(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号

特許第6251445号
(P6251445)

(45)発行日　平成29年12月20日(2017.12.20)　(24)登録日　平成29年12月1日(2017.12.1)

(51)Int.Cl.		F I		
F21K 9/272	(2016.01)	F21K	9/272	
F21K 9/278	(2016.01)	F21K	9/278	
F21K 9/00	(2016.01)	F21K	9/00	１００
F21S 2/00	(2016.01)	F21S	2/00	２３１
F21V 17/00	(2006.01)	F21V	17/00	１５４

請求項の数 5　(全 41 頁)　最終頁に続く

(21)出願番号　特願2017-152054(P2017-152054)
(22)出願日　平成29年8月4日(2017.8.4)
(62)分割の表示　特願2016-130216(P2016-130216)の分割
原出願日　平成21年8月10日(2009.8.10)
(65)公開番号　特開2017-195210(P2017-195210A)
(43)公開日　平成29年10月26日(2017.10.26)
審査請求日　平成29年8月9日(2017.8.9)
(31)優先権主張番号　特願2008-206865(P2008-206865)
(32)優先日　平成20年8月11日(2008.8.11)
(33)優先権主張国　日本国(JP)
(31)優先権主張番号　特願2008-317048(P2008-317048)
(32)優先日　平成20年12月12日(2008.12.12)
(33)優先権主張国　日本国(JP)

(73)特許権者　391001457
アイリスオーヤマ株式会社
宮城県仙台市青葉区五橋二丁目１２番１号
(74)代理人　110002516
特許業務法人白坂
(72)発明者　藤田　俊幸
京都市右京区西院溝崎町２１番地　ローム株式会社内
(72)発明者　渡辺　俊夫
京都市右京区西院溝崎町２１番地　ローム株式会社内
(72)発明者　河端　雄作
京都市右京区西院溝崎町２１番地　ローム株式会社内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】照明装置

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
複数のＬＥＤモジュールと、
前記複数のＬＥＤモジュールが実装された長矩形状の基板と、
前記基板が載置された長尺状の放熱部材と、
前記ＬＥＤ基板及び前記放熱部材を覆う長尺状のケースと、
前記ケースの長手方向両端に配された一対の口金と、を備え、
前記口金には部分円筒状の第１の隙間が設けられており、
前記口金が前記放熱部材に取り付けられた状態において、前記ケースの長手方向端部が前記第１の隙間に挿入されており、且つ、前記ケースの長手方向の先端縁と前記口金との間には第２の隙間が設けられている、直管形ＬＥＤランプ。
【請求項２】
前記放熱部材の断面は中空半円形状であり、前記放熱部材の中空部には電源基板及び複数の電源部品が格納されている、請求項１に記載の直管形ＬＥＤランプ。
【請求項３】
前記口金は有底円筒状のカバー体と、前記カバー体の中空部に収容保持された樹脂ブロックとを有し、前記第１の隙間は前記カバー体と前記樹脂ブロックとの間の隙間である、請求項１または２に記載の直管形ＬＥＤランプ。
【請求項４】
請求項１から３に記載の直管形ＬＥＤランプを照明器具に取り付けてなるＬＥＤ照明装

置。
【請求項５】
前記放熱部材の長手方向端部は前記口金に当接している、請求項１から３に記載の直管形ＬＥＤランプ。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、発光ダイオード（以下、ＬＥＤ）を光源とした照明装置に関する。この照明装置は、たとえば建造物の天井に設置され、床面などに向かって下方を照らす、いわゆるダウンライトとして用いられてもよい。また、特に蛍光ランプの代替として用いることができるＬＥＤランプの形態を有していてもよい。
【背景技術】
【０００２】
ダウンライトは、建造物の天井などに予め設置される照明装置であり、床やテーブルなどを照明することにより、たとえば温かい雰囲気を演出するのに用いられる（たとえば、特許文献１参照）。従来のダウンライトに用いられる照明装置は、光源としてたとえばハロゲンランプを備えている。ハロゲンランプはいわゆる点光源であり、あらゆる方向に光を出射する。このハロゲンランプからの光を所望の範囲に向かわせるために、上記照明装置には、コーン状のリフレクタが設けられている。
【０００３】
しかしながら、ハロゲンランプは、抵抗体としてのフィラメントに通電することによって発光するものであり、発光に伴って多量の熱を発する。このため、たとえば蛍光灯と比較して、エネルギー効率が劣っていた。また、ハロゲンランプからあらゆる方向に出射する光を所望の方向に向かわせるには、上記リフレクタの形状は、たとえば断面放物線状の比較的大きなものとなってしまう。したがって、上記照明装置を取り付けるためには、天井に相応のスペースを確保することが必要であった。
【０００４】
図４８は、蛍光ランプの代替として用いることができる従来のＬＥＤランプの一例を示す断面図である（たとえば特許文献１参照）。同図に示されたＬＥＤランプＸ１は、長矩形状の基板１９１と、基板１９１上に搭載された複数のＬＥＤモジュール１９２と、基板１９１が取り付けられた放熱部材１９５と、基板１９１を収容するケース１９３と、端子１９４と、を備えている。基板１９１には、複数のＬＥＤモジュール１９２および端子１９４に接続される図示しない配線パターンが形成されている。このＬＥＤランプＸ１は、端子１９４を一般用蛍光ランプ照明器具のソケットの差込口に嵌合させることにより、複数のＬＥＤモジュール１９２を発光させることができるように構成されている。
【先行技術文献】
【特許文献】
【０００５】
【特許文献１】特開２００８－０１６４１７号公報
【特許文献２】実開平６－５４１０３号公報
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００６】
この発明の目的は、エネルギー効率に優れた照明装置を提供することである。
この発明の一つの具体的な目的は、照度むらを抑制し、かつ発光効率を高めることが可能な照明装置を提供することである。
【課題を解決するための手段】
【０００７】
この発明は、第１の側面において、基板と、上記基板に配置された複数のＬＥＤチップと、上記複数のＬＥＤチップのうち少なくとも２つが互いに並列に接続された並列回路を

それぞれ含む複数のグループと、上記複数のグループに電流を供給する定電流電源とを備え、上記各グループに属するＬＥＤチップのアノード同士が電気的に直接接続され、かつ、上記各グループに属するＬＥＤチップのカソード同士が電気的に直接接続されており、上記各グループのＬＥＤチップの個数が、ＬＥＤチップ１個当たりの駆動電流が当該ＬＥＤチップの定格電流の４０％以下となるように選択されている、照明装置を提供する。

【０００８】

一つの好ましい実施形態では、上記複数のグループの直列回路が、上記定電流電源に接続されている。

一つの好ましい実施形態では、上記各グループのＬＥＤチップの個数が、ＬＥＤチップ１個当たりの駆動電流が当該ＬＥＤチップの定格電流の２０％以下となるように選択されている。

【０００９】

一つの好ましい実施形態では、上記各グループのＬＥＤチップの個数が、ＬＥＤチップ１個当たりの駆動電流が当該ＬＥＤチップの定格電流の２０％±３％の範囲内の値となるように選択されている。

一つの好ましい実施形態では、それぞれが、１以上の上記ＬＥＤチップと、互いに離間配置された一対の実装端子とを有する複数のＬＥＤモジュールを備えている。

【００１０】

一つの好ましい実施形態では、上記複数のＬＥＤモジュールは、上記一対の実装端子が第１方向において離間する姿勢で、それぞれが上記第１方向と直角である第２方向に沿うように互いに平行に配置された複数の列をなすように配置されている。

一つの好ましい実施形態では、上記複数のＬＥＤモジュールは、千鳥状に配置されている。

【００１１】

一つの好ましい実施形態では、上記複数のＬＥＤモジュールは、発する光の波長が互いに異なるものを含む。一つの好ましい実施形態では、上記複数のＬＥＤモジュールは、白色光を発する複数のＬＥＤモジュールと、これら白色光を発する複数のＬＥＤモジュールよりも全体に占める割合が小であり、かつ離散的に配置された、赤色光を発する複数のＬＥＤモジュールと、を含む。

【００１２】

一つの好ましい実施形態では、上記複数のＬＥＤチップを囲むリフレクタと、上記基板に対して上記リフレクタとは反対側に配置された筐体とをさらに含み、前記筐体の内部に、前記定電流電源を形成する電源基板が収容されている。

一つの好ましい実施形態では、前記定電流電源は、供給する電流値を設定する電流設定用抵抗素子を含み、前記電流設定用抵抗素子の抵抗値および上記各グループに属する上記ＬＥＤチップの個数が、上記ＬＥＤチップ１個当たりの駆動電流が当該ＬＥＤチップの定格電流の４０％以下となるように設計されている。

【００１３】

一つの好ましい実施形態では、前記定電流電源は、上記複数のＬＥＤチップに電流を供給する一対の出力線の間に接続され、前記複数のＬＥＤチップに逆電圧が印加されることを防ぐ逆電圧保護回路を含む。

一つの好ましい実施形態では、上記基板が帯状の基板であり、４０形直管形蛍光ランプ相当の形状およびサイズを有している。上記複数のＬＥＤモジュールの個数が６００個以上である。

【００１４】

一つの好ましい実施形態では、上記各ＬＥＤモジュールは、その平面視寸法が１．０ｍｍ×０．６ｍｍ以下である。一つの好ましい実施形態では、上記各ＬＥＤモジュールは、その平面視寸法が１．６ｍｍ×０．８ｍｍ以下である。一つの好ましい実施形態では、上記各ＬＥＤモジュールは、その高さが０．２ｍｍ以下である。一つの好ましい実施形態では、上記複数のＬＥＤモジュールの個数が、１０００個以上である。一つの好ましい実施

形態では、上記複数のＬＥＤモジュールの個数が、４０００個以上である。一つの好ましい実施形態では、上記複数のＬＥＤモジュールの個数が、８０００個以上である。一つの好ましい実施形態では、上記複数のＬＥＤモジュールの個数が、１２０００個以上である。

【００１５】

一つの好ましい実施形態では、上記基板が帯状の基板であり、２０形直管形蛍光ランプ相当の形状およびサイズを有している。上記複数のＬＥＤモジュールの個数は、２９０個以上である。

一つの好ましい実施形態では、上記複数のＬＥＤモジュールの個数が、４８０個以上である。一つの好ましい実施形態では、上記複数のＬＥＤモジュールの個数が、１９００個以上である。一つの好ましい実施形態では、上記複数のＬＥＤモジュールの個数が、３９００個以上である。一つの好ましい実施形態では、上記複数のＬＥＤモジュールの個数が、５８００個以上である。

【００１６】

一つの好ましい実施形態では、上記基板が帯状の基板であり、１５形直管形蛍光ランプ相当の形状およびサイズを有している。上記複数のＬＥＤモジュールの個数は、２００個以上である。

一つの好ましい実施形態では、上記複数のＬＥＤモジュールの個数が、３３０個以上である。一つの好ましい実施形態では、上記複数のＬＥＤモジュールの個数が、１３００個以上である。一つの好ましい実施形態では、上記複数のＬＥＤモジュールの個数が、２７００個以上である。一つの好ましい実施形態では、上記複数のＬＥＤモジュールの個数が、４０００個以上である。

【００１７】

一つの好ましい実施形態では、上記基板が帯状の基板であり、１０形直管形蛍光ランプ相当の形状およびサイズを有している。上記複数のＬＥＤモジュールの個数は、１５０個以上である。

一つの好ましい実施形態では、上記複数のＬＥＤモジュールの個数が、２５０個以上である。一つの好ましい実施形態では、上記複数のＬＥＤモジュールの個数が、１０００個以上である。一つの好ましい実施形態では、上記複数のＬＥＤモジュールの個数が、２００個以上である。一つの好ましい実施形態では、上記複数のＬＥＤモジュールの個数が、３０００個以上である。

【００１８】

一つの好ましい実施形態では、上記各ＬＥＤモジュールは、その平面視寸法が１．０ｍｍ×０．６ｍｍ以下である。一つの好ましい実施形態では、上記各ＬＥＤモジュールは、その平面視寸法が１．６ｍｍ×０．８ｍｍ以下である。一つの好ましい実施形態では、上記各ＬＥＤモジュールは、その高さが０．２ｍｍ以下である。

一つの好ましい実施形態では、上記基板が帯状の基板であり、上記基板の面積に対する上記複数のＬＥＤモジュールの占有面積割合が、２０％以上である。上記各ＬＥＤモジュールの平面視寸法が４．０ｍｍ×２．０ｍｍ以下である。

【００１９】

一つの好ましい実施形態では、上記基板の面積に対する上記複数のＬＥＤモジュールの占有面積割合が、３０％以上である。一つの好ましい実施形態では、上記基板の面積に対する上記複数のＬＥＤモジュールの占有面積割合が、３５％以上である。一つの好ましい実施形態では、上記基板の面積に対する上記複数のＬＥＤモジュールの占有面積割合が、４５％以上である。一つの好ましい実施形態では、上記基板の面積に対する上記複数のＬＥＤモジュールの占有面積割合が、７０％以上である。

【００２０】

一つの好ましい実施形態では、上記各ＬＥＤモジュールは、その平面視寸法が１．０ｍｍ×０．６ｍｍ以下である。一つの好ましい実施形態では、上記各ＬＥＤモジュールは、その平面視寸法が１．６ｍｍ×０．８ｍｍ以下である。一つの好ましい実施形態では、上

記各ＬＥＤモジュールは、その高さが０．２ｍｍ以下である。
一つの好ましい実施形態では、上記基板の長手方向における上記複数のＬＥＤモジュールの占有割合が、上記基板の幅方向における上記複数のＬＥＤモジュールの占有割合よりも大である。
【００２１】
一つの好ましい実施形態では、上記基板が帯状の基板である。一つの好ましい実施形態では、上記基板を収容する断面円形管状のケースをさらに有する。
一つの好ましい実施形態では、上記基板は、樹脂層と金属配線層とが積層された可撓性を有するフレキシブル配線基板であり、かつ断面形状が、円形状または円弧形状とされている。
【００２２】
一つの好ましい実施形態では、上記ケースは直管状とされており、かつ、このケースには、その中心軸に平行な面内において対をなすようにして内側に突出する突出片が一体形成されており、上記基板は、上記突出片によって上記ケースに対する半径方向の移動が規制される。
本発明のその他の特徴および利点は、添付図面を参照して以下に行う詳細な説明によって、より明らかとなろう。
【図面の簡単な説明】
【００２３】
【図１】本発明の第１実施形態に基づく照明装置を示す平面図である。
【図２】図１のII-II線に沿う断面図である。
【図３】図１に示す照明装置の基板および配線パターンを示す平面図である。
【図４】図３のＳ１部を示す拡大平面図である。
【図５】図３のＳ２部を示す拡大平面図である。
【図６】図１に示す照明装置に用いられるＬＥＤモジュールを示す平面図である。
【図７】図６のVII-VII線に沿う断面図である。
【図８】図１に示す照明装置に用いられるＬＥＤモジュールを示す底面図である。
【図９】図１に示された照明装置を示す回路図である。
【図１０】電源ユニットの構成を説明するための回路図である。
【図１１】図１に示す照明装置に用いられるＬＥＤモジュールの電流と発光効率の関係を示すグラフである。
【図１２】ＬＥＤモジュールの個数と照度との関係を示す図である。
【図１３】照度むらの計算方法を説明するための図である。
【図１４】ＬＥＤモジュールの個数と照度むらとの関係を示す図である。
【図１５】ＬＥＤモジュール１個当たりの電流と照度および照度むらとの関係を示す図である。
【図１６Ａ】距離Ｈによる相対照度Ｂの分布の変化を示すグラフである。
【図１６Ｂ】直径Ｄ２および距離Ｈによる相対照度Ｂの分布の変化を示すグラフである。
【図１７】距離Ｈによる効率の変化を示す図である。
【図１８Ａ】寸法を種々に設定したリフレクタを用いた場合の相対照度分布を示す図である。
【図１８Ｂ】寸法を種々に設定したリフレクタを用いた場合の相対照度分布を示す図である。
【図１８Ｃ】寸法を種々に設定したリフレクタを用いた場合の相対照度分布を示す図である。
【図１８Ｄ】寸法を種々に設定したリフレクタを用いた場合の相対照度分布を示す図である。
【図１９】図１に示す照明装置に用いられる基板および配線パターンの他の例を示す平面図である。
【図２０】図１に示す照明装置に用いられるＬＥＤモジュールの他の例を示す平面図であ

る。
【図２１】図２０のXXI－XXI線に沿う断面図である。
【図２２】図１に示す照明装置に用いられるＬＥＤモジュールの他の例を示す底面図である。
【図２３】図１に示す照明装置に用いられる基板および配線パターンの他の例を示す平面図である。
【図２４】図２３のXXIV－XXIV線に沿う要部断面図である。
【図２５】図１に示す照明装置に用いられる基板および配線パターンのさらに他の例を示す平面図である。
【図２６】本発明の第２実施形態に基づく照明装置を示す断面図である。
【図２７】本発明の第３実施形態に基づく照明装置を示す断面図である。
【図２８】本発明の第４実施形態に基づくＬＥＤランプの一例を示す斜視図である。
【図２９】図２８のXXIX－XXIX線に沿う要部断面図である。
【図３０】図２９のXXX－XXX線に沿う断面図である。
【図３１】図２８に示すＬＥＤランプの基板およびＬＥＤモジュールを示す要部拡大平面図である。
【図３２】図２８に示すＬＥＤランプのＬＥＤモジュールの一例を示す平面図である。
【図３３】図３２のXXXIII－XXXIII線に沿う断面図である。
【図３４】図３２に示すＬＥＤモジュールを示す底面図である。
【図３５】図２８に示されたＬＥＤランプを示す回路図である。
【図３６】図２８に示すＬＥＤランプの基板およびＬＥＤモジュールの変形例を示す要部拡大平面図である。
【図３７】図２８に示すＬＥＤランプのＬＥＤモジュールの変形例を示す平面図である。
【図３８】図３７のXXXVIII－XXXVIII線に沿う断面図である。
【図３９】図３７に示すＬＥＤモジュールを示す底面図である。
【図４０】図２８に示すＬＥＤランプのＬＥＤモジュールの他の変形例を示す平面図である。
【図４１】図４０のXXXXI－XXXXI線に沿う断面図である。
【図４２】図４０に示すＬＥＤモジュールを示す底面図である。
【図４３】本発明の第５実施形態に基づくＬＥＤランプの一例を示す要部斜視図である。
【図４４】図４３のXXXXIV－XXXXIV線に沿う断面図である。
【図４５】本発明の第６実施形態に基づくＬＥＤランプの一例を示す要部斜視図である。
【図４６】図４５のXXXXVI－XXXXVI線に沿う要部断面図である。
【図４７】図４６のXXXXVII－XXXXVII線に沿う断面図である。
【図４８】従来のＬＥＤランプの一例を示す断面図である。
【発明を実施するための形態】
【００２４】
図１および図２は、本発明の第１実施形態に基づく照明装置を示している。本実施形態の照明装置Ａ１は、基板１、複数のＬＥＤモジュール３、リフレクタ４、筐体５、コネクタ６、およびホルダ７を備えている。照明装置Ａ１は、図２のｚ方向において天地を逆にした姿勢で、天井に設けられた開口スペースに設置されることにより、いわゆるダウンライトとして用いられるものである。
【００２５】
基板１は、たとえば表面に絶縁処理が施されたアルミ板であり、複数のＬＥＤモジュール３を搭載するためのものである。本実施形態においては、基板１は、円形であり、その直径が６６ｍｍ程度である。複数のＬＥＤモジュール３が実装されている領域は、直径５０～６０ｍｍ程度の円形領域である。
図３に示すように、基板１には、配線パターン２が形成されている。配線パターン２は、たとえば銅などの金属膜からなり、複数のＬＥＤモジュール３を実装し、これらに電力供給するためのものである。配線パターン２は、アノード電極２１Ａ、カソード電極２１

