

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6176902号
(P6176902)

(45) 発行日 平成29年8月9日(2017.8.9)

(24) 登録日 平成29年7月21日(2017.7.21)

(51) Int.Cl.	F 1
F 21 K 9/232	(2016.01)
F 21 V 9/16	(2006.01)
H 01 L 33/50	(2010.01)
F 21 Y 115/10	(2016.01)
F 21 Y 107/40	(2016.01)
F 21 K 9/232	100
F 21 V 9/16	100
H 01 L 33/50	
F 21 Y 115:10	
F 21 Y 107:40	

請求項の数 8 (全 69 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2012-183177 (P2012-183177)
(22) 出願日	平成24年8月22日(2012.8.22)
(65) 公開番号	特開2014-41749 (P2014-41749A)
(43) 公開日	平成26年3月6日(2014.3.6)
審査請求日	平成27年7月3日(2015.7.3)

(73) 特許権者	390014546 三菱電機照明株式会社 神奈川県鎌倉市大船二丁目14番40号
(74) 代理人	100099461 弁理士 溝井 章司
(72) 発明者	村松 広巳 静岡県掛川市淡陽64 オスマム・メルコ 株式会社 掛川工場内
(72) 発明者	芥田 高宏 静岡県掛川市淡陽64 オスマム・メルコ 株式会社 掛川工場内
(72) 発明者	松井 良介 静岡県掛川市淡陽64 オスマム・メルコ 株式会社 掛川工場内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】発光ダイオードランプ及び照明器具

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

黄色蛍光体を含む色変換用シリコーンと前記色変換用シリコーンで覆われた青色発光半導体素子とを有する発光ダイオードを実装した発光ダイオードユニットと、

前記発光ダイオードユニットの発光面を覆うカバーと、

前記発光ダイオードユニットの発光面と前記カバーの内面との間に充填された透明で絶縁性のある充填シリコーンと

を備え、

前記発光ダイオードは、

前記充填シリコーンが充填されていない場合、10000ケルビン未満の色温度の光を放出し、

前記充填シリコーンが充填されている場合、10000ケルビン以上20000ケルビン以下の色温度の光を放出することを特徴とする発光ダイオードランプ。

【請求項 2】

前記色変換用シリコーンと前記充填シリコーンとの屈折率は同じであることを特徴とする請求項1記載の発光ダイオードランプ。

【請求項 3】

前記発光ダイオードは、前記色変換用シリコーンの表面から空間に対して所定の色温度の光を発光する発光ダイオードであり、

前記発光ダイオードランプは、カバー表面から前記所定の色温度の1.2倍以上2.5

10

20

倍以下の色温度の光を放出することを特徴とする請求項 1 又は 2 記載の発光ダイオードランプ。

【請求項 4】

前記発光ダイオードランプは、カバー表面から前記所定の色温度の 1.7 倍以上 2.2 倍以下の色温度の光を放出することを特徴とする請求項 3 に記載の発光ダイオードランプ。

【請求項 5】

前記発光ダイオードは、

前記充填シリコーンが充填されていない場合、7000 ケルビン以上 9000 ケルビン以下 10 の色温度の光を放出し、

前記充填シリコーンが充填されている場合、12000 ケルビン以上 20000 ケルビン以下の色温度の光を放出することを特徴とする請求項 1 ~ 4 いずれかに記載の発光ダイオードランプ。

【請求項 6】

前記発光ダイオードは、

前記充填シリコーンが充填されていない場合、8000 ケルビンの色温度の光を放出し、

前記充填シリコーンが充填されている場合、14000 ケルビン以上 15000 ケルビン以下の色温度の光を放出することを特徴とする請求項 1 ~ 5 いずれかに記載の発光ダイオードランプ。 20

【請求項 7】

前記発光ダイオードユニットは、角柱状または円筒状の支持部材の側面に前記発光ダイオードを実装しており、

前記カバーは、前記発光ダイオードユニットを内部に配置したガラスバルブであることを特徴とする請求項 1 ~ 6 いずれかに記載の発光ダイオードランプ。

【請求項 8】

請求項 1 ~ 7 いずれかに記載の前記発光ダイオードランプと点灯装置とを備えたことを特徴とする照明器具。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

30

【0001】

この発明は、たとえば、街路灯用 LED (発光ダイオード素子) 電球に関するものである。特に、この発明は、街路灯や防犯灯に使用される HID ランプ (High Intensity Discharge lamp) に近い広い配光の LED 電球を実現するものである。

【背景技術】

【0002】

(1) 従来 HID ランプ :

A. 発光光束が大きく広く、遠くまで照らすことが出来るため、街路灯や防犯灯など屋外の用途に広く用いられてきた。またベースダウン、ベースアップの器具にも使われてきた。

B. 消費電力が高く寿命が短い (約 10000 時間)。

C. 水銀放電で発光するため、発光管内の水銀が蒸発して明るさが安定するまで時間を要する。

【0003】

(2) 電球形 LED :

A. 光の指向性が高く、下面方向への直下照度の改善などある一定方向の照射には向いている (特許文献 1 : 特開 2009-4130)。

この場合数個の配置で良く、LED 自体が発生する発熱量が少なく、HID ランプのような放電ランプに比べ約 40000 時間という高い寿命が維持できる。

50

【0004】

B. 屋外用の従来HIDランプに替わるLEDランプとして以下のようなランプが考案されている。

従来放電ランプと同様にガラスバルブ21に不活性ガスを封入し、封止した後、スクリューフィンの口金23を取付けることで、従来放電ランプとの互換性を容易にすると同時にLEDの背後に凹面鏡を設けることでLEDの光の放射角を拡げている（特許文献2：特開昭62-124781）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

10

【特許文献1】特開2009-4130号公報

【特許文献2】特開昭62-124781号公報

【特許文献3】特開2010-55993号公報

【特許文献4】特開2010-182796号公報

【特許文献5】特開2009-23915号公報

【特許文献6】特開平09-102632号公報

【特許文献7】特開2011-108424号公報

【特許文献8】特開2010-129431号公報

【特許文献9】特開2005-158746号公報

【特許文献10】特開2000-21209号公報

20

【特許文献11】特開2009-289543号公報

【特許文献12】特開2009-48994号公報

【特許文献13】特開2012-93683号公報

【特許文献14】特開2011-228156号公報

【特許文献15】特開2010-123918号公報

【特許文献16】特開2009-129785号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

30

A. 広く普及している街路灯や防犯灯の器具において、点灯装置を交換するだけで、その反射板や受金はそのまま利用して従来HIDランプと同様に屋外を広く、遠くまで照らすには、HIDランプと比べて実用上遜色ない配光及び発光強度が必要。

B. 配光に方向性がなく発光ダイオード11の光がほぼ全方向に配光されれば、下面に主に照射される略水平点灯の街路灯だけでなく、ベースダウン、ベースアップの器具にも対応可能である。

C. 特許文献2のLEDランプではHIDランプと遜色ない配光及び発光強度を得ることは難しく、LEDの数を大幅に増やし、HIDランプ同様LEDの光を、全方向に向ける必要がある。

D. 多数のLEDの集積によりランプ内が高温となり、LEDが早く劣化して特許文献1のようなLEDランプのような寿命を維持することが難しくなる。また、LEDが発生する熱を逃がすために特許文献1のような金属性の放熱体をLED基板の下面に設置した場合、LEDの数が多く、LEDを縦長の円筒状のバルブに沿って配置するため、放熱体が重くなるだけでなく、縦長配置の長さが長くなるほどその放熱効率は悪くなる。

40

E. 多数のLEDを使用しHIDランプ同様LEDの光を全方向に向けるためには、ランプの長さ方向、円周方向にLEDを分散して配置しなければならず、そのような形状のLED基板を製造するためには、材料費も製造コストも高額となる。

【課題を解決するための手段】

【0007】

この発明に係る発光ダイオードランプは、

黄色蛍光体を含む色変換用シリコーンと前記色変換用シリコーンで覆われた青色発光半

50

導体素子とを有する発光ダイオードを実装した発光ダイオードユニットと、

前記発光ダイオードユニットの発光面を覆うカバーと、

前記発光ダイオードユニットの発光面と前記カバーの内面との間に充填された透明で絶縁性のある充填シリコーンと

を備え、

前記発光ダイオードは、

前記充填シリコーンが充填されていない場合、10000ケルビン未満の色温度の光を放出し、

前記充填シリコーンが充填されている場合、10000ケルビン以上20000ケルビン以下の色温度の光を放出することを特徴とする。

10

【発明の効果】

【0016】

この発明によれば、高い色温度の光を発光する発光ダイオードランプを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0017】

