

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4296644号
(P4296644)

(45) 発行日 平成21年7月15日(2009.7.15)

(24) 登録日 平成21年4月24日(2009.4.24)

(51) Int.Cl. F I
H O 1 L 33/00 (2006.01) H O 1 L 33/00 N
 H O 1 L 33/00 E

請求項の数 6 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願平11-224608	(73) 特許権者	000241463
(22) 出願日	平成11年8月6日(1999.8.6)		豊田合成株式会社
(65) 公開番号	特開2000-286457(P2000-286457A)		愛知県西春日井郡春日町大字落合字長畑1番地
(43) 公開日	平成12年10月13日(2000.10.13)	(74) 代理人	100087723
審査請求日	平成18年6月27日(2006.6.27)		弁理士 藤谷 修
(31) 優先権主張番号	特願平11-22727	(72) 発明者	安川 武正
(32) 優先日	平成11年1月29日(1999.1.29)		愛知県西春日井郡春日町大字落合字長畑1番地 豊田合成株式会社内
(33) 優先権主張国	日本国(JP)	(72) 発明者	平野 敦雄
			愛知県西春日井郡春日町大字落合字長畑1番地 豊田合成株式会社内
		(72) 発明者	吉川 幸雄
			東京都練馬区東大泉4丁目2番11号 株式会社光波内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 発光ダイオード

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

フリップチップ型半導体発光素子であるフリップチップを用いた発光ダイオードにおいて、

正方形のフリップチップと、

前記フリップチップを設置する正方形のサブマウントと、

前記フリップチップの中心を通る中心軸と、前記サブマウントの中心を通る中心軸とをそれぞれ一致させ重ね合わせて、

前記重ね合わせた中心を中心にして、前記フリップチップの中心軸を前記サブマウントの中心軸に対して、45度回転させて、前記サブマウントの上面露出領域が三角形状となるように、前記フリップチップを前記サブマウント上に設置させ、

前記サブマウントの上面露出領域に、前記フリップチップに対する2つの取り出し電極が形成されている、

ことを特徴とするフリップチップ型発光ダイオード。

【請求項2】

前記サブマウントは半導体基板から構成され、前記上面露出領域下の半導体基板に過電圧防止のためのダイオードが形成されていることを特徴とする請求項1に記載のフリップチップ型発光ダイオード。

【請求項3】

前記サブマウントは半導体基板から構成され、前記上面露出領域下であって、ワイヤボ

ンディングされない位置の半導体基板に過電圧防止のためのダイオードが形成されていることを特徴とする請求項 1 に記載のフリップチップ型発光ダイオード。

【請求項 4】

前記サブマウントは、光を反射するリードフレームのパラボラ上に設置され、前記フリップチップの中心軸及び前記サブマウントの中心軸が、前記パラボラの中心軸に一致していることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 3 の何れか 1 項に記載のフリップチップ型発光ダイオード。

【請求項 5】

前記 2 つの取り出し電極は、前記フリップチップの下部に当たる部分及び前記上面露出領域の全面に形成されており、前記フリップチップからの発光を反射する反射膜を構成することを特徴とする請求項 1 乃至請求項 4 の何れか 1 項に記載のフリップチップ型発光ダイオード。

10

【請求項 6】

前記上面露出領域における前記取り出し電極の一部がエッチングされて、前記サブマウントの位置又は姿勢を判別するためのマークが形成されていることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 5 のいずれか 1 項に記載のフリップチップ型発光ダイオード。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、活性層の発光面の大きなフリップチップを用いた発光ダイオードの製造方法に関する。

20

【0002】

【従来の技術】

図 1 2、図 1 3 に示す従来のフリップチップ型半導体発光素子を用いた発光ダイオード 5 について説明する。図 1 3 は、従来のフリップチップ型半導体発光素子 1 0 0 (以下、フリップチップ 1 0 0 と記載する。)を用いた発光ダイオード 5 の外観及び、構造を模式的に表す縦断面図である。発光素子部材 5 7 0 は基台であるサブマウント 5 2 0 と、その上に配置したフリップチップ 1 0 0 とから成る。

【0003】

リードフレーム 5 0 はメタルポスト 5 1 とメタルステム 5 3 とから成り、発光素子部材 5 7 0 に電圧を印加するためのものである。メタルステム 5 3 は、反射部材 5 5 と、発光素子部材 5 7 0 を戴置する平坦部 5 4 とで構成されている。樹脂モールド 4 0 は、発光素子部材 5 7 0 を包囲している。発光素子部材 5 7 0 の裏面 5 2 7 は、メタルステム 5 3 に銀ペースト等で接着され電氣的に接続されている。サブマウント 5 2 0 上の露出部分 5 2 8 に形成された電極 5 2 1 は他端子であるメタルポスト 5 1 と金線 5 7 によるワイヤボンディングにより接続されている。発光素子部材 5 7 0 は、樹脂モールド 4 0 でモールドされている。

30

【0004】

このフリップチップ 1 0 0 により発せられた光は、上面の正電極により光が反射され、光を透過する裏面のサファイア基板面から外部に出力される。従って、本フリップチップ 1 0 0 の上面を下向きにし、サブマウント 5 2 0 にフェイスダウンにより接続している。

40

【0005】

次に、基台であるサブマウント 5 2 0 について説明する。図 1 2 は、サブマウント 5 2 0 の平面図 (a)、サブマウント 5 2 0 にフリップチップ 1 0 0 を配置した平面図 (b) 及び、断面図 (c) である。

【0006】

サブマウント 5 2 0 は、例えば、導電性の半導体基板で構成され、上面はフリップチップ 1 0 0 の正電極と接続するための Au よりなるマイクロバンプ 5 3 3 を溶着させる部分 5 2 3 を除いて、SiO₂ からなる絶縁膜 5 2 4 により覆われている。絶縁皮膜 5 2 4 上にはアルミ蒸着による負電極 5 2 1 が形成されている。負電極 5 2 1 上には、メタルポスト 5

50

1とワイヤボンディングするためのパット形成領域と、フリップチップ100の負電極と接続するためのAuよりなるマイクロバンプ531を溶着させる領域とが存在する。

【0007】

従来、ワイヤボンディングするためには、少なくとも、直径100 μ m以上の円形状又は、1辺が100 μ m以上の正方形のボンディングパット形成領域が必要である。サブマウント520上の露出部分528に、この様なボンディングパットのための電極521をとり、矩形のサブマウント520に対して、正方形のフリップチップ100を配置するためには、図12(b)に示すように、片側に寄せて配置しなければならない。即ち、一定面積以上の露出部分528が必要なために、フリップチップ100の中心P2と、サブマウント520の中心P501、および、フリップチップ100の中心軸(図1に示す破線B-B)とサブマウント520中心軸(図12に示す破線A-A)とを一致させて配置することができない。さらに、発光素子部材570をそれと略同一面積の平坦部54に戴置すると、必然的に、パラボラの反射部材55の中心軸(図13に示す破線D-D)と、サブマウント520の中心軸A-Aとが一致することになる。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】