Ｂ、複数のパッド部２２、複数のアノード折り返し部２４Ａ、複数のカソード折り返し部２４Ｂ、複数の斜行連結部２５、直行連結部２６、アノード接続部２７Ａ、およびカソード接続部２７Ｂを有している。配線パターン２のうちＬＥＤモジュール３を実装するための部分以外の部分は、たとえば白色レジストなどの高反射率を有する絶縁層（図示略）によって覆われている。

【００２６】

アノード電極２１Ａ、カソード電極２１Ｂは、コネクタ６からのびる電線（図示略）を接続するためのものであり、基板１のｘ方向一端寄りに配置されている。

複数のパッド部２２は、複数のＬＥＤモジュール３が実装される部分である。パッド部２２は、アノード直線部２３Ａ（図中黒色）およびカソード直線部２３Ｂ（図中灰色）からなる。アノード直線部２３Ａおよびカソード直線部２３Ｂは、それぞれがｘ方向に延びており、ｘ方向に直交するｙ方向に間隔をおいて平行に配置されている。これにより、複数のパッド部２２は、すべてがｘ方向に沿って延びている。また、複数のパッド部２２の多くは、ｙ方向に間隔を隔てて平行に配置されている。さらに、いくつかのパッド部２２どうしは、ｘ方向に間隔をおいて直列に配置されている。

【００２７】

図４は、図３のＳ１部詳細図である。各パッド部２２には、複数のＬＥＤモジュール３が実装されている。ＬＥＤモジュール３は、図６～図８に示すように、ＬＥＤチップ３１、樹脂パッケージ３２、基板３３、および一対の実装端子３４を備えている。ＬＥＤモジュール３は、幅が０．８ｍｍ、長さが１．６ｍｍ、厚さが０．５ｍｍ程度とされており、小型でありかつ非常に薄型のＬＥＤモジュールとして構成されている。

【００２８】

基板３３は、平面視略矩形状であり、たとえばガラスエポキシ樹脂からなる絶縁基板である。基板３３の表面には、ＬＥＤチップ３１が搭載されている。基板３３の裏面には、一対の実装端子３４が形成されている。基板３３の厚さは、０．０８～０．１ｍｍ程度とされている。ＬＥＤチップ３１は、ＬＥＤモジュール３の光源であり、たとえば可視光を発光可能とされている。樹脂パッケージ３２は、ＬＥＤチップ３１を保護するためのものである。樹脂パッケージ３２は、ＬＥＤチップ３１からの光に対して透光性を有するたとえばエポキシ樹脂、またはＬＥＤチップ３１からの光によって励起されることにより異なる波長の光を発する蛍光物質を含む透光樹脂を用いてモールド成形されている。たとえば、ＬＥＤチップ３１からの青色光と、樹脂パッケージ３２に含まれる上記蛍光物質からの黄色光を混色させることにより、ＬＥＤモジュール３は、白色を照射することができる。上記蛍光物質としては、黄色光を発するものに代えて、赤色光を発するものと緑色光を発するものとを混合して用いてもよい。

【００２９】

ＬＥＤモジュール３は、一対の実装端子３４の一方がアノード直線部２３Ａに、他方がカソード直線部２３Ｂにたとえばハンダ付けされることにより、パッド部２２に実装されている。これにより、１つのパッド部２２に実装された複数のＬＥＤモジュール３は、互いに並列に接続される。

図４に示すＳ１部においては、斜行連結部２５を挟んで、並列に接続された複数のＬＥＤモジュール３からなる２つのグループが配置されている。斜行連結部２５を挟んで両側に配置された２つのパッド部２２は、ｙ方向においてアノード直線部２３Ａおよびカソード直線部２３Ｂの配置が同じである。斜行連結部２５は、一方のパッド部２２のアノード直線部２３Ａと他方のパッド部２２のカソード直線部２３Ｂとを連結している。これにより、これらの２つのグループに属する複数のＬＥＤモジュール３は、互いに直列に接続されている。

【００３０】

図５に示すＳ２部においては、直行連結部２６を挟んで、並列に接続された複数のＬＥＤモジュール３からなる２つのグループが配置されている。直行連結部２６を挟んで両側に配置された２つのパッド部２２は、ｙ方向においてアノード直線部２３Ａおよびカソー

ド直線部２３Ｂの配置が反対である。直行連結部２６は、一方のパッド部２２のアノード直線部２３Ａと他方のパッド部２２のカソード直線部２３Ｂとを連結している。これにより、これらの２つのグループに属する複数のＬＥＤモジュール３は、お互いに直列に接続されている。

【００３１】

図３に示すように、複数のパッド部２２のうちｙ方向において隣り合うものどうしは、アノード折り返し部２４Ａおよびカソード折り返し部２４Ｂによって接続されている。より詳しくは、アノード折り返し部２４Ａは、ｙ方向において隣り合うアノード直線部２３Ａどうしを連結している。カソード折り返し部２４Ｂは、ｙ方向において隣り合うカソード直線部２３Ｂどうしを連結している。

【００３２】

アノード電極２１Ａからカソード電極２１Ｂに至る経路には、複数のパッド部２２と、アノード電極２１Ａ側から順に１つの直行連結部２６および７つの斜行連結部２５が配置されている。これにより、複数のＬＥＤモジュール３、すなわち複数のＬＥＤチップ３１が、図９に示されるように接続されている。本実施形態においては、６０３個のＬＥＤモジュール３（ＬＥＤチップ３１）が用いられている。これらのＬＥＤモジュール３は、９つのグループ３１Ａに分けられている。各グループ３１Ａには、基板３３に配置された複数のＬＥＤモジュール３（ＬＥＤチップ３１）のうち少なくとも２つが互いに並列に接続された並列回路が含まれている。より具体的には、グループ３１Ａには、互いに並列に接続された６７個のＬＥＤモジュール３が含まれている。各グループ３１Ａに属する６７個のＬＥＤモジュール３（ＬＥＤチップ３１）のアノードは、それぞれ電気的に直接接続されている。さらに、各グループ３１Ａに属する６７個のＬＥＤモジュール３（ＬＥＤチップ３１）のカソードは、それぞれ電気的に直接接続されている。このように、各グループ３１Ａでは、複数のＬＥＤモジュール３（ＬＥＤチップ３１）のみによって、一つの並列回路が形成されている。これらの９つのグループ３１Ａが、１つの直行連結部２６および７つの斜行連結部２５によって互いに直列に接続されている。

【００３３】

本実施形態においては、６０３個のＬＥＤモジュール３が基板１に千鳥状に配置されている。複数のＬＥＤモジュール３を発光させる電源仕様は、アノード電極２１Ａおよびカソード電極２１Ｂ間の電圧が２７Ｖ程度、各ＬＥＤモジュール３の電圧Ｖｆが３．０Ｖ程度、電流Ｉｆが４．０ｍＡ程度である。高密度に実装された複数のＬＥＤモジュール３が発光すると、肉眼では複数の点光源の集合とは視認されず、面発光しているように視認される。すなわち、複数のＬＥＤモジュール３が実装された領域は、面状光源部３Ａを構成している。

【００３４】

図３に示すように、基板１の下端から２／３程度の領域においては、複数のアノード折り返し部２４Ａが左方に位置し、複数のカソード折り返し部２４Ｂが右方に位置している。そして、直行連結部２６が設けられた部分を境として、基板１の上端から１／３程度の領域においては、複数のアノード折り返し部２４Ａが右方に位置し、複数のカソード折り返し部２４Ｂが左方に位置している。アノード接続部２７Ａは、アノード電極２１Ａと、基板１の右上側部分にあるアノード折り返し部２４Ａとを接続している。カソード接続部２７Ｂは、カソード電極２１Ｂと、基板１の右下側部分にあるカソード折り返し部２４Ｂとを接続している。

【００３５】

図１および図２に示すように、リフレクタ４は、開口４１，４２を有し、基板１から遠ざかるほど断面寸法が大となるコーン状であり、たとえばアルミからなる。リフレクタ４は、複数のＬＥＤモジュール３を囲んでおり、これらから出射された光をｚ方向に向かって反射する。本実施形態においては、開口４１の直径Ｄ１が６０ｍｍ、開口４２の直径Ｄ２が１００ｍｍ、距離Ｈが５０ｍｍとされている。この他に、直径Ｄ１が５２～６２ｍｍ、直径Ｄ２が９０ｍｍ、距離Ｈが４０ｍｍ程度の構成であっても好ましい照射が得られる

。リフレクタ４の内面は、たとえば凹凸状のＡｌメッキ面とされている。
【００３６】
面状光源部３Ａは、開口４１において、照明対象の空間（照明空間）に臨む。本実施形態においては、開口４１の単位面積当たりの複数のＬＥＤモジュール３の搭載個数密度が、３１個／ｃｍ^{2}程度とされている。この実装密度は、開口４１の面積に対する複数のＬＥＤモジュール３の占有面積の割合に換算すると３９％程度である。
筐体５は、たとえばアルミからなり、基板１およびリフレクタ４を支持している。ＬＥＤモジュール３の発光時には、ＬＥＤモジュール３からの熱が基板１を介してリフレクタ４および筐体５に伝えられる。これにより、ＬＥＤモジュール３の放熱促進を図っている。コネクタ６は、照明装置Ａ１が天井に設置されるときに、建造物側のコネクタ（図示略）と接続されるものである。ホルダ７は、たとえばステンレス（ＳＵＳ３０１）製のプレートを折り曲げ加工したものである。ホルダ７は、照明装置Ａ１を天井に取り付ける際に、天井の一部と係合することにより、照明装置Ａ１を保持する。
【００３７】
筐体５の内部には、電源ユニットを形成する電源基板６０Ａが収容されている。電源基板６０Ａは、支持基板８から筐体５内に立設された樹脂製の支柱９，９によって、支持基板８から離間した状態で支持されている。支持基板８は、基板１とは反対側において筐体５に固定されている。この支持基板８には、筐体５の外方において、コネクタ６が筐体５と同側に取り付けられている。
【００３８】
図１０は、照明装置Ａ１の電気的構成を説明するための電気回路図である。複数のＬＥＤグループ３１Ａの直列回路は、定電流電源としての電源ユニット６０に接続されている。電源ユニット６０は、サージ保護回路６１、フィルタ回路６２、整流回路６３、制御回路６４、および逆電圧保護回路６５を有している。
サージ保護回路６１は、商用交流電源６６に接続される一対の給電線６７，６８の一方に介装されたヒューズ６９と、それらの給電線６７，６８の間に接続されたバリスタ７０とを有している。この構成により、当該電源ユニット６０を雷サージ等から保護している。
【００３９】
フィルタ回路６２は、給電線６７，６８に介装されたインダクタ７１と、インダクタ７１の両側で給電線６７，６８間にそれぞれ接続されたコンデンサ７２，７３とを有している。この構成により、交流電源から伝達されるノイズを除去するためのフィルタ処理が行われる。
整流回路６３は、４個のダイオード７４をブリッジ接続して構成されている。この構成によって、整流回路６３は、給電線６７，６８からの交流を全波整流する。
【００４０】
制御回路６４は、集積回路（ＩＣ）で構成された定電流ドライバ７５と、平滑コンデンサ７６～７８と、電流設定用抵抗素子７９とを有している。定電流ドライバ７５の電源端子７５ａ，７５ｂには、整流回路６３から、直流給電線８０，８１を介して、電力が供給される。それらの直流給電線８０，８１間に平滑コンデンサ７６が接続されている。この平滑コンデンサ７６は、定電流ドライバ７５への入力電圧を平滑化する。また、一方の直流給電線８０と定電流ドライバ７５の制御端子７５ｃとの間に、平滑コンデンサ７７が接続されている。この平滑コンデンサ７７は、定電流ドライバ７５の内部の電圧を平滑化する働きを有している。一方、定電流ドライバ７５の出力端子７５ｄ，７５ｅと、制御回路６４一対の出力端子８２，８３との間には、一対の出力線８４，８５がそれぞれ接続されている。これらの出力線８４，８５の間に平滑コンデンサ７８が接続されている。この平滑コンデンサ７８は、定電流ドライバ７５の出力電圧を平滑化する。そして、負極側の出力端子７５ｅ（出力線８５）と制御端子７５ｃとの間に、電流設定用抵抗素子７９が接続されている。定電流ドライバ７５は、電流設定用抵抗素子７９の抵抗値に応じた大きさの定電流が出力端子７５ｄ，７５ｅ間に流れるように動作する。したがって、所要の電流値

に応じて適切な抵抗値の抵抗素子を選択し、電流設定用抵抗素子７９として接続すればよい。

【００４１】

逆電圧保護回路６５は、出力線８４，８５の間に直列に接続された一対のツェナダイオード８６，８７で構成されている。逆電圧保護回路６５は、出力線８４，８５の間に逆電圧がかかったときに、ＬＥＤモジュール３にその逆電圧が印加されることを防ぎ、これにより、ＬＥＤモジュール３を破壊から守る。

出力端子８２，８３の間に、リード線８８，８９を介して、複数のＬＥＤグループ３１Ａの直列回路が接続される。各ＬＥＤグループ３１Ａを構成する複数のＬＥＤモジュール３は、電源ユニット６０に対して、並列に接続されている。したがって、電源ユニット６０から供給される定電流制御された電流は、各グループ３１Ａを構成する複数のＬＥＤモジュール３に分配される。よって、個々のＬＥＤモジュール３に流れる電流（駆動電流）は、電源ユニット６０が供給する電流値と、各グループ３１ＡにおけるＬＥＤモジュール３の個数（並列数）とで決まる。そこで、個々のＬＥＤモジュール３の駆動電流が所望の値（たとえば４ｍＡ）となるように、電流設定用抵抗素子７９の抵抗値および各グループ３１Ａを構成するＬＥＤモジュール３の個数（並列数）とを設計すればよい。

【００４２】

次に、照明装置Ａ１の作用について説明する。

本実施形態によれば、上記複数のＬＥＤモジュール３が構成する面状光源部３Ａから光が発せられる。この面状光源部３Ａから発せられる光は、基板１の表面の法線方向を中心として進行するものであり、あらゆる方向に向かうものではない。このため、たとえばハロゲンランプに代表される点光源を備えるダウンライトと比べて、所望の範囲に光を向かわせるためのリフレクタ４を小さくすることが可能である。したがって、照明装置Ａ１の小型化が可能であり、照明装置Ａ１を取り付ける天井の設置スペースを省スペース化することができる。また、ＬＥＤモジュール３を千鳥状に配置すれば、均一な面発光を得るのに適している。

【００４３】

ＬＥＤモジュール３（ＬＥＤチップ３１）に流れる電流Ｉｆの大きさは、４．０ｍＡ程度という比較的低電流である。この程度の電流ＩｆでＬＥＤモジュール３を駆動する場合、その発光効率は、７０Ｌｍ／Ｗ弱程度にまで達する。この結果、照明装置Ａ１としては、７．０Ｗの電力を投入すると、照明装置Ａ１が不可避的に有する吸収や漏光などによる損失があっても、４１３Ｌｍの明るさを実現している。この発光効率は５９Ｌｍ／Ｗであって、ハロゲンランプなどのフィラメントを用いた光源と比べて格段に高効率であり、顕著な省電力を図ることができる。

【００４４】

図１１は、１個のＬＥＤモジュール３に流れる電流Ｉｆと発光効率Ｅｆとの関係を示している。本実施形態のＬＥＤモジュール３は、本図のＴｙｐｅＡに相当する。図１１の関係から、ＬＥＤモジュール３に流れる電流Ｉｆが２ｍＡ～８ｍＡの範囲（より好ましくは、２ｍＡ～４ｍＡ）において良好な発光効率Ｅｆが得られていることが分かる。とくに、電流Ｉｆを４ｍＡとすると、ＬＥＤモジュール３を最も高い発光効率で発光させることが可能である。ＬＥＤモジュール３の定格電流は２０ｍＡ程度であるので、高効率の発光を実現するには、電流Ｉｆを定格電流の１０％～４０％（Ｉｆ＝２ｍＡ～８ｍＡのとき）とすればよい。さらに、２０％±３％（Ｉｆ＝４ｍＡのとき）とすることにより、ＬＥＤモジュール３の単体での効率が最大となる。

【００４５】

一方、照明装置Ａ１の全体としての発光効率等を調べた結果が、次表１に示されている。

【００４６】

【表１】

試作例	LED個数	電流mA	消費電力W	1m照度	Lx/W	照度むら
A	603	4.0	7.9	412.1	52.2	2%
B	302	8.0	7.9	410.6	52.0	5%
C	153	16.0	7.9	379.5	48.0	12%
D	117	20.8	7.9	361.9	45.8	21%

試作例Ａは、ＬＥＤモジュール３を基板１上に６０３個実装した前述の構成のものである。試作例Ｂは、試作例Ａから１個おきのＬＥＤモジュール３を間引くことによって、基板１上に３０２個のＬＥＤモジュール３を実装した構成としたものである。この場合、各ＬＥＤグループ３１Ａを構成するＬＥＤモジュール３の個数（並列数）が約半分となり、それに応じて、各ＬＥＤモジュール３における駆動電流は、試作例Ａの駆動電流４ｍＡの２倍（８ｍＡ）となっている。より具体的には、３４個のＬＥＤモジュール３で構成された５個のグループ３１Ａと、３３個のＬＥＤモジュール３で構成された４個のグループとの合計９グループを直列接続し、合計で３０２個のＬＥＤモジュール３を用いている。むろん、別の間引き方も可能であり、例えば、３４個のＬＥＤモジュール３で構成された９個のグループを直列接続し、合計３０６個のＬＥＤモジュール３を用いてもよい。

【００４７】

試作例Ｃは、試作例Ｂからさらに１個おきのＬＥＤモジュール３を間引き、基板１上に１５３個のＬＥＤモジュール３を実装した構成としたものである。この場合、各ＬＥＤグループ３１Ａを構成するＬＥＤモジュール３の個数（並列数）は、試作例Ａの場合の約４分の１となり、それに応じて、各ＬＥＤモジュール３における駆動電流は、試作例Ａの場合の４倍の１６ｍＡとなっている。試作例Ｄは、試作例ＡからＬＥＤモジュール３を均等に間引いて、その個数を５分の１としたものである。この場合、各ＬＥＤグループ３１Ａを構成するＬＥＤモジュール３の個数は試作例Ａの場合の約５分の１となり、それに応じて、各ＬＥＤモジュール３における駆動電流は、試作例Ａの場合の約５倍の２０．８ｍＡとなっている。