【図1】実施の形態1における発光ダイオードユニット10の正面側面図。

【図2】実施の形態1における発光ダイオードユニット10の平面図。

【図3】実施の形態1における発光ダイオードランプ20の正面側面図。

【図4】実施の形態1における発光ダイオードランプ20の平面図。

20

【図5】実施の形態1における口金23のない発光ダイオードランプ20の正面側面図。

【図6】実施の形態1における発光ダイオードランプ20の色温度の変化を示す図。

【図7】実施の形態3における発光ダイオードユニット10の支持部材13の展開図。

【図8】実施の形態3における発光ダイオードユニット10の支持部材13の正面側面図

。

【図9】実施の形態3における発光ダイオードユニット10の支持部材13の平面図。

【図10】実施の形態3における発光ダイオードユニット10の正面側面図。

【図11】実施の形態3における発光ダイオードユニット10の平面図。

【図12】実施の形態3における発光ダイオードランプ20の正面側面図。

【図13】実施の形態3における発光ダイオードランプ20の平面図。

30

【図14】実施の形態3における発光ダイオードランプ20の寸法図。

【図15】実施の形態3における表-1、表-2、表-3を示す図。

【図16】実施の形態3における表-4を示す図。

【図17】実施の形態3における六角柱の発光ダイオードユニット10の発光ダイオードランプ20の平面図。

【図18】実施の形態3における表-5を示す図。

【図19】実施の形態3における比較例の表を示す図。

【図20】実施の形態4における発光ダイオードユニット10の正面側面図。

【図21】実施の形態4における発光ダイオードユニット10の平面図。

【図22】実施の形態4における発光ダイオードランプ20の正面側面図。

40

【図23】実施の形態4における発光ダイオードランプ20の平面図。

【図24】実施の形態4における表-6を示す図。

【図25】実施の形態4における表-6のh/Dとバルブ表面温度とのグラフを示す図。

【図26】実施の形態4における表-7を示す図。

【図27】実施の形態4における表-7のh/Dとバルブ表面温度とのグラフを示す図。

【図28】実施の形態4における表-8を示す図。

【図29】実施の形態4における表-8のdとバルブ表面温度とのグラフを示す図。

【図30】実施の形態5における八角柱の支持部材13の発光ダイオードランプ20の図

。

【図31】実施の形態5における六角柱の支持部材13の発光ダイオードランプ20の図

50

- 【図32】実施の形態5における発光ダイオードランプ20を搭載した照明器具を示す図。
- 【図33】実施の形態5における発光ダイオードランプ20を搭載した照明器具を示す図。
- 【図34】実施の形態5における発光ダイオードランプ20を搭載した照明器具を示す図。
- 【図35】実施の形態6におけるシリコーン注入方法の比較例1を示す概念図。
- 【図36】実施の形態6におけるシリコーン注入方法の比較例2を示す概念図。
- 【図37】実施の形態6におけるシリコーン注入方法を示す概念図。 10
- 【図38】実施の形態6の発光ダイオードランプ20の製造方法(シリコーン注入方法)を示すフロー図。
- 【図39】発光ダイオードユニット10の支持部材13の展開図。
- 【図40】フレア管22を示す図。
- 【図41】組立工程S20が終了した状態を示す図。
- 【図42】シリコーン注入時の図。
- 【図43】支持部材とガラスバルブ21の間に発光ダイオード11がシリコーン290で覆われている図。
- 【図44】発光ダイオード11のパッケージ表面に板ガラス240を接着した図。
- 【図45】実施の形態7におけるガラスバルブ21の斜視図。 20
- 【図46】実施の形態7におけるガラスバルブ21の斜視図。
- 【図47】実施の形態7における図45のガラスバルブ21のA A断面図。
- 【図48】実施の形態7における発光ダイオードユニット10の正面側面図。
- 【図49】実施の形態7における発光ダイオードユニット10の平面図。
- 【図50】実施の形態7における発光ダイオードランプ20の正面側面図。
- 【図51】実施の形態7における発光ダイオードランプ20の平面図。
- 【図52】実施の形態7における口金23のない発光ダイオードランプ20の正面側面図。
- 【図53】実施の形態7における発光ダイオードランプ20の寸法図。
- 【図54】実施の形態7の発光ダイオードランプの製造方法を示す図。 30
- 【図55】実施の形態8における街路灯の一例を示す図。
- 【図56】HIDランプを用いた街路灯とLEDランプを用いた街路灯の仕様比較図。
- 【図57】ランプと電源が正しい組み合わせの結果比較図。
- 【図58】ランプと電源が誤った組み合わせの結果比較図。
- 【図59】実施の形態9における放熱性を高めた発光ダイオードランプ20の一例図。
- 【図60】実施の形態9における放熱性を高めた発光ダイオードランプ20の他の例図。
- 【図61】実施の形態10における発光ダイオードランプ20の分解図。
- 【図62】実施の形態10におけるフレア管22の概念断面図。
- 【図63】実施の形態10における発光ダイオードユニット10の断面図。
- 【図64】実施の形態10における封入ガス圧と全光束変化の測定方法を示す図。 40
- 【図65】実施の形態10におけるガラスバルブ21の気圧と発光ダイオードランプの明るさとのグラフ図。
- 【図66】実施の形態10における口金穴226とフィルタ227と孔259を示す図。
- 【図67】実施の形態10における口金穴226とフィルタ227を示す図。
- 【図68】実施の形態11におけるフックス256が移動する模式図。
- 【図69】実施の形態11におけるフックス量と明るさのグラフ図。
- 【図70】実施の形態12における基板とLEDの取付比較図。
- 【図71】実施の形態12における基板とLEDの取付図。
- 【図72】実施の形態12における基板の切欠きの図。
- 【図73】実施の形態12における基板の凹部の図。 50

【図74】実施の形態13におけるガラスバルブ21の凹凸部350の図。

【図75】実施の形態13におけるガラスバルブ21の凹凸部350の図。

【図76】実施の形態13における光束の比較図。

【図77】実施の形態13における温度変化の比較図。

【図78】実施の形態14における光路と色温度の図。

【図79】実施の形態14における光路と色温度の図。

【発明を実施するための形態】

【0018】

実施の形態1.

(1) 第1の形態(図1～図6)

10

図1に発光ダイオードユニット10の正面側面図、図2に平面図を示す。

発光ダイオードユニット10は、アルミニウム製の八角柱の支持部材13を有する。支持部材13は発光ダイオード11を保持する保持部材である。発光ダイオードユニット10は、支持部材13の頂部に八つの面を持つ台形状の錐体18を有する。

【0019】

錐体18の八つの面に、発光ダイオード11を各1個を搭載したリボン状のフレキシブル基板12(発光ダイオード基板)を耐熱性接着剤で貼り付ける。また、八角柱の八つの側面に発光ダイオード11を各3個を搭載したリボン状のフレキシブル基板12(発光ダイオード基板)を耐熱性接着剤で貼り付ける。

【0020】

20

八角柱の一つの側面とそれに対向する側面との基部(対向する1対の側面の口金23側の基部)に八角柱の軸方向に1対の基部支柱14が取付けられている。

また、八角柱の底面中心にも八角柱の支持部材13の軸方向に軸支柱15が取付けられている。

【0021】

八角柱の支持部材13の底面から発光ダイオード11に直流電流を出入力する導入線17が導出されている。

【0022】

これら3本の支柱は、八角柱の支持部材13の軸方向と垂直方向の別の連結支柱16に連結されている。

30

これらの各支柱の材質はステンレス製である。

【0023】

たとえば、八角柱の支持部材13の底面の外接円の直径は50mm、八角柱の支持部材13の角錐部分を含まない部分の高さは150mmである。

発光ダイオード11を搭載する基板は、フレキシブル基板12である。フレキシブル基板12に発光ダイオード11を搭載し、フレキシブル基板12をアルミニウム製の基板に貼り付ける。縦長の基板を連結して角柱形状の多面体構造物を形成する。角柱形状の多面体構造物の頂部を角垂形状にすることで、ガラスバルブ21の半球状またはドーム状の頂部に適合させることができる。角垂形状部分に発光ダイオード11を配置することができる。角垂形状部分の曲げ角度は、ガラスバルブ21の頂部の半径Rに応じて決定する。

40

【0024】

図3に発光ダイオードランプ20の正面側面図、図4に平面図を示す。図5に、口金23なしの正面側面図を示す。

発光ダイオードランプ20は、筐体24を備えている。筐体24は、ガラスバルブ21とフレア管22とを有する。筐体24は、すべて透明である。あるいは、発光ダイオード11が配置されていない筐体24の下部は、不透明でもよい。ガラスバルブ21は、上部が半球状の円筒形の形状をしている。

【0025】

ガラスバルブ21に発光ダイオードユニット10が挿入されている。ガラスバルブ21と発光ダイオードユニット10の空間部には、ガラスバルブ21の半球状の頂部の内面か

50

ら発光ダイオードユニット 10 の八角柱の支持部材 13 の底面の高さまで透明で熱伝導性のシリコーン樹脂（信越シリコーン製シリコーンゴム：KE109）が充填されている（図示せず）。

【0026】

フレア管 22 は、ガラスバルブ 21 端部に融着されたガラス製の封止部である。

八角柱の支持部材 13 の底面中心から八角柱の支持部材 13 の軸方向に導出されている軸支柱 15 は、フレア管 22 がピンチされるときに、軸支柱 15 の端部が埋め込まれるように、フレア管 22 に埋設される。八角柱の支持部材 13 の底面から導出された導入線 17 は、ガラスバルブ 21 端部に融着されたガラス製のフレア管 22 がピンチされるときに、導入線 17 の端部がフレア管 22 の端部から導出されるように、フレア管 22 に埋設される。

10

【0027】

ガラスバルブ 21 の端部のチップ管を封止する際に窒素ガスが封入され、バルブ内の空気と置換される。

【0028】

2 本の導入線 17 はガラスバルブ 21 端部に設置される E39 口金 23 に配線される。

【0029】

熱伝導性のシリコーン樹脂を充填したものは、充填しないもの（窒素充填のみ）に比べ、図 6 に示したように、ランプの色温度が高くなり、ランプの色が青色方向にシフトし、より明るく見える。また、ランプの色温度が高くなることから、あらかじめより色温度の低い発光ダイオード 11 を使うことが出来る。このことは、青色発光ダイオード 11 に黄色の YAG 蛍光体を塗布してなる最も一般的な擬似白色の発光ダイオード 11 における劣化の原因である黄色の YAG 蛍光体の使用量を減らすことが出来る。

20

【0030】

熱伝導性のシリコーン樹脂の充填によりランプの色が青色方向にシフトする理由については、明確ではないが、シリコーン樹脂のような有機系の物質による赤外から赤色の吸収によるものと考えられる。

【0031】

なお、口金 23 は E39 口金 23 を使用したが、HID ランプと互換性のある E26 口金 23 でも良い。

30

【0032】

実施の形態 2 ．

(2) 第 2 の実施の形態（図なし）

第 1 の実施の形態での透明で熱伝導性のシリコーン樹脂の代わりに、透明な熱伝導性液体としてパーカーフルオロカーボン液体が充填されてもよい。パーカーフルオロカーボン液体は高密度で発光ダイオード 11 が発生する熱を効率よく吸収しガラスバルブ 21 に伝達する。パーカーフルオロカーボン液体は、絶縁性の液体で導入線 17 等の配線部に接触してもショートの問題はない。

【0033】

パーカーフルオロカーボン液体を充填したものは、図 6 に示したように、充填しないもの（窒素充填のみ）に比べ、ランプの色温度が高くなり、ランプの色が青色方向にシフトし、より明るく見える。また、ランプの色温度が高くなることから、あらかじめより色温度の低い発光ダイオード 11 を使うことが出来る。このことは、青色発光ダイオード 11 に黄色の YAG 蛍光体を塗布してなる最も一般的な擬似白色の発光ダイオード 11 における劣化の原因である黄色の YAG 蛍光体の使用量を減らすことが出来る。

40

【0034】

パーカーフルオロカーボン液体の充填によりランプの色が青色方向にシフトする理由については、明確ではないが、パーカーフルオロカーボン液体による赤外から赤色の吸収によるものと考えられる。

【0035】

50

たとえば、密度 1.83 (kg/m^3 @ 25)、比熱 1.050 (J/kg K @ 25)、絶縁耐力 43 kV (2.54 mm Gap @ 25)、誘電率 1.91 kV (@ 25) [1 kHz] の住友スリーエム(株)社製「フロリナート(「FLUORINERT」は登録商標)」FC-3283を充填する。

【0036】

なお、パーカーフルオロカーボン液体は透明で絶縁性があり、水よりも高密度で比熱が水並みであれば、通電状態で直接発光ダイオード基板を冷却することが出来、かつ水冷より放熱効率が良くなるため、密度 1.5 (kg/m^3 @ 25) 以上であれば良い。

【0037】

たとえば、密度 1.68 (kg/m^3 @ 25)、比熱 1.050 (J/kg K @ 25)、絶縁耐力 38 kV (2.54 mm Gap @ 25)、誘電率 1.76 kV (@ 25) [1 kHz] の住友スリーエム(株)社製「フロリナート(「FLUORINERT」は登録商標)」FC-72でもよい。

【0038】

実施の形態3.