上記のように、フリップチップ100への取り付け電極への配線の為に、サブマウント520上に、ボンディングパットとなる電極521を形成するための露出部分528が必要となるため、長方形のサブマウント520が用いられている。又、フリップチップ100は、サブマウント520上で偏って配置され、リードフレーム50の反射部材55の中心軸とフリップチップ100中心軸がずれている。このため、配光がランプの上下左右で均一ではないという問題が有った。さらに、リードフレーム50の平坦部54の面が小さく、スペースがとれないため、必然的にサブマウント520の面積も小さくならざるを得ない。このため、矩形のサブマウント520の中心軸とフリップチップ100の中心軸を一致させて配置し、取り付け電極形成のための露出部分を確保すると、フリップチップ100自身が小さくなってしまい、必要な輝度を確保できなくなるという問題が有った。

【0009】

したがって、本発明の目的は、フリップチップ100による配光を上下左右で均一にすることである。又、他の目的は、サブマウント520の電氣的接続のための電極に必要な面積を確保しつつ、フリップチップ100の面積を最大限に大きくすることにより、高輝度を確保することである。即ち、フリップチップ100の光軸をランプの中心軸に一致させて、且つ、フリップチップ100の面積を最大限に確保できるようにすることである。又、他の目的は、発光ダイオード5全体の小型化を図り、製造工程においても簡略化し、さらに、発光ダイオード5の耐久性の向上を図ることである。

【0010】

【課題を解決するための手段】

上記の課題を解決する第1の手段は、フリップチップ型半導体発光素子であるフリップチップを用いた発光ダイオードにおいて、正方形のフリップチップと、フリップチップを設置する正方形のサブマウントと、フリップチップの中心を通る中心軸と、サブマウントの中心を通る中心軸とをそれぞれ一致させ重ね合わせて、重ね合わせた中心を中心にして、フリップチップの中心軸をサブマウントの中心軸に対して、45度回転させて、サブマウントの上面露出領域が三角形状となるように、フリップチップをサブマウント上に設置させ、サブマウントの上面露出領域に、フリップチップに対する2つの取り出し電極が形成されていることを特徴とする。

【0011】

【0012】

サブマウントは半導体基板であって、半導体基板の中に過電圧防止のためのダイオードが形成されていても良い。

【0013】

第2の手段は、サブマウントは半導体基板から構成され、上面露出領域下の半導体基板

に過電圧防止のためのダイオードが形成されていることを特徴とする。

また、第3の手段は、サブマウントは半導体基板から構成され、上面露出領域下であって、ワイヤボンディングされない位置の半導体基板に過電圧防止のためのダイオードが形成されていることを特徴とする。

【0014】

また、第4の手段は、サブマウントは、光を反射するリードフレームのパラボラ上に設置され、フリップチップの中心軸及びサブマウントの中心軸が、パラボラの中心軸に一致していることを特徴とする。

【0015】

また、サブマウントは絶縁性基板であって、フリップチップを配置したサブマウントの上面露出領域にフリップチップに対する2つの取り出し電極が形成されていても良い。

10

【0016】

また、第5の手段は、2つの取り出し電極は、フリップチップの下部に当たる部分及び上面露出領域の全面に形成されており、フリップチップからの発光を反射する反射膜を構成することを特徴とする。

サブマウント上にはフリップチップから発光した光を反射する反射膜を兼ねる、フリップチップに対する取り出し電極が形成されていても良い。

2つの取り出し電極は、フリップチップの下部に当たる部分にも形成されており、フリップチップからの発光を反射する反射膜を構成しても良い。

2つの取り出し電極は、サブマウント上のほぼ全面に形成されており、フリップチップからの発光を反射する反射膜を構成しても良い。

20

また、半導体基板の裏面がフリップチップに対する2つの取り出し電極のうち一方の電極となっており半導体基板が、半導体基板を戴置し、フリップチップに電圧を印加するためのリードフレームに直接接続されていても良い。

また、第6の手段は、上面露出領域における取り出し電極の一部がエッチングされて、サブマウントの位置又は姿勢を判別するためのマークが形成されていることを特徴とする。

【0017】

【発明の作用効果】

本発明の第1の手段により、フリップチップ型発光ダイオードにおいて、正方形のフリップチップと、フリップチップを設置する正方形のサブマウントとを有し、フリップチップの中心を通る中心軸と、サブマウントの中心を通る中心軸とをそれぞれ一致させ重ね合わせて、重ね合わせた中心を中心にして、フリップチップの中心軸をサブマウントの中心軸に対して、45度回転させて、サブマウントの上面露出領域が三角形状となるように、フリップチップを前記サブマウント上に設置させ、サブマウントの上面露出領域に、フリップチップに対する2つの取り出し電極が形成されている。その結果、フリップチップを小さくすること無く、フリップチップの中心とサブマウントの中心を一致させて配置し尚且つ、取り出し電極を形成するサブマウントの三角形状の上面露出領域を確保することができるようになる。

30

【0018】

40

【0019】

さらに、フリップチップを配置したサブマウントをリードフレームに戴置するに当たって、サブマウントを正方形に形成しているので、例えば、リードフレームのパラボラの中心及び、中心軸にサブマウントの中心及び、中心軸を一致させて、戴置することができるようになる。この結果、上下左右均一の配光が得られ、さらに、同一のパラボラの面積に対して最大のサブマウントの面積を確保することができるようになるので、フリップチップ自身も大きくすることができるので発光ダイオード自身を大きくすること無く高輝度の発光ダイオードを得ることができるようになる。

【0020】

さらに、回転の角度が略45度とされるので、フリップチップの面積が、サブマウント

50

に対して最も大きな面積とすることができるので、より高輝度の発光ダイオードを得ることができるようになる。

【0021】

さらに、第2の発明により、サブマウントは半導体基板であって、過電圧防止のためのダイオードは、サブマウントの上面露出領域下の半導体基板に形成されているので、放熱性が良く、このダイオードの熱破壊が効果的に防止される。このダイオード、例えば、ツエナーダイオードと発光ダイオードとが並列に接続され、過電圧による発光ダイオードの破壊が防止され、耐久性の向上が期待される。特に、フリップチップとサブマウントとを接続するパンプの外に設けられることになる結果、パンプによる発熱の影響を受けることなく、熱破壊が効果的に防止される。

10

【0022】

【0023】

さらに、絶縁膜に電極を形成でき、また、半導体基板の中に、過電圧防止のためのダイオード等の半導体素子を形成することができる。

【0024】

さらに、サブマウントである半導体基板は絶縁性であって、フリップチップを配置したサブマウントの上面露出領域にフリップチップに対する2つの取り出し電極が形成される。サブマウントに用いる半導体基板は、絶縁性のものであってもよく、その構成材料の選択範囲が広がる。

