よりも上方に位置している。

40

【図面の簡単な説明】

【0007】

【図 1】 (a) は、本発明の受発光素子モジュールの実施の形態の一例を示す平面図である。(b) は、図 1 (a) の 1 I-1 I 線に沿った概略断面図である。

50

【図2】(a)は、図1に示した受発光素子モジュールを構成する発光素子の断面図である。(b)は、図1に示した受発光素子モジュールを構成する受光素子の断面図である。

【図3】遮光壁の配置位置と傾斜面を説明するための模式図である。

【図4】図1に示した受発光素子モジュールを用いたセンサ装置の実施の形態の一例を示す概略断面図である。

【図5】傾斜面の変形例を説明するための遮光壁の要部断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0008】

以下、本発明の受発光素子モジュールおよびこれを用いたセンサ装置の実施の形態の例について、図面を参照しつつ説明する。なお、以下の例は本発明の実施の形態を例示するものであって、本発明はこれらの実施の形態に限定されるものではない。

【0009】

(受発光素子モジュール)

図1(a)および(b)に示す受発光素子モジュール1は、コピー機やプリンタなどの画像形成装置に組み込まれて、トナーやメディアなどの被照射物の位置情報、距離情報または濃度情報などを検出するセンサ装置として機能する。

【0010】

受発光素子モジュール1は、基板2と、基板2の上面に配置された複数の発光素子3aおよび複数の受光素子3b、ならびに複数の発光素子3aおよび複数の受光素子3bを取り囲むように配置された枠上の外壁4と、外壁4の内側に位置した、外壁4の内部空間4aを発光素子3aおよび受光素子3bのそれぞれに対応した空間に仕切る遮光壁5と、基板2および受発光素子アレイ3を覆っており、発光素子3aおよび受光素子3bのそれぞれに対応した発光素子側レンズ6aおよび受光素子側レンズ6bとを支持する上壁7とを有している。

【0011】

本例の複数の発光素子3aおよび複数の受光素子3bは、受発光素子アレイ3として半導体基板30の上面に一体的に形成されている。このような構成とすることで、発光素子3aと受光素子3bとを所定の位置に配置することが可能となり、センシング性能を高めることができる。なお、本例では複数の発光素子3aおよび複数の受光素子3bが一体的に形成された受発光素子アレイ3を用いているが、発光素子3aおよび受光素子3bがそれぞれ1個でもよいし、発光素子3aおよび受光素子3bがそれぞれ個別に形成されていてもよいし、複数の発光素子3aを一体的に形成した発光素子アレイおよび複数の受光素子3bを一体的に形成した受光素子アレイであってもよいし、これらの組合せであってもよい。

【0012】

基板2は、受発光素子アレイ3および外部装置とそれぞれ電氣的に接続されて、受発光素子アレイ3に形成された発光素子3aおよび受光素子3bにバイアスを印加したり、受発光素子アレイ3と外部装置との間で電気信号の授受を行なったりするための配線基板として機能する。

【0013】

半導体基板30は、一導電型の半導体材料からなる。一導電型の不純物濃度に限定はないが、高い電気抵抗を有することが望ましい。本例では、シリコン(Si)基板に一導電型の不純物としてリン(P)を $1 \times 10^{17} \sim 2 \times 10^{17} \text{ atoms/cm}^3$ の濃度で含むn型のシリコン(Si)基板を用いている。n型の不純物としては、リン(P)の他に、例えば窒素(N)、砒素(As)、アンチモン(Sb)およびビスマス(Bi)などが挙げられ、ドーピング濃度は $1 \times 10^{16} \sim 1 \times 10^{20} \text{ atoms/cm}^3$ とされる。以下、n型を一導電型、p型を逆導電型とする。

【0014】

半導体基板30の上面に、複数の発光素子3aが列状に配置されており、発光素子3aの列に沿って複数の受光素子3bが列状に配置されている。発光素子3aは被照射物に照

10

20

30

40

50

射する光の光源として機能し、発光素子 3 a から発せられた光が、被照射物で反射されて受光素子 3 b に入射する。受光素子 3 b は、光の入射を検出する光検出部として機能する。

【0015】

発光素子 3 a は、図 2 (a) に示すように、半導体基板 3 0 の上面に複数の半導体層が積層されて形成されている。

【0016】

まず、半導体基板 3 0 の上面には、半導体基板 3 0 と半導体基板 3 0 の上面に積層される半導体層（本例の場合は後に説明する n 型コンタクト層 3 0 b）との格子定数の差を緩衝するバッファ層 3 0 a が形成されている。バッファ層 3 0 a は、半導体基板 3 0 と半導体基板 3 0 の上面に形成される半導体層との格子定数の差を緩衝することによって、半導体基板 3 0 と半導体層の間に発生する格子歪などの格子欠陥を少なくし、ひいては半導体基板 3 0 の上面に形成される半導体層全体の格子欠陥または結晶欠陥を少なくする機能を有する。