(3) 第3の実施の形態(図7～図13)

以下、実施の形態1, 2と異なる点を説明する。

図7に発光ダイオードユニット10の支持部材13の展開図を示す。

図8、図9に発光ダイオードユニット10の正面側面図、平面図を示す。

【0039】

支持部材13は図のように、アルミニウム製の一体型の板を折り曲げて立体化し、複数の面を形成する。一体型の板を折り曲げて形成すれば、熱伝導性が向上する。

【0040】

図10に発光ダイオードユニット10の正面側面図、図11に平面図を示す。

【0041】

アルミニウム製の八角柱の支持部材13の頂部にアルミニウム製の八角錐を有する。

八角錐の八つの面のうち4つの面発光ダイオード11を各1個を搭載する。また、八角柱の支持部材13の八つの面に発光ダイオード11を1列に各3個搭載する。

上記支持部材13は絶縁処理され、発光ダイオード基板を兼ねる。

【0042】

図12に発光ダイオードランプ20の正面側面図、図13に平面図を示す。

【0043】

上部が半球状の円筒形のガラスバルブ21に発光ダイオードユニット10が挿入され、ガラスバルブ21と発光ダイオードユニット10の空間部に充填されている透明な熱伝導性の媒体は実施の形態1及び2と同じである(図示せず)。

【0044】

上記ランプの八角柱の支持部材13側面の八角柱の支持部材13の軸と垂直方向の幅w(八角柱の一側面の幅w)は、 17.15 mm 、円筒状のバルブの断面の中心から八角柱の支持部材13側面に垂直に伸ばした線の、八角柱の支持部材13側面と交差する点と、垂直に伸ばした線のバルブ内面と交差する点の距離k(前記支持部材13の一側面の中央からバルブ内面との距離k)は 2.4 mm 、E39口金23仕様のガラスバルブ21の内径は 48 mm である。

【0045】

八角形の外接円の直径dは 44.8 mm 、八角柱の支持部材13の高さhは 110 mm である。

【0046】

(多角形のnの決定)

多角柱側面の多角柱の軸と垂直方向の幅w: 17.15 mm 、円筒状のバルブの断面の中心から多角柱側面に垂直に伸ばした線の、多角柱側面と交差する点と、垂直に伸ばした線のバルブ内面と交差する点の距離kを 3.0 mm 、E39口金23仕様のHIDラン

10

20

30

40

50

と互換性のあるガラスバルブ 2 1 の内径 4 8 mm を満足する多角形を選定する。

【0047】

図 14 の寸法図の記号の意味は、以下のとおりである。

D : ガラスバルブ 2 1 の内径

d : 発光ダイオードユニット 1 0 の外接円の直径

w : 発光ダイオードユニット 1 0 の一側面の幅

b : ガラスバルブ 2 1 の中心から発光ダイオード 1 1 までの距離

r : ガラスバルブ 2 1 の内径 D と外接円の直径 d との差

k : 発光ダイオード 1 1 からガラスバルブ 2 1 の内面までの半径方向の距離

g : 発光ダイオード 1 1 から外接円までの半径方向の距離

10

発光ダイオードユニット 1 0 の一側面の幅 w は、発光ダイオード 1 1 の幅方向の大きさ以上でありかつ信号線が配線できる幅以上である。また、フレキシブル基板を貼り付ける場合は、幅 w は、フレキシブル基板の幅以上でありかつ信号線が配線できる幅以上である。

【0048】

幅 w を大きくすれば、n は小さくなるので、以下のメリットがある。

1. 支持部材 1 3 の折り曲げ回数は少なくなる。

2. 錐体 1 8 の頂部の位置合わせが容易になる。

【0049】

幅 w を小さくすれば、n は大きくなるので、以下のメリットがある。

20

1. 発光ダイオード 1 1 がガラスバルブ 2 1 の内面に近づく。

2. 放熱効果が高くなる（後述する実施の形態 4）

【0050】

多角柱側面の多角柱の軸と垂直方向の幅 w の n 角形の外接円の直径 d は、

$$\sin(180^\circ/n) = w/d$$

より、

$$d = w / \sin(180^\circ/n)$$

で表される。

【0051】

(d/2) と多角形の中心から多角形の辺に伸ばした垂線の中心と辺と垂線の交点との距離 b との差 g は、

30

$$g = d/2 - b$$

$$b = ((d/2)^2 - (w/2)^2)$$

より、

$$g = (d/2) - ((d/2)^2 - (w/2)^2)$$

で表される。

【0052】

同心円状に配置されたバルブ内周と多角形の外接円周との距離 r とすると、

$$r = k - g$$

で表される。

40

【0053】

このとき決められた w において k を満足するバルブ内径 D は、

$$D = d + 2r$$

$$= d + 2(k - g)$$

$$= d + 2(k - (d/2) + ((d/2)^2 - (w/2)^2))$$

$$= d + 2k - d + 2((d/2)^2 - (w/2)^2)$$

$$= 2k + 2((d/2)^2 - (w/2)^2)$$

$$= 2k + 2((w/2 \sin(180^\circ/n))^2 - (w/2)^2)$$

で表される。

【0054】

50

この式は、ガラスバルブ 2 1 の内径 D は、 k と w と n との関数であることを示している。また、 k と w とを一定にすると、ガラスバルブ 2 1 の内径 D は、 n の関数であることを示している。逆に、 k と w と内径 D を所定の値にすると n が決定されることを示している。

【0055】

$w = 17.15\text{ mm}$ 、 $k = 3.0\text{ mm}$ としたとき、図15の表-1より $n = 8$ より求められる $D = 47.40$ が目標の $D = 48\text{ mm}$ に最も近い。

【0056】

目標が $D = 48\text{ mm}$ 以内である場合には、 $D = 48\text{ mm}$ 以内になる最大の n を選択すればよい。

10

【0057】

以上のように、支持部材 1 3 の一側面の幅 w を所定の幅 $w = 17.15\text{ mm}$ に固定し、前記支持部材 1 3 の一側面の中央からバルブ内面との距離 k を所定の距離 $k = 3.0\text{ mm}$ に固定し、所定のバルブ径 $D = 48\text{ mm}$ を有する円筒状のバルブの内部に前記発光ダイオードユニット 1 0 を配置することができる正 n 角形は、正八角形であることがわかる。すなわち、所定のバルブ径を有する円筒状のバルブの内部に前記発光ダイオードユニット 1 0 を配置することができる正 n 角形の n の最適値は 8 であることがわかる。

【0058】

$w = 17.15\text{ mm}$ 、 $k = 4.0\text{ mm}$ としたとき、図15の表-2より $n = 8$ より求められる $D = 49.40$ が目標の $D = 48\text{ mm}$ に最も近い。

20

【0059】

実際に $D = 48\text{ mm}$ を採用したときの k は図16の表-4より 3.3 mm となる。

さらに、E26口金23仕様のHIDランプと互換性のあるガラスバルブ 2 1 の内径 38.6 mm を満足する多角形を、図15の表から選定する。

【0060】

図15の表-2、表-3より、 $n = 6$ より求められる $D = 37.7$ 及び 39.7 が目標の $D = 38.6\text{ mm}$ に最も近い(図17)。

【0061】

実際に $D = 38.6\text{ mm}$ を採用したときの k は、図16の表-4より 4.5 mm となる。

30

【0062】

$w = 17.15\text{ mm}$ の場合は、 $n = 6$ 以上 8 以下で目標の $D = 48\text{ mm}$ と目標の $D = 38.6\text{ mm}$ を達成できるので好適である。

【0063】

前記発光ダイオードユニット 1 0 は、本来、円柱状であることが望ましいが、発光ダイオード 1 1 を配置するために平面が必要である。そのために、多角形を形成するのであるが、その多角形も、円柱に近いほうが理想である。しかし、幅 w を小さくすれば、 n は大きくなるので、円柱に近づくが、折り曲げ回数の増加により製造工程に複雑さが伴う。

【0064】

幅 w を大きくすると、 n が小さくなり、発光ダイオードユニット 1 0 は、三角柱、四角柱になり円柱からかけ離れた形状になる。

40

【0065】

$w = 5\text{ mm}$ 、 15 mm 、 20 mm 、 $k = 5.0\text{ mm}$ のケースについて、図18の表-5に示す。

【0066】

$w = 5\text{ mm}$ の場合は、 $n = 18$ でも、 D が 40 mm 以上にならないので、目標の $D = 48\text{ mm}$ を達成するためには、 $w = 5\text{ mm}$ は不向きである。

【0067】

$w = 15\text{ mm}$ の場合は、 $n = 6$ 以上 8 以下で、目標の $D = 48\text{ mm}$ と目標の $D = 38.6\text{ mm}$ を達成できるので好適である。

50

【0068】

$w = 20\text{ mm}$ の場合は、 $n = 6$ でも、 D が 40 mm 以下にならないので、目標の $D = 38.6\text{ mm}$ を達成するためには、 $w = 20\text{ mm}$ は不向きである。