【0025】

20

さらに、サブマウントは絶縁性基板であって、フリップチップを配置したサブマウントの上面露出領域にフリップチップに対する2つの取り出し電極が形成されるので、取り出し電極と、フリップチップに電圧を印加するリードフレームとが、ワイヤーボンディングにより接続することができるようになる。

【0026】

さらに、第6の発明により、サブマウントの上面露出領域には、サブマウントの位置又は姿勢を判別するためのマークが形成されているので、サブマウントに対するフリップチップの位置合わせ及びサブマウントとリードフレームとのワイヤボンディング時のサブマウントの位置及び姿勢の制御が容易となる。

【0027】

30

さらに、フリップチップから発光した光が反射膜で反射される結果、発光を有効に外部に出力することができる。また、第5の発明により、フリップチップに対する取り出し電極により発光を反射させているので、構造を簡単にして、有効に発光を外部に出力させることができる。

【0028】

【発明の実施の形態】

以下、本発明を具体的な実施例に基づいて説明する。本発明は以下の実施例に限定されるものではない。

先ず第1の実施例として、図1に示す発光ダイオード1について説明する。

その前に、本実施例で使われている窒化ガリウム系化合物半導体よりなるフリップチップ100の構造について説明する。図3にこのフリップチップ100の断面図(a)及び平面図(b)を示す。101はサファイア基板、102は窒化アルミニウム(AlN)からなるバッファ層、103はシリコン(Si)ドープの窒化ガリウム(GaN)からなる高キャリア濃度のn型窒化ガリウム系化合物半導体層、104は $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$ ($0 < x < 1$)からなる活性層、107は、p型の $\text{Al}_y\text{Ga}_{1-y}\text{N}$ ($0 < y < 1$)からなるpクラッド層105とp型の窒化ガリウム(GaN)からなるpコンタクト層106より構成されたp型窒化ガリウム系化合物半導体層、110はニッケル(Ni)よりなる正電極、120は SiO_2 からなる絶縁性保護膜、130は、銀(Ag)からなる金属層131とニッケル(Ni)よりなる金属層132より構成された負電極である。

40

【0029】

50

即ち、フリップチップ100は、下層側に形成されたn型窒化ガリウム系化合物半導体の層103のエッチングによる側壁面10より、n型窒化ガリウム系化合物半導体の層103より上側に形成された各層の各側壁面10を経て、p型窒化ガリウム系化合物半導体の層107の上に形成された正電極110の上部露出面にまで渡って形成された絶縁性保護膜120と、n型窒化ガリウム系化合物半導体の層103の上部露出面より絶縁性保護膜120上に渡って形成された負電極130とを備えた構成となっている。

【0030】

図1において、(a)はサブマウント20の平面図。(b)はサブマウント20の(a)に示す破線A-Aによる縦断面図。破線A-Aは、中心P1を通る中心軸でもある。(c)はフリップチップ100を電極側である裏面より見た平面図。(d)は(c)に示すフリップチップ100を中心P2を中心に中心軸B-Bを角度R回転させた図。ここでは、角度Rは略45度である。図2において、(a)は、サブマウント20に、サブマウント20の中心軸A-Aと、フリップチップ100の中心軸B-Bを重ね合わせて、フリップチップ100を中心P2を中心に略45度回転させて、配置した発光素子部材70の平面図。(b)は、(a)に示す破線C-Cに沿う発光素子部材70の縦断面図。(c)は、発光素子部材70をリードフレーム50に戴置した第1の実施例である発光ダイオード1の外観及び、構造を模式的に表す縦断面図である。

10

【0031】

基台であるサブマウント20は、セラミックス、樹脂などの絶縁体で構成される。サブマウント20の表面には、アルミ蒸着による略帯状の正電極21、負電極23の電極配線が、フリップチップ100を略45度回転させて配置することにより形成される直角2等辺三角形状の上面露出領域28(図2(a)における斜線を付した領域)に、対角上からフリップチップ100の正電極110、負電極130が配置される領域に形成される。

20

【0032】

発光素子部材70は、サブマウント20の中心P1とフリップチップ100の中心P2をそれぞれ重ね合わせ、さらに、サブマウント20の中心軸A-Aと、フリップチップ100の中心軸B-Bを重ね合わせて、重ね合わせた中心P1を中心に中心軸B-Bを略45度回転させた位置において(図2(c)に示す)、フリップチップ100の正電極110と、Auによるマイクロバンプ31により、サブマウント20の正電極21が、同じくフリップチップ100の負電極130と、Auによるマイクロバンプ33により、負電極23が電氣的に接続され、さらに溶着されることにより、固定配置され構成される。

30

【0033】

サブマウント20の表面に形成された正電極21上のボンディングパット25はメタルポスト51から伸ばされた金線57により、さらに、負電極23上のボンディングパット27は他端子であるメタルステム53から伸ばされた金線58によりその表面でワイヤボンディングされている。発光素子部材70をパラボラ55の中心軸に戴置したリードフレーム50は、樹脂モールド40で、総ての中心軸(図2(c)に示す破線D-D)を一致させモールドされている。

【0034】

上記のように構成することにより、フリップチップ100、サブマウント20、パラボラ55、および樹脂モールド40総ての中心軸を一致させた発光ダイオード1を製造することができるようになり、上下左右で、即ち、発光ダイオード1の中心軸に垂直な平面上において、中心に対して一様、均一な配光が得られる。また、発光ダイオード1自身を大きくすること無く大きなフリップチップ100を配置することができるので、高輝度な発光ダイオード1を得ることができるようになる。

40

【0035】

次に第2の実施例として、図4および、図5に示す発光ダイオード2について説明する。

図4において、(a)はサブマウント220の平面図。(b)はサブマウント220の(a)に示す破線A-Aによる縦断面図。(c)は、サブマウント220に、サブマウン

50

ト 2 2 0 の中心 P 2 0 1 を通る中心軸 A - A と、フリップチップ 1 0 0 の中心 P 2 を通る中心軸 B - B を重ね合わせて、重ね合わせた中心 P 2 を中心にフリップチップ 1 0 0 の中心軸 B - B を略 4 5 度回転させて、配置した発光素子部材 2 7 0 の平面図。(d) は、(c) に示す破線 C - C に沿う発光素子部材 2 7 0 の縦断面図。図 5 は、発光素子部材 2 7 0 をリードフレーム 5 0 に戴置した第 2 の実施例である発光ダイオード 2 の外観及び、構造を模式的に表す縦断面図である。尚、フリップチップ 1 0 0 の構成は、第 1 実施例における、図 1、図 3 に示す構成と同一である。