【0017】

本例のバッファ層 3 0 a は、不純物を含まないガリウム砒素 (GaAs) からなり、その厚さが 2 ~ 3 μm 程度とされている。なお、半導体基板 3 0 と半導体基板 3 0 の上面に積層される半導体層との格子定数の差が大きくない場合には、バッファ層 3 0 a は省略することができる。

【0018】

バッファ層 3 0 a の上面には、n 型コンタクト層 3 0 b が形成されている。n 型コンタクト層 3 0 b は、ガリウム砒素 (GaAs) に n 型不純物であるシリコン (Si) またはセレン (Se) などがドーピングされており、ドーピング濃度は $1 \times 10^{16} \sim 1 \times 10^{20} \text{ atoms/cm}^3$ 程度とされるときともに、その厚さが 0.8 ~ 1 μm 程度とされている。

【0019】

本例では、n 型不純物としてシリコン (Si) が $1 \times 10^{18} \sim 2 \times 10^{18} \text{ atoms/cm}^3$ のドーピング濃度でドーピングされている。n 型コンタクト層 3 0 b の上面の一部は露出しており、この露出している部分に発光素子側第 1 電極 3 1 a を介して、基板 2 とワイヤボンディングまたはフリップチップ接続などによって電氣的に接続されている。n 型コンタクト層 3 0 b は、n 型コンタクト層 3 0 b に接続される発光素子側第 1 電極 3 1 a との接触抵抗を下げる機能を有している。

【0020】

発光素子側第 1 電極 3 1 a は、例えば金 (Au) アンチモン (Sb) 合金、金 (Au) ゲルマニウム (Ge) 合金または Ni 系合金などを用いて、その厚さが 0.5 ~ 5 μm 程度で形成される。それとともに、半導体基板 3 0 の上面から n 型コンタクト層 3 0 b の上面を覆うように形成される絶縁層 8 の上に配置されているため、半導体基板 3 0 および n 型コンタクト層 3 0 b 以外の半導体層とは電氣的に絶縁されている。

【0021】

絶縁層 8 は、例えば窒化シリコン (SiN_x) または酸化シリコン (SiO_2) などの無機絶縁膜や、ポリイミドなどの有機絶縁膜などで形成され、その厚さが 0.1 ~ 1 μm 程度とされている。

【0022】

n 型コンタクト層 3 0 b の上面には、n 型クラッド層 3 0 c が形成されており、後に説明する活性層 3 0 d に正孔を閉じ込める機能を有している。n 型クラッド層 3 0 c は、アルミニウムガリウム砒素 (AlGaAs) に n 型不純物であるシリコン (Si) またはセレン (Se) などがドーピングされており、ドーピング濃度は $1 \times 10^{16} \sim 1 \times 10^{20} \text{ atoms/cm}^3$ 程度とされるときともに、その厚さが 0.2 ~ 0.5 μm 程度とされている。本例では、n 型不純物としてシリコン (Si) が $1 \times 10^{17} \sim 5 \times 10^{17} \text{ atoms/cm}^3$ のドーピング濃度でドーピングされている。

【0023】

n型クラッド層30cの上面には、活性層30dが形成されており、電子や正孔などのキャリアが集中して、再結合することによって光を発する発光層として機能する。活性層30dは、不純物を含まないアルミニウムガリウム砒素（AlGaAs）であるとともに、その厚さが0.1～0.5μm程度とされている。なお、本例の活性層30dは、不純物を含まない層であるが、p型不純物を含むp型活性層であっても、n型不純物を含むn型活性層であってもよく、活性層のバンドギャップがn型クラッド層30cおよび後に説明するp型クラッド層30eのバンドギャップよりも小さくなっていけばよい。

【0024】

活性層30dの上面には、p型クラッド層30eが形成されており、活性層30dに電子を閉じ込める機能を有している。p型クラッド層30eは、アルミニウムガリウム砒素（AlGaAs）にp型不純物である亜鉛（Zn）、マグネシウム（Mg）または炭素（C）などがドーピングされており、ドーピング濃度は $1 \times 10^{16} \sim 1 \times 10^{20} \text{ atoms/cm}^3$ 程度とされるときともに、その厚さが0.2～0.5μm程度とされている。本例では、p型不純物としてマグネシウム（Mg）が $1 \times 10^{19} \sim 5 \times 10^{20} \text{ atoms/cm}^3$ のドーピング濃度でドーピングされている。

10

【0025】

p型クラッド層30eの上面には、p型コンタクト層30fが形成されている。p型コンタクト層30fは、アルミニウムガリウム砒素（AlGaAs）にp型不純物である亜鉛（Zn）、マグネシウム（Mg）または炭素（C）などがドーピングされており、ドーピング濃度は $1 \times 10^{16} \sim 1 \times 10^{20} \text{ atoms/cm}^3$ 程度とされるときともに、その厚さが0.2～0.5μm程度とされている。

