

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4129570号
(P4129570)

(45) 発行日 平成20年8月6日 (2008.8.6)

(24) 登録日 平成20年5月30日 (2008.5.30)

(51) Int. Cl.

F I

F 2 1 S 8/04 (2006.01)

F 2 1 S 1/02 G

F 2 1 S 2/00 (2006.01)

F 2 1 S 1/00 E

F 2 1 V 5/04 (2006.01)

F 2 1 V 5/04 5 0 0

F 2 1 V 5/00 (2006.01)

F 2 1 V 5/00 5 1 0

F 2 1 V 7/07 (2006.01)

F 2 1 V 7/07

請求項の数 3 (全 10 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2001-218049 (P2001-218049)
 (22) 出願日 平成13年7月18日 (2001.7.18)
 (65) 公開番号 特開2003-31005 (P2003-31005A)
 (43) 公開日 平成15年1月31日 (2003.1.31)
 審査請求日 平成16年9月2日 (2004.9.2)

(73) 特許権者 599104299
 ラボ・スフィア株式会社
 宮城県仙台市太白区八木山南3丁目16番
 地5号
 (74) 代理人 100082876
 弁理士 平山 一幸
 (74) 代理人 100069958
 弁理士 海津 保三
 (72) 発明者 玉置 智
 宮城県仙台市太白区八木山南4-7-5
 (72) 発明者 太田 平雄
 宮城県仙台市若林区上飯田2-8-78

審査官 下原 浩嗣

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 発光ダイオード照明装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

空隙を有するバルク型レンズと、光源とを備え、上記バルク型レンズは、円筒状の外側面と外に凸球面状の第一のレンズ面、及び、円筒状の内側面と凹球面状の第二のレンズ面を有していて、上記円筒状の外側面は反射面として機能するよう構成されて成り、上記光源は、複数の発光ダイオードが凹面上に配列されて成り、上記光源が、上記バルク型レンズの上記空隙に内包されていること特徴とする、発光ダイオード照明装置。

【請求項 2】

前記発光ダイオードの電極の固定部材に放熱を促進する冷却手段が設けられていることを特徴とする、請求項 1 に記載の発光ダイオード照明装置。

【請求項 3】

前記発光ダイオードは、フェースボンディング型発光ダイオードであることを特徴とする、請求項 1 または 2 に記載の発光ダイオード照明装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は、複数の発光ダイオード、例えばフェースボンディング型の発光ダイオード又はレンズ付発光ダイオードなどの出射光を集光するように配列した、光強度の高い発光ダ

イオード照明装置に関する。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】

昨今、LED (Light Emitting Diode) は、赤外光から紫外光まで各種の発光波長を有するものが製造され、光通信用、各種表示用、或いは各種照明用などに広く用いられている。

LEDの特長として、その発光スペクトルは、従来の他の光源に較べてスペクトル幅が狭い、すなわち単色性が高いこと、また、各種の発光波長を有するLEDを組み合わせて所望のスペクトルを選択できること、及び発光効率が高く発熱が少ないこと等が挙げられ、このような特長を生かしたLED照明装置の需要が高まってきている。

例えば、植物栽培において、特定の波長を有する光を大量に照射することによって植物の生育速度が著しく増加することが知られており、植物栽培農家は、特定の波長の強度の高い照明装置を必要としている。

また、生化学産業の分野においては、特定の波長、又は発光波長の異なる複数の光を同時に大量に照射し、特定の生化学反応を促進し、薬品等の生産効率を高めるといった用途に使用できる照明装置を必要としている。

さらに、表示、装飾、舞台といった照明分野においても、色彩、色調を任意に変えることができ、発光効率が高く発熱が少なく、かつ、遠方からも確認できる強度の高い照明装置を必要としている。

