

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4526257号
(P4526257)

(45) 発行日 平成22年8月18日(2010.8.18)

(24) 登録日 平成22年6月11日(2010.6.11)

(51) Int.Cl.

F I

H O 1 L 33/56 (2010.01)

H O 1 L 33/00 4 2 4

請求項の数 3 (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2003-369568 (P2003-369568)	(73) 特許権者	000002303
(22) 出願日	平成15年10月29日(2003.10.29)		スタンレー電気株式会社
(65) 公開番号	特開2005-136101 (P2005-136101A)		東京都目黒区中目黒2丁目9番13号
(43) 公開日	平成17年5月26日(2005.5.26)	(74) 代理人	100062225
審査請求日	平成18年8月7日(2006.8.7)		弁理士 秋元 輝雄
		(72) 発明者	阿部 智明
			東京都目黒区中目黒2丁目9番13号 ス
			タンレー電気株式会社内
		(72) 発明者	波岡 かおり
			東京都目黒区中目黒2丁目9番13号 ス
			タンレー電気株式会社内
		(72) 発明者	平澤 洋
			東京都目黒区中目黒2丁目9番13号 ス
			タンレー電気株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 半導体発光装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

絶縁体に複数の金属部を設けたランプハウスの少なくとも1ヶ所の金属部にLEDチップを載設し、第一の光透過性樹脂からなり開口部を有する形状のレンズを前記開口部が対向するように前記ランプハウスに取付け、該ランプハウスと前記レンズとで形成された空間に第二の光透過性樹脂を充填した半導体発光装置であって、

前記第二の光透過性樹脂は、前記第一の光透過性樹脂よりも柔軟性の高い樹脂から構成され、

前記第二の光透過性樹脂の線膨張率は、前記絶縁体および前記第一の光透過性樹脂の線膨張率より大きく、

前記レンズの前記第二の光透過性樹脂と接触する面に前記第二の光透過性樹脂との接着強度を高める表面処理が施され、前記第二の光透過性樹脂と前記絶縁体との接着強度を前記レンズと前記第二の光透過性樹脂との接着強度より低い接着強度とすることを特徴とする半導体発光装置。

【請求項 2】

前記絶縁体と前記第二の光透過性樹脂との間に非接着部が形成されていることを特徴とする請求項 1 に記載の半導体発光装置。

【請求項 3】

前記絶縁体の前記第二の光透過性樹脂側には窪みが設けられ、

前記非接着部は、前記窪みに形成されていることを特徴とする請求項 2 に記載の半導体

発光装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、半導体発光装置に関するものであり、詳しくは発光ダイオード（LED）チップを封止する柔軟性のある第一の光透過性樹脂と、それを覆う堅硬な第二の光透明樹脂とを備えた半導体発光装置に関する。

【背景技術】

【0002】

発光ダイオード（LED）は半導体を材料とする発光素子であり、p型半導体とn型半導体を接合させて順方向にバイアス電圧を印加することにより接合部（活性層）で電気エネルギーが光エネルギーに変換されて光を発するという原理のものである。LEDのピーク発光波長は半導体材料によって異なるが、近紫外～可視光～近赤外の領域にあり、発光スペクトルは急峻な特性を有している。

【0003】

また、LEDの発光体（LEDチップ）は、一辺の長さが0.5mm程度の6面体（サイコロ状）の形状をしており、小さくて発光光量が少なく、点光源に近い光学特性を有している。したがって、このような特性のLEDチップを光源にしたLEDを設計・製作するに当たっては、LEDチップの活性層で発光された光の量に対するLEDチップから出射される光の量の割合（外部量子効率）を高め、且つLEDチップから出射されてLEDの外部に放出される光を一方向に集めてLEDの軸上光度を上げるような手法が施されている。

【0004】

LEDチップの電極構造はLEDチップを構成する半導体材料によって、LEDチップの同一面側にアノード電極とカソード電極とを設けたものと、LEDチップの対向する面の夫々にアノード電極とカソード電極とを設けたものと二種類に大別される。また、LEDチップを光源とする半導体発光装置は構造によって、一列に並設された複数のリードフレームの一端にLEDチップを載設し、LEDチップを光透過性樹脂で封止してレンズ効果を持たせた砲弾型と称するものと、表面に電極パターンが形成されたプリント基板にLEDチップを載設し、LEDチップを光透過性樹脂で封止した表面実装型と称するものと二種類に大別される。