【0069】

図19は、 $w = 17.15\text{ mm}$ で、 $k = 1.5\text{ mm}$ と $k = 2.0\text{ mm}$ としたときの表である。 r がマイナス値の場合は、発光ダイオードユニット10がガラスバルブ21に収納できないことを示している。 r が 1 mm 未満の場合は、発光ダイオードユニット10がガラスバルブ21に理論的には収納はできるが、ガラスバルブ21の寸法ばらつき(プラスマイナス $1 \sim 2\text{ mm}$)等により、組み立て時に発光ダイオードユニット10をガラスバルブ21挿入することが難しくなる。

10

【0070】

図15、図16、図18、図19に、計算した w/d と w/D の値を示す。

前述したとおり、 $\sin(180^\circ/n) = w/d$ であるから、この式によれば、 n を決定すると、 w と d の比がわかる。

【0071】

$n = 4$ のとき、 $\sin(180^\circ/n) = 0.71 = w/d$

$n = 5$ のとき、 $\sin(180^\circ/n) = 0.59 = w/d$

$n = 6$ のとき、 $\sin(180^\circ/n) = 0.50 = w/d$

$n = 7$ のとき、 $\sin(180^\circ/n) = 0.43 = w/d$

$n = 8$ のとき、 $\sin(180^\circ/n) = 0.38 = w/d$

20

$n = 9$ のとき、 $\sin(180^\circ/n) = 0.34 = w/d$

$n = 10$ のとき、 $\sin(180^\circ/n) = 0.31 = w/d$

したがって、 n を $4 \sim 10$ としたい場合、 w は d の $0.71 \sim 0.31$ にすればよい。

n を $6 \sim 8$ としたい場合、 w は d の $0.5 \sim 0.38$ にすればよい。

【0072】

実際には、図15、図16、図18、図19に示したとおり、

$$D = 2k + 2 \left((w/2 \sin(180^\circ/n))^2 - (w/2)^2 \right)$$

により、 n と k とが定まれば、 w と D との比が求められる。

【0073】

図15の表-1によれば、 $k = 3.0\text{ mm}$ で、 n を $4 \sim 10$ としたい場合、 w は d の $0.74 \sim 0.29$ にすればよい。 n を $6 \sim 8$ としたい場合、 w は d の $0.48 \sim 0.36$ にすればよい。

30

【0074】

図15の表-2によれば、 $k = 4.0\text{ mm}$ で、 n を $4 \sim 10$ としたい場合、 w は d の $0.68 \sim 0.28$ にすればよい。 n を $6 \sim 8$ としたい場合、 w は d の $0.45 \sim 0.35$ にすればよい。

【0075】

図15の表-3によれば、 $k = 5.0\text{ mm}$ で、 n を $4 \sim 10$ としたい場合、 w は d の $0.63 \sim 0.27$ にすればよい。 n を $6 \sim 8$ としたい場合、 w は d の $0.43 \sim 0.33$ にすればよい。

40

【0076】

図16の表-4によれば、

$D = 48\text{ mm}$ のとき、 $w = 17.15\text{ mm}$ は、 D の 0.36 である。

$D = 38.6\text{ mm}$ のとき、 $w = 17.15\text{ mm}$ は、 D の 0.44 である。

【0077】

以上のように、 w は D の $0.27 \sim 0.74$ の範囲がよい。好ましくは、 w は D の $0.33 \sim 0.38$ の範囲がよい。さらに、 k が小さいほうがよいことから、 w は d の $0.48 \sim 0.36$ の範囲がよい。

【0078】

図15～図19から、目標の $D = 48\text{ mm}$ の場合、目標に最も近くなる好適な n は以下

50

のとおりである。

$w = 17.15\text{ mm}$ 、 $k = 3.0\text{ mm}$ のとき、 $n = 8$
 $w = 17.15\text{ mm}$ 、 $k = 4.0\text{ mm}$ のとき、 $n = 8$
 $w = 15.00\text{ mm}$ 、 $k = 5.0\text{ mm}$ のとき、 $n = 8$
 $w = 20.00\text{ mm}$ 、 $k = 5.0\text{ mm}$ のとき、 $n = 6$

【0079】

目標の $D = 36.8\text{ mm}$ の場合、目標に最も近くなる好適な n は以下のとおりである。

$w = 17.15\text{ mm}$ 、 $k = 3.0\text{ mm}$ のとき、 $n = 6$
 $w = 17.15\text{ mm}$ 、 $k = 4.0\text{ mm}$ のとき、 $n = 6$
 $w = 15.00\text{ mm}$ 、 $k = 5.0\text{ mm}$ のとき、 $n = 6$
 $w = 5.00\text{ mm}$ 、 $k = 5.0\text{ mm}$ のとき、 $n = 17$

10

【0080】

なお、 n は、奇数でもよいが、偶数であれば、支柱構造が簡単になり、製造が容易である。

【0081】

このようにして求められた好適な n による正 n 角形の発光ダイオードユニット 10 を用いることにより、ガラスバルブ 21 の径を変化させても、発光ダイオードユニット 10 の各側面の幅 w を変える必要がなく、発光ダイオードユニット 10 の部品の共通化が図れる効果がある。

【0082】

20

また、好適な n による正 n 角形の発光ダイオードユニット 10 を用いることにより、ガラスバルブ 21 の径 D を変化させても、発光ダイオード 11 とガラスバルブ 21 内面の距離 k を一定又はほぼ一定に保つことができる効果がある。この発光ダイオード 11 とガラスバルブ 21 内面の距離 k を、発光ダイオード 11 の熱をガラスバルブ 21 に効率的に逃がすことが出来る距離（後述する実施の形態 4 で述べる距離）に設定すれば、放熱効果が高いランプを得ることが出来る。ガラスバルブ 21 の径が異なるランプを製造した場合でも、放熱効果が同じあるいはほぼ同じランプを実現できる。

【0083】

実施の形態 4 。

(4) 第 4 の実施の形態（図 20 ~ 図 29）

30

好適な発光ダイオードユニット 10 の高さと径の寸法比および発光ダイオード 11 とガラスバルブ 21 内径部の距離について述べる。

【0084】

(試験方法)

(図 20 ~ 図 23)

・実施の形態 3 と同様に発光ダイオード基板を兼ねるアルミニウム製の支持体により異なる八角柱の支持部材 13 の外接円径 D と八角柱の支持部材 13 の高さ h の発光ダイオードユニット 10 を作成した（図 22、図 21）。

・頂部の八角錐は省略した。発光ダイオード 11 は八角柱の支持部材 13 の側面の各面に縦 1 列各 3 個搭載。

40

・発光ダイオード 11 の搭載位置は、

A. 各面の高さ方向の中点（b 点）、

B. 上記 A の位置の発光ダイオード 11 と側面上端辺の中点（a 点）、

C. 上記 B の位置の発光ダイオード 11 と側面下端辺の中点（c 点）

のそれぞれ 1 個合計 3 個、発光ダイオードユニット 10 全体では 24 個搭載した。

・実施の形態 1 及び実施の形態 3 と同様のガラスバルブ 21 の端部を封止し、スクリュー形の口金 23 を装着する方法でランプを作成した。

・ランプは窒素ガスのみを充填して封止したもの、パーフルオロカーボンで空間部のほぼすべての部分を満たした後、窒素ガスを吹き込みながら封止したものの 2 種類作成（図 22）した。

50

【0085】

発光ダイオードユニット10上面とガラスバルブ21頂部内面との距離1はどの条件も20mmとした。

・異なるD:h比の発光ダイオードユニット10はそれが比較できるようにその外接円の径と角柱の高さで構成される体積Vを同一とした。ランプの器具装着性は、器具の形状によっても大きく左右されるが、異なるD:h比の発光ダイオードユニット10のランプの器具装着性について上記Vを同一とすることで簡易的に条件をそろえた。

・発光ダイオード11とガラスバルブ21内径部の距離dはガラスバルブ21の径を変えることで変化させた(図23)。

・それぞれのランプを電力、電圧、電流等の条件を同一にして口金23部を下にして点灯した。ガラスバルブ21外面の以下の3点の温度を測定した。 10

上部の発光ダイオード11の位置(上記B.)に相当する点:a点、

中央部の発光ダイオード11の位置(上記A.)に相当する点:b点、

下部の発光ダイオード11の位置(上記C.)に相当する点:c点

【0086】

(結果)

(好適なh/D)

・図24の表-6:窒素ガス封入、透明熱伝導媒体なし。

図25に示すように、h/Dが大きいほど温度が下がる。h/D:1.5前後よりh/Dが大きい範囲においてもっとも温度が高いa点においても100を下回る。また、温度の下降程度h/D:1.5前後から2.0にかけて、よりなだらかになる。この傾向はより発光ダイオード11に近く、ランプのより上方の部分であるa点でより顕著となる。 20

・図26の表-7:窒素ガス封入、透明熱伝導媒体(パーフルオロカーボン液体)有。

図27に示すように、表-6に比べ全体的に温度が下がる。透明熱伝導媒体(パーフルオロカーボン液体)の効果である。

h/Dが大きいほど温度が下がる。温度の下降程度h/D:1.5前後から2.0にかけて、よりなだらかになる。この傾向はより発光ダイオード11に近く、ランプのより上方の部分であるa点でより顕著となる等の効果は透明熱伝導媒体なしほど顕著ではないが同様の傾向が見られる。 30

【0087】

なお、h/Dが大きいほど温度が下がるが、その傾向はh/D:3.0を超えるあたりからほとんど差がなくなる。

【0088】

また、h/D:3.5を超えると、ランプを細長としなければならなくなり、従来街路灯に使用されていたHIDランプと寸法が著しく異なるようになり、器具への装着製が損なわれる。

【0089】

h/Dの好適な範囲は1.5から3.5、より好適な範囲は2.0から3.0といえる。

【0090】

(好適なdと好適なk)