【 0 0 0 3 】

このように、特定の波長の光を高強度で照明できるLED照明装置は、種々の産業分野で必要とされている。

しかしながら、LEDは半導体接合に電流を流すといった動作原理から生ずる制約があり、ハロゲンランプと比肩し得るような光強度の十分強いLEDチップを得ることは現在のところ困難である。また、光強度の高い半導体光源には、LD (Laser Diode) があるが、青色等の短波長LDは、光共振器の作製が難しく、入手困難か若しくは著しくコストが高いなどの欠点がある。

このように、光強度の高いLED照明装置が必要とされているが、いまだ十分な光強度を有するLED照明装置は実現されていない。

【 0 0 0 4 】

【発明が解決しようとする課題】

上記課題に鑑み、本発明は、光強度の高い発光ダイオード照明装置を提供することを目的とする。

【 0 0 0 5 】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために、本発明の発光ダイオード照明装置は、空隙を有するバルク型レンズと、光源とを備え、バルク型レンズは、円筒状の外側面と外に凸球面状の第一のレンズ面、及び、円筒状の内側面と凹球面状の第二のレンズ面を有していて、円筒状の外側面は反射面として機能するよう構成されて成り、光源は、複数の発光ダイオードが凹面上に配列されて成り、光源がバルク型レンズの空隙に内包されていることを特徴とする。

この構成によれば、バルク型レンズの空隙に、凹面上に密に配列した発光ダイオードを光源として内包するので、きわめて高効率の発光ダイオード照明装置が実現できる。

【 0 0 0 7 】

さらに本発明では、発光ダイオード、とくにフェースボンディング型発光ダイオードの電極の固定部材に放熱を促進する冷却手段が設けられていることが好ましい。この冷却手段はペルチエ素子、またはヒートパイプであってよい。

これらの構成による冷却手段は冷却能力が高くないが、発熱が極めて少なく、かつ、熱放散の良いフェースボンディング型発光ダイオードを使用しているので、温度上昇を十分低く抑えることができ、ハロゲンランプ等で必要不可欠な嵩張る冷却装置を必要としない。

従って、極めて高光強度で、コンパクトな照明装置を実現できる。

10

20

30

40

50

【 0 0 0 9 】

【 発明の実施の形態 】

以下、本発明の実施の形態を、図面を用いて詳細に説明する。なお、実質的に同一の部材には同一の符号を用いて説明する。

はじめに、本発明の第 1 の実施の形態を説明する。

図 1 は本発明の発光ダイオード照明装置の第 1 の実施の形態を示す図であり、図 1 (A) は外観斜視図、図 1 (B) は (A) の A - A 断面図である。なお図 1 (A) においては、見易くするために電極パターンは図示していない。

図 1 (A) , (B) において、発光ダイオード照明装置 1 0 は、凹面状の端部を有する支持部 1 1 と、支持部 1 1 の凹面に密着された冷却部 1 2 と、冷却部 1 2 の凹面に密着された凹面 1 4 を有する基板 1 3 と、基板 1 3 の凹面 1 4 に設けられた電極パターン 1 5 と、この電極パターン 1 5 ボンディングされた複数の発光ダイオード 1 6 とで構成されており、凹面 1 4 は、焦点 P を有する 2 次曲面、例えば球面、放物面、楕円面、双曲面等である。

10

【 0 0 1 0 】

発光ダイオードは本来発熱が少ないが、本実施の形態のように緻密に多数の L E D を配設すると、発熱の対策を講じなければならず、そのため基板 1 3 の裏側に密着して冷却部 1 2 を配置している。この冷却部 1 2 としては、ペルチエー素子等の電子冷却器を使用しても十分冷却でき、また、ヒートパイプを使用しても良い。また、放熱を促進するためのフィンを冷却部 1 2 に設け、自然または強制空冷しても良い。冷却部 1 2 の熱は支持部 1 1