20

【0026】

p型コンタクト層30fは、発光素子側第2電極31bを介して、基板2とワイヤボンディングまたはフリップチップ接続などによって電氣的に接続されている。p型コンタクト層30fは、p型コンタクト層30fに接続される発光素子側第2電極配線31bとの接触抵抗を下げる機能を有している。

【0027】

なお、発光素子側第1電極31aが発光素子毎に個別電極として設けられていれば、発光素子側第2電極31bは発光素子毎に設ける必要はなく、共通の発光素子側第1電極31bを少なくとも1つ設ければよい。当然のことながら、発光素子側第1電極31aを共通電極として、発光素子側第1電極31bを発光素子のそれぞれに個別電極として設けてもよい。

30

【0028】

またなお、p型コンタクト層30fの上面には、p型コンタクト層30fの酸化を防止する機能を有するキャップ層を形成してもよい。キャップ層は、例えば不純物を含まないガリウム砒素（GaAs）で形成して、その厚さを0.01～0.03μm程度とすればよい。

【0029】

発光素子側第2電極31bは、例えば金（Au）やアルミニウム（Al）と、密着層であるニッケル（Ni）、クロム（Cr）またはチタン（Ti）とを組み合わせたAuNi、AuCr、AuTiまたはAlCr合金などで形成されており、その厚さが0.5～5μm程度とされるときともに、半導体基板30の上面からp型コンタクト層30fの上面を覆うように形成される絶縁層8の上に配置されているため、半導体基板30およびp型コンタクト層30f以外の半導体層とは電氣的に絶縁されている。

40

【0030】

このようにして構成された発光素子3aは、発光素子側第1電極31aと発光素子側第2電極31bとの間にバイアスを印加することによって、活性層30dが発光して、光の光源として機能する。

【0031】

50

受光素子 3 b は、図 2 (b) に示すように、半導体基板 3 0 の上面に p 型半導体領域 3 2 を設けることによって、n 型の半導体基板 3 0 とで p n 接合を形成して構成される。p 型半導体領域 3 2 は、半導体基板 3 0 に p 型不純物を高濃度に拡散させて形成されている。p 型不純物としては、例えば亜鉛 (Z n)、マグネシウム (M g)、炭素 (C)、ホウ素 (B)、インジウム (I n) またはセレン (S e) などが挙げられ、ドーピング濃度は $1 \times 10^{16} \sim 1 \times 10^{20} \text{ atoms/cm}^3$ とされる。本例では、p 型半導体領域 3 2 の厚さが 0.5 ~ 3 μm 程度となるように、ホウ素 (B) が p 型不純物として拡散されている。

【0032】

p 型半導体領域 3 2 は、受光素子側第 1 電極 3 3 a と電氣的に接続されており、n 型半導体である半導体基板 3 0 には、図示はしないが受光素子側第 2 電極 3 3 b が電氣的に接続されている。

10

【0033】

受光素子側第 1 電極 3 3 a は、半導体基板 3 0 の上面に絶縁層 8 を介して配置されているため、半導体基板 3 0 と電氣的に絶縁されている。

【0034】

受光素子側第 1 電極 3 3 a、受光素子側第 2 電極 3 3 b は、例えば金 (A u) とクロム (C r)、アルミニウム (A l) とクロム (C r) または白金 (P t) とチタン (T i) の合金などで、その厚さが 0.5 ~ 5 μm 程度となるように形成されている。

【0035】

20

このように構成された受光素子 3 b は、p 型半導体領域 3 2 に光が入射すると、光電効果によって光電流が発生して、この光電流を受光素子側第 1 電極 3 3 a を介して取り出すことによって、光検出部として機能する。なお、受光素子側第 1 電極 3 3 a と受光素子側第 2 電極 3 3 b との間に逆バイアスを印加すれば、受光素子 3 b の光検出感度が高くなるので好ましい。

【0036】

外壁 4 は、基板 2 の上面に、受発光素子アレイ 3 を取り囲むように、図示はしないが接着剤 9 を介して接続されている。そして、発光素子 3 a から発した光が被照射物に向かう方向以外に散乱するのを抑制したり、受光素子 3 b に被照射物で反射された光以外の光が入射するのを抑制したり、基板 2 および受発光素子アレイ 3 を外部環境から保護する機能を有する。

30

【0037】

外壁 4 は、ポリプロピレン樹脂 (P P)、ポリスチレン樹脂 (P S)、塩化ビニル樹脂 (P V C)、ポリエチレンテレフタレート樹脂 (P E T)、アクリロニトリル/ブタジエン/スチレン樹脂 (A B S) などの汎用プラスチック、ポリアミド樹脂 (P A) ポリカーボネイト樹脂 (P C) などのエンジニアリングプラスチック、液晶ポリマーなどのスーパーエンジニアリングプラスチック、およびアルミニウム (A l)、チタン (T i) などの金属材料で形成される。