好適な発光ダイオード11とガラスバルブ21の内面との距離について述べる。

・図28の表-8:窒素ガス封入、透明熱伝導媒体(パーフルオロカーボン液体)有。

・発光ダイオード11の表面とガラスバルブ21内面の半径方向の距離dはガラスバルブ21の径を変えることで変化させた(図23)。

【0091】

図29に示すように、発光ダイオード11がバルブ内面より離れるに従って、温度が上がる。

【0092】

発光ダイオード11がバルブ内面に接触している場合とバルブ内面から20mm離れて 50

いる場合で 20 から 35 温度が異なる。

【0093】

発光ダイオード 11 がバルブ内面に接触またはバルブ内面に近いほうが、放熱効果が向上し温度的に有利である。

【0094】

発光ダイオード 11 とバルブ内面とを離す場合は、バルブを太くするか発光ダイオードユニット 10 を細くしなければならない。バルブを太くすることは器具装着性に不利、発光ダイオードユニット 10 を細くすることは配光に不利である。

【0095】

図 29 に示すように、 d が、5 mm 以下の範囲の温度勾配が、5 mm 以上の範囲の温度勾配よりも、急傾斜であるから、 d を 5 mm 以下にして、なるべく、0 mm にするのがよい。

【0096】

したがって、 d の好適な範囲は、0 mm 以上 5 mm 以下となる。 d は、0 mm に近いほうが好適である。

【0097】

発光ダイオード 11 の厚み X は少なくとも 1 mm 以上ある。 $k = d + X$ であるから、 k の好適な範囲は 1 mm 以上 6 mm 以下となる。

【0098】

実際には、角柱の支持部材 13 の各側面間の寸法ばらつき、発光ダイオード 11 の高さ(厚み X) のばらつき、発光ダイオード 11 接着時の高さのばらつき及びガラスバルブ 21 の寸法ばらつき等の設計誤差や製造誤差が存在する。

【0099】

発光ダイオード 11 がバルブ内面に接触する設計仕様またはバルブ内面に近い設計仕様にすると、前記寸法ばらつき等により各発光ダイオード 11 間の高さのばらつきが 1 mm 程度あるため、組み立て時に発光ダイオードユニット 10 をガラスバルブ 21 に挿入することが難しくなる。組み立て時に発光ダイオードユニット 10 をガラスバルブ 21 に挿入するためには円周方向 360 度全てにおいて最低限のクリアランス(r)が必要である。

【0100】

発光ダイオード 11 の高さ(厚み X)が、 g 以下であれば、発光ダイオード 11 の表面が外接円からはみ出しがなく円周方向 360 度全てにおいてクリアランス(r)が提供できる。

【0101】

実施の形態 3 の図 19 によれば、 k が 2 mm 以下の場合、クリアランス(r)が 1 mm 未満になり好ましくない。したがって、 k のより好適な範囲は 2 mm 以上 6 mm 以下となる。放熱効果の点では、 k は 2 mm が好適、あるいは、2 mm に近いほうが好適である。

【0102】

実施の形態 5 。

(5) 第 5 の実施の形態(図 30 ~ 図 34)

図 30 は、八角柱の支持部材 13 の発光ダイオードランプ 20 の図である。

図 31 は六角柱の支持部材 13 の発光ダイオードランプ 20 の図である。

図 32 ~ 図 34 に、発光ダイオードランプ 20 を搭載した照明器具を示す。配光に方向性がなく発光ダイオード 11 の光がほぼ全方向に配光されるので、下面に主に照射される略水平点灯の街路灯(図 32)だけでなく、ベースダウン、ベースアップの照明器具(図 33、図 34)にも対応可能である。

【0103】

上記実施の形態 1 ~ 5 の発光ダイオードランプ 20 の構成の特徴を大きく 2 つの群に分けて以下に特徴と効果とを述べる。

10

20

30

40

50

【0104】

*** 第1の特徴群 ***

特徴1.

角柱状または円筒状の支持部材13に発光ダイオード11を実装した発光ダイオードユニット10を筐体24内に配置し、前記発光ダイオードユニット10より導出された導入線17を前記筐体24の端部に嵌合した口金23に配線した発光ダイオードランプ20において、前記発光ダイオードユニット10の発光面を前記筐体24の一部であるガラス製のカバーで覆うとともに、前記ガラス製のカバー内面と前記発光ダイオードユニット10の角柱状または円筒状の支持部材13の側面に実装された発光ダイオード11が近接または接触しており、前記発光ダイオードユニット10の角柱状または円筒状の支持部材13の軸方向の高さが前記角柱状の支持部材13の底面の外接円または前記円柱状の支持部材13の底面の直径より長いことを特徴とする。10

【0105】

特徴2.

前記発光ダイオードユニット10の角柱状または円筒状の支持部材13の軸方向の高さが前記角柱状の支持部材13の底面の外接円または前記円柱状の支持部材13の底面の直径の1.5倍から3.5倍の長さであることを特徴とする。

【0106】

特徴3.

前記ガラス製のカバー内面と前記発光ダイオードユニット10の角柱状または円筒状の支持部材13の側面に実装された発光ダイオード11が5mm以内に近接していることを特徴とする。20

【0107】

特徴4.

前記発光ダイオードユニット10の発光面とガラス製のカバーの内面の空間には透明で絶縁性を有する熱伝導媒体が充填されていることを特徴とする。

【0108】

特徴5.

前記透明で絶縁性を有する熱伝導性の媒体は、シリコーン樹脂であることを特徴とする。30

【0109】

特徴6.

前記透明な絶縁性を有する熱伝導性の媒体は、密度1.5以上の流体であることを特徴とする。

【0110】

特徴7.

前記透明な絶縁性を有する熱伝導性の密度1.5以上の流体は、パーカーフルオロカーボン液体であることを特徴とする。

【0111】

特徴8.

前記ガラス製の覆いを含む前記筐体24はすべてガラス製のバルブからなり、前記ガラスバルブ21内には不活性ガスが封入され、前記発光ダイオードユニット10より導出された導入線17をガラスバルブ21外に導出したガラスバルブ21の端部を封止、密閉されていることを特徴とする。40

【0112】

特徴9.

前記発光ダイオードユニット10は前記ガラスバルブ21の封止部側に埋設された支柱により保持されていることを特徴とする。

【0113】

特徴10.

10

20

30

40

50

前記発光ダイオード11は基板に実装され、前記基板は前記支持部材13の側面及び上面に設置されていることを特徴とする。

【0114】

特徴11.

前記発光ダイオード11は前記支持部材13の側面及び上面に直接実装されていることを特徴とする。

【0115】

特徴12.

前記ガラスバルブ21の封止端には、スクリュー形の金属口金23が取付けられることを特徴とする。

10

【0116】

特徴13.

また、照明器具として、前記発光ダイオードランプ20と点灯装置とを配置したことを特徴とする。

【0117】

上記発光ダイオードランプ20の各特徴の効果は以下のとおりである。

【0118】

特徴1の効果

発光ダイオードユニット10の側面の発光面の発光ダイオード11が、樹脂製のカバーにより熱容量が大きいガラス製のカバーに覆われて近接または接しており、角柱状または円筒状の支持部材13の軸方向の高さが角柱状の支持部材13の底面の外接円または円柱状の支持部材13の底面の直径より長い発光ダイオードユニット10とすることで、HIDランプ同様にランプの長さ方向により広い配光と発光強度がえられ、かつ発光ダイオードユニット10の側面より効率良く放熱が可能となることにより、より寿命の長い発光ダイオードランプを提供することが出来る。

20

【0119】

特徴2の効果

発光ダイオードユニット10の角柱状または円筒状の支持部材13の角柱状または円筒状の部分の軸方向の高さを角柱状の支持部材13の底面の外接円または円柱状の支持部材13の底面の直径の1.5倍から3.5倍の長さにすることにより、HIDランプ同様にランプの長さ方向により広い配光と発光強度がえられ、かつ発光ダイオードユニット10の側面より効率良く放熱が可能となることにより、より寿命の長い発光ダイオードランプを提供することが出来る。

30

【0120】

特徴3の効果

ガラス製のカバー内面と発光ダイオードユニット10の角柱状または円筒状の支持部材13の側面に実装された発光ダイオード11が10mm以内に近接していることにより、発光ダイオードユニット10の側面より効率良く放熱が可能となり、より寿命の長い発光ダイオードランプ20を提供することが出来る。

40

【0121】

特徴4の効果

発光ダイオードユニット10の発光面とガラス製のカバーの内面の空間に透明で絶縁性を有する熱伝導媒体を充填することにより、発光ダイオードユニット10の側面より効率良く放熱が可能となり、より寿命の長い発光ダイオードランプ20を提供することが出来る。

【0122】

特徴5の効果

透明で絶縁性を有する熱伝導性の媒体を、シリコーン樹脂とすることにより、より絶縁性が高く、LEDや配線への電気的な安全性を確保することができる。また、ランプの色がより高色温度側にシフトすることで、ランプが明るく見える。

50

【0123】

特徴6の効果

透明な絶縁性を有する熱伝導性の媒体を密度1.5以上の流体とすることにより、熱容量の高い流体の対流によって、ガラスバルブ21または口金23の温度の低い部分に熱を伝達・放出し、より放熱効率が良い発光ダイオードランプ20を提供することが出来る。

【0124】

特徴7の効果

透明な絶縁性を有する熱伝導性の密度1.5以上の流体は、パーカーフルオロカーボン液体であることによりLEDや配線への電気的な安全性を確保し、より放熱効率が良い発光ダイオードランプ20を提供することが出来る。また、ランプの色がより高色温度側にシフトすることで、ランプが明るく見える。

10

【0125】

特徴8の効果

ガラス製の覆いを含む筐体24はすべてガラス製のバルブからなり、ガラスバルブ21内には不活性ガスが封入され、

【0126】

発光ダイオードユニット10より導出された導入線17をガラスバルブ21外に導出したガラスバルブ21の端部を封止、密閉するため、ガラスバルブ21の基部に樹脂製のハウジングに接着して筐体24を形成する必要がなく、材料コストが低減できるとともに、既存のHIDランプの設備にて筐体24の生産が可能である。また、不活性ガスが封入され、密閉封止されているので、筐体24内の導入線17等金属部分の腐食が防止できるほか、防水構造となり、屋外においても使用が可能である。更に熱伝導性の液体の媒体を、パッキンなどによる特殊なシーリング構造無しに充填することが出来る。

20

【0127】

特徴9の効果

発光ダイオードユニット10はガラスバルブ21の封止部側に埋設された支柱により保持されていることにより従来HIDランプに近い形状の発光ダイオードランプ20を提供することが出来る。

【0128】

特徴10の効果

30

発光ダイオード11は基板に実装され、基板は支持部材13の側面及び上面に設置されていることにより、筒状のバルブ形状に近い発光ダイオードユニット10とすることが出来、従来HIDランプに近い配光および形状の発光ダイオードランプ20を提供することが出来る。

【0129】

特徴11の効果

発光ダイオード11は支持部材13の側面及び上面に直接実装されているため発光ダイオード基板を省略することが出来、より安価に発光ダイオードランプ20を生産することが出来る。

【0130】

特徴12の効果

40

ガラスバルブ21の封止端には、スクリュー形の金属口金23が取付けられることにより、従来HIDランプとほぼ同形状の発光ダイオードランプ20を提供することが出来る。

【0131】

特徴13の効果

上記発光ダイオードランプ20は、従来HIDランプを使用していた街路灯、防犯灯等の照明器具に、点灯装置との組み合わせにより、容易に置き換えることが出来るため、従来ランプより更に長寿命で、省エネルギー性の高い街路灯、防犯灯などの照明装置を提供することが出来る。

50

【0132】

*** 第2の特徴群 ***

特徴1.