20

からも放熱される。基板 1 3 は、熱伝導性の高い材料、例えば、A l , F e , C u 等の金属や、アクリル樹脂、ポリカーボネート、デルリン等の高分子材料、ガラス等から構成されており、基板 1 3 の凹面 1 4 は、研削加工、プレス加工後の研磨によって鏡面仕上げされている。なお、基板 1 3 の材料が導電性を有する場合には、鏡面仕上げした凹面に絶縁膜を形成して電極パターン 1 5 を形成する。この絶縁膜は、例えば、1 m m 以下のプラスチックフィルムシートの貼り付け、熱酸化、絶縁材料のメッキ、蒸着あるいはスパッタリング等により形成される。

また、基板 1 3 の電極パターン 1 5 は、例えば、I T O 膜等からなる透明電極や、A l , A u , A g 等の金属からなる導電パターンにより形成される。

30

【 0 0 1 1 】

ここで、フェースボンディング型発光ダイオードについて説明する。

発光ダイオードチップには、ワイヤボンディング型と、フェースボンディング型チップがある。ワイヤボンディング型チップは、p n 接合に電流を印加する電極の一方又は両方と基板の電源電極との接続をボンディングワイヤで行うものである。このため、ワイヤボンディング型チップにおいては、ボンディングワイヤが発光を遮り、均一な光強度分布が得られないといった課題があり、また、チップの熱放散をボンディングワイヤを介して行うため、熱放散が悪く、チップ温度が上昇しやすいといった課題がある。

【 0 0 1 2 】

一方、フェースボンディング型チップは、p n 接合に電流を印加する両方の電極をチップ裏面上に有しており、また、この電極はチップ裏面全体をほぼ占有する広い面積を有している。また、フェースボンディング型チップは、チップ裏面の電極を基板上の電極パターンに熱圧着することにより、電氣的接続と固定を同時に行うことができる。従って、フェースボンディング型チップを使用すれば、ワイヤボンディングの必要が無くなり、工程が簡単化すると共に、ボンディングワイヤが無いから均一な光強度分布が得られ、また、基板との接触面積が大きいから、熱放散が良く、チップ温度が上昇し難い。本発明は上記したワイヤボンディング型チップとフェースボンディング型チップの何れも適用可能であるが、後者のチップがより有利であり、以下、フェースボンディング型発光ダイオードを例にとって説明する。

40

【 0 0 1 3 】

50

図 2 は、本実施の形態で用いるフェースボンディング型発光ダイオードの構成を示す図である。

図において、フェースボンディング型発光ダイオード 16 は、サファイヤ等の透明基板 17 と、p 又は n 型導電性を有する半導体層 18 と、n 又は p 型導電性を有する半導体層 19 とを積層して構成されており、半導体層 18 と半導体層 19 とは、凹嵌部 20 を介して電氣的に分離されている。凹嵌部 20 を介して電氣的に分離されている半導体層 18 と半導体層 19 の下面には、それぞれ電極 21、21 が設けられており、電極 21、21 は同一平面内にある。

フェースボンディング型発光ダイオード 16 は、フェースボンディング型発光ダイオード 16 の電極 21、21 が基板 13 の電極 15、15 にボンディングされて固定されると共に、電氣的接続も完了する。電極 21、21 及び電極 15、15 の面積はボンディングワイヤの径に較べれば遙かに面積が大きく、従って熱放散性がよい。

本発明の第 1 の実施の形態による発光ダイオード照明装置は、フェースボンディング型発光ダイオードを使用するので、光強度分布が均一であると共に、温度上昇が少ない。また、砲弾型レンズを用いたレンズ付 LED に比べてサイズが極めて小さいので、高密度に配設できる。

なお、図 2 に示した構成のフェースボンディング型発光ダイオード 16 に限らず、フェースボンディング型電極構造を有している発光ダイオードチップであればよく、例えば、透明部材でモールドされた表面実装型 LED (SMD) 等も同様に利用することができる。