【0005】

このような二種類のLEDチップと二種類の構造との組み合わせによって構成されるLEDは、LEDチップに設けられた電極とLEDチップに外部から電圧を印加するために外部に導出するように設けられた電極とを接続する手段の一つとしてボンディングワイヤを介した接続方法が採られ、電氣的導通が図られる。

【0006】

LEDチップを光透過性樹脂で封止する目的は、上述したような働きを有するボンディングワイヤに直接接触することによって加わる力および間接的に加わる振動、衝撃によって電極からボンディングワイヤが剥離したり、ボンディングワイヤが切断したり、ボンディングワイヤの変形によって短絡したりすることによって生じる電氣的な不具合を防止するためであり、また同時に、LEDチップを湿気、塵埃などの外部環境から保護し、長期間に亘って信頼性を維持するためのものでもある。

【0007】

ところが、LEDチップの線膨張率とLEDチップを封止する光透過性樹脂の線膨張率とに差がある場合、回路基板に実装するときに加えられる熱や、点灯時の自己発熱などに起因する樹脂応力が原因で電極からボンディングワイヤが剥離したり、ボンディングワイヤが切断したり、甚だしい場合はLEDチップが破損したりする不具合が発生することがある。

【0008】

10

20

30

40

50

通常、このような問題を解決する方法として、光透過性樹脂の膨張収縮によってＬＥＤチップに加わる応力を緩和するために、ＬＥＤチップを透明シリコン樹脂のような柔軟性のある光透過性樹脂で封止し、更にそれを堅硬な光透過性樹脂で覆うことが行なわれる。

【０００９】

このような構成のＬＥＤの従来例としては図１０に示すような、非常に硬い性質を有する窒化物半導体からなるＬＥＤチップを光源とするものがある。ここで使用されるＬＥＤチップは、ＬＥＤチップを構成するサファイヤ基板２０とその上に形成された窒化物半導体層２１との格子不整合、線膨張率の差およびＬＥＤチップの電極構造がＬＥＤチップを封止する樹脂の応力に敏感に影響され、外部からの加熱、ＬＥＤチップの自己発熱などによって生じる封止樹脂の膨張収縮が与える応力によってＬＥＤチップが反ったり、曲がったり、電極が剥がれたりする不具合を生じる。このような問題を回避するために、ＬＥＤチップに加わる応力の緩和材としてＬＥＤチップを封止する樹脂に柔軟性のある透明シリコン樹脂２２を用い、更にそれを堅硬な透明エポキシ樹脂２３で覆ったものがある（例えば、特許文献１参照。）。 10

【特許文献１】特開平８－３３５７２０号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【００１０】

しかしながら、上述した従来のＬＥＤは、ＬＥＤチップを封止する透明シリコン樹脂の線膨張率と更にそれを覆う透明エポキシ樹脂の線膨張率とが異なるために、シリコン樹脂を加熱硬化した後の冷却時の収縮や、ＬＥＤチップの点灯時の発熱、消灯時の冷却が両樹脂を加熱、冷却し、その繰り返しによって両樹脂の界面が剥離し隙間２４が生じる。その結果、隙間２４部分で光の導光効率が低下して外部に放出される光量が減少し、また、隙間２４部分での光の反射および屈折によって光の集中傾向が強くなり、配光特性の半値角が小さくなって所望するような設計に沿った配光が得られないことになる。 20