【００４８】

「消費電力」は、全ＬＥＤモジュール３による消費電力である。「１ｍ照度」とは、基板１の法線方向に、リフレクタ４の出射側開口４２から１ｍ離れた位置で測定した照度（Ｌｘ）である。「Ｌｘ／Ｗ」は、１ｍ照度を消費電力で除した値であり、照明装置全体の発光効率に相当する。「照度むら」は、照度分布の不均一度合いを表す。

ＬＥＤモジュール３の個数と照度との関係を図１２に示す。この図および前述の表１から、試作例Ａ，Ｂ間で照度に実質的な差がないことが分かる。しかも、表１から、試作例Ａ，Ｂ間で、発光効率についても有意な差が認められない。したがって、個々のＬＥＤモジュール３の発光効率では試作例Ａの方が有利ではあるが、全体の照度および発光効率に差がないことから、ＬＥＤモジュール３の個数が少ない試作例Ｂの方が、コストを削減でき、かつ、製造工数を削減できる点で有利である。

【００４９】

図１３は、照度むらの求め方を説明するための図であり、照度のヒストグラムが示されている。照度むらを求める手順は、次のとおりである。まず、基板１の法線方向にリフレクタ４の出射側開口４２から１ｍ離れた位置を中心とする一辺３ｍの正方形受光面（前記法線方向に垂直な面）上の複数の異なる位置で照度を測定する。次に、照度の値毎の度数分布を求め、図１３に示すようなヒストグラムを作成する。そして、最低度数位置ａと２番目に低い度数位置ｂとを結ぶ直線Ｌ１を求める。照度上限値付近および照度下限値付近は、ノイズが多いため、予め定める下限閾値ｃ未満の範囲および上限閾値ｄを超える範囲

を排除するための直線Ｌ２，Ｌ３を求める。さらに、直線Ｌ２，Ｌ３の間の照度区間において、度数分布曲線Ｌ５に外接する直線Ｌ４を求める。こうして、直線Ｌ１～Ｌ４で囲まれた四角形が求まる。この四角形の面積（参照面積）Ｓｒｅｆを求める。次に、直線Ｌ４と度数分布曲線Ｌ５の間の面積（照度むら面積）Ｓｕを求める。参照面積Ｓｒｅｆに対する照度むら面積Ｓｕの割合を百分率で表し、照度むら（％）（＝（Ｓｕ／Ｓｒｅｆ）×１００）とする。

【００５０】

ＬＥＤモジュール３の個数と照度むらとの関係を図１４に示す。試作例Ａおよび試作例Ｂでは、照度むらが５％以下であるが、試作例Ｃ，Ｄでは照度むらが１０％を超えている。照度むらが大きい場合には、照明装置Ａ１に近い物体があるときに、この物体表面に縞模様等の濃淡模様が観測される。より具体的には、ダウンライトが壁面近くの天井に設置される場合に、当該壁面に照度むらに起因する濃淡模様が形成されるおそれがある。したがって、試作例Ａ，Ｂ程度の照度むらに抑えることができれば好ましい。

【００５１】

図１５は、前述の表１に基づき、個々のＬＥＤモジュール３の駆動電流、１ｍ照度および照度むらの関係を表したグラフである。この図１５から、１個のＬＥＤモジュール３当たり、すなわち、１個のＬＥＤチップ３１当たりの駆動電流を８ｍＡ以下とすることにより、必要な照度を確保でき、かつ、照度むらを許容範囲に抑制できることが分かる。

一方、上記試作例Ａでは、ＬＥＤモジュール３の上記搭載個数密度が３１個／ｃｍ^{2}程度、あるいは上記占有面積割合が３９％程度である。また、上記試作例Ｂでは、ＬＥＤモジュール３の上記搭載個数密度が１５個／ｃｍ^{2}程度、あるいは上記占有面積割合が２０％程度である。さらに、上記試作例Ｃでは、ＬＥＤモジュール３の上記搭載個数密度が８個／ｃｍ^{2}程度、あるいは上記占有面積割合が１０％程度である。そして、上記試作例Ｄでは、ＬＥＤモジュール３の上記搭載個数密度が６個／ｃｍ^{2}程度、あるいは上記占有面積割合が８％程度である。試作例Ａ，Ｂの範囲の搭載個数密度および占有面積割合が好ましいが、試作例Ｃ，Ｄの場合でも、面状光源部３Ａを均一な光を発する発光面として視認することができた。このような均一な面発光を得るには、上記搭載個数密度を５個／ｃｍ^{2}以上（好ましくは１２個／ｃｍ^{2}以上、より好ましくは２５個／ｃｍ^{2}以上）、あるいは上記占有面積割合を６％以上（好ましくは１５％以上、より好ましくは３０％以上）とすることが好適である。

【００５２】

なお、試作例Ａについての搭載個数密度は、算出式「６０３個／（２．５ｃｍ×２．５ｃｍ×３．１４）」により得られたものである。また、試作例Ａについての専有面積割合は、算出式「（６０３×１．６ｍｍ×０．８ｍｍ）／（２．５ｃｍ×２．５ｃｍ×３．１４）」により得られたものである。他の試作例についても同様の算出式によって前述の数値を得ることができる。

【００５３】

また、前述の照明装置Ａ１では、斜行連結部２５を備えることにより、ｘ方向に整然と並べられた複数のＬＥＤモジュール３を、互いに直列に接続された複数のグループに属するように、接続することができる。複数のＬＥＤモジュール３を整然と配置することは、均一な面発光を得るのに重要である。複数のＬＥＤモジュール３を互いに直列に接続された複数のグループに属するように接続することは、個々のＬＥＤモジュール３に流す電流Ｉｆの大きさを高効率発光に適した低電流とするとともに、アノード電極２１ＡおよびカソードＢ間の電圧を、定電流制御を比較的行いやすい２７Ｖ程度とするのに都合がよい。

【００５４】

図３に示すように、直行連結部２６を境界として、複数のアノード折り返し部２４Ａおよび複数のカソード折り返し部２４Ｂのｘ方向における配置が反対となる。これにより、アノード電極２１ＡおよびカソードＢが配置された側においては、アノード折り返し部２４Ａとカソード折り返し部２４Ｂとがアノード電極２１Ａおよびカソード電極２

１Ｂを臨むような配置となる。したがって、アノード電極２１Ａおよびカソード電極２１Ｂから延びるアノード接続部２７Ａおよびカソード接続部２７Ｂを短縮化することができる。

【００５５】

直径Ｄ１，Ｄ２および距離Ｈを上述した寸法とすることにより、照明装置Ａ１の照射範囲の照度をダウンライトとして適した分布とすることができる。図１６Ａは、直径Ｄ１＝６０ｍｍ、直径Ｄ２＝１００ｍｍとした場合に、距離Ｈを変えたときの照度分布を示している。具体的には、Ｈ＝５５ｍｍ，５０ｍｍ，４５ｍｍ，４０ｍｍ，３５ｍｍ，３０ｍｍ，２５ｍｍ，２０ｍｍ，１５ｍｍ，１０ｍｍ，０ｍｍとした場合の照度分布がそれぞれ曲線で示されている。横軸は、照明装置Ａ１から１ｍ離れた照射面において、照明装置Ａ１正面を中心とした半径Ｒであり、縦軸は、上記照射面における相対照度Ｂである。相対照度Ｂは、Ｈ＝５５ｍｍ、Ｒ＝０ｍｍの照度を１とした相対照度である。

【００５６】

本図から理解されるように、Ｈ＝５５ｍｍ（Ｈ／Ｄ２＝０．５５）からＨ＝３０ｍｍ（Ｈ／Ｄ２＝０．３）のときは、Ｒ＝０ｍｍの相対照度Ｂがほとんど１．０であり、Ｒが大きくなるにつれて相対照度Ｂがなだらかに減少する分布となっている。これに対し、Ｈ＝２５ｍｍからＨ＝０ｍｍのときは、Ｒ＝０ｍｍの相対照度Ｂが顕著に低下してしまう。これは、Ｈが２５ｍｍ以下であると、不当に広い範囲に光が漏れてしまっていることを意味する。したがって、Ｈ≧３０ｍｍとすることが、照射範囲を明瞭に照射するのに好ましい。このような明瞭な照射を得るには、０．５≦Ｄ１／Ｄ２≦０．６９であり、０．３≦Ｈ／Ｄ２≦０．５５となるようにリフレクタ４を構成することが好ましい。

【００５７】

図１６Ｂは、直径Ｄ１＝６２ｍｍとし、直径Ｄ２および距離Ｈを種々の値に変えたときの照度分布を示している。横軸は、照明装置Ａ１から１ｍ離れた照射面において、照明装置Ａ１正面を中心とした半径Ｒであり、縦軸は、上記照射面における相対照度Ｂである。相対照度Ｂは、Ｈ＝４５ｍｍ、Ｄ２＝１００、Ｒ＝０ｍｍの照度を１とした相対照度である。図１６Ｂには、距離Ｈおよび直径Ｄ２を次の組み合わせとした各場合の相対照度Ｂが示されている。

【００５８】

Ｈ＝５５ｍｍ、Ｄ２＝１００ｍｍ
Ｈ＝５０ｍｍ、Ｄ２＝１００ｍｍ
Ｈ＝４５ｍｍ、Ｄ２＝１００ｍｍ
Ｈ＝４０ｍｍ、Ｄ２＝１００ｍｍ
Ｈ＝５５ｍｍ、Ｄ２＝９７ｍｍ
Ｈ＝５０ｍｍ、Ｄ２＝９７ｍｍ
Ｈ＝４５ｍｍ、Ｄ２＝９７ｍｍ
Ｈ＝４０ｍｍ、Ｄ２＝９７ｍｍ
Ｈ＝５５ｍｍ、Ｄ２＝９５ｍｍ
Ｈ＝５０ｍｍ、Ｄ２＝９５ｍｍ
Ｈ＝４５ｍｍ、Ｄ２＝９５ｍｍ
Ｈ＝４０ｍｍ、Ｄ２＝９５ｍｍ
Ｈ＝５５ｍｍ、Ｄ２＝９０ｍｍ
Ｈ＝５０ｍｍ、Ｄ２＝９０ｍｍ
Ｈ＝４５ｍｍ、Ｄ２＝９０ｍｍ
Ｈ＝４０ｍｍ、Ｄ２＝９０ｍｍ
Ｈ＝０ｍｍ、Ｄ２＝０ｍｍ

図１７は、Ｄ１＝６０ｍｍ、Ｄ２＝１００ｍｍの場合（Ｄ１／Ｄ２＝０．６）に、距離Ｈを様々な値としたときの効率を調べた結果を示す。「効率」とは、ここでは、全出射光量のうち、基板１の法線方向においてリフレクタ４の出射側開口４２から１ｍ離れた位置を中心とする一辺３ｍの正方形受光面に入る光量の割合である。Ｈ≧３０ｍｍの範囲にお

いて高い効率が実現されており、H≧４０mmの範囲では、距離Hを大きくしても効率にほとんど変化がない。したがって、低背化の観点から、H＝３０～４０mmとすることが好ましい。

【００５９】

図１８Ａ～図１８Ｄは、次のＮｏ．１～Ｎｏ．９のように寸法を定めたリフレクタ４において、放射照度を測定した結果を示すグラフである。Ｎｏ．１０は、リフレクタがない場合の相対照度である。「放射照度」は、基板１の法線方向においてリフレクタ４の出射側開口４２から１m離れた位置を中心とする一辺３mの正方形受光面における値である。各グラフの横軸の「位置」は、前述のような正方形受光面の中心位置からの偏倚を表す。

【００６０】

Ｎｏ．１　Ｄ１＝５２mm　Ｄ２＝９０mm　Ｈ＝３５mm
（Ｄ１／Ｄ２＝０．５８、Ｈ／Ｄ２＝０．３９）

Ｎｏ．２　Ｄ１＝５２mm　Ｄ２＝９０mm　Ｈ＝４０mm
（Ｄ１／Ｄ２＝０．５８、Ｈ／Ｄ２＝０．４４）

Ｎｏ．３　Ｄ１＝５２mm　Ｄ２＝９０mm　Ｈ＝４５mm
（Ｄ１／Ｄ２＝０．５８、Ｈ／Ｄ２＝０．５０）

Ｎｏ．４　Ｄ１＝４７mm　Ｄ２＝９０mm　Ｈ＝３５mm
（Ｄ１／Ｄ２＝０．５２、Ｈ／Ｄ２＝０．３９）

Ｎｏ．５　Ｄ１＝４７mm　Ｄ２＝９０mm　Ｈ＝４０mm
（Ｄ１／Ｄ２＝０．５２、Ｈ／Ｄ２＝０．４４）

Ｎｏ．６　Ｄ１＝４７mm　Ｄ２＝９０mm　Ｈ＝４５mm
（Ｄ１／Ｄ２＝０．５２、Ｈ／Ｄ２＝０．５０）

Ｎｏ．７　Ｄ１＝４２mm　Ｄ２＝９０mm　Ｈ＝３５mm
（Ｄ１／Ｄ２＝０．４７、Ｈ／Ｄ２＝０．３９）

Ｎｏ．８　Ｄ１＝４２mm　Ｄ２＝９０mm　Ｈ＝４０mm
（Ｄ１／Ｄ２＝０．４７、Ｈ／Ｄ２＝０．４４）

Ｎｏ．９　Ｄ１＝４２mm　Ｄ２＝９０mm　Ｈ＝４５mm
（Ｄ１／Ｄ２＝０．４７、Ｈ／Ｄ２＝０．５０）

Ｎｏ．１１　Ｄ１＝６２mm　Ｄ２＝１００mm　Ｈ＝５５mm
（Ｄ１／Ｄ２＝０．６２、Ｈ／Ｄ２＝０．５５）

Ｎｏ．１２　Ｄ１＝６２mm　Ｄ２＝１００mm　Ｈ＝４０mm
（Ｄ１／Ｄ２＝０．６２、Ｈ／Ｄ２＝０．４０）

Ｎｏ．１３　Ｄ１＝６２mm　Ｄ２＝９０mm　Ｈ＝４０mm
（Ｄ１／Ｄ２＝０．６９、Ｈ／Ｄ２＝０．４４）

Ｎｏ．１４　Ｄ１＝５２mm　Ｄ２＝９０mm　Ｈ＝４０mm
（Ｄ１／Ｄ２＝０．５８、Ｈ／Ｄ２＝０．４４）

天井穴の直径を１００mmとしたとき、出射側開口４２の直径Ｄ２は９０mm程度の大きさをとることができる。この際にＤ１＝５２mmとしたときは、図１８Ａに示すように、出射側開口面から基板１までの距離HをH＝３５mm、H＝４０mm、H＝４５mmと変化させた場合、それぞれの放射照度はＮｏ．１、Ｎｏ．２、Ｎｏ．３に示す波形の値となり、いずれも略同じ値になる。

【００６１】

一方、Ｄ２＝９０mm、Ｄ１＝４７mmとしたときは、図１８Ｂに示すように、H＝３５mm、H＝４０mm、H＝４５mmと変化させた場合、それぞれの放射照度はＮｏ．４、Ｎｏ．５、Ｎｏ．６に示す波形の値となり、放射照度にばらつきが生じてしまう。

さらに、図１８Ｃに示すように、Ｄ１＝４２mmとしたときは、H＝３５mm、H＝４０mm、H＝４５mmと変化させた場合、Ｄ１＝４７mmとした場合に比較してよりいっそう放射照度にばらつきが生じてしまう。

【００６２】

以上の測定結果に基づき、Ｄ２＝９０mmと大きくしてＤ１＝４５mm以下のリフレク

タ４を用いると、設計変更により高さＨを変更した際に高さによる放射照度のばらつきが大きくなってしまう。したがって、Ｄ２＝９０ｍｍとした際に、設計変更により放射照度がばらつかないためには、Ｄ１＝４５ｍｍ以上であることが望ましい。また、ＬＥＤモジュールの搭載個数密度の関係からも、Ｄ１＝４５ｍｍ程度以上であることが望ましい。以上からＤ１／Ｄ２＝０．５以上が好ましい範囲となる。

【００６３】

また、図１８Ｄに示すようにＤ２＝９０ｍｍ、Ｈ＝４０ｍｍのリクレクタ４を用いた際、Ｄ１＝５２ｍｍのときにはＮｏ．１４に示す波形の放射照度を得ることができる。

一方、Ｄ２＝９０ｍｍ、Ｈ＝４０ｍｍとしたままでＤ１＝６２ｍｍとすると、Ｎｏ．１３に示す波形の放射照度のように、Ｎｏ．１４の波形が示す放射照度と比較して、集光の効果が小さくなり、直下の放射照度が弱くなってしまう。

【００６４】

以上の理由よりＨ＝４０ｍｍとし、出射側開口の直径Ｄ２＝９０ｍｍと大きくした際にはＤ１＝６２ｍｍ以下、すなわちＤ１／Ｄ２＝０．６９以下（より好ましくは０．６７以下）であることが望まれる。

また、各ＬＥＤモジュール３に流す電流Ｉｆを小さくすることは、電流Ｉｆを所望の大きさとするための電圧Ｖｆのバラツキを小さくするのに有利であることが、発明者らの研究により判明した。発明者らは、複数個のＬＥＤモジュール３について、電流Ｉｆを１０，１００，２００，３００ｍＡに制御したときの電圧Ｖｆを測定しそのバラツキを評価した。その結果、測定された電圧Ｖｆの標準偏差を平均値で割った変動係数は、電流Ｉｆが１０，１００，２００，３００ｍＡの順に、０．７９、４．６、６．１、５．４であった。変動係数が大きいほど各測定における電圧Ｖｆのバラツキが大きいことを意味する。本計測においては、電流Ｉｆが１０ｍＡのときが、それ以外のときと比べて顕著にバラツキが小さい。本実施形態においては、ＬＥＤモジュール３に流れる電流Ｉｆは、１０ｍＡよりもさらに低い４．０ｍＡであることから、電圧Ｖｆのバラツキが非常に小さいと推測できる。

【００６５】

たとえば、本実施形態とは異なり面状光源部３Ａを構成するには至らない個数である６つのＬＥＤチップに７Ｗの電力を投入した場合、基板１の温度が５０～６０℃であったのに対し、本実施形態においては基板１の温度は４０～４５℃であった。これは、投入電力が同じでも、発熱源であるＬＥＤモジュール３（ＬＥＤチップ３１）がより分散された態様で実装されている本実施形態の方が、筐体５への放熱が高くなっているからであると考えられる。このように、面状光源部３Ａを有する構成であれば、照明時の放熱を比較的有利に行うことができる。

【００６６】

リフレクタ４の内面を凹凸状の金属表面とすることにより、照明装置Ａ１からの光をより均一化することができる。

図１９～図２７は、本発明に係る照明装置およびその構成部品の他の例を示している。これらの図面において上記実施形態と同一または類似の要素には、上記実施形態と同一の符号を付し、その説明を省略する。

【００６７】

図１９は、基板１、配線パターン２、および複数のＬＥＤモジュール３の他の例を示している。同図に示された構成においては、基板１が、略小判形状とされている。また、配線パターン２の形状が上述した実施形態と異なっている。複数のＬＥＤモジュール３の実装密度は上述した実施形態と同様である。このような構成によれば、基板１のもととなる材料から作成可能な基板１の枚数を増加させることが可能であり、製造コストの低減に好ましい。