【0014】

これらの構成からなる第 1 の実施の形態の発光ダイオード照明装置 10 によれば、全てのフェースボンディング型発光ダイオード 16 の発光が凹面 14 の焦点 P に集光し、焦点 P の光強度は、フェースボンディング型発光ダイオード 16 の個数に比例して強くなる。従って、点 P に物体をおけば、高強度の LED 光を照射できる。また、焦点 P よりも離れた位置に物体を置けば点 P を光源とする高光強度の発散光を物体に照射できる。また凹部 14 の構造を凸状にすれば照射面積を広げることができる。

【0015】

次に、第 1 の実施の形態を利用した高強度の収束光を得るフェースボンディング型発光ダイオードの応用例について説明する。

図 3 は、第 1 の実施の形態の発光ダイオード照明装置 10 を光源とする収束光形成の応用例を示す図であり、図 3 (A) は従来の光学レンズを用いた例、図 3 (B) はバルク型レンズを用いた例、図 3 (C) はレンズ状樹脂を用いた例を示す。

図 3 (A) において、発光ダイオード照明装置 10 に搭載した全ての発光ダイオードの発光 L が焦点 P に集光し、焦点 P を光源として、焦点距離だけ離して配設したレンズ 25 によって収束光線が形成される。

この構成によれば、発光ダイオード照明装置 10 に搭載した発光ダイオードの数に比例した強度の収束光が得られる。

図 3 (B) において、発光ダイオード照明装置 10 の焦点 P が、バルク型レンズ 26 の光源位置に一致するように配設されており、発光ダイオード照明装置 10 に搭載した全ての発光ダイオードの発光 L が、焦点 P に集光し、点 P を光源として、バルク型レンズ 26 により収束される。

【0016】

ここで、バルク型レンズについて説明する。バルク型レンズとは、発光体を内包するための空隙を有する例えば砲弾状のレンズで、空隙に内包した LED 等の半導体発光素子の発光のほとんど全てを収束することができるもので、本出願人により開発されたものであり、その詳細については特願 2001 - 20825 号明細書が参照される。

図 7 は、バルク型レンズの構成を示す断面図である。

図において、バルク型レンズ 70 は、第 1 のレンズ面 71 と、第 2 のレンズ面 72 と、内側面 73 と、外側面 74 と、底面 75 の面から構成される、透明光学媒質 76 からなるバルク体である。第 1 のレンズ面 71 と第 2 のレンズ面 72 は、光のコリメート、収束又は

10

20

30

40

50

発散と言った使用目的に応じたレンズ作用を有する曲面であり、図の例では、光学媒質 76 から見て、第 1 のレンズ面 71 は外に凸球面、第 2 のレンズ面 72 は凹球面である。内側面 73 と外側面 74 は、この例では、円筒面である。図は、LED チップ 77 が支持台 78 上に支持されて、バルク型レンズ 70 に搭載されて発光し、その光束 79 が収束して出射している様子を示している。

【0017】

このバルク型レンズ 70 は、いわば、凸レンズ内に光源を内包している構造なので、光源に球面凸レンズを近づけて平行光線を形成する従来技術の場合に生ずる損失、すなわち、凸レンズの曲率半径と焦点距離の関係から定まる開口角以上の光束を収束することができないことによる損失が生じない。

10

また、光源に球面凸レンズを近づけて収束した場合には、レンズ面のフレネル反射光が空間に散逸してしまい、収束光として利用することができないが、バルク型レンズの場合には、バルク型レンズが凸レンズ内に光源を内包している構造であるので、第 1 のレンズ面 71 と第 2 のレンズ面 72 で生ずるフレネル反射光がバルク型レンズから散逸することが無く、その一部は、内側面 73 と外側面 74 及び底面 75 で反射して、再び第 1 のレンズ面 71 にもどって収束光となり、フレネル反射光の他の一部は LED チップ 77 に戻り、LED チップ 77 の p n 接合で吸収されて再発光する。