【0038】

なお、外壁 4 の奥行および幅の寸法は、少なくとも発光素子 3 a および受光素子 3 b が覆われる寸法であればよい。本例の外壁 4 の奥行および幅の寸法は基板 2 の奥行および幅の寸法と同じになっている。

40

【0039】

遮光壁 5 は、外壁 4 の内側に、外壁 4 の内側空間 4 a を発光素子 3 a および受光素子 3 b に対応した空間に仕切るように配置されている。外壁 4 の内側空間 4 a を発光素子 3 a および受光素子 3 b に対応した空間に仕切るように配置するとは、受発光素子モジュール 1 を受発光素子アレイ 3 側から臨んで、遮光壁 5 と外壁 4 で形成される一方の空間に発光素子 3 a が存在し、他方の空間に受光素子 3 b が存在するように配置することである。

【0040】

遮光壁 5 は、発光素子 3 a から発した光が、被照射物に反射されることなく受光素子 3

50

bに入射するのを抑制する機能を有する。

【0041】

遮光壁5は、受発光素子アレイ3および基板2とは接触しないように配置されている。このように配置することで、受発光素子モジュール1が駆動により熱を発したり、外部環境から熱を受けたりして、遮光壁5が熱膨張によって寸法が伸びたとしても、発光素子3aおよび受光素子3bの位置関係を維持することができ、センシング性能を高めることができる。なぜなら、発光素子3aおよび受光素子3bが形成されている受発光素子アレイ3、および基板2に当接することがないためである。

【0042】

遮光壁5は、発光素子3a側に位置する発光素子側遮光面5aと、受光素子3b側に位置する受光素子側遮光面5bと、発光素子側遮光面5aおよび受光素子側遮光面5bに接続される下面5cとを有している。

【0043】

発光素子側遮光面5aおよび受光素子側遮光面5bは、外壁4の内部空間4aを発光素子3a側と受光素子3b側に対応した空間に仕切ることができればどのような形状であってもよい。本例では、遮光面5aおよび5bは、受発光素子アレイ3の上面の法線方向、ならびに発光素子3aおよび受光素子3bのそれぞれの配列方向に沿って配置されて、外壁4と当接している。発光素子3aおよび受光素子3bの配列方向の長さは、少なくとも発光素子3aの列の長さ以上の長さにする必要がある。さもなければ、発光素子3aの発した光が直接受光素子3b側の空間に照射されるためである。

【0044】

本例の下面5cは、受発光素子アレイ3の上面に対して発光素子3a側に傾斜している傾斜面5dとなっている。このような下面5cは、発光素子3aが発した光が、下面5cに入射されたとしても、発光素子3a側に反射されて受光素子3b側に迷光として漏れるのを抑制することができる。

【0045】

なお、本例の下面5cは1つの平坦な傾斜面5dで構成されているが、図5(a)に示すように複数の傾斜面を有してもよく、図5(b)、(c)に示すように曲面であってもよい。また、下面5cに基板2または受発光素子アレイ3の上面と平行な面を有することを除外するものではない。

【0046】

このような遮光壁5は、図3の例のように、発光素子3aの任意の発光点と受光素子3bの任意の受光点との距離をL、前記発光点と前記受光点とを通る仮想直線から前記傾斜面の任意の点までの垂線の距離をh、前記発光点から前記仮想直線に沿った前記垂線までの距離を L_0 、前記垂線と前記受光素子側の傾斜面とのなす角を α としたときに、次式を満たす位置および形状を有することが好ましい。

$$L > L_0 + h \times \tan \{ 2\alpha - \tan^{-1} (h / L_0) - 90 \} \quad (h > 0)$$

なお、図3の例のように、垂線に対して受光素子側の傾斜面が存在しない場合には、傾斜面を含む仮想平面とのなす角として α を求めればよい。

【0047】

上式を満たすように遮光壁5の配置と傾斜面5dの形状とを設定すれば、発光素子3aから発した光は傾斜面で反射されたとしても理論的には受光素子3bに入射することがないため、センシング性能を高めることが可能となる。

【0048】

なお、傾斜面5dが複数ある場合には、それぞれの傾斜面5dで上式を満足すればよい。傾斜面5dが曲面の場合には、前記垂線と曲面の受光素子側の接線とのなす角を α とすればよい。