【００６８】

図２０～図２２は、ＬＥＤモジュール３の他の例を示している。同図に示されたＬＥＤモジュール３は、幅が０．６ｍｍ、長さが１．０ｍｍ、厚さが０．２ｍｍとされており、

小型でありかつ非常に薄型のＬＥＤモジュールとして構成されている。このようなＬＥＤモジュール３を用い、かつ隣り合うＬＥＤモジュール３どうしの隙間を０．５ｍｍ程度とすれば、ＬＥＤモジュール３の搭載個数密度を少なくとも６０個／ｃｍ^{2}にまで高めることが可能である。このような構成によれば、面状光源部３Ａをより均一な光を発する発光面として視認させるのに適している。また、このＬＥＤモジュール３は、図１１に示すグラフのＴｙｐｅ
Ｂに相当する。このタイプのＬＥＤモジュール３は、電流Ｉｆが小さいほど発光効率を高めることが期待できる。照明装置Ａ１としての消費電力が同じ場合、搭載密度を高めることにより電流Ｉｆを小さくすることが可能である。

【００６９】

図２３および図２４は、基板１、配線パターン２、および複数のＬＥＤモジュール３の他の例を示している。同図に示された構成においては、基板１の寸法は、上述した例と同様であるが、配線パターン２およびＬＥＤモジュール３の構成が上述した実施形態と異なっている。

図２４に示すように、このＬＥＤモジュール３は、リード３５Ａ，３５Ｂおよびリフレクタ３６を備えている。リード３５Ａ，３５Ｂは、たとえばＣｕ－Ｎｉ合金からなる板状部材である。リード３５Ｂには、ＬＥＤチップ３１が搭載されており、リード３５Ａは、ワイヤを介してＬＥＤチップ３１と導通している。リフレクタ３６は、たとえば白色樹脂からなる。リード３５Ａ，３５Ｂの下面は、リフレクタ３６から露出しており、ＬＥＤモジュール３を面実装するための実装端子として用いられている。ＬＥＤモジュール３は、そのサイズが、４．０ｍｍ×２．０ｍｍである。

【００７０】

図２３および図２４に示すように、本実施形態においては、カソード直線部２３Ｂが比較的広幅とされている。より具体的には、平面視において図２３によく表れているように、ＬＥＤチップ３１とカソード直線部２３Ｂとが重なるほどの幅とされている。また、リード３５Ｂの裏面のすべてにカソード直線部２３Ｂが対面する格好となっている。なお、本実施形態のＬＥＤチップ３１に対してＬＥＤチップ３１の極性が逆向きとなるように組み込まれたＬＥＤモジュール３を用いた構成の場合、カソード直線部２３Ｂに代えて、アノード直線部２３ＡをＬＥＤチップ３１と重なるほどの広幅としてもよい。

【００７１】

配線パターン２は、アノード拡幅部２３Ａａおよびカソード拡幅部２３Ｂａを有している。アノード拡幅部２３Ａａは、アノード直線部２３Ａに導通しており、カソード拡幅部２３Ｂａは、カソード直線部２３Ｂに導通している。アノード拡幅部２３Ａａおよびカソード拡幅部２３Ｂａは、基板１の端部寄りに配置されており、その外縁が、基板１の外縁に沿った形状とされている。

【００７２】

本実施形態においては、搭載個数密度が３．０個／ｃｍ^{2}程度であり、占有面積割合が２４％程度である。このような実施形態であっても、たとえば６つ程度のＬＥＤモジュール３が搭載された構成と比べて、面発光していると視認できる面状光源部３Ａを構成することができる。さらに、本実施形態のＬＥＤモジュール３どうしの隙間を０．５ｍｍ程度とすれば、占有面積割合を７０％程度にまで高めることが可能である。このような構成によれば、面状光源部３Ａを極めて均一な光を発する発光面として視認させるのに好適である。

【００７３】

ＬＥＤチップ３１からの熱が、リード３５Ｂを介してカソード直線部２３Ｂへと好適に伝達される。カソード直線部２３Ｂ自体が広幅であることにより、ＬＥＤチップ３１からの熱を速やかに拡散させることができる。さらに、アノード拡幅部２３Ａａおよびカソード拡幅部２３Ｂａによって、アノード直線部２３Ａおよびカソード直線部２３Ｂから伝わってきた熱を外部に放散することを促進することができる。このような構成により、本実施形態においては、ＬＥＤモジュール３からの熱を効率よく放熱することができる。

【００７４】
図２５は、基板１、配線パターン２、および複数のＬＥＤモジュール３のさらに他の例を示している。同図に示された基板１は、その外形が１０２ｍｍ程度であり、天井などに開けられたφ１５０ｍｍ程度の開口に設置するのに適したサイズとされた照明装置Ａ１に用いられるものである。この基板１には、図６～図８に示したタイプのＬＥＤモジュール３が、８１６個程度実装されている。リフレクタ４の開口４１の直径Ｄ１が７０ｍｍ程度に設定される。
【００７５】
配線パターン２は、複数の非導通放熱部２８を有している。非導通放熱部２８は、アノード直線部２３Ａおよびカソード直線部２３Ｂのいずれとも導通しておらず、アノード直線部２３Ａおよびカソード直線部２３Ｂに対して、基板１の端部寄りに配置されている。各非導通放熱部２８は、その外縁が基板１の外縁に沿った形状とされている。このような構成によっても、面状光源部３Ａを発光面として視認させることができる。非導通放熱部２８を設けることにより、基板１の一部が不当に高温となることを回避することができる。
【００７６】
むろん、前述の例に倣って、図２５に示されたＬＥＤモジュール３を間引いて、その個数を図２５の構成の場合の２分の１などとしてもよい。これにより、少ない個数のＬＥＤモジュール３で所要の照度を確保し、かつ、優れた発光効率を実現することができる。
図２６は、本発明の第２実施形態に基づく照明装置を示している。本実施形態の照明装置Ａ２は、筐体５の構成が上述した実施形態と異なっている。本実施形態の筐体５は、底部５１および筒部５２を有しており、これらが一体的に繋がった構造とされている。底部５１には、基板１が接している。
【００７７】
このような構成によれば、基板１から底部５１へと速やかに熱を伝達させることができる。そして、この熱を、底部５１から筒部５２へと拡散させることが可能である。これにより、複数のＬＥＤモジュール３の放熱性をさらに高めることができる。
図２７は、本発明の第３実施形態に基づく照明装置を示している。本実施形態の照明装置Ａ３は、電源ユニットが照明装置本体とは別に配置される電源別置型である。そのため、前述の実施形態のような筐体５が設けられていない。これにより、照明装置本体を低背化できるので、設置スペースが限られている場合でも施工が可能となる。
【００７８】
上記の他にも、照明装置の各部の具体的な構成は、種々に設計変更自在である。たとえば、すべてのＬＥＤモジュール３が同一の波長の光を発する構成の他に、互いに異なる波長の光を発する複数のＬＥＤモジュール３を備える構成であってもよい。たとえば、電球色を発するＬＥＤモジュール３と昼光色を発するＬＥＤモジュール３とを備える構成としてもよい。この場合、電球色を発するＬＥＤモジュール３と昼光色を発するＬＥＤモジュール３とのうち実際に発光させる割合や、電流Ｉｆの大きさを個々に制御することにより、電球色、温白色、白色、昼白色、昼光色の光を任意に照射することが可能である。あるいは、白色のＬＥＤモジュール３を囲むようにたとえば緑色のＬＥＤモジュール３を配置すれば、常時は、白色のＬＥＤモジュール３を発光させ、緊急時には、緑色のＬＥＤモジュール３を発光させるという使い方ができる。ＬＥＤモジュール３は、１つのＬＥＤチップ３１を備えるものに限定されず、たとえば赤色光、緑色光、青色光を発する３つのＬＥＤチップ３１を備える構成としてもよい。
【００７９】
基板１や配線パターン２の構成を変更することなく、複数のＬＥＤモジュール３の個数を減らすことにより、照明装置Ａ１～Ａ３の定格電力を容易に変更することができる。たとえば、照明装置Ａ１の複数のＬＥＤモジュール３から、３つに１つの割合で取り除いたように実装すれば、定格電力を２／３にすることができる。あるいは、照明装置Ａ１～Ａ３の複数のＬＥＤモジュール３から、３つに２つの割合で取り除いたように実装すれば、

定格電力を１／３にすることができる。

【００８０】

また、リフレクタ４の出射側開口４１側に、レンズを設け、ＬＥＤモジュール３から発生する光の集光または拡散を図る構成としてもよい。

基板１の色や、配線パターン２を覆うレジストの色を適宜塗り分ければ、ＬＥＤモジュール３の非点灯時に任意の模様や文字が現れる構成とすることができる。

基板１の形状は円形に限定されず、正方形に代表される矩形状、六角形などの多角形状など様々な形状であってもよい。

【００８１】

また、照明装置の用途は、ダウンライトに限定されず、面状光源部から光を照射することが好ましい様々な用途に用いることができる。

図２８～図３０は、本発明の第４実施形態に係る照明装置としてのＬＥＤランプを示している。本実施形態のＬＥＤランプＡ１１は、基板１０１、複数のＬＥＤモジュール１０３、放熱部材１１１、電源基板１０４、複数の電源部品１０５、ケース１０６、および一対の口金１０７を備えており、たとえば直管形蛍光ランプの代替として一般用蛍光ランプ照明器具に取り付けて用いられる。

【００８２】

基板１０１は、たとえばガラスエポキシ樹脂製であり、長矩形状に形成されている。基板１０１は、放熱部材１１１上に積層配置されており、たとえばネジなどを用いて放熱部材１１１に取り付けられている。基板１０１としては、表面に絶縁処理が施されたアルミ板を用いてもよい。

基板１０１の上面１０１ａには、複数のＬＥＤモジュール１０３が実装されている。図３０に示すように、本実施形態においては、複数のＬＥＤモジュール１０３は、ケース１０６の中心軸Ｏ１を含む平面に沿って配置されている。図３１に示すように、複数のＬＥＤモジュール１０３は、千鳥状に配置されている。図３２～図３４に示すように、ＬＥＤモジュール１０３は、ＬＥＤチップ１３１、樹脂パッケージ１３２、基板１３３、および一対の実装端子１３４を備えている。ＬＥＤモジュール１０３は、幅が０．６ｍｍ、長さが１．０ｍｍ、厚さが０．２ｍｍとされており、小型でありかつ非常に薄型のＬＥＤモジュールとして構成されている。

【００８３】

基板１３３は、平面視略矩形状であり、たとえばガラスエポキシ樹脂からなる絶縁基板である。基板１３３の表面には、ＬＥＤチップ１３１が搭載されている。基板１３３の裏面には、一対の実装端子１３４が形成されている。基板１３３の厚さは、０．０５～０．０８ｍｍ程度とされている。ＬＥＤチップ１３１は、ＬＥＤモジュール１０３の光源であり、たとえば可視光を発光可能とされている。樹脂パッケージ１３２は、ＬＥＤチップ１３１を保護するためのものである。樹脂パッケージ１３２は、ＬＥＤチップ１３１からの光に対して透光性を有するたとえばエポキシ樹脂、またはＬＥＤチップ１３１からの光によって励起されることにより異なる波長の光を発する蛍光物質を含む透光樹脂を用いてモールド成形されている。本実施形態においては、たとえば、ＬＥＤチップ１３１からの青色光と、樹脂パッケージ１３２に含まれる上記蛍光物質からの黄色光を混色させることにより、ＬＥＤモジュール１０３は、白色を照射することができる。上記蛍光物質としては、黄色光を発するものに代えて、赤色光および緑色光を発するものを用いてもよい。

【００８４】

図３１に示すように、基板１０１には、配線パターン１０２が形成されている。配線パターン１０２は、たとえば銅などの金属膜からなり、複数のＬＥＤモジュール１０３を実装し、これらに電力供給するためのものである。配線パターン１０２は、複数のパッド部１２２を有している。配線パターン１０２のうちＬＥＤモジュール１０３を実装するための部分以外の部分は、たとえば白色レジストなどの高反射率を有する絶縁層（図示略）によって覆われている。

【００８５】

複数のパッド部１２２は、複数のＬＥＤモジュール１０３が実装される部分である。パッド部１２２は、アノード直線部１２３Ａ（図中黒色）およびカソード直線部１２３Ｂ（図中灰色）からなる。アノード直線部１２３Ａおよびカソード直線部１２３Ｂは、それぞれが長手方向Ｘに延びており、幅方向Ｙにおいて間隔をおいて平行に配置されている。これにより、複数のパッド部１２２は、すべてが長手方向Ｘに沿って延びている。また、複数のパッド部１２２の多くは、幅方向Ｙにおいて間隔を隔てて平行に配置されている。さらに、いくつかのパッド部１２２どうしは、長手方向Ｘにおいて間隔をおいて直列に配置されている。

【００８６】

ＬＥＤモジュール１０３は、一対の実装端子１３４の一方がアノード直線部１２３Ａに、他方がカソード直線部１２３Ｂにたとえばハンダ付けされることにより、パッド部１２２に実装されている。これにより、１つのパッド部１２２に実装された複数のＬＥＤモジュール１０３は、互いに並列に接続される。また、斜行連結部１２５を挟んで、並列に接続された複数のＬＥＤモジュール１０３からなる２つのグループが配置されている。斜行連結部１２５を挟んで両側に配置された２つのパッド部１２２は、幅方向Ｙにおいてアノード直線部１２３Ａおよびカソード直線部１２３Ｂの配置が同じである。斜行連結部１２５は、一方のパッド部１２２のアノード直線部１２３Ａと他方のパッド部１２２のカソード直線部１２３Ｂとを連結している。これにより、これらの２つのグループに属する複数のＬＥＤモジュール１０３は、互いに直列に接続されている。

【００８７】

このような構成により、複数のＬＥＤモジュール１０３、すなわち複数のＬＥＤチップ１３１が、図３５に示されるように接続されている。本実施形態においては、複数のＬＥＤモジュール１０３は、複数のグループ１３１Ａに分けられている。グループ１３１Ａには、互いに並列に接続された複数のＬＥＤモジュール１０３が含まれている。これらのグループ１３１Ａが、互いに直列に接続されている。この複数のグループ１３１Ａの直列回路が、電源基板１０４（図２９参照）に形成された電源ユニットに接続されている。この電源ユニットとしては、前述の図１０に示された定電流電源ユニットと同様のものを適用することができる。

【００８８】

各ＬＥＤモジュール１０３（ＬＥＤチップ１３１）のいわゆる定格電流が２０ｍＡであるのに対し、実際に流れる電流Ｉｆは、たとえば４．０ｍＡ以下である。高密度に実装された複数のＬＥＤモジュール１０３が発光すると、肉眼では複数の点光源の集合とは視認されず、面発光しているように視認される。すなわち、複数のＬＥＤモジュール１０３が実装された領域は、面状光源部１０３Ａを構成している。

【００８９】

具体的には、ＬＥＤランプＡ１１が、４０形（基板が１．７ｃｍ×１２０ｃｍ程度）の直管形蛍光ランプ相当のサイズである場合、ＬＥＤモジュール１０３の搭載個数は、６００個以上である。より好ましくは、ＬＥＤモジュール１０３の搭載個数は、１０００個以上、４０００個以上、８０００個以上、さらには１２０００個以上である。

ＬＥＤランプＡ１１が、２０形（基板が１．７ｃｍ×５８ｃｍ程度）の直管形蛍光ランプ相当のサイズである場合、ＬＥＤモジュール１０３の搭載個数は、２９０個以上である。より好ましくは、ＬＥＤモジュール１０３の搭載個数は、４８０個以上、１９００個以上、３９００個以上、さらには５８００個以上である。

【００９０】

ＬＥＤランプＡ１１が、１５形（基板が１．７ｃｍ×４４ｃｍ程度）の直管形蛍光ランプ相当のサイズである場合、ＬＥＤモジュール１０３の搭載個数は、２００個以上である。より好ましくは、ＬＥＤモジュール１０３の搭載個数は、３３０個以上、１３００個以上、２７００個以上、さらには４０００個以上である。

ＬＥＤランプＡ１１が、１０形（基板が１．７ｃｍ×３３ｃｍ程度）の直管形蛍光ランプ相当のサイズである場合、ＬＥＤモジュール１０３の搭載個数は、１５０個以上である

。より好ましくは、ＬＥＤモジュール１０３の搭載個数は、２５０個以上、１０００個以上、２０００個以上、さらには３０００個以上である。

【００９１】

たとえば、４０形相当で搭載個数が１２０００個の場合、隣り合うＬＥＤモジュール１０３どうしの隙間はＬＥＤモジュール同士の距離を短く詰めた場合であり、その距離はおよそ０．５ｍｍ程度である。基板１０１の面積（１．７ｃｍ×１２０ｃｍ：面状光源部が照明空間に臨む開口面積に相当する）に対するＬＥＤモジュール１０３の搭載個数に置き換えると、およそ６０個／ｃｍ^2（１２０００個／（１．７ｃｍ×１２０ｃｍ））程度である。また、ＬＥＤモジュール１０３の間隔に余裕を持たせた場合は、基板１０１の面積に対するＬＥＤモジュール１０３の搭載個数は５個／ｃｍ^{2}程度となる。また、ＬＥＤモジュール１０３の間隔にさらに余裕を持たせた場合は、基板１０１の面積に対するＬＥＤモジュール１０３の搭載個数密度は３個／ｃｍ^{2}程度となる。したがって、基板１０１の面積に対するＬＥＤモジュールの搭載個数は３個／ｃｍ^{2}程度から６０個／ｃｍ^{2}の範囲内であることが好ましい。たとえば、５個／ｃｍ^2、２０個／ｃｍ^2、４０個／ｃｍ^{2}などが相当する。

【００９２】

基板１０１の面積に対するＬＥＤモジュール１０３の合計面積の占有割合という観点からは、その上限は３６％程度（０．１ｃｍ×０．０６ｃｍ×１２０００／（１．７ｃｍ×１２０ｃｍ））が好ましい。また、基板１０１の面積に対するＬＥＤモジュール１０３の搭載個数が３個／ｃｍ^{2}程度となるようにＬＥＤモジュール同士の距離を設定した場合は、基板１０１の面積に対するＬＥＤモジュール１０３の合計面積の占有割合は１．８％程度（０．１ｃｍ×０．０６ｃｍ×６００／（１．７ｃｍ×１２０ｃｍ））となる。したがって、この場合は基板１０１の面積に対するＬＥＤモジュール１０３の合計面積の占有割合は１．８％程度以上であることが望ましい。

【００９３】

幅方向Ｙにおける複数のＬＥＤモジュール１０３の搭載個数（列数）は、少なくとも３列以上である。隣り合うＬＥＤモジュール１０３の隙間を０．５ｍｍ程度とした場合、この列数は、１５列に達する。より好ましくは、長手方向Ｘにおける単位長さあたりのＬＥＤモジュール１０３の搭載個数である搭載個数密度は、幅方向Ｙの単位長さあたりの搭載個数密度よりも大である。また、長手方向ＸにおけるＬＥＤモジュール１０３の占有割合は、幅方向Ｙにおける占有割合よりも大であることが好ましい。このような構成とするには、ＬＥＤモジュール１０３の長手方向を基板１０１の長手方向Ｘに沿わせる配置としてもよい。