【００１１】

そこで、本発明は上記問題に鑑みて創案なされたもので、高輝度で且つ所望する配光特性が得られる半導体発光装置を提供するものである。

【課題を解決するための手段】

【００１２】

上記課題を解決するために、本発明の請求項１に記載された発明は、絶縁体に複数の金属部を設けたランプハウスの少なくとも１ヶ所の金属部にＬＥＤチップを載設し、第一の光透過性樹脂からなり開口部を有する形状のレンズを前記開口部が対向するように前記ランプハウスに取付け、該ランプハウスと前記レンズとで形成された空間に第二の光透過性樹脂を充填した半導体発光装置であって、前記第二の光透過性樹脂は、前記第一の光透過性樹脂よりも柔軟性の高い樹脂から構成され、前記第二の光透過性樹脂の線膨張率は、前記絶縁体および前記第一の光透過性樹脂の線膨張率より大きく、前記レンズの前記第二の光透過性樹脂と接触する面に前記第二の光透過性樹脂との接着強度を高める表面処理が施され、前記第二の光透過性樹脂と前記絶縁体との接着強度を前記レンズと前記第二の光透過性樹脂との接着強度より低い接着強度とすることを特徴とするものである。 40

【００１３】

また、本発明の請求項２に記載された発明は、請求項１において、前記絶縁体と前記第二の光透過性樹脂との間に非接着部が形成されていることを特徴とするものである。

【００１４】

また、本発明の請求項３に記載された発明は、請求項２において、前記絶縁体の前記第二の光透過性樹脂側には窪みが設けられ、前記非接着部は、前記窪みに形成されていることを特徴とするものである。

【発明を実施するための最良の形態】

【００１５】

10

20

30

40

50

以下、この発明の好適な実施形態を図 1 から図 9 を参照しながら、詳細に説明する（同一部分については同じ符号を付す）。尚、以下に述べる実施形態は、本発明の好適な具体例であるから、技術的に好ましい種々の限定が付されているが、本発明の範囲は、以下の説明において特に本発明を限定する旨の記載がない限り、これらの態様に限られるものではない。

【 0 0 1 6 】

図 1 は本発明の半導体発光装置の実施形態の構造を示す平面図、図 2 は図 1 の A - A 断面図、図 3 および図 4 は図 2 の B 部詳細図である。P P A（ポリフタルアミド）等からなる絶縁体 1 の 2 ヶ所に金属部材からなる第一電極 2 および第二電極 3 を外部に導出させてランプハウス 4 を形成する。

10

【 0 0 1 7 】

次に、第一電極 2 の上面に半田、C u、A g 等を含有した導電性ペースト 5 を介して L E D チップ 6 を載設し、L E D チップ 6 の下部電極と第一電極 2 との電氣的導通を図る。一方、L E D チップ 6 の上部電極は A u、A l 等のボンディングワイヤ 7 を介して第二電極 3 に接続し、L E D チップ 6 の上部電極と第二電極 3 との電氣的導通を図る。

【 0 0 1 8 】

更に、堅硬で透明なポリカーボネート樹脂からなり、開口部を有するレンズ 8 を開口部が対向するようにランプハウス 4 に取付け、ランプハウス 4 とレンズ 8 とで形成される空間に柔軟性のある透明なシリコン樹脂 9 を充填して加熱硬化する。

【 0 0 1 9 】

20

このような工程を経て作製された半導体発光装置は、L E D チップ 6 の 2 つの電極の夫々に接続された第一の電極 2 と第二の電極 3 との間に順方向電圧を印加することによって、L E D チップ 6 を形成する p 型半導体と n 型半導体の接合部（活性層）で電気エネルギーが光エネルギーに変換され、変換された光が L E D チップ 6 から外部に放出されるものである。

【 0 0 2 0 】

ところが、L E D チップ 6 に供給された電気エネルギーがすべて光エネルギーに変換されるわけではなく、L E D チップ 6 に供給された電気エネルギーの内、光エネルギーの変換に寄与しない分があり、その場合は熱エネルギーとなって L E D チップ 6 自身の温度を上昇させると同時に、L E D チップ 6 を封止した樹脂が加熱されて樹脂表面から熱が外部に放出され、半導体発光装置が自己発熱によって温度上昇することになる。しかも、L E D チップ 6 は、温度が上昇するにつれて電気エネルギーを光エネルギーに変換する効率が低下するため、熱エネルギーに変換される割合が多くなる。従って、L E D チップ 6 に供給される電気エネルギーが増加するにつれて L E D チップ 6 の自己発熱の増加と光エネルギーへの変換効率の低下との悪循環が生じ、半導体発光装置の温度が益々上昇することになる。