【0049】

遮光壁5は、外壁4と同様に、ポリプロピレン樹脂(PP)、ポリスチレン樹脂(PS)、塩化ビニル樹脂(PVC)、ポリエチレンテレフタレート樹脂(PET)、アクリロ

10

20

30

40

50

ニトリル／ブタジエン／スチレン樹脂（ＡＢＳ）などの汎用プラスチック、ポリアミド樹脂（ＰＡ）ポリカーボネイト樹脂（ＰＣ）などのエンジニアリングプラスチック、液晶ポリマーなどのスーパーエンジニアリングプラスチック、およびアルミニウム（Ａｌ）やチタン（Ｔｉ）などの金属材料で形成される。

【００５０】

上壁７は、基板２および受発光素子アレイ３を覆うように配置される。本例の上壁７は外壁４の上端に当接して配置されている。そして、発光素子３ａおよび受光素子３ｂに対応した位置に、貫通孔７ａ、７ｂを有している。上壁７は、基板２および受発光素子アレイ３を外部環境から保護する機能、および後に説明するレンズ６ａ、６ｂの支持体として機能する。

10

【００５１】

上壁７は、外壁４および遮光壁５と同様に、ポリプロピレン樹脂（ＰＰ）、ポリスチレン樹脂（ＰＳ）、塩化ビニル樹脂（ＰＶＣ）、ポリエチレンテレフタレート樹脂（ＰＥＴ）およびアクリロニトリル／ブタジエン／スチレン樹脂（ＡＢＳ）などの汎用プラスチック、またはポリアミド樹脂（ＰＡ）ポリカーボネイト樹脂（ＰＣ）などのエンジニアリングプラスチック、または液晶ポリマーなどのスーパーエンジニアリングプラスチック、またはアルミニウム（Ａｌ）やチタン（Ｔｉ）などの金属材料で形成される。

【００５２】

なお、本願の外壁４、遮光壁５および上壁７は、ポリカーボネイト樹脂（ＰＣ）で射出成形によって一体的に形成されている。

20

【００５３】

発光素子側レンズ６ａおよび受光素子側レンズ６ｂは上壁７の貫通孔７ａ、７ｂに対応して配置されて、それぞれ発光素子３ａの発した光を集光する機能と、被照射物で反射された光を集光する機能を有する。なお、本明細書においては、発光素子側レンズ６ａおよび受光素子側レンズ６ｂを単にレンズ６ａおよび６ｂという場合がある。これらのレンズ６ａおよび６ｂを有することにより、受発光素子モジュール１と被照射物との距離が長くなった場合でもセンシング性能を高くすることができる。

【００５４】

レンズ６ａおよび６ｂの材質は、シリコーン樹脂、ウレタン樹脂ならびにエポキシ樹脂などの熱硬化性樹脂、またはポリカーボネイト樹脂ならびにアクリル樹脂などの熱可塑性樹脂などのプラスチック、あるいはサファイアおよび無機ガラスなどが挙げられる。

30

【００５５】

本例のレンズ６ａおよび６ｂは、シリコーン樹脂で形成されたシリンダリカルレンズであり、貫通孔７ａおよび貫通孔７ｂの長手方向、つまり受発光素子アレイ３に形成された受光素子３ａの列および発光素子３ｂの列に沿った方向に直交する方向に曲率を有している。レンズ６ａおよび６ｂの上壁７への取付けは、シリコーン樹脂などの有機接着剤などによって行なえばよい。

【００５６】

本例では、発光素子３ａの発光部の中心を結んだ直線および受光素子３ｂの受光部の中心を結んだ直線と、レンズ６ａおよび６ｂの光軸とをそれぞれ略一致させており、光軸は受発光素子アレイ３の上面から上方に向かう法線方向と略一致する。このような構成とすることにより、発光素子３ａから発した光を高い照度で被照射物に照射することが可能となり、発光素子３ａが発した光が被照射物で反射されて受光素子３ｂによって受光するときの照度を高くすることが可能となるため、感度の高い、つまりセンシング性能の高い受発光素子モジュール１を実現することができる。

40

【００５７】

ここで、受光部の中心とは、ｐ型半導体領域３２側から半導体基板３０を平面視した場合のｐ型半導体領域３２の中心のことである。同様に、発光部の中心とは、ｐ型コンタクト層３０ｆ側から半導体基板３０を平面視した場合の活性層３０ｄの中心のことである。活性層３０ｄの上面には、ｐ型クラッド層３０ｅおよびｐ型コンタクト層３０ｆなどが積

50

層されているため、活性層 30 d の中心を直接に観察することができない。そのため、p 型コンタクト層 30 f の中心を活性層 30 d の中心とみなしても問題ない。なぜなら、上述したように、半導体層の各層は非常に薄いことから、発光素子アレイ 3 a を形成するためのエッチングと n 型コンタクト層 30 b の上面の一部を露出するためのエッチングとが個別に行なわれたとしても、p 型コンタクト層 30 f 側から平面透視して、p 型コンタクト層 30 f の中心と活性層 30 d の中心とは略一致するからである。

【0058】

また、本例のレンズ 6 a および 6 b は、シリンドリカルレンズであるが、受光素子 3 a および発光素子 3 b のそれぞれに対応した平凸レンズであってもよい。