【００９４】

放熱部材１１１は、たとえばＡｌからなり、図２８および図２９に示すように基板１０１の長手方向Ｘに沿って延びる細長ブロック状とされている。図３０によく表れているように、放熱部材１１１は、その断面が中空半円形状とされている。放熱部材１１１の中空部には、電源基板１０４および複数の電源部品が格納されている。

電源基板１０４は、たとえばガラスエポキシ樹脂製であり、長矩形状に形成されている。複数の電源部品１０５は、ＬＥＤモジュール１０３を点灯させるための電源回路として機能するものであり、電源基板１０４の両面に実装されている。複数の電源部品１０５は、ＡＣ／ＤＣコンバータ１５１と、コンデンサや抵抗器などの他の機能部品１５２とを含み、商用電源から供給される交流を直流定電流に変換してＬＥＤモジュール１０３に供給するように構成されたものである。ＡＣ／ＤＣコンバータ１５１は、電源基板１０４に実装される他の部品に比べて、空間に占めるサイズが大きい。

【００９５】

ケース１０６は、基板１０１および放熱部材１１１を収容するためのものであり、図３０によく表れているように、円形断面を有する直管状の円筒形とされている。ケース１０６の内面には、内側に突出させられた一対の突出片１６１が一体形成されている。このような構成のケース１０６は、たとえばポリカーボネートなどの合成樹脂からなり、押出成

形によって一体形成される。

【００９６】

図３０に表された収容状態において、基板１０１は、上面１０１ａが突出片１６１と当接することによってケース１０６に対する上記中心軸Ｏ１に垂直な方向（図中上方向）の移動が規制されている。基板１０１および放熱部材１１１、および電源基板１０４のケース１０６内への収容は、突出片１６１の下方において、基板１０１および放熱部材１１１をスライドさせながらケース１０６内に挿入することにより行う。

【００９７】

一対の口金１０７は、蛍光ランプ照明器具のソケットに装着することにより、商用交流電源から電力供給するためのものである。図２９に表れているように、口金１０７は、有底円筒状のカバー体１７１と、カバー体１７１の中空部に収容保持された樹脂ブロック１７２と、２本の端子１７３とを備えている。放熱部材１１１は、一対の口金１０７によって支持された状態となっている。端子１７３と電源基板１０４とは、電線によって接続されている。端子１７３は、カバー体１７１および樹脂ブロック１７２に貫通する状態で設けられている。端子１７３の一端部（外側の端部）は、蛍光ランプ照明器具の上記ソケットの差込口に嵌合される部分であり、端子１７３の他端部は、基板１０１の配線パターン１０２との間で電気的導通が図られている。

【００９８】

次に、ＬＥＤランプＡ１１の作用について説明する。

本実施形態によれば、上記複数のＬＥＤモジュール１０３が構成する面状光源部１０３Ａから光が発せられる。たとえば複数の点光源から発せられる光を観察した場合に、複数の鋭く輝く輝点が認識されるのとは異なり、面状光源部１０３Ａからの光は、全体に均一な輝度を有する光である。このため、たとえばケース１０６に強力な拡散機能を持たせることなく、ＬＥＤランプＡ１１から均一な光を出射することが可能である。これは、ケース１０６による光の減衰を抑制するのに適しており、ＬＥＤランプＡ１１の発光効率を高めることができる。

【００９９】

面状光源部１０３Ａから均一な輝度の面状光を適切に出射させるためには、ＬＥＤモジュール１０３の搭載個数を上述した数量、あるいは密度、占有割合とすることが好ましい。幅方向Ｙにおいてよりも長手方向Ｘにおいての方が、ＬＥＤモジュール１０３が密に配置されていることは、直管形とされたＬＥＤランプＡ１１からの光が、長手方向Ｘにおいて不均一に見えてしまうことを抑制するのに適している。

【０１００】

ＬＥＤモジュール１０３（ＬＥＤチップ１３１）に流れる電流Ｉｆの大きさとしては、４．０ｍＡ以下という値は比較的低電流である。本実施形態に用いられる程度の仕様のＬＥＤモジュール１０３の場合、電流Ｉｆが小さいほど投入電力のうち発熱に消費される割合を小とすることが可能である。つまり、前述の第１の実施形態の場合と同様に、ＬＥＤモジュール１０３は、８ｍＡ以下（より好ましくは４ｍＡ以下）の電流で駆動するときに、優れた発光効率が得られる。換言すれば、ＬＥＤモジュール１０３（ＬＥＤチップ１３１）は、定格電流の２０％以下（より好ましくは４０％以下）の電流で駆動するときに、優れた発光効率が得られる。また、照度むらを改善する観点からも８ｍＡ（定格電流の４０％）以下（より好ましくは４ｍＡ（定格電流の２０％）以下）の電流でＬＥＤモジュール１０３を駆動することが好ましい。

【０１０１】

また、各ＬＥＤモジュール１０３に流す電流Ｉｆを小さくすることは、電流Ｉｆを所望の大きさとするための電圧Ｖｆのバラツキを小さくするのに有利であることが、発明者らの研究により判明した。発明者らは、複数個のＬＥＤモジュール１０３について、電流Ｉｆを１０，１００，２００，３００ｍＡに制御したときの電圧Ｖｆを測定しそのバラツキを評価した。その結果、測定された電圧Ｖｆの標準偏差を平均値で割った変動係数は、電流Ｉｆが１０，１００，２００，３００ｍＡの順に、０．７９、４．６、６．１、５．４

であった。変動係数が大きいほど各測定における電圧Ｖｆのバラツキが大きいことを意味する。本計測においては、電流Ｉｆが１０ｍＡのときが、それ以外のときと比べて顕著にバラツキが小さい。本実施形態においては、ＬＥＤモジュール１０３に流れる電流Ｉｆは、１０ｍＡよりもさらに低い４．０ｍＡであることから、電圧Ｖｆのバラツキが非常に小さいと推測できる。

【０１０２】

斜行連結部１２５を備えることにより、長手方向Ｘに整然と並べられた複数のＬＥＤモジュール１０３を、互いに直列に接続された複数のグループに属するように、接続することができる。複数のＬＥＤモジュール１０３を整然と配置することは、均一な面発光を得るのに重要である。複数のＬＥＤモジュール１０３を互いに直列に接続された複数のグループに属するように接続することは、個々のＬＥＤモジュール１０３に流す電流Ｉｆの大きさを高効率発光に適した低電流とするとともに、アノード電極１２１ＡおよびカソードＬＥＤ電極１２１Ｂ間の電圧を、定電流制御を比較的行いやすい２７Ｖ程度とするのに都合がよい。

【０１０３】

たとえば、本実施形態とは異なり面状光源部１０３Ａを構成するには至らない個数のＬＥＤチップに同等の輝度を発するための電力を投入した場合、基板の温度が５０～６０℃であったのに対し、本実施形態においては基板１０１の温度は４０～４５℃であった。これは、投入電力が同じでも、発熱源であるＬＥＤチップ１３１がより分散された態様で実装されている本実施形態の方が、放熱が促進されているからであると考えられる。このように、面状光源部１０３Ａを有する構成であれば、照明時の放熱を比較的有利に行うことができる。

【０１０４】

上述のように、ケース１０６の内側には対をなす突出片１６１が設けられており、これら突出片１６１が基板１０１の幅方向Ｙの両端において上面１０１ａと当接することによって、ケース１０６に対してケース１０６の中心軸Ｏ１に垂直な方向（ケース１０６の半径方向）の移動が規制される。これにより、ＬＥＤランプＡ１１の組み立て時には、ケース１０６内に基板１０１を挿入するだけで、ケース１０６に対する基板１０１の相対的な位置決めを図ることができる。したがって、ＬＥＤランプＡ１１の組み立て作業を容易に行うことができる。

【０１０５】

図３６は、ＬＥＤランプＡ１１におけるＬＥＤモジュール１０３の配置構成の変形例を示している。この変形例においては、複数のＬＥＤモジュール１０３のほとんどが上述した白色光を発するものであるのに加えて、少量のＬＥＤモジュール１０３ｒが赤色光を発するものとして構成されている。ＬＥＤモジュール１０３ｒは、所定数の白色光を発するＬＥＤモジュール１０３を挟んで離散的に配置されている。このような構成によれば、青色光および黄色光のみを混色させることによって得られる白色光よりも、色味が深い、いわゆる演色性が高い光を出射することができる。

【０１０６】

図３７～図３９は、ＬＥＤランプＡ１１に用いられるＬＥＤモジュール１０３の変形例を示している。この変形例においては、ＬＥＤモジュール１０３は、その平面視寸法が１．６ｍｍｘ０．８ｍｍ、高さが０．５５ｍｍ程度とされている。この場合、隣り合うＬＥＤモジュール１０３どうしの隙間を０．５ｍｍとすれば、基板１０１の面積に対するＬＥＤモジュール１０３の合計面積の占有割合を４７％程度に高めることができる。

【０１０７】

図４０～図４２は、ＬＥＤランプＡ１１に用いられるＬＥＤモジュール１０３の他の変形例を示している。この変形例においては、ＬＥＤモジュール１０３は、ケース１３５を備えている。ケース１３５は、たとえば白色樹脂からなり、ＬＥＤチップ１３１および樹脂パッケージ１３２を囲む反射面１３５ａを有している。反射面１３５ａは、ＬＥＤチップ１３１から側方に進行する光を反射することにより上方に向かわせるためのものである

。このため、このＬＥＤモジュール１０３は、比較的高輝度のタイプに属する。ＬＥＤモジュール１０３は、その平面視寸法が４．０ｍｍｘ２．０ｍｍ、高さが０．５５ｍｍ程度とされている。この場合、隣り合うＬＥＤモジュール１０３どうしの隙間を０．５ｍｍとすれば、基板１０１の面積に対するＬＥＤモジュール１０３の合計面積の占有割合を７０％程度に高めることができる。

【０１０８】

図４３および図４４は、本発明の第５実施形態に係るＬＥＤランプを示している。なお、これらの図において、上記第４実施形態と同一または類似の要素には、上記実施形態と同一の符号を付している。本実施形態のＬＥＤランプＡ１２は、基板１０１および放熱部材１１１の構成が、上述した第４実施形態と異なっている。

本実施形態においては、基板１０１として、比較的薄肉の樹脂層（図示略）と金属配線層（図示略）とからなるフレキシブル配線基板が用いられている。このような基板１０１は、可撓性に富んでおり、円筒形状とされた放熱部材１１１に巻きつけられている。このため、基板１０１の幅方向Ｙは、本実施形態においては放熱部材１１１の周方向となっている。

【０１０９】

基板１０１の上記金属配線層は、上述した実施形態の配線パターン１０２と同様の構成とされており、複数のＬＥＤモジュール１０３が実装されている。複数のＬＥＤモジュール１０３は、千鳥状に高密度に配置されている。

このような実施形態によってもＬＥＤランプＡ１２の発光効率を高めることができる。ＬＥＤランプＡ１２は、複数のＬＥＤモジュール１０３が発光することにより、円筒の表面全体が発光するような形態を呈する。このため、ケース１０６による拡散機能をさらに弱めることが可能である。これは、ケース１０６の透過率を高めることに繋がり、ＬＥＤランプＡ１２の発光効率を高めるのに有利である。

【０１１０】

また、ＬＥＤモジュール１０３を搭載可能な基板１０１の面積を飛躍的に拡大することが可能であり、ＬＥＤモジュール１０３の搭載個数を増大するのに好適である。具体的には、ＬＥＤモジュール１０３の搭載個数を、ＬＥＤランプＡ１２が１０形相当の場合で９４００個程度、１５形の場合で１２５００個程度、２０形の場合で１８０００個程度、さらに４０形の場合には３７０００個にまで増やすことができる。

【０１１１】

図４５～図４７は、本発明の第６実施形態に基づくＬＥＤランプを示している。本実施形態のＬＥＤランプＡ１３は、放熱部材１１１の構成および複数の電源部品１０５の配置が上述した実施形態と異なっている。

本実施形態においては、図４７によく表れているように、放熱部材１１１の表面には複数の凹部１１１ａが形成されており、凹凸を有する形状となっている。凹部１１１ａは、基板１０１の長手方向Ｘに沿って放熱部材１１１の略全長にわたって形成されている。

【０１１２】

また、電源基板１０４は、複数の金属製のリード１４１よって基板１０１に取り付けられている。複数のリード１４１は、たとえば、一方の端部が電源基板１０４の長手方向両端部に対してハンダ付けによって固定されており、他方の端部が基板１０１の上面１０１ａに設けられた図示しないパッドにハンダ付けされている。これにより、電源基板１０４は、基板１０１ないし放熱部材１１１に対して離間して配置されている。なお、基板１０１の配線と電源基板１０４の配線とは、リード１４１を介して電気的導通が図られている。

【０１１３】

ケース１０６においては、突出片１６１が、ケース１０６の中心軸Ｏ１から下方（半径方向）に偏倚し、かつ当該中心軸Ｏ１に平行な面内において突出しているとともに、上記中心軸Ｏ１に沿う方向に延びている。基板１０１は、ケース１０６の中心軸Ｏ１から上面１０１ａとは反対側に偏倚した位置にあり、電源基板１０４は、ケース１０６の中心軸Ｏ

１近傍に位置している。このように、電源基板１０４が基板１０１よりも中心軸Ｏ１寄りに位置していることから、電源基板１０４の幅寸法を、基板１０１の幅寸法よりも大とすることができる。基板１０１、放熱部材１１１、および電源基板１０４のケース１０６内への収容は、突出片１６１の下方において、基板１０１および放熱部材１１１をスライドさせながらケース１０６内に挿入することにより行う。

【０１１４】

口金１０７は、有底円筒状のカバー体１７１と、カバー体１７１の中空部に収容保持された樹脂ブロック１７２と、２本の端子１７３とを備えている。樹脂ブロック１７２には凹部１７２ａが形成されており、この凹部１７２ａに放熱部材１１１の長手方向Ｘ端部を嵌挿することにより、口金１０７は放熱部材１１１に取り付けられている。これにより、ＬＥＤランプＡ１３において、放熱部材１１１は、一対の口金１０７によって支持された状態となっている。

【０１１５】

カバー体１７１と樹脂ブロック１７２との間には部分円筒状の隙間が設けられており、口金１０７が放熱部材１１１に取り付けられた状態において、ケース１０６の長手方向Ｘ両端部が上記隙間に挿入されている。ここで、図１９に表れているように、ケース１０６の長手方向Ｘの先端縁１０６ａと樹脂ブロック１７２の端縁１７２ｂとの間には、隙間が設けられている。

【０１１６】

このような構成によれば、比較的大サイズであるＡＣ／ＤＣコンバータ１５１をケース１０６内において適切に配置することができる。また、ケース１０６が仮に熱膨張したとしても、口金１０７と干渉することを抑制することが可能である。

本発明に係るＬＥＤランプは、上述した実施形態に限定されるものではない。本発明に係るＬＥＤランプの各部の具体的な構成は、種々に設計変更自在である。

【０１１７】

すべてのＬＥＤモジュール１０３が同一の波長の光を発する構成の他に、互いに異なる波長の光を発する複数のＬＥＤモジュール１０３を備える構成であってもよい。たとえば、電球色を発するＬＥＤモジュール１０３と昼光色を発するＬＥＤモジュール１０３とを備える構成としてもよい。この場合、電球色を発するＬＥＤモジュール１０３と昼光色を発するＬＥＤモジュール１０３とのうち実際に発光させる割合や、電流Ｉｆの大きさを個々に制御することにより、電球色、温白色、白色、昼白色、昼光色の光を任意に照射することが可能である。ＬＥＤモジュール１０３は、１つのＬＥＤチップ１３１を備えるものに限定されず、たとえば赤色光、緑色光、青色光を発する３つのＬＥＤチップ１３１を備える構成としてもよい。

【０１１８】

本発明の実施形態について詳細に説明してきたが、これらは本発明の技術的内容を明らかにするために用いられた具体例に過ぎず、本発明はこれらの具体例に限定して解釈されるべきではなく、本発明の精神および範囲は添付の請求の範囲によってのみ限定される。

この出願は、２００８年８月１１日に日本国特許庁に提出された特願２００８－２０６８６５号、２００８年１２月１２日に日本国特許庁に提出された特願２００８－３１７０４８号、２００８年１２月２２日に日本国特許庁に提出された特願２００８－３２４８３７号、２００９年１月９日に日本国特許庁に提出された特願２００９－３７２７号、および２００９年４月２７日に日本国特許庁に提出された特願２００９－１０８３３４号、に対応しており、これらの出願の全開示はここに引用により組み込まれるものとする。

【０１１９】

以下、この明細書および添付図面から抽出され得る特徴を記す。

照明装置は、基板と、上記基板に配置された複数のＬＥＤチップによって構成された面状光源部と、を備えている。より具体的には、上記面状光源部は、照明空間（照明対象の空間）に所定の開口面積で臨む。そして、上記複数のＬＥＤチップは、上記開口面積に対する搭載個数密度が３個／ｃｍ^{2}以上となるように上記基板に配置（好ましくは均等に配

置）されており、これにより面状の光源を形成している。上記開口面積は、照明空間に臨む基板の面積よりも大きくてもよい。つまり、面状光源部が基板の面積よりも大きな開口面積で照明空間に臨む場合がある。また、上記開口面積は、照明空間に臨む基板表面の面積であってもよい。つまり、面状光源部において照明空間に臨む開口面積が基板表面の面積と等しい場合がある。この場合において、基板表面の一部領域のみが照明空間に臨む場合には当該一部領域の面積が開口面積であり、基板表面の全領域が照明空間に臨む場合には当該全領域の面積が開口面積である。

【０１２０】

このような構成によれば、複数のＬＥＤチップを基板上に高密度配置することで面状光源部が形成されている。そのため、数個の高輝度ＬＥＤを用いる場合に比較して、１チップ当たりの駆動電流を抑制できるから、エネルギー効率のよい電流域でＬＥＤチップを発光させることができる。したがって、発光効率に優れた照明装置を実現できる。しかも、ＬＥＤチップの高密度配置によって、実質的な面状光源を形成できるので、均一な輝度での発光が可能になる。さらにまた、１チップ当たりの駆動電流が小さいので、発熱量を抑制できる。そのため、放熱対策が容易であり、それに応じて照明装置の構成を簡素化および小型化することができる。

【０１２１】

また、上記面状光源部から発せられる光は、上記基板の表面の法線方向を中心として進行するものであり、あらゆる方向に向かうものではない。このため、たとえばハロゲンランプに代表される点光源を備える照明装置と比べて、所望の範囲に光を向かわせるためのたとえばリフレクタを小さくすることが可能である。したがって、上記照明装置の小型化が可能であり、上記照明装置を取り付ける場合には、天井の設置スペースを小さくすることができる。

【０１２２】

第１の側面によって提供される照明装置では、上記複数のＬＥＤチップは、１チップ当たりの駆動電流が、当該ＬＥＤチップの定格電流の４０％以下（より好ましくは２０％以下）である。さらに具体的には、上記複数のＬＥＤチップは、１チップ当たりの駆動電流が、当該ＬＥＤチップの定格電流の２０±３％の範囲内の値であることが好ましい。より具体的には、上記複数のＬＥＤチップは、１チップあたりの駆動電流が８ｍＡ以下（より好ましくは４ｍＡ以下）であってもよい。