従って、図 3 (B) の構成によれば、発光ダイオード照明装置 10 に搭載した発光ダイオードの発光をほとんど全て収束することができ、極めて効率良く高光強度の収束光が得られる。

20

【0018】

次に、図 3 (C) の構成を説明する。

図において、発光ダイオード照明装置 10 は、発光ダイオード照明装置 10 の発光面を覆ってレンズ状の透明又は半透明樹脂 27 が配設されている。

透明または半透明樹脂 27 は、透明または半透明プラスチック樹脂、透明性が高く適当な弾性を示すシリコンポリマー、フッ素系ポリマー、熱可塑性エラストマー又は紫外線硬化性樹脂等である。

この構成によれば、発光ダイオード照明装置 10 に搭載した発光ダイオードの数に比例した高光強度の収束光が得られる。

【0019】

30

次に、本発明の発光ダイオード照明装置の第 2 の実施の形態を説明する。

図 4 は本発明の発光ダイオード照明装置の第 2 の実施の形態を示す斜視図であり、図 5 は図 4 に示した発光ダイオード照明装置の断面図である。

図 4 において、発光ダイオード照明装置 40 は、第 1 の実施の形態における凹面状の基板 13 の代わりに、環状の基板 41 を用い、環状の基板 41 の内面 41a 上にフェースボンディング型発光ダイオード 16 を環の円周方向に沿って配列したものであり、環央部には、環軸 48 を中心対称軸とした光の反射体 43 を備えている。また、環状の基板 41 は、図 5 に示したように放熱フィン 41b を有していても良く、または図 1 で示したように、ペルチエ素子やヒートパイプ等の冷却手段を有していても良い。

【0020】

40

反射体 43 は、反射体 43 の環軸 48 を含む断面が環軸 48 に向かって凸状の 2 次曲線を有する回転曲面錐体であり、凸状の 2 次曲線はフェースボンディング型発光ダイオード 16 の取り付け位置を焦点とする放物線である。回転曲面錐体 43 は、光の出射方向、図においては右方向に頂点を有する。

反射体 43 は、筐体 44 の表面の一部を加工して形成し、環状の基板 41 は、基板 41 の環軸 48 を、反射体 43 の中心対称軸に一致させて筐体 44 にネジ止め固定されている例である。なお、反射体 43 を独立の部材として作製し、筐体 44 に取り付けてもよい。

【0021】

環状の基板 41 の内面 41a は、絶縁体又は表面を絶縁体で覆った導体で構成されており、フェースボンディング型発光ダイオード 16 は、内面 41a 上に設けられた電源供給用

50

の電極パターン４２にボンディングして固定され、かつ電氣的に接続されている。
電極パターン４２は、リード線４６に接続しており、取付固定部４５の背面に設けた外部電源接続端子４７に接続されている。

取付固定部４５は、ネジ部４５ａを有し、ソケットにねじ込み固定できる。または、外部電源への接続は、ソケットに差し込んで固定する方式でも良い。

【００２２】

これらの構成からなる第２の実施の形態の照明装置４０によれば、図５に示すように、各発光ダイオード１６から有限の発散角を有して発光した発光Ｌは、環軸４８を含む面内の発散角に応じて反射体４３の稜線４３ａ上の異なった位置に入射する。稜線４３ａは、発光ダイオード１６の取り付け位置を焦点とする放物線形状を有するから、稜線４３ａの異

10

【００２３】

次に、本発明の第２の実施の形態の他の例を説明する。

図６は、第２の実施の形態の他の例を示す斜視図である。

この例は、第２の実施の形態と比べ、反射体の形状が異なる。

図において、反射体５３は、反射体５３の環軸４８を含む断面の稜線４３ａが環軸４８に向かって凸状の２次曲線を有し、この２次曲線は発光ダイオード１６の取り付け位置を焦点とする放物線形状を有しており、この２次曲線を２辺とする複数の曲平面５３ｂからなる曲面角錐体である。