30

【 0 0 2 1 】

さらに、多数の半導体発光装置を密に実装して同時に点灯する場合、夫々の半導体発光装置間の熱の相互作用によって、単体あるいは粗に実装して点灯する場合よりも半導体発光装置の温度上昇が大きくなり、ファン等の冷却装置を使用して強制的に冷却する必要が生じるほどに温度上昇することがある。また、特に表面実装型の半導体発光装置を回路部品としてプリント基板等を実装するには半田リフローなどが採用されるが、その時に半導体発光装置にかなりの熱が加わることになる。

40

【 0 0 2 2 】

このように、L E D チップの自己発熱および外部からの加熱によって半導体発光装置の温度が上昇すると、当然、半導体発光装置を構成する絶縁体からなるランプハウス 4 とシリコン樹脂 9 とポリカーボネート樹脂からなるレンズ 8 も温度上昇する。

【 0 0 2 3 】

すると、絶縁体を形成する P P A とシリコン樹脂 9 とレンズ 8 を形成するポリカーボネート樹脂の線膨張率の違いによって不具合が発生する。つまり、夫々の線膨張率は、P

50

P Aの線膨張率が $\times 10^{-5} / K$ 、シリコン樹脂の線膨張率が $\times 10^{-4} / K$ 、ポリカーボネート樹脂の線膨張率が $\times 10^{-5} / K$ であり（、およびは何れも一桁の整数値で種類によって異なる）、特に、シリコン樹脂とP P Aおよびシリコン樹脂とポリカーボネート樹脂の夫々の間に約一桁の線膨張率の差があるために夫々の界面でかなりのストレスが発生する。言い換えると、シリコン樹脂9とランプハウス4およびシリコン樹脂9とレンズ8の夫々の界面に強いストレスが加わることになる。ただし、ランプハウス4、シリコン樹脂9およびレンズ8は加熱冷却によって一体となって相似的に膨張収縮するのではなく、シリコン樹脂9は外周部材のランプハウス4およびレンズ8よりも顕著に膨張収縮するため、シリコン樹脂9がランプハウス4およびレンズ8に与えるストレスの影響が最も大きい。

10

【0024】

従って、シリコン樹脂9が加熱硬化されて冷却するときの収縮によって、シリコン樹脂9とランプハウス4の界面およびシリコン樹脂9とレンズ8との界面でのストレスで剥離が生じることになる。

【0025】

また、LEDチップに供給されていた電気エネルギーが断たれると、半導体発光装置は消灯し、冷却されて上述した界面でのストレスは緩和される。このように、半導体発光装置が点灯と消灯を繰返すことによって加熱と冷却が繰返されてシリコン樹脂9とランプハウス4およびシリコン樹脂9とレンズ8の夫々の界面でストレスの発生と緩和が繰返され、その結果、界面が剥離して界面を構成する二種類の部材の間に隙間が生じることになる。そこで、本発明では、シリコン樹脂9と接するレンズ8の内表面に表面処理を施すことによって、シリコン樹脂9とレンズ8との界面での接着強度を強くして剥離を生じ難くした。

20

【0026】

ここで、ポリカーボネート樹脂からなるレンズ8のシリコン樹脂9と接する内表面に施す表面処理の方法の一つは、レンズ面に紫外光を5分間照射して表面を酸化させて表面改質し、シリコン樹脂9との間で働く水素結合によって接着強度を強めるものである。

【0027】

また、表面処理の他の方法は、プラズマ照射によって表面改質を行なうもので、ArやHeなどの不活性ガスとO₂やN₂などの反応性ガスとの混合ガスのプラズマを使用し、プラズマの作用によってポリカーボネート樹脂の表面ではスパッタエッチングなどの物理反応あるいは極性基の形成や架橋反応による不飽和結合の形成などの化学反応が起こる。これにより、表面の濡れ性や接着性を向上させることができる。本発明の具体的なプラズマ照射条件は、ArとO₂の混合ガスを使用して各40cc、合計80cc/minの割合で1.5minの照射を行なった。なお、レンズ8の表面に紫外線照射或いはプラズマ照射を行なって表面改質層11を形成し、シリコン樹脂9との接着強度を向上させた状態を図3で示している。