【 0 0 3 6 】

基台であるサブマウント 2 2 0 は、絶縁性の半導体、例えばシリコン (S i) 基板 2 4 0 で構成され、シリコン基板 2 4 0 の中には、先ず 3 族元素のドーブにより下層として p 層 2 4 3 を形成し、次にフリップチップ 1 0 0 の正電極 1 1 0 とマイクロバンプ 2 3 1 により溶着する部分に 5 族元素のドーブにより n 層 2 4 1 を形成する。この様にして構成された p 層 n 層による p n 接合のダイオードは、フリップチップ 1 0 0 の正電極 1 1 0 と n 層 2 4 1、負電極 1 3 0 と p 層 2 4 3 を接続することによりツエナダイオードとして働く。ツエナダイオードの順方向動作電圧は、フリップチップ 1 0 0 の逆方向破壊電圧よりも小さく、逆方向ブレークダウン電圧は、フリップチップ 1 0 0 の動作電圧よりも大きくかつ順方向破壊電圧よりも小さいことが望ましい。

【 0 0 3 7 】

つぎに、サブマウント 2 2 0 の上表面全体を SiO₂ よりなる絶縁皮膜 2 2 4 により一様に覆い、絶縁皮膜 2 2 4 上にアルミ蒸着による略帯状の正電極 2 2 1、負電極 2 2 3 の電極配線がフリップチップ 1 0 0 を略 4 5 度回転させて配置することにより形成される三角形の上面露出領域の対角上からフリップチップ 1 0 0 の正電極 1 1 0、負電極 1 3 0 が配置される領域に形成される。さらに、アルミ蒸着による正電極 2 2 1 のマイクロバンプ 2 3 1 形成部分および、負電極 2 2 3 のマイクロバンプ 2 3 3 形成部分には、エッチングにより n 層 2 4 1 および、p 層 2 4 3 にそれぞれ届く窓が絶縁皮膜 2 2 4 に開けられている。

【 0 0 3 8 】

発光素子部材 2 7 0 は、サブマウント 2 2 0 の中心 P 2 0 1 を通る中心軸 A - A と、フリップチップ 1 0 0 の中心 P 2 を通る中心軸 B - B を重ね合わせて、重ね合わせた中心 P 2 を中心に中心軸 B - B を略 4 5 度回転させた位置において、A u によるマイクロバンプ 2 3 1 により、フリップチップ 1 0 0 の正電極 1 1 0、サブマウント 2 2 0 の正電極 2 2 1 および、サブマウント 2 2 0 の n 層 2 4 1 が、A u によるマイクロバンプ 2 3 3 によりフリップチップ 1 0 0 の負電極 1 3 0、サブマウント 2 2 0 の負電極 2 2 3 および、サブマウント 2 2 0 の p 層 2 4 3 が、電氣的に接続され、さらに溶着されることにより、固定配置され構成される。

【 0 0 3 9 】

サブマウント 2 2 0 の表面に形成された正電極 2 2 1 上のボンディングパット 2 2 5 はメタルポスト 5 1 から伸ばされた金線 5 7 により、さらに、負電極 2 2 3 上のボンディングパット 2 2 7 は他端子であるメタルステム 5 3 から伸ばされた金線 5 8 によりワイヤボンディングされている。発光素子部材 2 7 0 を戴置したリードフレーム 5 0 は、総ての中心軸 (図 5 に示す破線 D - D) を一致させ樹脂モールド 4 0 でモールドされている。

【 0 0 4 0 】

この様に構成することにより、実施例 1 と同様に、上下左右均一な配光が得られると共に、発光ダイオード 2 自身を大きくすること無く大きなフリップチップ 1 0 0 を配置することができるので、高輝度な発光ダイオード 2 を得ることができるようになる。さらに、サブマウント 2 2 0 の内部にツエナダイオードを組み込むことによりツエナダイオードとしての部品を配置すること無く、過電圧による破壊が防止され耐久性の向上が図られる。

【 0 0 4 1 】

さらに第 3 の実施例として、図 6 および、図 7 に示す発光ダイオード 3 について説明する。

10

20

30

40

50

図6において、(a)はサブマウント320の平面図。(b)はサブマウント320の(a)に示す破線A-Aによる縦断面図。(c)は、サブマウント320に、サブマウント320の中心P301を通る中心軸A-Aと、フリップチップ100の中心P2を通る中心軸B-Bを重ね合わせて、フリップチップ100を略45度回転させて、配置した発光素子部材370の平面図。(d)は、(c)に示す破線C-Cに沿う発光素子部材370の縦断面図。図7は、発光素子部材370をリードフレーム50に戴置した第3の実施例である発光ダイオード3の外観及び、構造を模式的に表す縦断面図である。尚、フリップチップ100の構成は、第1実施例における、図1、図3に示す構成と同一である。

【0042】

基台であるサブマウント320は、p層により構成された半導体基板である。例えば3族元素の不純物を混入することにより製造されたシリコン(Si)基板343で構成され、基板343は下層としてp層343を形成し、次にフリップチップ100の正電極110とマイクロバンプ331により溶着する部分に5族元素のドーパによりn層341を形成する。この様にして構成されたp層n層によるpn接合のダイオードは、実施例2で述べたとおりであるので省略する。

【0043】

つぎに、全体をSiO₂よりなる絶縁皮膜324により覆い、絶縁皮膜324上にアルミ蒸着による略帯状の正電極321の電極配線がフリップチップ100を略45度回転させて配置することにより形成される三角形の上面露出領域からフリップチップ100の正電極321が配置される領域に形成される。さらに、アルミ蒸着による正電極321のマイクロバンプ331形成部分および、マイクロバンプ333形成部分には、エッチングによりn層341および、p層343にそれぞれ届く窓が絶縁皮膜324に開けられている。

【0044】

発光素子部材370は、サブマウント320の中心P301を通る中心軸A-Aと、フリップチップ100の中心P2を通る中心軸B-Bを重ね合わせて、重ね合わせた中心P2を中心に中心軸B-Bを略45度回転させた位置において、Auによるマイクロバンプ331により、フリップチップ100の正電極110、サブマウント320の正電極321および、サブマウント320のn層341が、Auによるマイクロバンプ333によりフリップチップ100の負電極130、サブマウント320の負電極323および、サブマウント320のp層343が、電氣的に接続され、さらに溶着されることにより、固定配置され構成される。

【0045】

サブマウント320の表面に形成された正電極321上のボンディングパッド325はメタルポスト51から伸ばされた金線57によりワイヤボンディングされている。さらに、負電極はサブマウント320が導電性の半導体基板で構成されているので、サブマウント320の裏面327と、他端子であるメタルステム53の平坦部54とが例えば、銀ペースト等で接着され電氣的に接続され固定される。発光素子部材370は、パラボラ55の中心軸であるメタルステム53の中心軸に戴置され、さらに、樹脂モールド40により、総ての中心軸(図7に示す破線D-D)を一致させモールドされることにより、発光ダイオード3を構成する。