20

曲平面５３ｂは、各々のフェースボンディング型発光ダイオード１６の発光面と対向する位置に、フェースボンディング型発光ダイオード１６の数だけ設けるのが好ましい。

【００２４】

この構成からなる第２の実施の形態の照明装置５０によれば、各々の発光ダイオード１６から有限の発散角を有して発光した光は、環軸４８を含む面内の発散角、及び環軸４８に垂直な面内の発散角に応じて反射体５３の各々の曲平面５３ｂ上の異なった位置に入射し、各々の曲平面５３ｂ上の異なった位置に入射した各々の発光は、曲平面５３ｂが環軸４８に向かって発光ダイオード１６の取り付け位置を焦点とする放物線形状を有する２次曲線を２辺とする曲平面であるから、各々、環軸４８方向に反射されて高光強度の平行光線が得られる。

30

【００２５】

なお、上記第１及び第２の実施の形態において、発光波長の異なる発光ダイオードを複数取り混ぜて使用し、個々の発光ダイオードの発光を独立に制御すれば、所望の色相、色調の発光が得られることは明らかであり、また、反射体４３、５３の表面に微細な凹凸を設けることにより、所望の色相、色調の発光が得られることも明白である。

また、上記第１及び第２の実施の形態において、発光ダイオードとして、フェースボンディング型発光ダイオードを使用しているが、ＬＥＤチップの周囲を透明樹脂で凸レンズ形状にモールドした、いわゆるレンズ付発光ダイオードを用いて発光ダイオード照明装置を構成し、このようにして構成した照明装置をバルク型レンズに内包して搭載し得ることは明らかである。

40

本発明の照明装置は、光強度が高いので、遠方からも確認できることを必要とする信号機、あるいは表示装置などに使用すれば極めて有用である。

【００２６】

【発明の効果】

上記説明から理解されるように、本発明の発光ダイオード照明装置によれば、高光強度の発光ダイオード照明装置が得られる。

特定の波長のＬＥＤ光を大量に照射することが必要な、植物育成、生化学の分野、また、表示、装飾、舞台といった照明分野に使用すれば極めて有用である。

また、遠方からも確認できることが必要な信号機、あるいは表示装置に使用すれば極めて有用である。

50

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の発光ダイオード照明装置の第 1 の実施の形態を示すもので、(A) は外観斜視図、(B) は (A) の A - A 断面模式図である。

【図 2】本発明で用いるフェースボンディング型発光ダイオードの構成を示す断面図である。

【図 3】第 1 の実施の形態の発光ダイオード照明装置を光源とする収束光形成の応用例を示し、(A) は従来の光学レンズを用いた例、(B) はバルク型レンズを用いた例、(C) はレンズ状樹脂を用いた例の概略図である。

【図 4】本発明の発光ダイオード照明装置の第 2 の実施の形態を示す斜視図である。

【図 5】図 4 に示した発光ダイオード照明装置の断面図である。

10

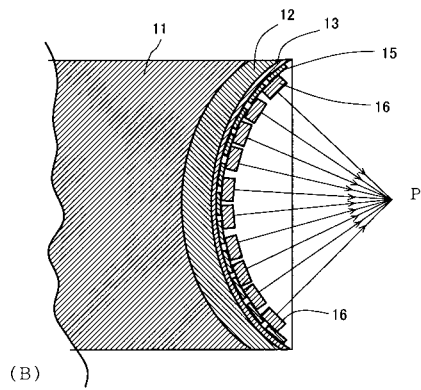
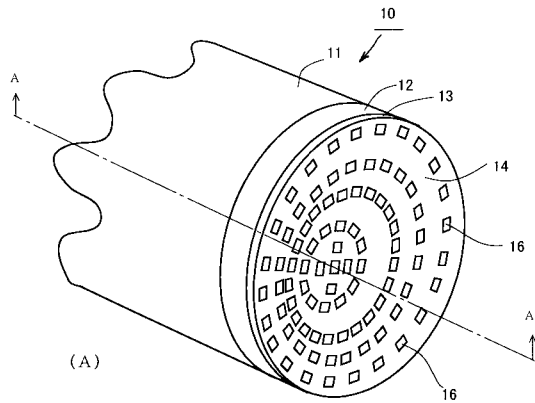
【図 6】第 2 の実施の形態の他の例を示す斜視図である。