立体化した支持部材13の複数の面に発光ダイオード11を配置することにより構成された発光ダイオードユニット10を、透明な円筒状のバルブと、前記発光ダイオードユニット10に通電する口金23とで形成された筐体24内に設置し、前記発光ダイオードユニット10より導かれた配線を、口金23を介して筐体24外に導出する発光ダイオードランプ20において、前記支持部材13は底面を正多角形とする多角柱形状であり、前記正多角形の底面の外接円が前記円筒状のバルブと同心円状に配置され、前記多角柱側面の前記多角柱の軸と垂直方向の幅wと、前記円筒状のバルブの断面の中心から前記多角柱側面に垂直に伸ばした線の、前記多角柱側面と交差する点と、前記垂直に伸ばした線の前記バルブ内面と交差する点の距離kを固定し、前記多角柱の底面の正多角形を正n角形としたとき、所望のバルブ径を得るためにnの数を調節した正多角形からなる多角柱の発光ダイオードユニット10有する。

【0133】

特徴2.

立体化した支持部材13の複数の面に発光ダイオード11を配置することにより構成された発光ダイオードユニット10を、透明な円筒状のバルブと、前記発光ダイオードユニット10に通電する口金23とで形成された筐体24内に設置し、前記発光ダイオードユニット10より導かれた配線を、口金23を介して筐体24外に導出する発光ダイオードランプ20において、前記支持部材13は底面を正多角形とする多角柱形状であり、前記正多角形の底面の外接円が前記円筒状のバルブと同心円状に配置され、前記多角柱側面には発光ダイオード11が、前記多角形の軸方向に1列に配置されたことを特徴とする。

【0134】

特徴3.

前記支持部材13は一体型の板を折り曲げて複数の面を形成して立体化されることを特徴とする。

【0135】

特徴4.

前記多角柱側面の前記多角柱の軸と垂直方向の幅wは5mmから20mmであることを特徴とする。

【0136】

特徴5.

前記円筒状のバルブの断面の中心から前記多角柱側面に垂直に伸ばした線の、前記多角柱側面と交差する点と、前記垂直に伸ばした線の前記バルブ内面と交差する点の距離kは1mmから6mmであることを特徴とする。

【0137】

特徴6.

前記立体化した支持部材13の複数の面は発光ダイオード素子基板を兼ね、支持部材13の外面に発光ダイオード11が直接実装されることを特徴とする。

【0138】

特徴7.

発光ダイオードユニット10は、前記支持部材13の複数の面に発光ダイオード素子基板を貼り付けることにより構成された発光ダイオードユニット10であることを特徴とする。

【0139】

特徴8.

前記発光ダイオード素子基板は、その基板幅が約10mmであることを特徴とする。

【0140】

特徴9.

10

20

30

40

50

前記発光ダイオード素子基板は、リボン状のフレキシブル基板12であることを特徴とする。

【0141】

特徴10.

前記多角柱の底面は正n角柱の一部の頂点が欠落した多角形であることを特徴とする。

【0142】

特徴11.

前記支持部材13は金属製であることを特徴とする。

【0143】

特徴12.

前記多角柱の高さは前記外接円の直径より高いことを特徴とする。

【0144】

特徴13.

前記放熱体の頂面には多角錐形状または断面が台形状の多角錐形状であり前記多角錐形状の各面に発光ダイオード11が配置されていることを特徴とする。

【0145】

特徴14.

照明器具において、上記発光ダイオードランプ20と点灯装置とを配置したことを特徴とする。

【0146】

上記発光ダイオードランプ20の各特徴の効果は以下のとおりである。

【0147】

特徴1の効果

立体化した支持部材13の複数の面に発光ダイオード11を配置することにより構成された発光ダイオードユニット10を、透明な円筒状のバルブと、発光ダイオードユニット10に通電する口金23とで形成された筐体24内に設置し、発光ダイオードユニット10より導かれた配線を、口金23を介して筐体24外に導出する発光ダイオードランプ20において、支持部材13は底面を正多角形とする多角柱形状であり、正多角形の底面の外接円が前記円筒状のバルブと同心円状に配置され、多角柱側面の多角柱の軸と垂直方向の幅wと、円筒状のバルブの断面の中心から多角柱側面に垂直に伸ばした線の、多角柱側面と交差する点と、垂直に伸ばした線のバルブ内面と交差する点の距離kを固定し、多角柱の底面の正多角形を正n角形としたとき、所望のバルブ径を得るためにnの数を調節した正多角形からなる多角柱の発光ダイオードユニット10有する、発光ダイオードランプ20とすることによって、多角柱側面の幅と側面に配置された発光ダイオード11とガラスバルブ21内面の距離を一定に保ちながら、ガラスバルブ21の径及び発光ダイオードランプ20の明るさを変化させても、部品の共通化及び製造工程の共通化が図れ、かつ発光ダイオード11の熱をガラスバルブ21に効率的に逃がすことが出来、低成本で照明器具互換性が高く、かつ長寿命の発光ダイオードランプ20を得ることが出来る。

【0148】

特徴2の効果

立体化した支持部材13の複数の面に発光ダイオード11を配置することにより構成された発光ダイオードユニット10を、透明な円筒状のバルブと、前記発光ダイオードユニット10に通電する口金23とで形成された筐体24内に設置し、発光ダイオードユニット10より導かれた配線を、口金23を介して筐体24外に導出する発光ダイオードランプ20において、支持部材13は底面を正多角形とする多角柱形状であり、正多角形の底面の外接円が円筒状のバルブと同心円状に配置され、多角柱側面には発光ダイオード11が、多角形の軸方向に1列に配置されたことにより、多角柱の側面の数を容易に調節することができ、所望のバルブ径の発光ダイオードランプ20を得ることによって、多角柱側面の幅と側面に配置された発光ダイオード11とガラスバルブ21内面の距離を一定に保ちながら、ガラスバルブ21の径及び発光ダイオードランプ20の明るさを変化させても

10

20

30

40

50

、部品の共通化及び製造工程の共通化が図れ、かつ発光ダイオード11の熱をガラスバルブ21に効率的に逃がすことが出来、低コストで照明器具互換性が高く、かつ長寿命の発光ダイオードランプ20を得ることが出来る。

【0149】

特徴3の効果

支持部材13を一体型の板を折り曲げて複数の面を形成することにより、より部品の共通化及び部品点数の減少化及び製造工程の共通化が図れる発光ダイオードランプ20を得ることが出来る。

【0150】

特徴4の効果

多角柱側面の多角柱の軸と垂直方向の幅wを5mmから20mmとすることにより、多角柱側面には発光ダイオード11を多角形の軸方向に1列に配置された状態で、多角柱の側面の数を容易に調節することができ、所望のバルブ径の発光ダイオードランプ20を得ることによって、多角柱側面の幅と側面に配置された発光ダイオード11とガラスバルブ21内面の距離を一定に保ちながら、ガラスバルブ21の径及び発光ダイオードランプ20の明るさを変化させても、部品の共通化及び製造工程の共通化が図れ、かつ発光ダイオード11の熱をガラスバルブ21に効率的に逃がすことが出来、低コストで照明器具互換性が高く、かつ長寿命の発光ダイオードランプ20を得ることが出来る。

【0151】

特徴5の効果

前記円筒状のバルブの断面の中心から前記多角柱側面に垂直に伸ばした線の、前記多角柱側面と交差する点と、前記垂直に伸ばした線の前記バルブ内面と交差する点の距離kを1mmから6mmとすることにより、発光ダイオードユニット10をガラスバルブ21に収率良く、容易に挿入することが出来かつ、かつ発光ダイオード11の熱をガラスバルブ21に効率的に逃がすことが出来、低コストで照明器具互換性が高く、かつ長寿命の発光ダイオードランプ20を得ることが出来る。

【0152】

特徴6の効果

立体化した支持部材13の複数の面は発光ダイオード素子基板を兼ね、支持部材13の外面に発光ダイオード11が直接実装されることにより、発光ダイオード基板を省略することが出来、より安価に発光ダイオードランプ20を生産することが出来る。

【0153】

特徴7の効果

発光ダイオードユニット10は、支持部材13の複数の面に発光ダイオード素子基板を貼り付けることにより、既存の一般的な発光ダイオード素子基板を流用することが出来る。

【0154】

特徴8の効果

発光ダイオード素子基板を基板幅が約10mmとすることにより、既存に流通しているより一般的な発光ダイオード素子基板を流用することが出来る。

【0155】

特徴9の効果

発光ダイオード素子基板はリボン状のフレキシブル基板12であることにより、既存に流通しているより一般的な発光ダイオード素子基板を流用することが出来る。

【0156】

特徴10の効果

多角柱の底面は正n角柱の一部の頂点を欠落させた多角形であることにより、特殊な器具形状、特殊な配光に合わせた、発光ダイオードユニット10を得ることが出来る。

【0157】

特徴11の効果

10

20

30

40

50

支持部材 13 は金属製であることにより、発光ダイオード 11 が発生する熱を効率よく吸収、放熱することが出来る。

【0158】

特徴 12 の効果

多角柱の高さは前記外接円の直径より高いことにより発光ダイオード 11 が発生する熱を効率よく放熱することが出来る。

【0159】

特徴 13 の効果

放熱体の頂面には多角錐形状または断面が台形状の多角錐形状であり多角錐形状の各面に発光ダイオード 11 が配置されていることによりランプ頂部の配光を間然することが出来る。

10

【0160】

特徴 14 の効果

上記発光ダイオードランプ 20 は、従来 HID ランプを使用していた街路灯、防犯灯等の照明器具に、点灯装置との組み合わせにより、容易に置き換えることが出来るため、従来ランプより更に長寿命で、省エネルギー性の高い街路灯、防犯灯を提供することが出来る。

【0161】

また、配光に方向性がなく発光ダイオード 11 の光がほぼ全方向に配光されるので、下面に主に照射される略水平点灯の街路灯だけでなく、ベースダウン、ベースアップの器具にも対応可能である。

20

【0162】

実施の形態 6 .