【0046】

この様に構成することにより、実施例1と同様に、上下左右均一な配光が得られると共に、発光ダイオード2自身を大きくすること無く大きなフリップチップ100を配置することができるので、高輝度な発光ダイオード2を得ることができるようになる。さらに、実施例2と同様にサブマウント320の内部にツエナダイオードを組み込むことによりツエナダイオードとしての部品を配置すること無く、過電圧による破壊が防止され耐久性の向上が図られる。さらに、サブマウント320を導電性の半導体基板により構成するので、サブマウント320の裏面327をメタルステム53と接続する一方の電極とすることができるので、電極形成及び、ワイヤボンディングによる配線を一方の電極だけすれば良くなり、発光ダイオード3の製造工程の軽減が望める。尚、サブマウント320の裏面3

10

20

30

40

50

27には必要により金が蒸着される。

【0047】

次に、第4実施例について図10、図11を参照して説明する。図10において、(a)はフリップチップ100の平面図、(b)は、サブマウント420の平面図、(c)はフリップチップ100の層構造を示した断面図である。図11において、(a)は、サブマウント420に、サブマウント420の中心P401を通る中心軸A-Aと、フリップチップ100の中心P2を通る中心軸B-Bを重ね合わせて、フリップチップ100を略45度回転させて、配置した発光素子部材470の平面図。(b)はサブマウント420の(a)に示す破線C-Cによる断面図である。

【0048】

フリップチップ100は、図10の(a)に示すように、正電極110と、負電極130が形成されている。電極材料は共に、ロジウム(Rh)/金(Au)の2層構造である。他の層は、図3の構成と同一であり、同一機能を有する層には同一番号が付されている。本実施例では、絶縁膜120は存在しない。尚、電極は、ロジウムと金の2層でも合金状態でも良い。

【0049】

基台であるサブマウント420は、n層により構成された半導体基板である。例えば5族元素の不純物を混入することにより製造されたシリコン(Si)基板443で構成され、基板443は下層としてn層443を形成し、次にフリップチップ100の負電極130とマイクロバンプ433により溶着する部分に3族元素のドーピングによりp層441を形成する。この様にして構成されたp層n層によるpn接合のダイオードは、実施例2、3で述べたのと、伝導型が反転しているだけで、他の構成及び作用は同一であるので、説明を省略する。

【0050】

つぎに、全体をSiO₂よりなる絶縁皮膜424により覆い、絶縁皮膜424上にアルミ蒸着により反射膜を兼ねる負電極421が、フリップチップ100を略45度回転させて配置することにより形成される上面露出領域に形成される。この負電極421上には、フリップチップ100の負電極130を接続するためのマイクロバンプ433が形成されている。さらに、サブマウント420の図11(a)上半分の略全面の絶縁皮膜424上にはアルミ蒸着により反射膜を兼ねる正電極422が形成されている。絶縁皮膜424には窓が形成されており、その窓を介して正電極422が半導体基板であるn層443に電氣的に接続されている。その窓の部分には、フリップチップ100の正電極110と接続されるマイクロバンプ431a, 431b(図示略), 431c(図示略)が、正電極422上に形成されており、このバンプを介して、フリップチップ100の正電極100がn層443と電氣的に接続されることになる。

また、p層441は、絶縁皮膜424に形成された窓を介して、負電極421と接続されている。

【0051】

また、負電極421の一部には、例えば、直角のマーク425が形成されている。このマーク425は、この形状部分だけアルミニウムを蒸着しないか、蒸着後にこの部分をエッチングするか、その他の色の異なるものをこの形状に蒸着するかして形成される。このマーク425の存在により、フリップチップとサブマウントとの位置合わせ、サブマウントに対するワイヤボンディング時のサブマウントの位置及び姿勢の制御に用いることができる。よって、製造が簡単となる。

このように本実施例では、サブマウントである半導体基板上の絶縁膜の上に、アルミニウムからなる負電極421と正電極422とがほぼ全面に形成されているので、これらは反射膜を構成する。よって、フリップチップ100からの発光がこの反射膜で効率良く反射されて、サファイア基板の全面から光を効率良く出力することができる。

【0052】

発光素子部材 470 は、サブマウント 420 の中央部分に存在する P401 を通る中心軸 A - A と、フリップチップ 100 の中心 P2 を通る中心軸 B - B を重ね合わせて、重ね合わせた中心 P2 を中心に中心軸 B - B を略 45 度回転させて接合することで構成されている。接合は、Au によるマイクロバンプ 431a, 431b (図示略), 431c (図示略), 433 による溶着により行われる。

【0053】

サブマウント 420 の表面に形成された負電極 421 上のボンディングパッド 425 は、図 7 に示すのと同様に、メタルポスト 51 から伸ばされた金線 57 によりワイヤボンディングされている。さらに、サブマウント 420 が導電性の半導体基板で構成されているので、サブマウント 420 の裏面 427 に形成された金蒸着層と、他端子であるメタルステム 53 の平坦部 54 とが例えば、銀ペースト等で接着されることで、正電極はメタルステム 53 と接続される。発光素子部材 470 は、パラボラ 55 の中心軸であるメタルステム 53 の中心軸に載置され、さらに、樹脂モールド 40 により、総ての中心軸 (図 7 に示す破線 D - D) を一致させモールドされることにより、発光ダイオード 3 を構成する。

【0054】

この様に構成することにより、実施例 1 ~ 3 と同様に、上下左右均一な配光が得られると共に、発光ダイオード 2 自身を大きくすること無く大きなフリップチップ 100 を配置することができるので、高輝度な発光ダイオード 2 を得ることができるようになる。さらに、実施例 2 と同様にサブマウント 320 の内部にツエナダイオードを組み込むことによりツエナダイオードとしての部品を配置すること無く、図 9 に示す回路構成により、過電圧による破壊が防止され耐久性の向上が図られる。さらに、サブマウント 420 を導電性の半導体基板により構成するので、サブマウント 420 の裏面 427 をメタルステム 53 と接続する一方の電極とすることができるので、電極形成及び、ワイヤボンディングによる配線を一方の電極だけすれば良くなり、発光ダイオード 3 の製造工程の軽減が望める。

【0055】

本実施例では、ツエナダイオードがフリップチップで覆われていない部分、特に、バンプの形成されていない部分に形成されている。よって、発光ダイオードによる発熱、特に、バンプによる発熱によりツエナダイオードが破壊されることが防止される。又、ツエナダイオードは、ワイヤボンディングされない部分に形成されているため、ワイヤボンディング時の熱破壊、機械的歪みの印加が防止される。