【０１２３】

このような駆動電流域においては、ＬＥＤチップは優れた発光効率を有するので、エネルギー効率のよい面状光源を提供でき、これにより、優れた発光効率の照明装置を実現できる。

また、ＬＥＤチップ１個当たりの駆動電流が大きい場合には、個々のＬＥＤチップの輝度が大きくなり、照度むらが生じるおそれがある。より具体的には、照明装置から近距離にある物体表面（たとえば壁面）に縞状等の濃淡模様が形成されるおそれがある。これに対して、１チップ当たりの駆動電流を前述の範囲に設計すると、照度むらを効果的に抑制することができる。すなわち、発光効率の向上および照度むらの抑制を併せて達成することができる。

【０１２４】

一つの形態においては、上記複数のＬＥＤチップは、互いに直列に接続された複数のグループに属しており、上記各グループに属する上記複数のＬＥＤチップは、互いに並列に接続されている。このような構成によれば、上記ＬＥＤチップを高い発光効率で発光させるのに適している。

より具体的には、上記照明装置は、上記複数のＬＥＤチップに電流を供給する定電流電源をさらに含み、上記複数のグループが上記定電流電源に直列に接続されていてもよい。これにより、定電流電源から供給される電流は、各グループにおいて、並列接続された複数のＬＥＤチップに分配される。したがって、個々のＬＥＤチップの駆動電流は、各グループを構成するＬＥＤチップの個数（並列数）に応じた値となる。

【０１２５】
第２の側面によって提供される照明装置では、上記各グループのＬＥＤチップの個数（並列数）が、ＬＥＤチップ１個当たりの駆動電流が当該ＬＥＤチップの定格電流の４０％以下（好ましくは２０％以下）となるように選択されている。より具体的には、上記各グループのＬＥＤチップの個数（並列数）が、ＬＥＤチップ１個当たりの駆動電流が当該ＬＥＤチップの定格電流の２０％±３％の範囲内の値となるように選択されていることが好ましい。また、上記各グループのＬＥＤチップの個数（並列数）が、ＬＥＤチップ１個当たりの駆動電流が８ｍＡ以下（より具体的には４ｍＡ以下）となるように選択されていてもよい。
【０１２６】
一つの形態においては、それぞれが、１以上の上記ＬＥＤチップと、互いに離間配置された一対の実装端子とを有する複数のＬＥＤモジュールを備えている。
この場合に、上記開口面積に対する上記複数のＬＥＤモジュールの占有面積割合が、２０％以上であることが好ましい。
また、一つの形態においては、上記複数のＬＥＤモジュールは、上記一対の実装端子が第１方向において離間する姿勢で、それぞれが上記第１方向と直角である第２方向に沿うように互いに平行に配置された複数の列をなすように配置されている。このような構成によれば、均一な面発光を実現するのに有利である。
【０１２７】
一つの形態においては、上記複数のＬＥＤモジュールは、千鳥状に配置されている。このような構成によれば、均一な面発光を実現するのに好適である。
第３の側面によって提供される照明装置では、上記基板には、それぞれが、上記第２方向に延びており、かつ上記第１方向に離間して平行に配置されたアノード直線部およびカソード直線部からなる、複数のパッド部と、上記複数のパッド部のうち上記第２方向において隣り合い、かつ上記第１方向においてそれぞれのアノード直線部およびカソード直線部が同じ側に配置されたものの一方の上記アノード直線部と他方の上記カソード直線部を連結する斜行連結部と、を有する配線パターンが形成されており、上記複数のＬＥＤモジュールは、上記アノード直線部および上記カソード直線部にまたがるように実装されている。
【０１２８】
このような構成によれば、上記第２方向に整然と配置された上記ＬＥＤモジュールを、互いに直列に接続された複数のグループに属するように、接続することができる。複数の上記ＬＥＤモジュールを整然と配置することは、均一な面発光を得るのに重要である。複数のＬＥＤモジュールを互いに直列に接続された複数のグループに属するように接続することは、個々の上記ＬＥＤモジュールに流す電流の大きさを高効率発光に適した低電流とするのに都合がよい。
【０１２９】
一つの形態においては、上記配線パターンは、上記第１方向において隣り合う上記アノード直線部を連結するアノード折り返し部、および上記第１方向において隣り合う上記カソード直線部を連結するカソード折り返し部を有する。
一つの形態においては、上記配線パターンは、上記複数のパッド部のうち上記第２方向において隣り合い、かつ上記第１方向においてそれぞれのアノード直線部およびカソード直線部が反対側に配置されたものの一方の上記アノード直線部と他方の上記カソード直線部を連結する直行連結部をさらに有する。
【０１３０】
一つの形態においては、上記複数のパッド部に対して上記第２方向一方寄りに配置された、アノード電極およびカソード電極をさらに備える。このような構成によれば、上記アノード折り返し部および上記カソード折り返し部が、上記アノード電極および上記カソード電極を臨む配置とすることができる。これは、上記アノード折り返し部および上記カソード折り返し部と上記アノード電極および上記カソード電極とを接続する部分の長さを短

縮するのに好ましい。

【０１３１】

一つの形態においては、上記カソード直線部または上記アノード直線部が、平面視において上記各ＬＥＤモジュールの上記ＬＥＤチップと重なる幅とされている。このような構成によれば、上記ＬＥＤチップから発生した熱を上記カソード直線部または上記アノード直線部を介して放散するのに適している。

一つの形態においては、上記配線パターンは、上記基板の端部寄りに配置されており、上記基板の端縁に沿った外形を有するアノード拡幅部およびカソード拡幅部の少なくともいずれかを有する。このような構成によれば、上記ＬＥＤチップから発生した熱を上記アノード拡幅部および上記カソード拡幅部の少なくともいずれかを介して放散するのに適している。

【０１３２】

一つの形態においては、上記配線パターンは、上記アノード直線部および上記カソード直線部と非導通とされており、かつ上記アノード直線部および上記カソード直線部に対して上記基板の端部寄りに位置する非導通放熱部を有する。このような構成によれば、上記基板からの放熱性を高めるのに適している。

一つの形態においては、上記基板は円形状であり、上記基板の上記複数のＬＥＤチップが搭載された面の法線方向に向かって末広がり状とされ、かつ上記面状光源部を囲むリフレクタをさらに備えており、上記リフレクタの上記基板側の基板側開口直径Ｄ１と上記基板とは反対側の出射側開口直径Ｄ２とが、０．５≦Ｄ１／Ｄ２≦０．６９であり、かつ上記基板側開口および上記出射側開口の距離Ｈと上記出射側開口直径Ｄ２とが、０．３≦Ｈ／Ｄ２≦０．５５とされている。このような構成によれば、上記照明装置によって、明瞭かつ均一に照射するのに好ましい。

【０１３３】

一つの形態においては、上記リフレクタの基板側開口面積に対する上記複数のＬＥＤチップの搭載個数密度が、３．０個／ｃｍ^{2}以上である。

一つの形態においては、上記リフレクタの基板側開口面積に対する上記複数のＬＥＤチップの搭載個数密度が、２５個／ｃｍ^{2}以上である。

一つの形態においては、上記リフレクタの基板側開口面積に対する上記複数のＬＥＤチップの搭載個数密度が、６０個／ｃｍ^{2}以上である。

【０１３４】

一つの形態においては、上記リフレクタの基板側開口面積に対する上記複数のＬＥＤチップの占有面積割合が、３０％以上である。

一つの形態においては、上記リフレクタの基板側開口面積に対する上記複数のＬＥＤモジュールの占有面積割合が、７０％以上である。

このような構成によれば、上記面状光源部を複数の点光源の集合ではなく、発光面として視認させるのに好ましい。上記搭載個数密度が、６０個／ｃｍ^{2}以上または上記占有面積割合が、７０％以上であるという構成は、上記ＬＥＤモジュール間に０．５ｍｍ程度の隙間を確保しても実現可能であり、上記ＬＥＤモジュールを上記基板に搭載するためのいわゆるマウンターとして一般的なものを用いることができるという利点がある。

【０１３５】

一つの形態においては、上記基板に対して上記リフレクタとは反対側に配置されており、上記基板が接する底部と、上記底部に一体的に繋がる筒部とを有する、金属からなる筐体をさらに備える。このような構成によれは、上記ＬＥＤモジュールからの放熱を上記筐体を介してより促進することができる。

上記リフレクタの表面は、凹凸状の金属面とされている。このような構成によれば、上記照明装置からの光を均一化するのに有利である。

【０１３６】

第４の側面によって提供される照明装置は、帯状の基板と、上記基板に配置された複数のＬＥＤチップと、を備えるＬＥＤランプの形態を有する。このＬＥＤランプ、それぞれ

が、１以上の上記ＬＥＤチップと、互いに離間配置された一対の実装端子とを有する複数のＬＥＤモジュールを備えている。また、ＬＥＤランプは、４０形直管形蛍光ランプ相当の形状およびサイズを有している。上記複数のＬＥＤモジュールの個数は、６００個以上である。

【０１３７】

一つの形態においては、上記各ＬＥＤモジュールは、その平面視寸法が１．０ｍｍ×０．６ｍｍ以下である。

一つの形態においては、上記各ＬＥＤモジュールは、その平面視寸法が１．６ｍｍ×０．８ｍｍ以下である。

一つの形態においては、上記各ＬＥＤモジュールは、その高さが０．２ｍｍ以下である。

【０１３８】

一つの形態においては、上記複数のＬＥＤモジュールの個数が、１０００個以上である。

一つの形態においては、上記複数のＬＥＤモジュールの個数が、４０００個以上である。

一つの形態においては、上記複数のＬＥＤモジュールの個数が、８０００個以上である。

【０１３９】

一つの形態においては、上記複数のＬＥＤモジュールの個数が、１２０００個以上である。

第５の側面によって提供される照明装置は、帯状の基板と、上記基板に配置された複数のＬＥＤチップと、を備えるＬＥＤランプの形態を有する。このＬＥＤランプは、それぞれが、１以上の上記ＬＥＤチップと、互いに離間配置された一対の実装端子とを有する複数のＬＥＤモジュールを備えている。そして、ＬＥＤランプは、２０形直管形蛍光ランプ相当の形状およびサイズを有している。上記複数のＬＥＤモジュールの個数は、２９０個以上である。

【０１４０】

一つの形態においては、上記複数のＬＥＤモジュールの個数が、４８０個以上である。

一つの形態においては、上記複数のＬＥＤモジュールの個数が、１９００個以上である。

一つの形態においては、上記複数のＬＥＤモジュールの個数が、３９００個以上である。

【０１４１】

一つの形態においては、上記複数のＬＥＤモジュールの個数が、５８００個以上である。

第６の側面によって提供される照明装置は、帯状の基板と、上記基板に配置された複数のＬＥＤチップと、を備えるＬＥＤランプの形態を有する。このＬＥＤランプは、それぞれが、１以上の上記ＬＥＤチップと、互いに離間配置された一対の実装端子とを有する複数のＬＥＤモジュールを備えている。そして、ＬＥＤランプは、１５形直管形蛍光ランプ相当の形状およびサイズを有している。上記複数のＬＥＤモジュールの個数は、２００個以上である。

【０１４２】

一つの形態においては、上記複数のＬＥＤモジュールの個数が、３３０個以上である。

一つの形態においては、上記複数のＬＥＤモジュールの個数が、１３００個以上である。

一つの形態においては、上記複数のＬＥＤモジュールの個数が、２７００個以上である。

【０１４３】

一つの形態においては、上記複数のＬＥＤモジュールの個数が、４０００個以上である

。
第７の側面によって提供される照明装置は、帯状の基板と、上記基板に配置された複数のＬＥＤチップと、を備えるＬＥＤランプとしての形態を有している。このＬＥＤランプは、それぞれが、１以上の上記ＬＥＤチップと、互いに離間配置された一対の実装端子とを有する複数のＬＥＤモジュールを備えている。ＬＥＤランプは、１０形直管形蛍光ランプ相当の形状およびサイズを有している。上記複数のＬＥＤモジュールの個数は、１５０個以上である。
【０１４４】
一つの形態においては、上記複数のＬＥＤモジュールの個数が、２５０個以上である。
一つの形態においては、上記複数のＬＥＤモジュールの個数が、１０００個以上である。
一つの形態においては、上記複数のＬＥＤモジュールの個数が、２０００個以上である。
【０１４５】
一つの形態においては、上記複数のＬＥＤモジュールの個数が、３０００個以上である。
一つの形態においては、上記各ＬＥＤモジュールは、その平面視寸法が１．０ｍｍ×０．６ｍｍ以下である。
一つの形態においては、上記各ＬＥＤモジュールは、その平面視寸法が１．６ｍｍ×０．８ｍｍ以下である。
【０１４６】
一つの形態においては、上記各ＬＥＤモジュールは、その高さが０．２ｍｍ以下である。
第８の側面によって提供されるＬＥＤランプは、帯状の基板と、上記基板に配置された複数のＬＥＤチップと、を備えるＬＥＤランプとしての形態を有している。このＬＥＤランプは、それぞれが、１以上の上記ＬＥＤチップと、互いに離間配置された一対の実装端子とを有する複数のＬＥＤモジュールを備えている。上記基板の面積に対する上記複数のＬＥＤモジュールの搭載個数密度は、３．０個／ｃｍ^{2}以上である。
【０１４７】
一つの形態においては、上記基板の面積に対する上記複数のＬＥＤモジュールの搭載個数密度が、５．０個／ｃｍ^{2}以上である。
一つの形態においては、上記基板の面積に対する上記複数のＬＥＤモジュールの搭載個数密度が、２０個／ｃｍ^{2}以上である。
一つの形態においては、上記基板の面積に対する上記複数のＬＥＤモジュールの搭載個数密度が、４０個／ｃｍ^{2}以上である。
【０１４８】
一つの形態においては、上記基板の面積に対する上記複数のＬＥＤモジュールの搭載個数密度が、６０個／ｃｍ^{2}以上である。
一つの形態においては、上記基板の幅方向における上記複数のＬＥＤモジュールの搭載個数が３個以上である。
一つの形態においては、上記基板の長手方向における上記複数のＬＥＤモジュールの搭載個数密度が、上記基板の幅方向における上記複数のＬＥＤモジュールの搭載個数密度よりも大である。
【０１４９】
一つの形態においては、上記各ＬＥＤモジュールは、その平面視寸法が１．０ｍｍ×０．６ｍｍ以下である。
一つの形態においては、上記各ＬＥＤモジュールは、その平面視寸法が１．６ｍｍ×０．８ｍｍ以下である。
一つの形態においては、上記各ＬＥＤモジュールは、その高さが０．２ｍｍ以下である。

【０１５０】
第９の側面によって提供される照明装置は、帯状の基板と、上記基板に配置された複数のＬＥＤチップと、を備えるＬＥＤランプとしての形態を有している。このＬＥＤランプは、それぞれが、１以上の上記ＬＥＤチップと、互いに離間配置された一対の実装端子とを有する複数のＬＥＤモジュールを備えている。そして、上記基板の面積に対する上記複数のＬＥＤモジュールの占有面積割合が、２０％以上であり、かつ、上記各ＬＥＤモジュールの平面視寸法が４．０ｍｍ×２．０ｍｍ以下である。
【０１５１】
第１０の側面によって提供される照明装置は、帯状の基板と、上記基板に配置された複数のＬＥＤチップと、を備えるＬＥＤランプとしての形態を有している。このＬＥＤランプは、それぞれが、１以上の上記ＬＥＤチップと、互いに離間配置された一対の実装端子とを有する複数のＬＥＤモジュールを備えている。そして、上記基板の面積に対する上記複数のＬＥＤモジュールの占有面積割合が、３０％以上である。
【０１５２】
一つの形態においては、上記基板の面積に対する上記複数のＬＥＤモジュールの占有面積割合が、３５％以上である。
一つの形態においては、上記基板の面積に対する上記複数のＬＥＤモジュールの占有面積割合が、４５％以上である。
一つの形態においては、上記基板の面積に対する上記複数のＬＥＤモジュールの占有面積割合が、７０％以上である。
【０１５３】
一つの形態においては、上記各ＬＥＤモジュールは、その平面視寸法が１．０ｍｍ×０．６ｍｍ以下である。
一つの形態においては、上記各ＬＥＤモジュールは、その平面視寸法が１．６ｍｍ×０．８ｍｍ以下である。
一つの形態においては、上記各ＬＥＤモジュールは、その高さが０．２ｍｍ以下である。
【０１５４】
一つの形態においては、上記基板の長手方向における上記複数のＬＥＤモジュールの占有割合が、上記基板の幅方向における上記複数のＬＥＤモジュールの占有割合よりも大である。
一つの形態においては、上記複数のＬＥＤモジュールは、発する光の波長が互いに異なるものを含む。
【０１５５】
一つの形態においては、上記複数のＬＥＤモジュールは、白色光を発する複数のＬＥＤモジュールと、これら白色光を発する複数のＬＥＤモジュールものよりも全体に占める割合が小であり、かつ離散的に配置された、赤色光を発する複数のＬＥＤモジュールと、を含む。
一つの形態においては、上記各ＬＥＤチップに流れる電流は、その定格電流の２０％以下である。
【０１５６】
第１１の側面によって提供される照明装置は、帯状の基板と、上記基板に配置された複数のＬＥＤチップによって構成された面状光源部と、を備え、ＬＥＤランプとしての形態を有している。
一つの形態においては、上記基板を収容する断面円形管状のケースをさらに有する。
一つの形態においては、上記複数のＬＥＤチップは、互いに直列に接続された複数のグループに属しており、上記各グループに属する上記複数のＬＥＤチップは、互いに並列に接続されている。
【０１５７】
一つの形態においては、それぞれが、１以上の上記ＬＥＤチップと、互いに離間配置さ

れた一対の実装端子とを有する複数のＬＥＤモジュールを備えており、上記複数のＬＥＤモジュールは、上記一対の実装端子が上記基板の幅方向において離間する姿勢で、それぞれが上記基板の長手方向に沿うように互いに平行に配置された複数の列をなすように配置されている。

【０１５８】

一つの形態においては、上記複数のＬＥＤモジュールは、千鳥状に配置されている。

一つの形態においては、上記基板は、樹脂層と金属配線層とが積層された可撓性を有するフレキシブル配線基板であり、かつ断面形状が、円形状または円弧形状とされている。

一つの形態においては、上記ケースは直管状とされており、かつ、このケースには、その中心軸に平行な面内において対をなすようにして内側に突出する突出片が一体形成されており、上記基板は、上記突出片によって上記ケースに対する半径方向の移動が規制される。

【０１５９】

このような構成によれば、複数のＬＥＤチップ（あるいは複数のＬＥＤモジュール）から発せられる光は、肉眼によっては点光源からの光とは認識されず、面状光として認識指される。このため、たとえば複数の点光源からの光を面光源と見せかけるほどの拡散を、この面状光に対しては行う必要がない。したがって、上記ＬＥＤランプからの光を不当に減衰してしまうことを回避可能であり、上記ＬＥＤランプの発光効率を高めることができる。また、上記複数のＬＥＤチップの搭載数が多いほど、各ＬＥＤチップに流す電流値を相対的に小さくすることができる。これは、上記ＬＥＤチップに投入したエネルギーのうち発熱に消費される割合を小さくするのに有利であり、上記ＬＥＤランプの発光効率を高めるのに適している。