実施の形態 6 では、可視域においてほぼ一様な高い透過率を有する液状もしくはペースト状の熱伝導媒体（例えばシリコーン）を、角柱状または円筒状の支持部材に LED を実装した発光ダイオードユニット 10 とガラスバルブ 21 内面との間に充填する方法を説明する。

【0163】

図 35 は、シリコーン注入方法の比較例 1 を示す概念図である。

従来の HID ランプにシリコーン 290 を注入する場合は外管バルブ内に内管バルブを挿入し、外管バルブを封止する。そこで、同様に、ガラスバルブ 21 に発光ダイオードユニット 10 を挿入し、ガラスバルブ 21 内面との隙間に熱伝導媒体を充填し、その後ガラスバルブ 21 を封止してみた。しかし、封止時の熱により熱伝導媒体が焼損してしまい、採用不可の結果となった。たとえば、シリコーン 290 は摂氏 200 度以上になると紛失する可能性があり、封止温度が摂氏 1000 度以上であるため、シリコーン 290 が変質してしまう。

30

【0164】

図 36 は、シリコーン注入方法の比較例 2 を示す概念図である。

HID ランプ製造と同様の製法でガラスバルブ 21 を封止した後、ガラスバルブ 21 に開口穴をあけ、そこから熱伝導媒体を注入し、注入後、開口穴を加熱することで封止をする案を考えた。これにより、熱伝導媒体を充填する目的は達成できたが、作業が煩雑でありコストがかかり工業的ではない。

40

【0165】

図 37 は、実施の形態 6 のシリコーン注入方法を示す概念図である。

本来、真空引きをする排気管をシリコーン注入に利用することを思いついた。排気管内部に注入針を挿入し、この注入針を通じてガラスバルブ 21 内部に熱伝導媒体を注入した。これにより効率よく熱伝導媒体を注入することが可能となり、また工業的な手段である。

【0166】

図 38 は、実施の形態 6 の発光ダイオードランプ 20 の製造方法、特に、シリコーン注

50

入方法を示すフロー図である。発光ダイオードランプ20の製造工程には、組立工程S20と封止工程S30が有る。

【0167】

1. 組立工程 : S20

発光ダイオードランプ20の製造方法は、発光ダイオードユニット10を作成し、発光ダイオードユニット10とフレア管22を装着し、発光ダイオードユニット10をガラスバルブ21に挿入して封止する組立工程S20を備えている。

【0168】

図39は、発光ダイオードユニット10の支持部材13の展開図である。

図39が図7と異なる点は、U字状の切り込み218と半円状の切り込み219が存在する点である。切り込み218、219は、支持部材を折り曲げる際に折り曲げやすくする効果と、折り曲げ時の位置きめがしやすくなる効果を有する。切り込み218、219は、U字・半円であるが、三角形、四角形、円形、台形でもよい。

【0169】

図40は、フレア管22を示す図である。フレア管22はガラスである。フレア管22は2本の導入線17を貫通させている。フレア管22の一端の中央には、軸支柱15が埋めこまれている。フレア管22の他端中央から軸支柱15に向かって排気管221が伸びている。排気管221はフレア管22の中央を貫通しているが、軸支柱15の手前で、斜めに曲がり排気口222を形成している。

【0170】

まず、軸支柱15と連結支柱16とを半田付けあるいは溶接により接続して発光ダイオードユニット10とフレア管22とを固定する。さらに、2本の導入線17を発光ダイオードユニット10の回路端子に電気的接続が可能になるように半田付けして接続する。

【0171】

次に、発光ダイオードユニット10を試験管状のガラスバルブ21に挿入して、フレア管22の外周とガラスバルブ21の内周とを溶着して、ガラスバルブ21を封止する。

これで、組立工程S20が終了する。

軸支柱15は、発光ダイオードユニット10がガラスバルブに挿入しやすいように軸支柱の軸に対し垂直な方向に柔軟性を持たせるために0.3~1.5mm程度の細い金属支柱を用いる。最終的には注入されたシリコーンが発光ダイオードユニット10を支えるため、軸支柱はこのように細いものであっても構わない。

【0172】

図41は、組立工程S20が終了した状態を示す図である。フレア管22とガラスバルブ21とは封止部216で封止され、ガラスバルブ21の内部は、排気口222と排気管221とを介してのみ、外気とつながっている。

【0173】

図41において、換気孔19が発光ダイオードユニット10の内外に貫通孔として存在する。換気孔19は八角柱の端部角に8個設けられている。換気孔19は、切り込み219と底面板金299とが形成した孔である。

【0174】

また、図41は、シリコーンディスペンサーのステンレス製の注入針230を示している。注入針230は、ほぼ直線状の針であるが、先端が排気口222から突出できるよう曲がっている。注入針230の先端は排気口222の内部を通過できる程度に曲がっている。したがって、注入針230は排気口222内部に挿入できる。

【0175】

2. 封止工程 : S30

次に、発光ダイオードランプ20の製造方法は、排気管221から熱伝導媒体を充填して排気し封止する封止工程を備えている。封止工程S30は、以下の3工程を順に実行する。

【0176】

10

20

30

40

50

(1) 充填工程 : S 3 1

排気管 221 にシリコーンディスペンサーの注入針を挿入し、ガラスバルブ 21 内部にシリコーンディスペンサーから押し出されたシリコーン 290 を注入する。この時、排気管 221 の開口部を上向きにしディスペンサーの注入針を挿入する。つまり LED ランプとしては口金が取り付けられるベース側を上向きに配置し、シリコーン 290 を重力により注入針の先端から垂らして注入する。

シリコーン 290 の注入と同時に、注入されたシリコーン 290 の体積分だけ、ガラスバルブ 21 内の空気は注入針 230 と排気口 222 の内面との隙間から流出する。

【0177】

図 42 は、シリコーン注入時の図である。シリコーン 290 は、発光ダイオードの放熱用であるから、発光ダイオードが配置された部分が存在する高さまで充填すればよい。また、発光ダイオードユニット 10 の内部にまでシリコーン 290 を注入すると、シリコーン 290 が大量に使用されてしまうこと、及び、重量が重くなることから、発光ダイオードユニット 10 の内部には、シリコーン 290 が入らないように、発光ダイオードユニット 10 の頂部（図 41 と図 42 では下部）を密閉しておくのがよい。シリコーン 290 が注入される高さまでは発光ダイオードユニット 10 の内部には、シリコーン 290 が入らないように発光ダイオードユニット 10 の隙間をなくしておくのがよい。具体的には、図 7 の状態から図 8 の状態に成形した時点で、発光ダイオードユニット 10 の内側から、接着用シリコーンを塗布して目止めする。接着用シリコーンの色は、支持部材 13 と同じ色にしておけば、接着用シリコーンが表面にあらわれても表面から目立たない。なお、切り込み 218 によりできる孔は目止めするが切り込み 219 によりできる孔は、シリコーン 290 により覆われないので、また、換気孔 19 として用いるので目止めしない。

10

【0178】

(2) 排気工程 : S 3 2

注入針を抜き取り、排気管から真空引きを行う（真空引き工程）。これは脱泡のためであるが（真空脱泡）、この時一度に真空引きを行うのではなく、数度に分けて行う。気圧が下がれば、シリコーン内の気体が膨張してシリコーン 290 の上部に浮いてくることにより、シリコーン 290 から泡が取り除ける。真空状態から大気圧に戻す際は窒素ガスなどの不活性ガスを注入する（置換工程）。この真空引き工程と置換工程とを数回程度繰り返すことにより、脱泡及び内部の不活性ガス置換が同時に見える。数回の真空引きによりガラスバルブ 21 内の空気は窒素に徐々に置き換わる。

20

【0179】

発光ダイオードユニット 10 の内部に有る空気を窒素ガスに置き換えるため、発光ダイオードユニット 10 は、発光ダイオードユニット 10 の底面板金 299 と切り込み 219 とにより形成された換気孔 19 を有している。真空引きにより、発光ダイオードユニット 10 の内部に有る空気が換気孔 19 から流出し排気口 222 から排気される。代わりに、真空状態から大気圧に戻す際は窒素ガスなどの不活性ガスが排気口 222 から流入し換気孔 19 から発光ダイオードユニット 10 の内部に窒素ガスが入る。

30

【0180】

(3) チップオフ工程 : S 3 3

40

排気管 221 のチップオフを行う。

その後、口金が取り付けられる。

【0181】

A. シリコーン 290 の仕様

シリコーン 290 の粘度（硬さ）は $100 \text{ Pa} \cdot \text{s}$ 以下が望ましい。これを越えるとディスペンサーでの吐出が難しくなり、かつ注入したシリコーン 290 が筐体及びガラスバルブの隙間に均一に入り込まなくなる。特に、 $50 \text{ Pa} \cdot \text{s}$ 以下が望ましいが、より狭い隙間に充填できるようにするためには、 $1 \sim \text{数} \text{ Pa} \cdot \text{s}$ がよく、 $1 \sim 0 \text{ Pa} \cdot \text{s}$ が望ましい。

【0182】

50

B. 排気管 221 の仕様

排気管 221 の太さは最小外径 4.0 mm (最小内径 0.7 mm)、最大外径 8.0 mm (最大内径 5.0 mm) を満たすものがよい。最大外径については 8.0 mm を上回るとフレア管 22 (ステム) として製造が出来なくなり、また最小外径 4.0 mm を下回ると下記に示すようにシリコーン注入と空気を排出する機能が果たせなくなる。