30

【0028】

さらに、表面処理の他の方法は、ブラスト処理によって表面を凸凹に荒らすもので、アルミナ粉末を30min吹付けた後に水で洗浄し、空気で乾燥させる方法である。この方法によって、図4に示すようにポリカーボネートからなるレンズ8の表面に形成された凸凹面10の凹部にシリコン樹脂9が入り込むと同時にシリコン樹脂9との接触面積が大きくなるため、レンズ8とシリコン樹脂9との接着強度が増すことになる。

40

【0029】

また、ランプハウスを構成する絶縁体1とシリコン樹脂9との界面においても両樹脂の加熱冷却によってストレスが生じるが、本発明ではここで発生するストレスを有効に利用した。つまり、図5に示すように、絶縁体1の外周部とレンズ8のシリコン樹脂9と接触する面の端部とで囲まれた部分を断面形状を凹形状にしてリング状に形成し、シリコン樹脂9とレンズ8との界面で生じるストレスを、シリコン樹脂9とレンズ8との接着強度よりも弱いシリコン樹脂9とランプハウス4を構成する絶縁体1との界面で緩和

50

させ、シリコン樹脂 9 とレンズ 8 との界面でのストレスを低減させたものである。その結果、シリコン樹脂 9 とランプハウス 4 を構成する絶縁体 1 との界面での剥離で隙間 1 2 が生じることが考えられるが、この部分での隙間 1 2 は光学的な特性に悪影響を与える部分ではないため、光学特性を確保することを最重点にしてこのような施策を施すことにより、レンズ 8 とシリコン樹脂 9 との界面の剥離を極力防止するようにしたものである。つまり、界面の剥離で生じた隙間 1 2 が応力緩和部として働いている。

【 0 0 3 0 】

また、図 6 に示すように、応力緩和部としてランプハウス 4 のシリコン樹脂 9 側の一部に窪み 1 3 を設けた形状とし、予めシリコン樹脂 9 との非接着部 1 4 を設けることにより、応力緩和部を一定の位置に設けることも可能である。シリコン樹脂 9 との非接着部 1 4 が応力緩和部として働き、レンズ 8 とシリコン樹脂 9 との界面の剥離防止が可能となる。

10

【 0 0 3 1 】

シリコン樹脂 9 とランプハウス 4 との界面での剥離による隙間を応力緩和部とした場合の半導体発光装置の物理的、光学的な結果を図 7 から図 9 に示す。図 7 はレンズの内表面の処理方法に対する物理的、光学的な結果を数値によって表したものであり、図 8 はレンズに表面処理を施さない場合の半導体発光装置の指向特性、図 9 はレンズに表面処理を施した場合の半導体発光装置の指向特性である。

【 0 0 3 2 】

図 7 から分かることは、シリコン樹脂と接するレンズの内表面を紫外線照射あるいはプラズマ照射のいずれかの方法で表面処理しても、レンズとシリコン樹脂との界面のせん断接着強さが増加していることが分かる。また、光学特性については、レンズの内表面に表面処理を施さない場合の光量が 4.4 mW であったのに対し、紫外線照射あるいはプラズマ照射のいずれかの方法で表面処理を施すことによって光量が 4.7 ~ 4.9 mW に増加した。なお、表面処理の違いによる光量の差は、各表面処理方法で形成された固有の表面状態が光学特性に直接的に影響を及ぼしたためと考えられる。さらに、図 8 および図 9 で示した指向特性に関しては、半値角の設計値が 22° であったのに対してレンズに表面処理を施さない場合は約 20° で設計値よりも半値角が狭く、表面処理した場合は設計値の 22° を満足する値となっている。

20

【 0 0 3 3 】

また、設計仕様として目論んだ指向特性と製品を実測した指向特性との関係を図 8 と図 9 で比較すると、図 9 に示したようにレンズに表面処理を施した半導体発光装置の方が目論みの配光特性と製品を実測した特性特性との差が小さくなっており、レンズに表面処理を施すことによって目論みに近い指向特性を実現することが可能であることを示している。