【0059】

なお、本例では、上壁 7、レンズ 6 a および 6 b を有しているが、受発光素子モジュール 1 と被照射物が近距離で設置される場合などは、レンズ 6 a および 6 b は設けなくてもよく、上壁 7 も必ずしも設ける必要はない。

【0060】

(受発光素子モジュールの製造方法)

次に、受発光素子モジュール 1 の製造方法の例を示す。

【0061】

最初に、受発光素子アレイ 3 の製造方法の例を示す。

【0062】

まず、シリコン (Si) に n 型不純物がドーピングされた半導体基板 30 を準備する。そして、従来周知の熱酸化法を用いて、半導体基板 30 の上に酸化シリコン (SiO₂) からなる拡散素子膜 S (図示せず) を形成する。

【0063】

拡散阻止膜 S 上にフォトレジストを塗布して、従来周知のフォトリソグラフィ法によって所望のパターンを露光、現像した後、従来周知のウェットエッチング法によって、p 型半導体領域 32 を形成するための開口部 S a (図示せず) を拡散阻止膜 S 中に形成する。開口部 S a は、必ずしも拡散阻止膜 S を貫通している必要はない。

【0064】

そして、拡散阻止膜 S 上にポリボロンフィルム (PBF) を塗布する。続いて、熱拡散法を用いて、拡散阻止膜 S の開口部 S a を介して、ポリボロンフィルム (PBF) に含まれているホウ素 (B) を半導体基板 30 の内部に拡散させ、p 型半導体領域 32 を形成する。このとき、例えばポリボロンフィルム (PBF) の厚さを 0.1 ~ 1 μm とし、窒素 (N₂) および酸素 (O₂) を含む雰囲気中で 700 ~ 1200 °C の温度で熱拡散させる。その後、拡散阻止膜 S を除去する。

【0065】

次に、半導体基板 30 を MOCVD (有機金属化学気相成長: Metal-organic Chemical Vapor Deposition) 装置の反応炉内で熱処理することによって、半導体基板 30 の表面に形成された自然酸化膜を除去する。この熱処理は、例えば 1000 °C の温度で 10 分間程度行なう。

【0066】

次いで、MOCVD 法を用いて、発光素子 3 a を構成する各々の半導体層 (バッファ層 30 a、n 型コンタクト層 30 b、n 型クラッド層 30 c、活性層 30 d、p 型クラッド層 30 e、p 型コンタクト層 30 f) を半導体基板 30 上に順次積層する。そして、積層された半導体層 L (図示せず) 上にフォトレジストを塗布し、従来周知のフォトリソグラフィ法によって所望のパターンを露光、現像した後、従来周知のウェットエッチング法によって発光素子 3 a を形成する。なお、n 型コンタクト層 30 b の上面の一部が露出するように、複数回のエッチングを行なう。その後、フォトレジストを除去する。

【0067】

次に、従来周知の熱酸化法、スパッタリング法またはプラズマ CVD 法などを用いて、発光素子 3 a の露出面および半導体基板 30 (n 型半導体領域 32 を含む) の上面を覆う

10

20

30

40

50

ように絶縁層 8 を形成する。続いて、絶縁層 8 上にフォトレジストを塗布し、従来周知のフォトリソグラフィ法によって所望のパターンを露光、現像した後、従来周知のウェットエッチング法によって、後に説明する発光素子側第 1 電極 3 1 a および発光素子側第 2 電極 3 1 b ならびに受光素子側第 1 電極 3 3 a を、それぞれ n 型コンタクト層 3 0 b および p 型コンタクト層 3 0 f ならびに p 型半導体領域 3 2 に接続するための開口を、絶縁層 8 に形成する。その後、フォトレジストを除去する。

【0068】

次に、絶縁層 8 上にフォトレジストを塗布し、従来周知のフォトリソグラフィ法によって所望のパターンを露光、現像した後、従来周知の抵抗加熱法やスパッタリング法などを用いて、発光素子側第 1 電極 3 1 a および発光素子側第 2 電極 3 1 b を形成するための合金膜を形成する。そして、従来周知のリフトオフ法を用いて、フォトレジストを除去するとともに、発光素子側第 1 電極 3 1 a および発光素子側第 2 電極 3 1 b を所望の形状に形成する。同様に受光素子側第 1 電極 3 3 a および受光素子側第 2 電極 3 3 b もそれぞれ同様の工程によって形成する。