【０１６０】

第１２の側面によって提供される照明装置は、基板と、上記基板に配置された複数のＬＥＤチップと、上記複数のＬＥＤチップに電流を供給する定電流電源とを備え、上記複数のＬＥＤチップは、互いに直列に接続された複数のグループに属しており、上記各グループに属する上記複数のＬＥＤチップは、互いに並列に接続されており、上記複数のグループが上記定電流電源に直列に接続されており、上記各グループのＬＥＤチップの個数が、ＬＥＤチップ１個当たりの駆動電流が当該ＬＥＤチップの定格電流の４０％以下となるように選択されている。

【０１６１】

一つの好ましい形態では、上記各グループのＬＥＤチップの個数が、ＬＥＤチップ１個当たりの駆動電流が当該ＬＥＤチップの定格電流の２０％以下となるように選択されている。

一つの好ましい形態では、上記各グループのＬＥＤチップの個数が、ＬＥＤチップ１個当たりの駆動電流が当該ＬＥＤチップの定格電流の２０％±３％の範囲内の値となるように選択されている。

【０１６２】

一つの好ましい形態では、それぞれが、１以上の上記ＬＥＤチップと、互いに離間配置された一対の実装端子とを有する複数のＬＥＤモジュールを備えている。

一つの好ましい形態では、上記複数のＬＥＤモジュールは、上記一対の実装端子が第１方向において離間する姿勢で、それぞれが上記第１方向と直角である第２方向に沿うように互いに平行に配置された複数の列をなすように配置されている。

【０１６３】

一つの好ましい形態では、上記複数のＬＥＤモジュールは、千鳥状に配置されている。

一つの好ましい形態では、上記複数のＬＥＤチップを囲むリフレクタと、上記基板に対して上記リフレクタとは反対側に配置された筐体とをさらに含み、前記筐体の内部に、前記定電流電源を形成する電源基板が収容されている。

一つの好ましい形態では、前記定電流電源は、供給する電流値を設定する電流設定用抵抗素子を含み、前記電流設定用抵抗素子の抵抗値および上記各グループに属する上記ＬＥ

Ｄチップの個数が、上記ＬＥＤチップ１個当たりの駆動電流が当該ＬＥＤチップの定格電流の４０％以下となるように設計されている。

【０１６４】

一つの好ましい形態では、前記定電流電源は、上記複数のＬＥＤチップに電流を供給する一対の出力線の間に接続され、前記複数のＬＥＤチップに逆電圧が印加されることを防ぐ逆電圧保護回路を含む。

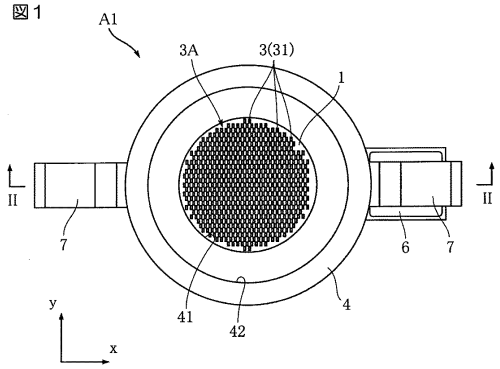
【符号の説明】

【０１６５】

Ａ１，Ａ２，Ａ３…照明装置、Ｄ１…（基板側開口）直径、Ｄ２…（出射側開口）直径、ｘ…（第２）方向、ｙ…（第１）方向、Ｈ…距離、１…基板、２…配線パターン、３…ＬＥＤモジュール、３Ａ…面状光源部、４…リフレクタ、５…筐体、６…コネクタ、７…ホルダ、８…支持基板、９…支柱、２１Ａ…アノード電極、２１Ｂ…カソード電極、２２…パッド部、２３Ａ…アノード直線部、２３Ｂ…カソード直線部、２３Ａａ…アノード拡幅部、２３Ｂａ…カソード拡幅部、２４Ａ…アノード折り返し部、２４Ｂ…カソード折り返し部、２５…斜行連結部、２６…直行連結部、２７Ａ…アノード接続部、２７Ｂ…カソード接続部、２８…非導通放熱部、３１…ＬＥＤチップ、３１Ａ…グループ、３２…樹脂パッケージ、３３…基板、３４…実装端子、４１…（基板側）開口、４２…（出射側）開口、５１…底部、５２…筒部、６０…電源ユニット、６０Ａ…電源基板、６１…サージ保護回路、６２…フィルタ回路、６３…整流回路、６４…制御回路、６５…逆電圧保護回路、６６…商用交流電源、６７，６８…給電線、６９…ヒューズ、７０…バリスタ、７１…インダクタ、７２，７３…コンデンサ、７４…ダイオード、７５…定電流ドライバ、７５ａ，７５ｂ…電源端子、７５ｃ…制御端子、７５ｄ，７５ｅ…出力端子、７６～７８…平滑コンデンサ、７９…電流設定用抵抗素子、８０，８１…直流給電線、８２，８３…出力端子、８４，８５…出力線、８６，８７…リード線、Ａ１１，Ａ１２，Ａ１３…ＬＥＤランプ、１０１…基板、１０１ａ…上面、１０２…配線パターン、１０３，１０３ｒ…ＬＥＤモジュール、１０３Ａ…面状光源部、１０４…電源基板、１０４ａ…上面、１０４ｂ…下面、１０５…電源部品、１０６…ケース、１０７…口金、１１１…放熱部材、１２２…パッド部、１２３Ａ…アノード直線部、１２３Ｂ…カソード直線部、１２５…斜行連結部、１３１…ＬＥＤチップ、１３１Ａ…グループ、１３２…樹脂パッケージ、１３３…基板、１３４…実装端子、１５１…ＡＣ／ＤＣコンバータ、１６１…突出片、１７１…カバー体、１７２…樹脂ブロック、１７３…端子