30

【 0 0 3 4 】

上述した結果より、いずれの表面処理によっても十分な接着強度を得ることができ、外部に放出される光量が増したことが検証できた。つまり、シリコン樹脂とランプハウスを構成する絶縁体との接着強度よりもシリコン樹脂とレンズとの接着強度のほうが大きかったことによる効果を示している。

40

【 0 0 3 5 】

以上のように、絶縁体に複数の金属部を設けたランプハウスの少なくとも 1 ヶ所の金属部に LED チップを載設し、ポリカーボネート樹脂等の光透過性部材からなり、開口部を有するレンズを開口部が対向するようにランプハウスに取付け、ランプハウスとレンズとで形成される空間に透明シリコン樹脂が充填された半導体発光装置において、ポリカーボネート樹脂からなるレンズとシリコン樹脂の両部材の線膨張率の違いがもとで加熱冷却時の膨張収縮で発生する界面の剥離を、シリコン樹脂と接するレンズ面を表面処理することにより、両部材の界面の接着強度を増加させることによって生じ難くした。また、ランプハウスを構成する絶縁体とシリコン樹脂の界面に剥離による隙間を発生させることにより、レンズとシリコン樹脂との界面でのストレスを緩和させ、レンズとシリコー

50

ン樹脂との界面の剥離を防止して光学特性を確保するようにした。その結果、加熱冷却といった温度変化のある環境下にあっても、長期間に亘ってＬＥＤチップから出射された光の取り出し効率を高め、且つ、指向特性の最適化が実現できる。また、レンズを形成する材料にシリコン樹脂との接着性が特別優れたものを使用する必要がなく、安価な材料で機能を果たすことができるので製品コストが低減できる、などの優れた効果を奏するものである。

【図面の簡単な説明】

【００３６】

【図１】本発明の実施形態に係わる半導体発光装置の平面図である。

【図２】図１のＡ－Ａ断面図である。

10

【図３】図２のＢ部詳細図である。

【図４】図２のＢ部詳細図である。

【図５】図２のＣ部詳細図である。

【図６】本発明の別の実施形態に係わる半導体発光装置の断面図である。

【図７】本発明の実施形態に係わる半導体発光装置の特性表である。

【図８】本発明の実施形態に係わる半導体発光装置の構成においてレンズに表面処理を施さない場合の指向特性である。

【図９】本発明の実施形態に係わる半導体発光装置の構成においてレンズに表面処理を施した場合の指向特性である。

【図１０】従来の半導体発光装置の一例を示す断面図である。

20

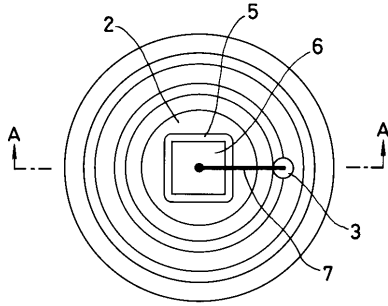
【符号の説明】

【００３７】

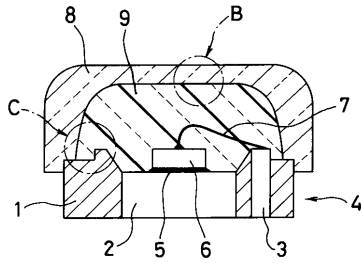
- | | |
|----|-----------|
| １ | 絶縁体 |
| ２ | 第一電極 |
| ３ | 第二電極 |
| ４ | ランプハウス |
| ５ | 導電性ペースト |
| ６ | ＬＥＤチップ |
| ７ | ボンディングワイヤ |
| ８ | レンズ |
| ９ | シリコン樹脂 |
| １０ | 凹凸面 |
| １１ | 表面改質層１１ |
| １２ | 隙間 |
| １３ | 窪み |
| １４ | 非接着部 |