【0069】

次に、基板 2 の製造方法について説明する。

【0070】

本例の基板 2 は、セラミックスからなり、次のような工程を経て製造される。まず、従来周知の方法によって製作されたセラミックグリーンシートを準備する。

【0071】

次に、発光素子用第 1 電極 3 1 a、発光素子用第 2 電極 3 1 b、受光素子用第 1 電極 3 3 a および受光素子用第 2 電極 3 3 b や、これらの電極をそれぞれ接続したり、外部装置と接続したりするための電気配線となる金属ペーストをセラミックグリーンシート上に印刷する。電気配線になる金属ペーストとしては、例えばタングステン (W)、モリブデン (Mo)、マンガン (Mn) および銅 (Cu) などの金属を含有させたものが挙げられる。

【0072】

なお、基板 2 は樹脂からなるものでもよい。この場合の基板 2 の製造方法は、例えば次のような方法が考えられる。まず、熱硬化型樹脂の前駆体シートを準備する。次に、発光素子用第 1 電極 3 1 a、発光素子用第 2 電極 3 1 b、受光素子用第 1 電極 3 3 a および受光素子用第 2 電極 3 3 b や、これらの電極をそれぞれ接続したり、外部装置と接続したりするための電気配線となる、金属材料からなるリード端子を前駆体シート間に配置し、かつリード端子を前駆体シートに埋設させるように複数の前駆体シートを積層する。このリード端子の形成材料としては、例えば銅 (Cu)、銀 (Ag)、アルミニウム (Al)、鉄 (Fe) - ニッケル (Ni) - コバルト (Co) 合金および鉄 (Fe) - ニッケル (Ni) 合金などの金属材料が挙げられる。そして、これを熱硬化させることにより、基板 2 が完成する。

【0073】

このように準備した、受発光素子アレイ 3 を基板 2 の上面に配置する。受発光素子アレイ 3 と基板 2 とをワイヤボンディングによって電氣的に接続する場合には、受発光素子アレイ 3 と基板 2 とをエポキシ樹脂や銀ペーストなどの接着剤で接合すればよく、フリップチップボンディングによって接続する場合には、はんだ、銀ろうおよび銅ろうなどのろう材、金スタッドバンプとはんだとの組合せ、あるいは異方性導電フィルムなど、電氣的な接続とを兼ねて行なえばよい。

【0074】

そして、外壁 4、遮光壁 5 および上壁 7 が一体的に形成された部材に、あらかじめレンズ 6 a および 6 b をシリコン樹脂などによって接着し、これを基板 2 の上面に、エポキシ樹脂およびシリコン樹脂などの樹脂系接着剤、あるいはポリエステル、不織布、アクリルフォーム、ポリイミド、塩化ビニル (PVC) またはアルミ箔などの基材に対してアクリル系粘着剤、ゴム系粘着剤またはシリコン系粘着剤の接着剤が塗布された両面テー

10

20

30

40

50

プなどを用いて接着する。

【0075】

(センサ装置)

次に、受発光素子モジュール1を備えたセンサ装置100について説明する。以下では、受発光素子モジュール1を、コピー機やプリンタなどの画像形成装置における、中間転写ベルトV上に付着したトナーT（被照射物）の位置を検出するセンサ装置に適用する場合を例に挙げて説明する。

【0076】

図4に示すように、本例のセンサ装置100は、受発光素子モジュール1の発光素子3aおよび受光素子3bが形成された面が、中間転写ベルトVに対向するように配置される。そして、発光素子3aから中間転写ベルトV上のトナーTへ光が照射される。本例では、発光素子3aの上方にプリズムP1を、また受光素子3bの上方にプリズムP2を配置して、発光素子3aから発せられた光が、発光素子側レンズ6aを介してプリズムP1で屈折して中間転写ベルトV上のトナーTに入射する。そして、この入射光L1に対する正反射光L2が、プリズムP2で屈折して、受光素子側レンズ6bを介して受光素子3bによって受光される。受光素子3bには、受光した光の強度に応じて光電流が発生し、受光素子側第1電極33aなどを介して、外部装置でこの光電流が検出される。

【0077】

本例のセンサ装置100では、以上のようにトナーTからの正反射光の強度に応じた光電流を検出することができる。そのため、例えば受光素子3bの列の一端側からn番目の受光素子から検出される光電流値が最も大きい場合は、このn番目の受光素子3bに対応する位置にトナーTが位置するというように、中間転写ベルトV上のトナーTの位置を検出することができる。なお、正反射光の強度はトナーTの濃度にも対応するため、発生した光電流の大きさに応じて、トナーTの濃度を検出することも可能である。同様に、正反射光の強度は、受発光素子アレイ3からトナーTとの距離にも対応するため、発生した光電流の大きさに応じて、受発光素子アレイ3とトナーTとの距離を検出することも可能である。

【0078】

本例のセンサ装置100によれば、受発光素子モジュール1の有する上述の効果を奏することができる。

【0079】

以上、本発明の具体的な実施の形態の例を示したが、本発明はこれに限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲内で種々の変更が可能である。