【図 7】バルク型レンズの構成を示す断面図である。

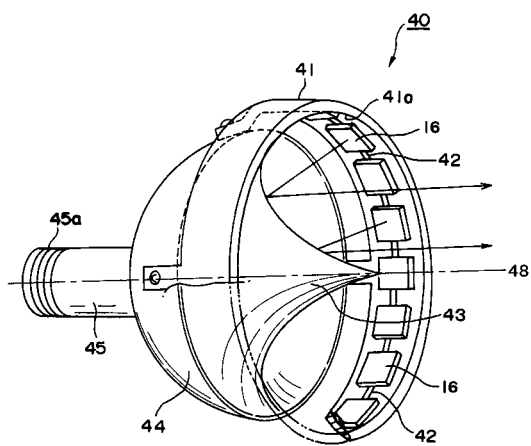
【符号の説明】

1 0	第 1 の実施の形態による発光ダイオード照明装置	
1 1	支持部	
1 2	冷却部	
1 3	基板	
1 4	凹面	
1 5	電極パターン	
1 6	フェースボンディング型発光ダイオードチップ	20
1 7	透明基板	
1 8	p 又は n 型半導体層	
1 9	n 又は p 型半導体層	
2 0	凹嵌部	
2 1	発光ダイオードチップ電極	
2 5	凸レンズ	
2 6	バルク型レンズ	
2 7	レンズ状透明樹脂	
4 0	第 2 の実施の形態による発光ダイオード照明装置	
4 1	環状の基板	30
4 1 a	環状の基板の内面	
4 1 b	冷却フィン	
4 2	電極パターン	
4 3 , 5 3	反射体	
4 3 a	反射体の稜線	
4 4	筐体	
4 5	取付固定部	
4 5 a	ネジ部	
4 7	外部電源接続端子	
4 8	環軸	40
5 0	第 2 の実施の形態による他の発光ダイオード照明装置	
5 3 b	曲平面	
P	焦点	
L	光束	

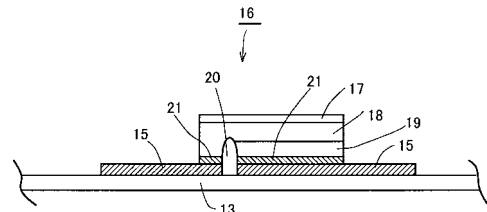
【図 1】



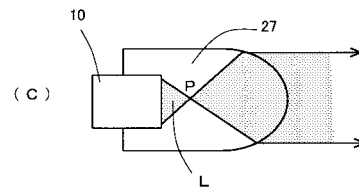
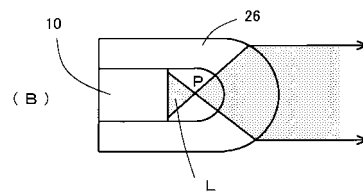
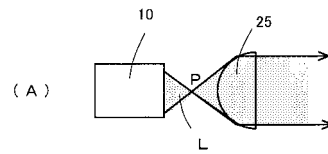
【図 4】