又、サブマウント上にアルミニウムによる反射膜を形成しているので、光を取り出し面側に効果的に出力させることが可能となる。尚、この反射膜はサブマウント上において、フリップチップの下部に少なくとも形成されておれば良い。又、サブマウント上、フリップチップの下部以外に反射膜が形成されていれば、全体として背面を明るくすることができる。

又、この反射膜は、正電極 422 及び負電極 421 と兼用したが、電極とは別に反射膜を形成しても良い。

【0056】

本発明はフリップチップをサブマウントに対して回転して配置し、サブマウントの三角形形状に露出している部分に、ワイヤボンディングのための配線電極を形成するようにしたものである。よって、フリップチップの面積を小さくすること、その光軸をサブマウントの中央部に置くことができ、光の配光を一様且つ均一にすることができる。

【0057】

尚、第 2 ~ 第 4 実施例において、サブマウントを絶縁性の半導体とすることで、半導体の表面に絶縁性皮膜を形成することなく、配線電極を形成することができる。また、半導体基板の中にツエナダイオードを形成するが可能となる。

【0058】

上記実施例において、フリップチップ 100 の正電極 110 は、ニッケル (Ni) 又は、正電極及び負電極は、ロジウム (Rh) / 金 (Au) で構成されているが、正電極は、プラチナ (Pt) コバルト (Co)、金 (Au)、パラジウム (Pd)、ニッケル (Ni)、マグネシ

10

20

30

40

50

ウム (Mg)、銀 (Ag)、アルミニウム (Al)、バナジウム (V)、マンガン (Mn)、ビスマス (Bi)、レニウム (Re)、銅 (Cu)、すず (Sn)、又はロジウム (Rh) のうちの少なくとも 1 種類の金属を含んでいる単層構造の電極であっても、また、これらの金属を 2 種類以上含んだ多層構造の電極であっても良い。

【0059】

又、負電極 130 は、プラチナ (Pt)、コバルト (Co)、金 (Au)、パラジウム (Pd)、ニッケル (Ni)、マグネシウム (Mg)、銀 (Ag)、アルミニウム (Al)、バナジウム (V)、銅 (Cu)、すず (Sn)、ロジウム (Rh)、チタン (Ti)、クロム (Cr)、ニオブ (Nb)、亜鉛 (Zn)、タンタル (Ta)、モリブデン (Mo)、タングステン (W) 又はハフニウム (Hf) のうちの少なくとも 1 種類の金属を含んでいる単層構造の電極であっても、また、これらの金属を 2 種類以上含んだ多層構造の電極であっても良い。

10

【0060】

さらに、回転の角度を略 45 度としたが、電極配線のための露出領域が確保されれば良くその角度は任意である。同様に、形成される露出領域も上記実施例では、略直角 2 等辺三角形であるが、三角形の形は任意である。

【0061】

さらに、絶縁皮膜 224、324 は、絶縁性の皮膜であれば良く SiO₂ に限らない。窒化硅素、酸化チタン等を用いることができる。同様に、マイクロパンプ及びワイヤは、導電性材料であれば良く Au に限らない。さらに、アルミ蒸着による反射膜、又は、反射膜を兼ねる正電極および、負電極は、それ以外の導電性があり光反射率が高い材料により形成されても良い。さらに実施例 2 におけるサブマウント 220 は、絶縁性の Si 基板としたが、絶縁性の半導体基板であれば、Si 以外の素材であっても良く、実施例 3 におけるサブマウント 320 は、導電性の Si 基板としたが、p 層を構成できる素材であればこれに限らない。

20

【0062】

さらに、メタルステム 53 を負極、メタルポスト 51 を正極としたが、一般的な構成であって、逆に構成しても良い。ただし、その場合は、p 層、n 層も逆に構成することとなる。

過電圧防止のためのダイオードは、ツェナーダイオードに限定されない。アバランシェダイオード、その他のダイオードを用いることができる。

30

この過電圧防止のためのダイオードの動作電圧 (ツェナー電圧) は、使用環境下で発光素子の駆動電圧 V_f より低くならず、且つ、できるだけ低い電圧に設定するのが良い。例えば、ツェナー電圧の下限値 = 発光素子の駆動電圧 V_f + 発光素子の製造による駆動電圧 V_f のばらつき幅 + 発光素子の温度特性による駆動電圧 V_f のばらつき幅 + ツェナーダイオードの製造によるツェナー電圧のばらつき幅 + ツェナーダイオードの温度特性によるツェナー電圧のばらつき幅で決定する。このような設計により、ツェナー電圧は 6.2 V にすることができ、静電耐圧を 3000 V 以上を達成することができた。

発光ダイオードの層構造は、図 3 のものに限定されるものではない。発光層には単一量子井戸構造、多重量子井戸構造を用いても良い。

また、発光ダイオードはレーザであっても良い。即ち、面発光レーザであっても良い。発光ダイオードの基板はサファイア基板に限定されない。スピネル、シリコン、炭化シリコン、酸化亜鉛、リン化ガリウム、砒化ガリウム、酸化マグネシウム、酸化マンガン等の材料を用いることができる。

40

また、サブマウントを半導体で構成する場合には、シリコン、ガリウム砒素、炭化硅素、その他の半導体基板を用いることが可能である。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の第 1 実施例に係る発光ダイオードの構成を示した説明図。