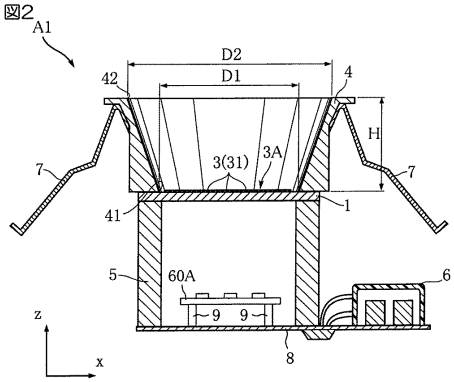
【図１】

図1



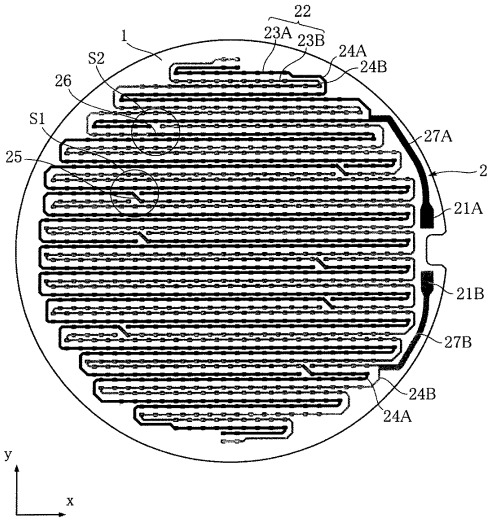
【図２】

図2



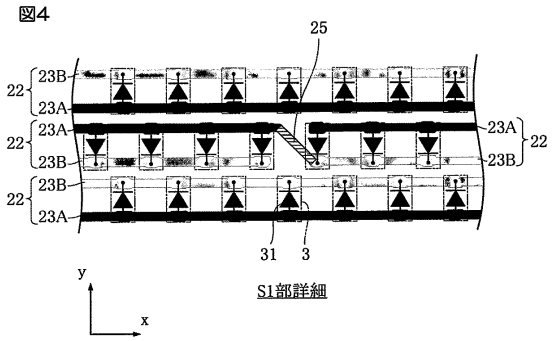
【図３】

図3



【図４】

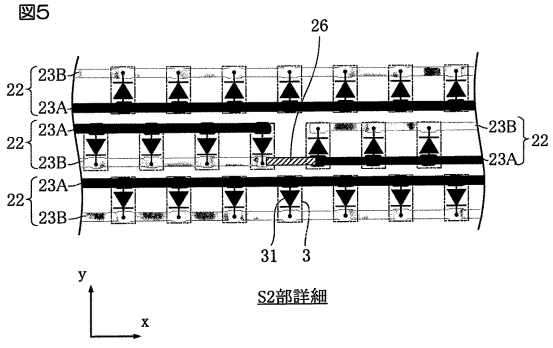
図4



S1部詳細

【図５】

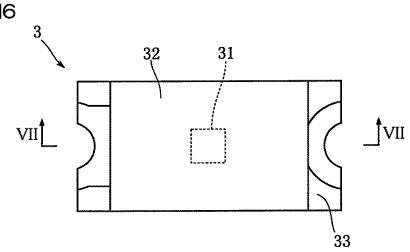
図5



S2部詳細

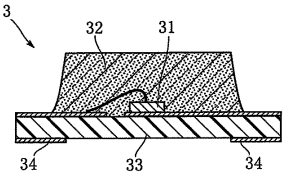
【図６】

図6



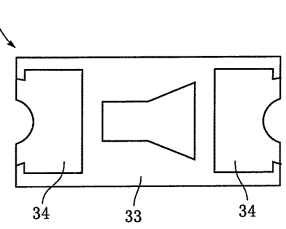
【図７】

図7

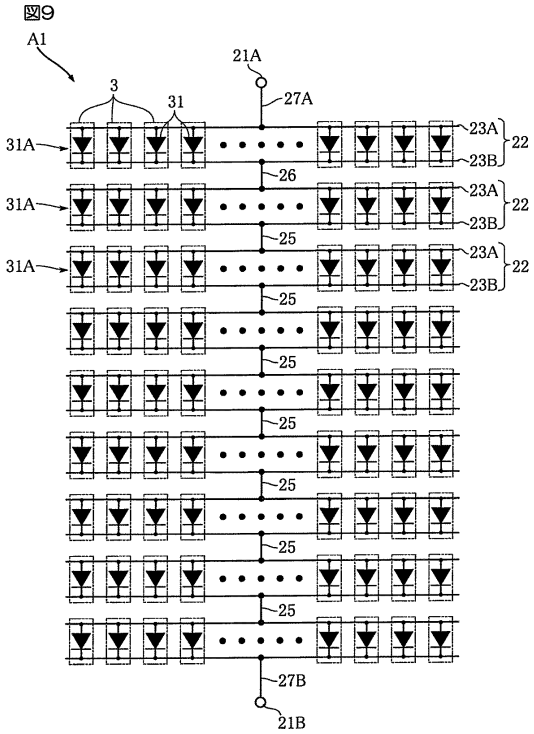


【図８】

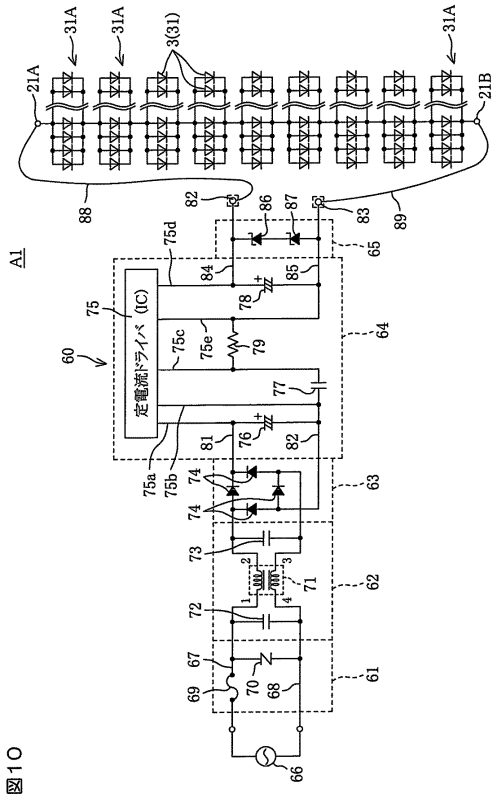
図8



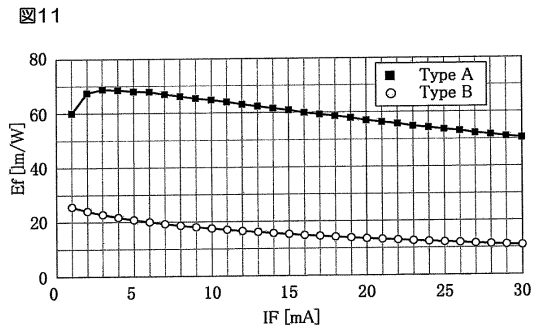
【図９】



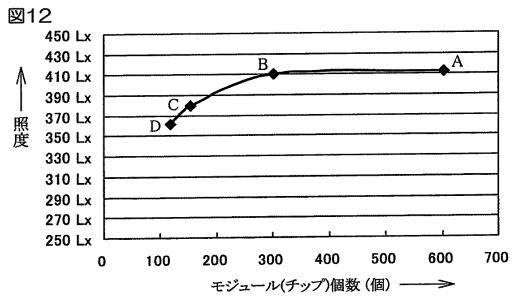
【図１０】



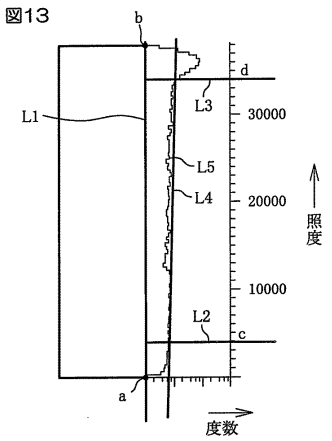
【図１１】



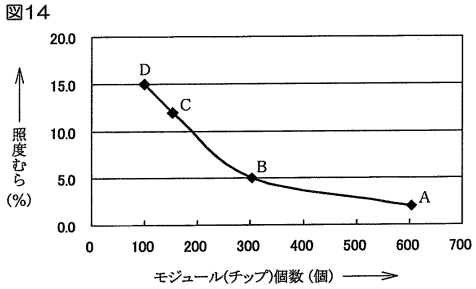
【図１２】



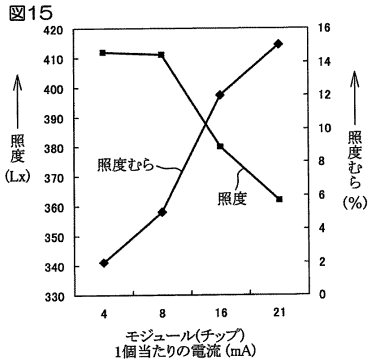
【図１３】



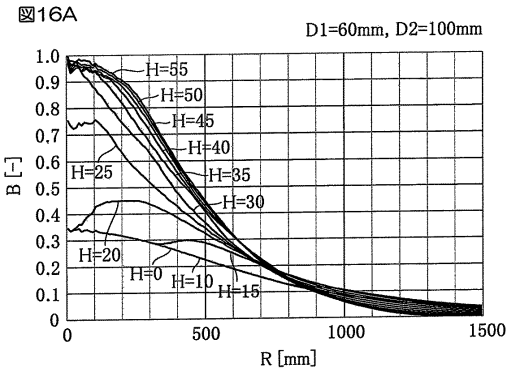
【図１４】



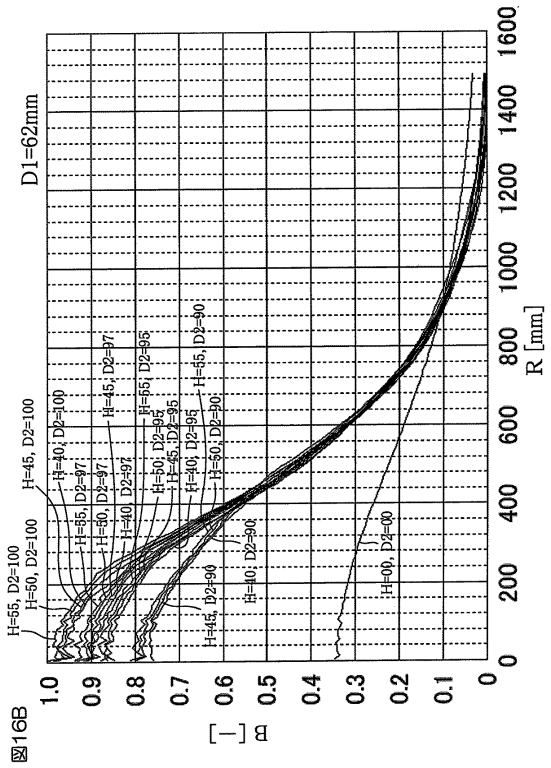
【図１５】



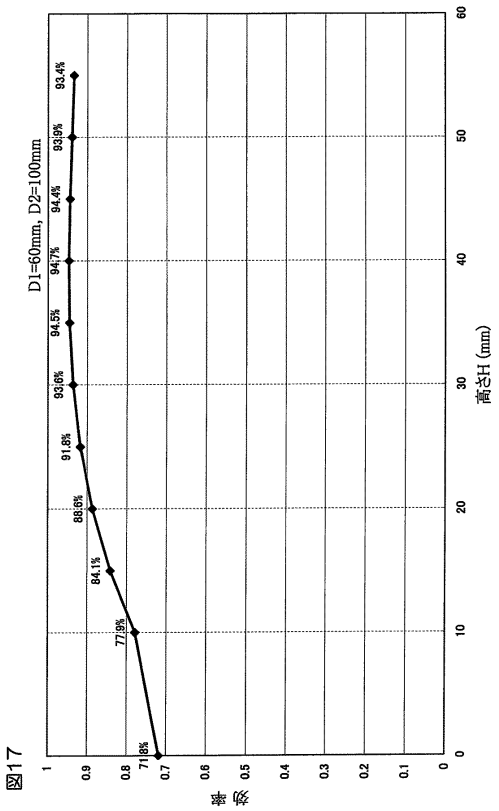
【図１６Ａ】



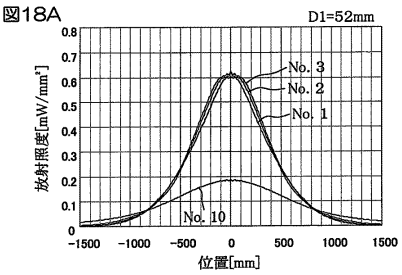
【図１６Ｂ】



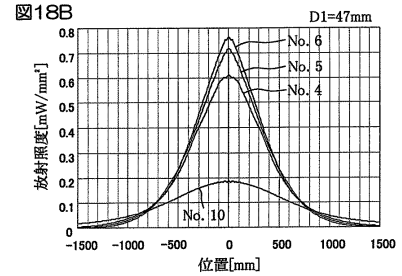
【図１７】



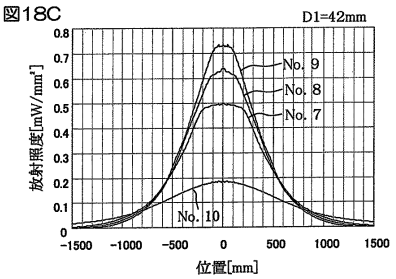
【図１８Ａ】



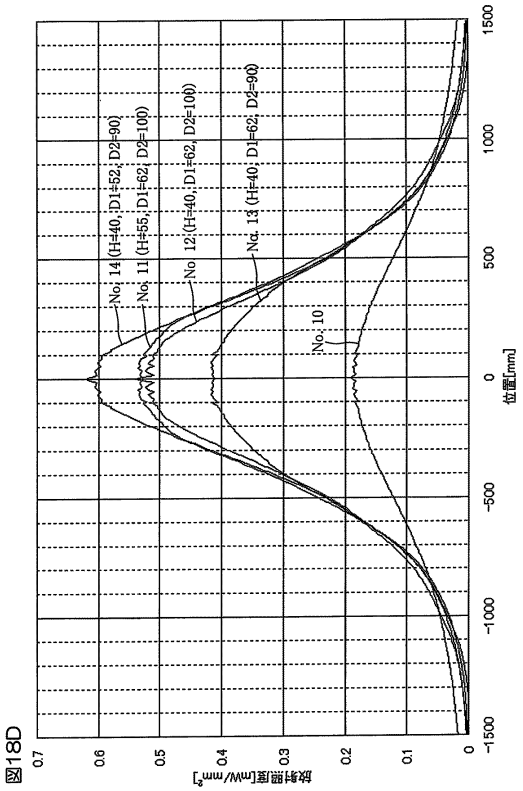
【図１８Ｂ】



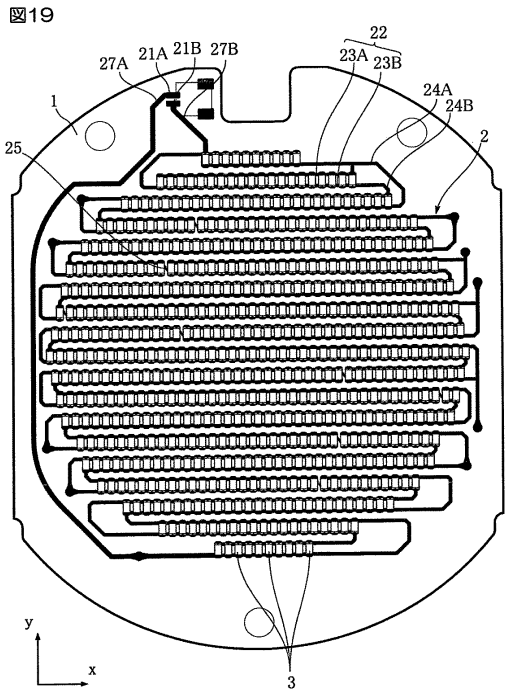
【図１８Ｃ】



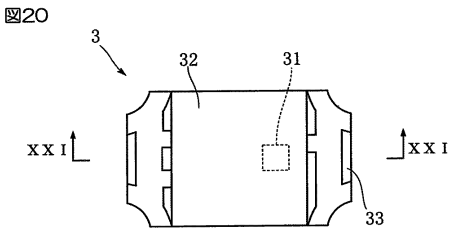
【図１８Ｄ】



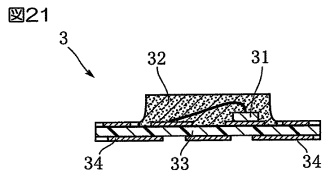
【図１９】



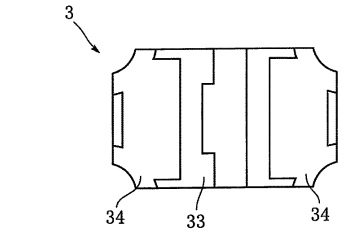
【図２０】



【図２１】

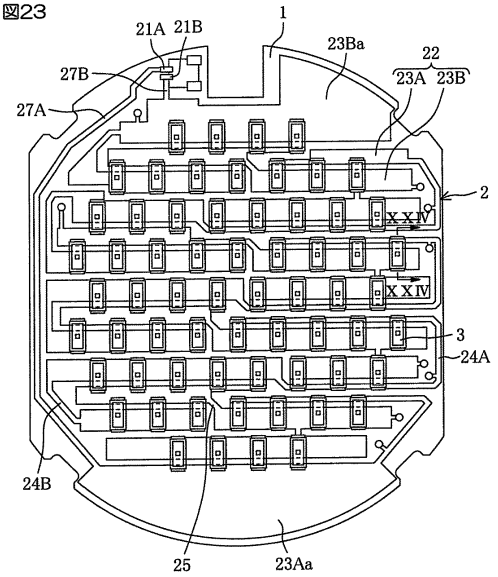


【図２２】



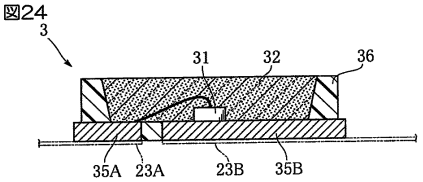
【図２３】

図23



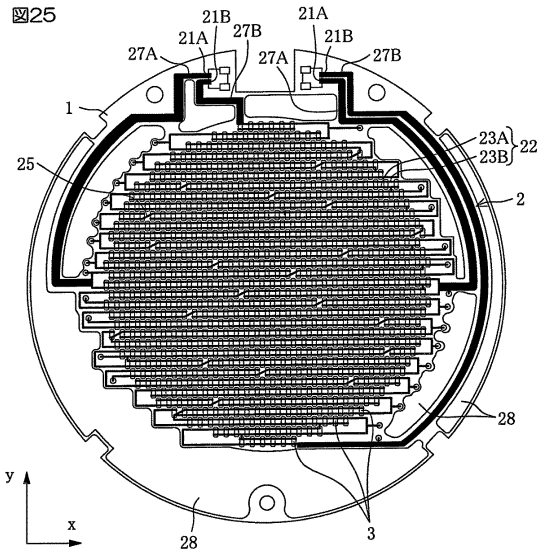
【図２４】

図24



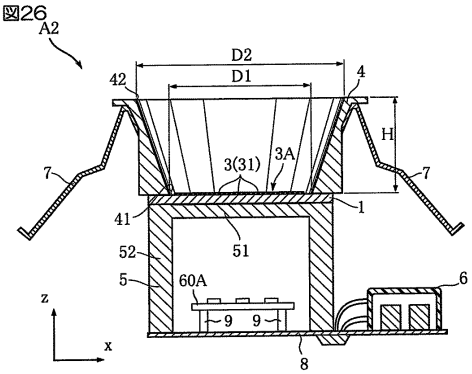
【図２５】

図25



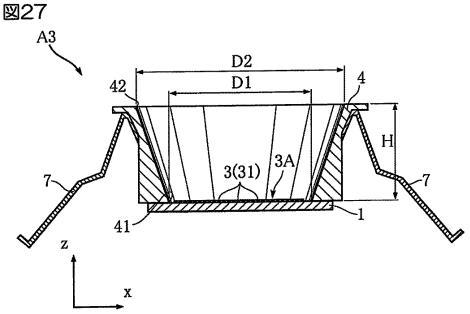
【図２６】

図26



【図２７】

図27



【図２８】

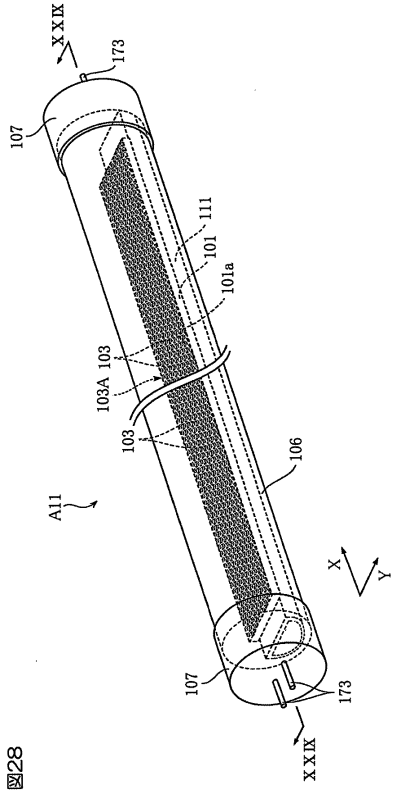
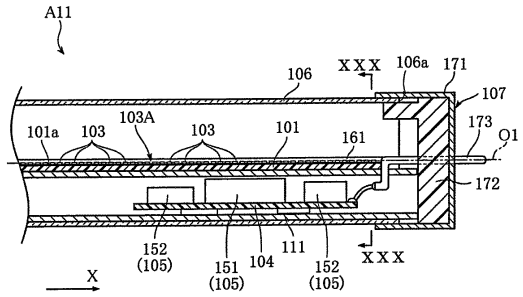


図28

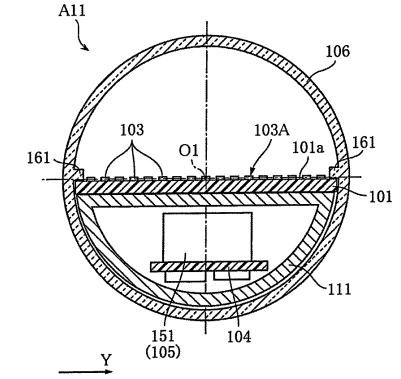
【図２９】

図29



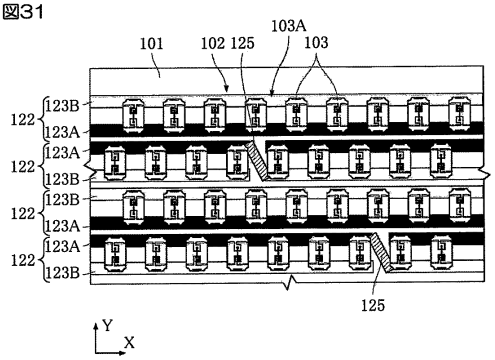
【図３０】

図30



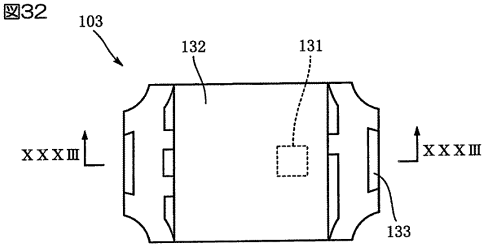
【図３１】

図31



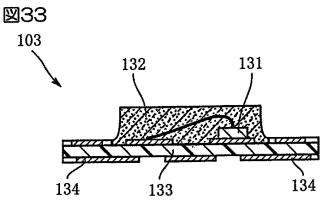
【図３２】

図32



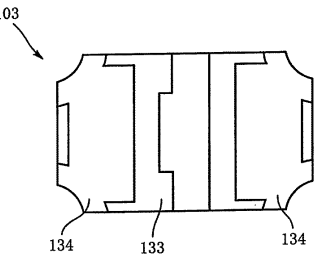
【図３３】

図33



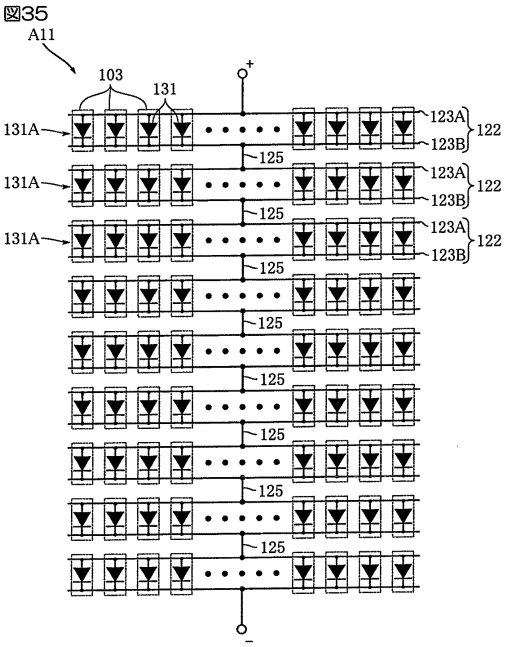
【図３４】

図34



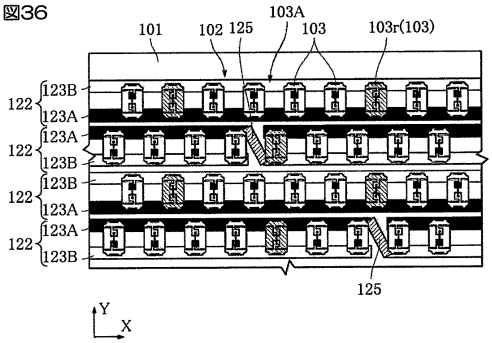
【図３５】

図35



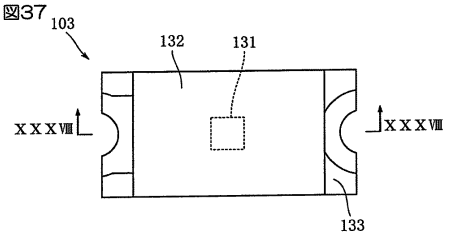
【図３６】

図36



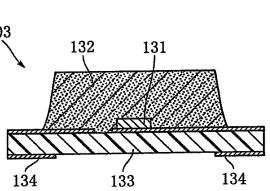
【図３７】

図37



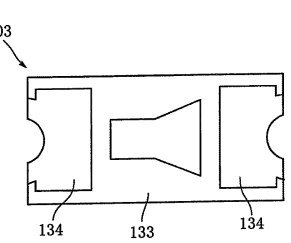
【図３８】

図38



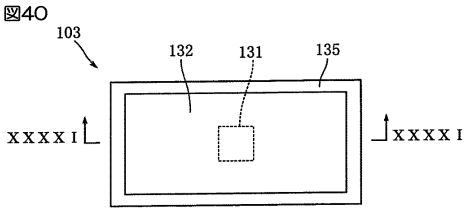
【図３９】

図39



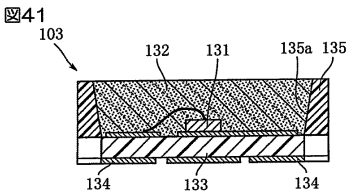
【図４０】

図40



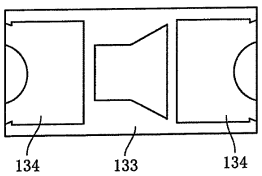
【図４１】

図41



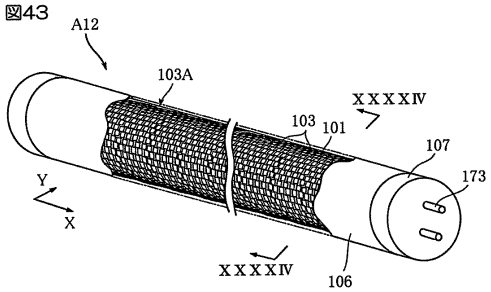
【図４２】

図42



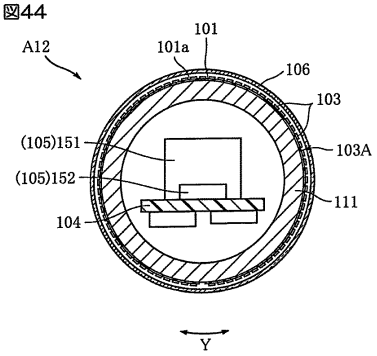
【図４３】

図43



【図４４】

図44



【図４５】

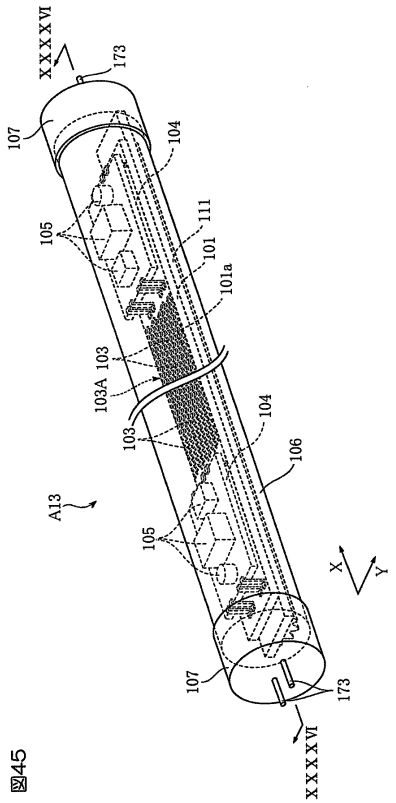
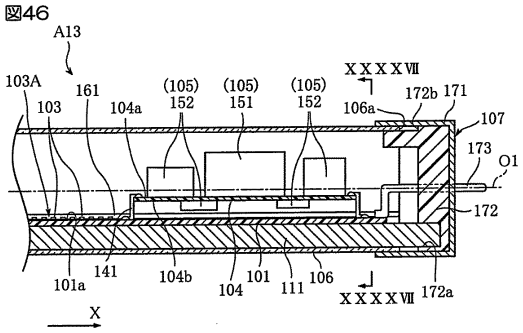
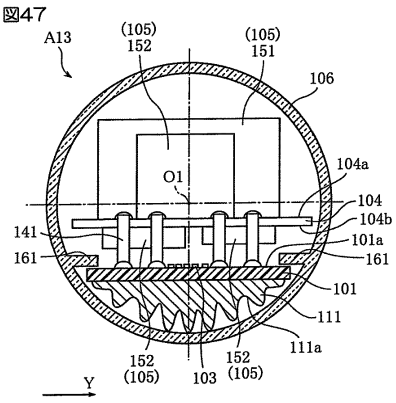


図45

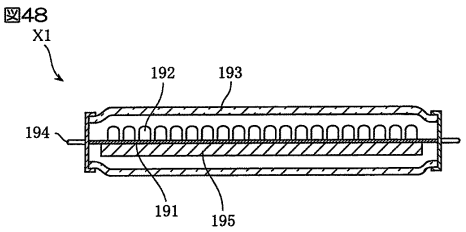
【図４６】



【図４７】



【図４８】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.		FI		
F21V 23/00	***(2015.01)***	F21V	23/00	120
F21V 29/70	***(2015.01)***	F21V	29/70	
F21Y 103/10	*(2016.01)*	F21Y	103:10	
F21Y 115/10	*(2016.01)*	F21Y	115:10	

(31)優先権主張番号 特願2008-324837(P2008-324837)
(32)優先日 平成20年12月22日(2008.12.22)
(33)優先権主張国 日本国(JP)
(31)優先権主張番号 特願2009-3727(P2009-3727)
(32)優先日 平成21年1月9日(2009.1.9)
(33)優先権主張国 日本国(JP)
(31)優先権主張番号 特願2009-108334(P2009-108334)
(32)優先日 平成21年4月27日(2009.4.27)
(33)優先権主張国 日本国(JP)

早期審査対象出願

審査官 津田 真吾

(56)参考文献 実開昭６３－０３８３４７（ＪＰ，Ｕ）
米国特許出願公開第２００８／０２７８０７９（ＵＳ，Ａ１）
特開２００２－１４１５５５（ＪＰ，Ａ）
特開２００８－２１０８０４（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｆ２１Ｋ ９／００
Ｆ２１Ｓ ２／００
Ｆ２１Ｖ ２３／００