30

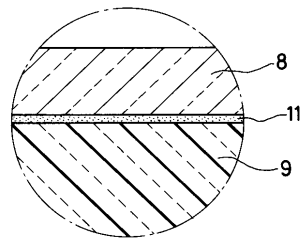
【図 1】



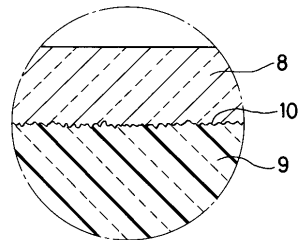
【図 2】



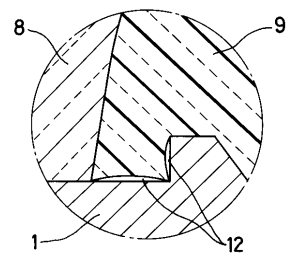
【図 3】



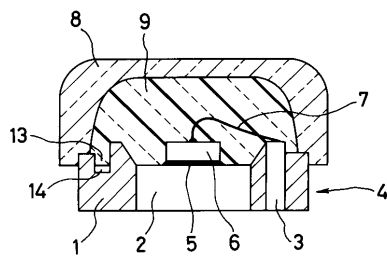
【図 4】



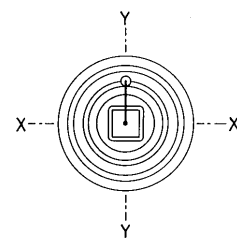
【図 5】



【図 6】

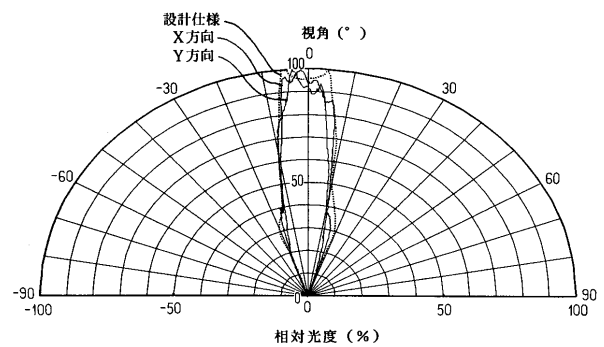


【図 8】

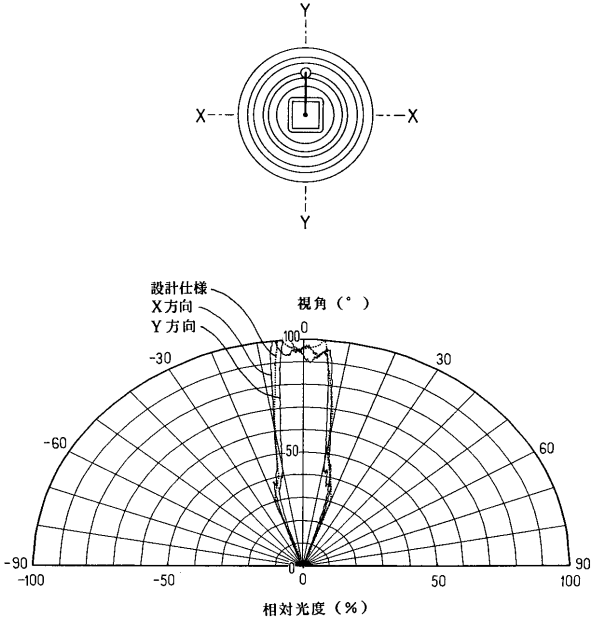


【図 7】

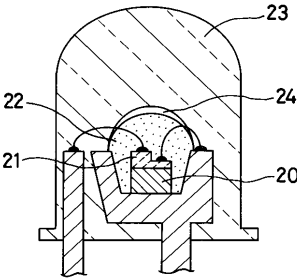
表面処理方法	せん断接着強さ (MPa)	光量 (mW)	指向特性 半値角(°)		指向特性 図
			X	Y	
なし	0.00	44	20	20	7
UV照射	0.14	47			
プラズマ照射	0.13	49	22	22	8



【図 9】



【図 10】



フロントページの続き

(72)発明者 木村 能子

東京都目黒区中目黒2丁目9番13号 スタンレー電気株式会社内

審査官 高橋 健司

(56)参考文献 特開2000-022217(JP,A)

特開2002-185046(JP,A)

特開2002-198570(JP,A)

特開2003-204082(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 33/00-33/64