【図 2】 同じく発光ダイオードの構成を示した説明図。

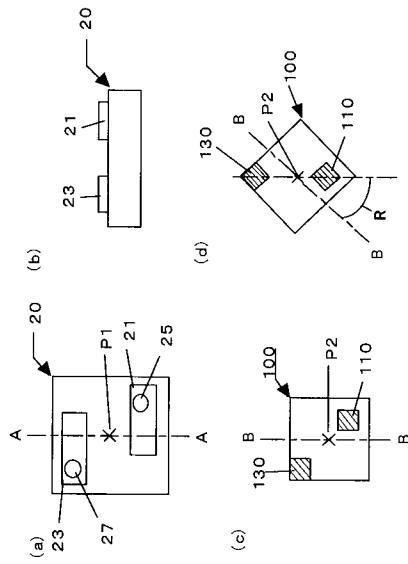
【図 3】 本発明に用いるフリップチップ型発光素子の説明図。

【図 4】 本発明の第 2 実施例に係る発光ダイオードの構成を示した説明図。

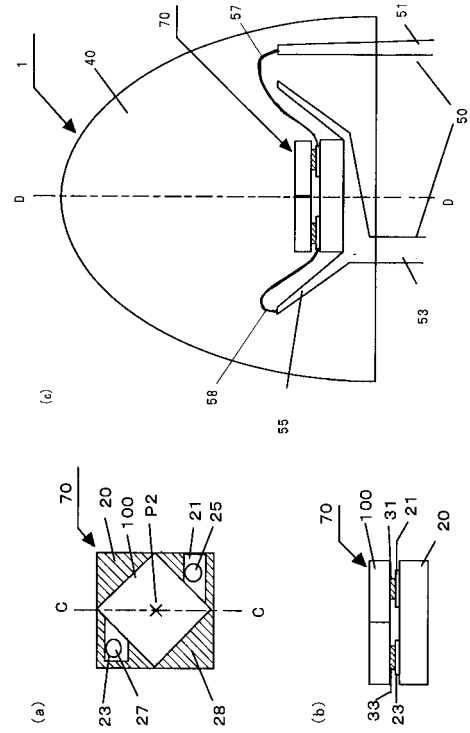
50

【図5】	同じく発光ダイオードの構造を示した説明図。	
【図6】	本発明の第3実施例に係る発光ダイオードの構造を示した説明図。	
【図7】	同じく発光ダイオードの構造を示した説明図。	
【図8】	本発明の第1実施例の回路図。	
【図9】	本発明の第2、第3及び第4実施例の回路図。	
【図10】	本発明の第4実施例に係る発光ダイオードの構造を示した説明図。	
【図11】	本発明の第4実施例に係る発光ダイオードの構造を示した説明図。	
【図12】	従来技術に係る発光ダイオードの構造を示した説明図。	
【図13】	同じく発光ダイオードの構造を示した説明図。	
【符号の説明】		10
1、2、3、5...	発光ダイオード	
20、220、320、520...	サブマウント	
21、221、321、521...	正電極	
23、223、522...	負電極	
28、228、328、528...	上面露出領域	
31、231、331、431a、431b、431c、531...	正電極を接続するマイクロバンプ	
33、233、333、433、533...	負電極を接続するマイクロバンプ	
241...	n層	
243...	p層	20
240...	n層(半導体基板)	
341...	n層	
343...	p層(半導体基板)	
441...	p層	
443...	n層(半導体基板)	
40...	樹脂モールド	
50...	リードフレーム	
51...	メタルポスト	
53...	メタルステム	
54...	平坦部	30
55...	パラボラ	
57、58...	金線	
70、270、370、570...	発光素子部材	
100...	フリップチップ	
101...	サファイア基板	
102...	バッファ層	
103...	n型窒化ガリウム系化合物半導体層	
104...	活性層	
105...	pクラッド層	
106...	pコンタクト層	40
107...	p型窒化ガリウム系化合物半導体層	
110...	正電極	
120...	絶縁性保護膜	
130...	負電極	
P1、P201、P301、P501...	サブマウントの中心	
破線A-A...	P1、P201、P301、P501を通るサブマウントの中心軸	
P2...	フリップチップの中心	
破線B-B...	P2を通るフリップチップの中心軸	