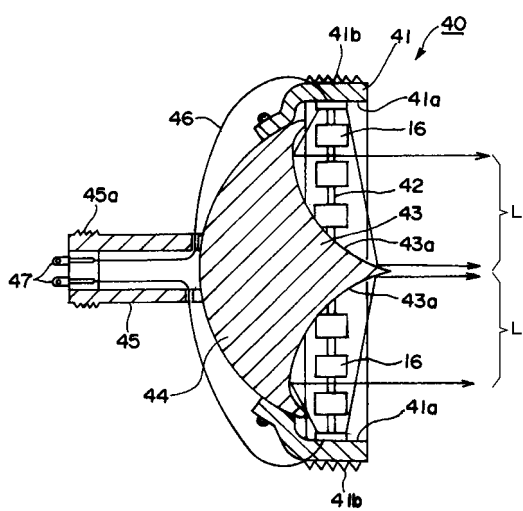
【図 2】



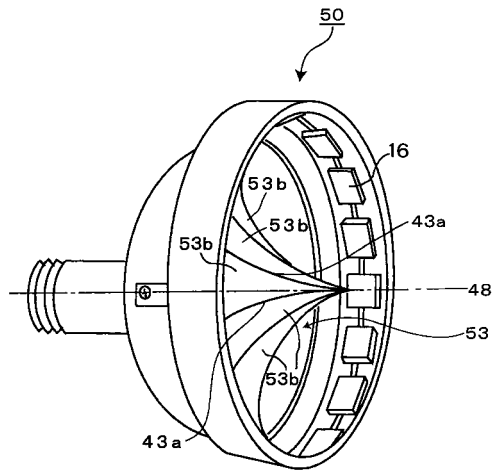
【図 3】



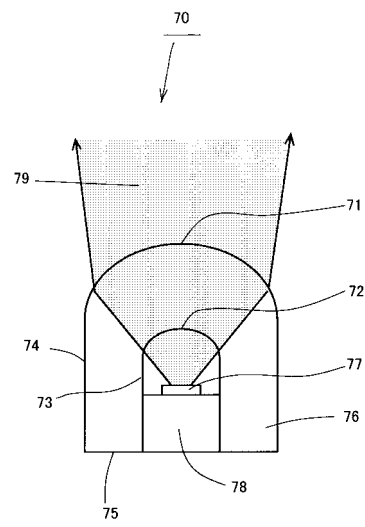
【図 5】



【図 6】



【図 7】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.		F I		
<i>F 2 1 V</i>	<i>13/02</i>	<i>(2006.01)</i>	<i>F 2 1 V</i>	<i>13/02</i> <i>1 0 0</i>
<i>F 2 1 V</i>	<i>29/00</i>	<i>(2006.01)</i>	<i>F 2 1 V</i>	<i>29/00</i> <i>1 1 0</i>
<i>H 0 1 L</i>	<i>33/00</i>	<i>(2006.01)</i>	<i>H 0 1 L</i>	<i>33/00</i> <i>L</i>
<i>F 2 1 Y</i>	<i>101/02</i>	<i>(2006.01)</i>	<i>F 2 1 Y</i>	<i>101:02</i>

(56)参考文献 特開平 1 1 - 0 6 6 9 1 8 (J P , A)
 特開平 0 2 - 2 2 2 9 0 8 (J P , A)
 特開平 1 0 - 2 2 3 9 3 0 (J P , A)
 特開昭 6 2 - 0 6 6 9 5 8 (J P , A)
 特開 2 0 0 1 - 0 8 4 8 1 1 (J P , A)
 特開 2 0 0 1 - 0 4 3 7 2 8 (J P , A)
 特開 2 0 0 2 - 3 4 3 1 1 1 (J P , A)
 実開平 0 4 - 0 9 2 6 5 8 (J P , U)
 特開平 0 9 - 1 3 3 5 7 0 (J P , A)
 特開平 0 3 - 1 8 8 6 8 5 (J P , A)
 欧州特許出願公開第 5 5 7 7 7 6 (E P , A 2)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

F21S 8/04
 F21S 2/00
 F21V 5/00
 F21V 5/04
 F21V 7/07
 F21V 13/02
 F21V 29/00
 H01L 33/00
 F21Y 101/02