【符号の説明】

【0080】

- 1 受発光素子モジュール
- 2 基板
- 3 受発光素子アレイ
- 3a 発光素子
- 3b 受光素子
- 4 外壁
- 4a 内部空間
- 5 遮光壁
- 5a 発光素子側遮光面
- 5b 受光素子側遮光面
- 5c 下面
- 5d 傾斜面
- 6a 発光素子側レンズ
- 6b 受光素子側レンズ

10

20

30

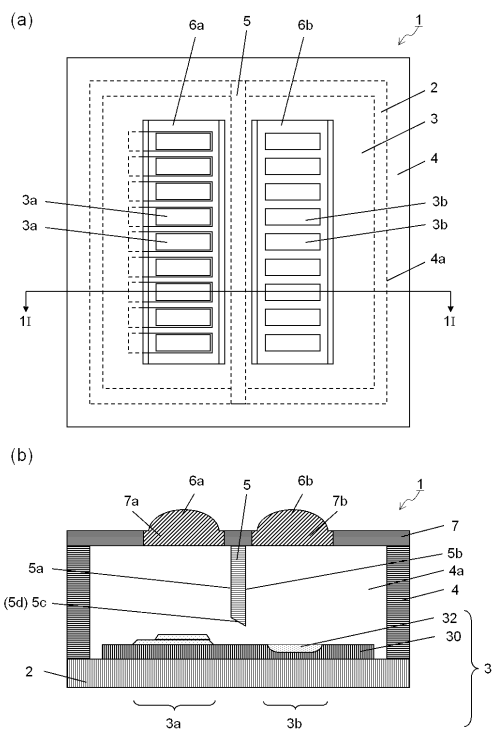
40

50

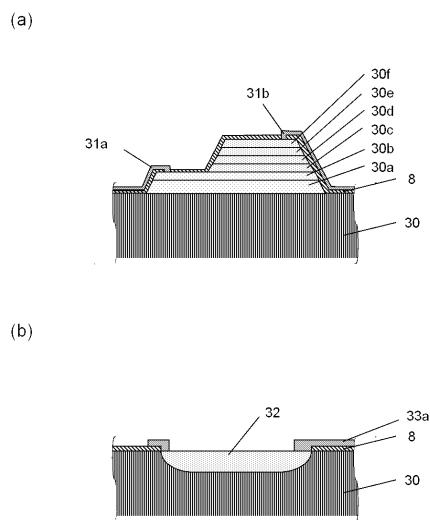
- 7 上壁
- 8 絶縁層
- 9 接着剤
- 30 半導体基板
- 30a バッファ層
- 30b n型コンタクト層
- 30c n型クラッド層
- 30d 活性層
- 30e p型クラッド層
- 30f p型コンタクト層
- 31a 発光素子側第1電極
- 31b 発光素子側第2電極
- 32 p型半導体領域
- 33a 受光素子側第1電極
- 33b 受光素子側第2電極
- 100 センサ装置

10

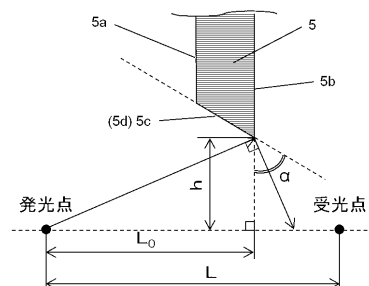
【図1】



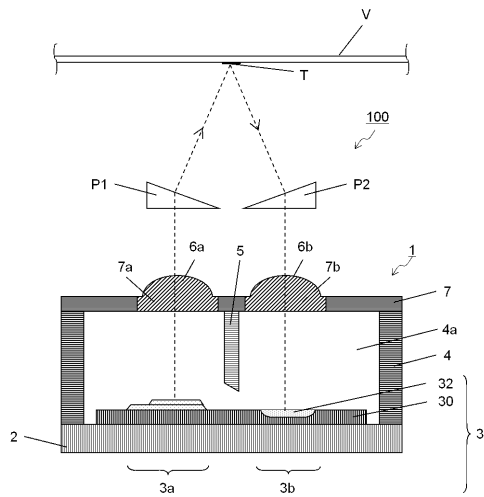
【図2】



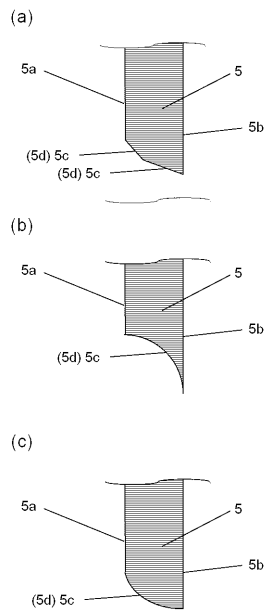
【図3】



【図 4】



【図 5】



フロントページの続き

(56)参考文献 実開平4-103665 (JP, U)
国際公開第2003/042733 (WO, A1)
特開2003-66268 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H01L 31/12