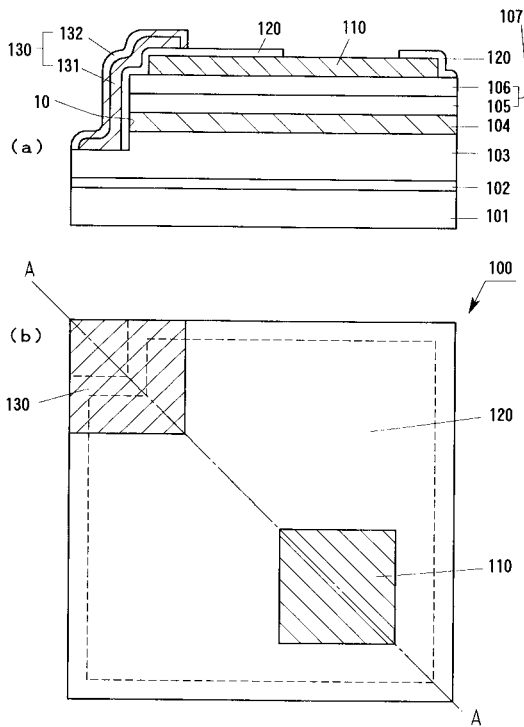
【 図 1 】



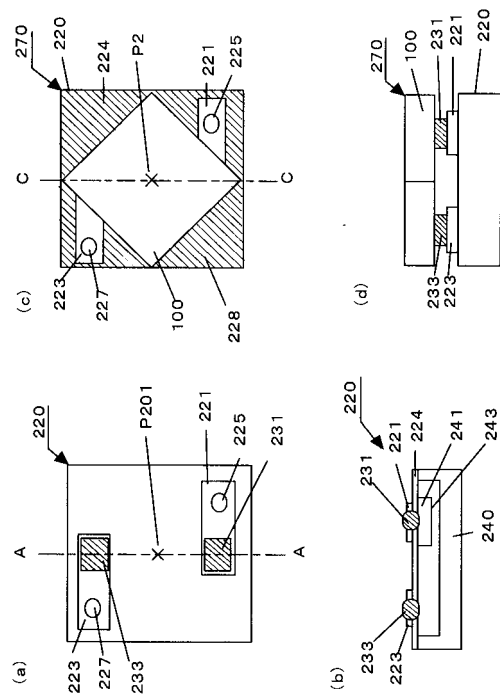
【 図 2 】



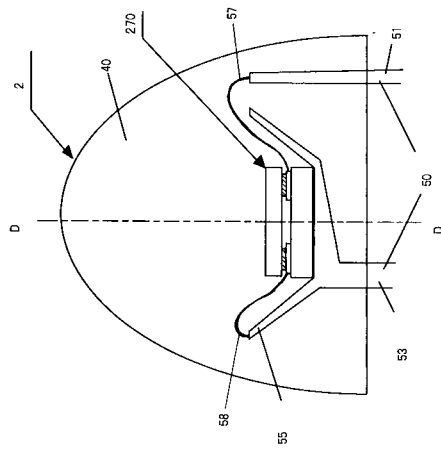
【 図 3 】



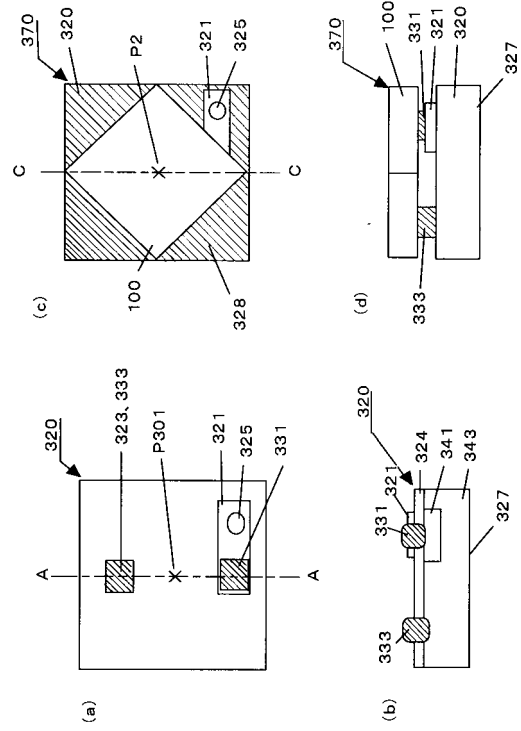
【 図 4 】



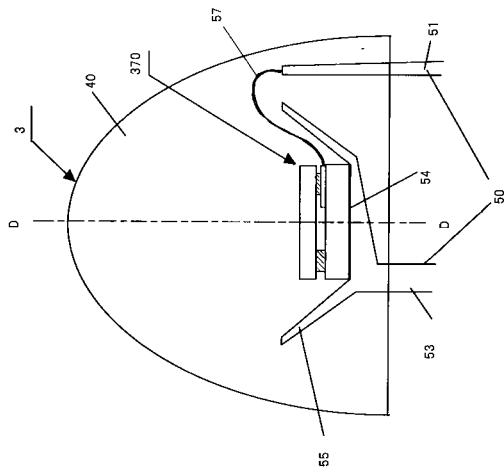
【 図 5 】



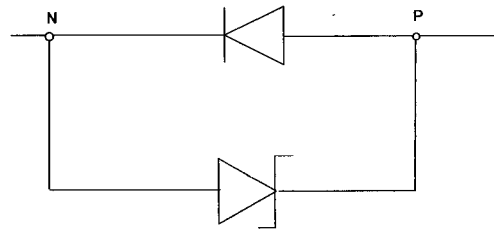
【 図 6 】



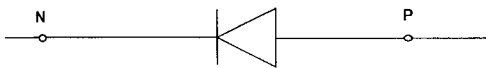
【 図 7 】



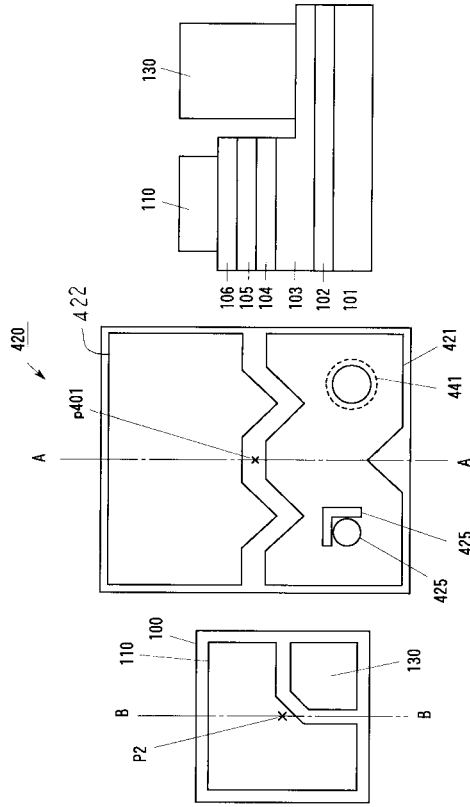
【 図 9 】



【 図 8 】

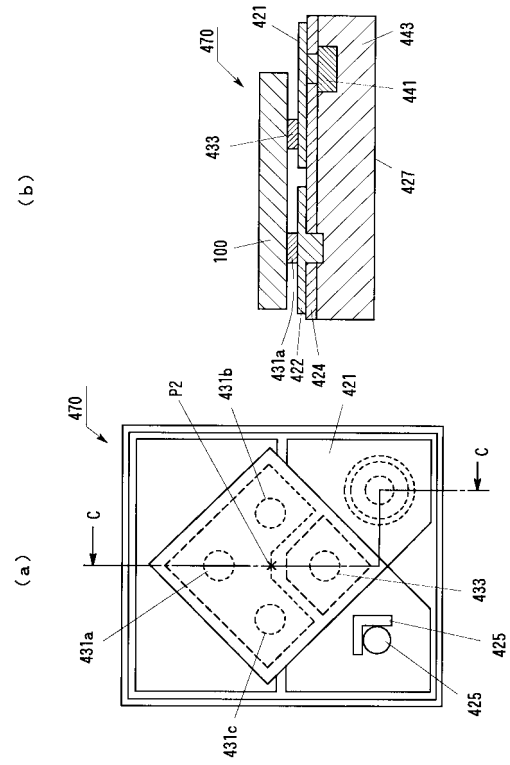


【 図 1 0 】



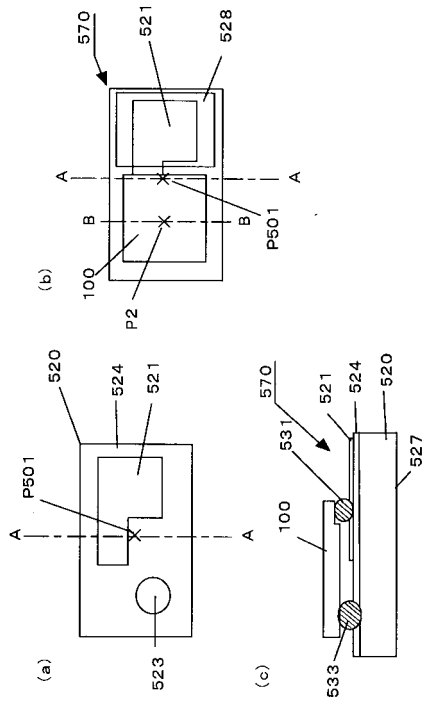
【 図 1 1 】

(a) (b) (c)

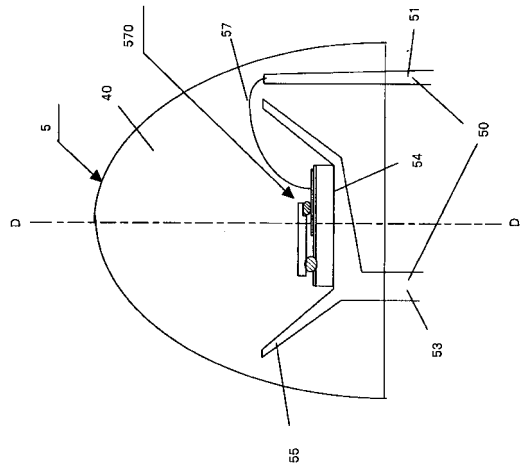


(a) (b)

【 図 1 2 】



【 図 1 3 】



(a)

フロントページの続き

(72)発明者 手島 聖貴
東京都練馬区東大泉4丁目2番11号 株式会社光波内

審査官 小林 謙仁

(56)参考文献 米国特許第05760479(US,A)
特開平09-283803(JP,A)
特開平08-064872(JP,A)
特開平07-235729(JP,A)
特開平05-251830(JP,A)
特開昭59-188181(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H01L 33/00
H01L 21/54、21/82
H01L 23/00-23/26
H01L 27/06-27/08
H01L 27/088-27/092
H01S 5/00-5/50