排気管 221 の長さは最短 30 mm、最長 200 mm とするのがよい。排気管 221 の長さが短くなることはシリコーン注入には有利であるが、最短 30 mm を下回るとシリコーン注入後のチップオフの作業が出来なくなる。また最長 200 mm を上回るとシリコーン注入に大幅に不利となる。

10

【0183】

C. ディスペンサー注入針の仕様

ディスペンサー注入針を使用する理由は 2 つある。

1 つ目はシリコーン注入と空気の排出を同時に行うためである。

2 つ目は排気管 221 内部にシリコーン 290 を付着しないためである。

万が一、排気管 221 内部にシリコーン 290 が付着すると、チップオフの際、溶かしたガラスバルブ内部にシリコーン 290 が混入し、変色、クラックなどの不具合が生じる危険性がある。

【0184】

ディスペンサー注入針の径は使用する排気管 221 の径による。ディスペンサー注入針の径は太い方がシリコーン注入には有効であるが、チップ間との隙間が狭くなるため空気が排出できなくなる。ディスペンサー注入針の外径の範囲は前記排気管 221 との関係から最小外径 0.5 mm (最小内径 0.2 mm) ~ 最大外径 4.5 mm (最大内径 4.0 mm) とする。

20

【0185】

D. 真空引きの仕様

脱泡及び窒素などの不活性ガス置換のための真空引きの条件は真空度は 21.33 キロパスカル以上 101.3 キロパスカル未満とする。21.0 キロパスカルを下回るとシリコーン 290 の物性が損なわれる危険性がある。真空度は 25 キロパスカル以上 50 キロパスカル以下がよく、具体的には 30 キロパスカル以上 40 キロパスカル以下がよく、33.3 キロパスカルがなおよい。

30

また、不活性ガス置換には最低 1 回以上大気圧に戻す必要がある。脱泡及び不活性ガス置換の完成度と 20 分程度で 10 回サイクル程度行うのがよい。

【0186】

E. 判別方法

なお、排気口 222 から伝わって垂れた熱伝導媒体の痕跡がフレア管 22 や基部支柱 14 や軸支柱 15 や連結支柱 16 や導入線 17 に残るため、熱伝導媒体の痕跡や垂れにより、排気管 221 からのシリコーン注入方法を採用して製品を製造したことが、目視判別が可能である。

【0187】

40

実施の形態 6 の発光ランプの製造方法は、

排気管 221 を装着してガラスバルブを封止する組立工程と、

排気管 221 から熱伝導媒体を充填して排気し封止する封止工程とを備えている。

【0188】

封止工程は、

組立工程後、排気管 221 からガラスバルブ内部に熱伝導媒体を充填する充填工程と、充填工程後、排気管 221 からガラスバルブ内部の気体を真空引きする排気工程と、

排気工程後、排気管 221 を封止するチップオフ工程とを備えている。

50

【0189】

前記充填工程は、排気管221の管内径より小さな針外径を有する注入針を排気管221に挿入して注入針を介してガラスバルブ内部に熱伝導媒体を注入し、注入針による熱伝導媒体の注入と、排気管221による排気とを同時に行う。

前記充填工程は、排気管221の管長より長い針長を有する注入針を排気管221に挿通して、注入針を介してガラスバルブ内部に熱伝導媒体を注入する。

前記充填工程は、粘度が100パスカル秒以下の熱伝導媒体を注入する。

【0190】

前記封止工程は、管外径が4mm以上8mm以下であり、管内径が管外径より小さくて0.7mm以上5.0mm以下であり、管長が30mm以上200mm以下である排気管221を装着する。

10

【0191】

前記充填工程は、針外径が排気管221の管内径より小さく0.5mm以上4.5mm以下であり、針内径が針外径より小さくて0.2mm以上4.0mm以下である注入針を使用してガラスバルブ内部に熱伝導媒体を注入する。

【0192】

前記排気工程は、21.0キロパスカル以上101.3キロパスカル以下の真空度で真空引きをする真空引き工程を有する。

前記排気工程は、真空引き工程を複数回繰り返し、真空引き工程の間にガラスバルブ内部の気体を不活性ガスに置換する置換工程を有する。

20

【0193】

以上のような製造方法により、発光ダイオードを実装した発光ダイオードユニットと、前記発光ダイオードユニットの発光面を覆うガラス製のカバーを有し、発光ダイオードユニットを内部に配置した筐体と、前記発光ダイオードユニットの発光面とガラス製のカバーの内面の隙間に充填された熱伝導媒体とを備えた発光ダイオードランプが製造できる。

【0194】

前記熱伝導媒体は、透明で絶縁性を有するシリコーン樹脂からなる熱伝導媒体、又は、前記シリコーン樹脂を含む熱伝導媒体である。

シリコーン290を充填すると以下の効果がある。

(1) 発光ダイオードの熱がガラスバルブ21に伝わりやすくなる。(2)シリコーン290に覆われた部分は、酸化しない。

30

(3) 仮にガラスバルブ21に外力が加わっても破壊にくくなる。

(4) ガラスバルブ21が割れても、ガラス片の防飛効果があり、かつ、シリコーン290に覆われている部分には絶縁効果がある。

【0195】

注入するシリコーン290は、無色透明がよいが、カラー付シリコーンでもよいし、エポキシ等の他の物質とシリコーン290とのハイブリッドシリコーンでもよい。また、より放熱性をますためには、金属粒子を混ぜた放熱性に富む放熱性シリコーンを使用するのがよい。

【0196】

40

図41、図42では、排気管221がフレア管22の中で曲がっている場合を示したが、排気管221がフレア管22の中央をまっすぐに突き抜けていてもよい。その場合は、注入針もまっすぐでよく、シリコーン290が排気管221内面に付着する可能性が減少するとともに、シリコーン290の注入が容易になる。

【0197】

なお、図41、図42では、排気管221のみを介してシリコーン290の注入と排気とを行う場合を示したが、排気管221と平行にシリコーン290を注入する注入管(図示せず)を設けてもよい。注入管を設ける場合は、排気管221にシリコーン290に付着することがなく排気が効率よく確実にできる。注入管を設ける場合は、真空引きの場合に排気管から真空引きをして、注入管から窒素ガスを導入することができる。排気管22

50

1と注入管の両方から真空引きし両方から窒素ガスを導入してもよい。最後に排気管221と注入管の両方をチップオフすればよい。

【0198】

次に、図43と図44を用いて、発光ダイオード11の点灯対策について説明する。

図43は、支持部材とガラスバルブ21の間に発光ダイオード11がシリコーン290で覆われている場合を示している。発光ダイオード11の外殻中央に素子があり、素子及びボンディングワイヤを樹脂250で覆っている。温度が上昇するとシリコーン290が熱膨張して樹脂250の表面に膨張圧力を加え、樹脂250を押しつぶすように変形させる可能性がある。ガラスバルブ21と支持部材とは、シリコーン290よりも熱膨張係数が小さいため、シリコーン290ほど膨張せず、シリコーン290の行き場がなくなり、比較的柔軟な樹脂250に圧力がかかると考えられる。このため樹脂250内部のボンディングワイヤ251の断線や接触不良を起こし素子の点灯不良が起きる可能性がある。

【0199】

そこで、図44に示すように、発光ダイオード11のパッケージ表面に薄板状の透明な板ガラス240を接着して取り付けるのがよい。板ガラス240により膨張圧力が樹脂250に加わるのを緩和することができる。たとえば、樹脂250の厚さは、0.12~0.17mmであるが、光の透過性が高いほうがよく0.12mmがよい。板ガラス240の形は発光ダイオード11のパッケージ表面の形と同じであればよい。板ガラス240の形は、発光ダイオード11のパッケージの周囲外殻に360度ひっかかる円形や矩形がよい。

【0200】

実施の形態7.

この実施の形態7では、特に、実施の形態1~6と異なる点について説明する。実施の形態7で特徴となる点は、ガラスバルブ21と発光ダイオードユニット10の形状である。

【0201】

ガラス封入タイプのLEDランプにおいて、放熱性を向上させることは非常に重要である。この実施の形態7では、放熱性能を向上させる場合を説明する。特に、ガラスバルブ21の形状と発光ダイオードユニット10の形状を工夫することにより、放熱性能を向上させる場合を説明する。

【0202】

図45は、実施の形態7におけるガラスバルブ21の斜視図である。

図46は、図45とは逆方向からのガラスバルブ21の斜視図である。

図47は、実施の形態7における図45のガラスバルブ21のAA断面図である。

【0203】

ガラスバルブ21は、外部バルブ211と内部バルブ212とを有している。外部バルブ211の一端には、開放口289が有る。

【0204】

外部バルブ211の内径は内部バルブ212の外径より大きく、外部バルブ211と内部バルブ212の間には、隙間幅Fが360度均等に存在する。

外部バルブ211の内径 > 内部バルブ212の外径

$$\text{隙間幅 } F = ((\text{外部バルブ211の内径} - \text{内部バルブ212の外径}) \div 2)$$

$$\text{隙間幅 } F > 0$$

【0205】

外部バルブ211の長さL1は、内部バルブ212の長さL2より大きい。

外部バルブ211の長さL1 > 内部バルブ212の長さL2

【0206】

内部バルブ212の内側には、中空部分214が存在している。内部バルブ212の一端の外周は外部バルブ211と連続している。内部バルブ212の一端の中央部分は開放されており、中空部分214に大気が流入できる。内部バルブ212の他端には底部2

10

20

30

40

50

15が有り、内部バルブ212の底は袋小路になっている。内部バルブ212は、全体として試験管のような形状をしている。

【0207】

内部バルブ212が存在する部分は、ガラスバルブが2重構造になっており、内部バルブ212が存在しない部分は、ガラスバルブが1重構造になっている。

【0208】

図48は、実施の形態7における発光ダイオードユニット10の正面側面図である。

図49は、実施の形態7における発光ダイオードユニット10の平面図である。

【0209】

実施の形態7における発光ダイオードユニット10の特徴は、発光ダイオードユニット10の支持部材13の頂部の錐体18が存在しない点である。また、発光ダイオードユニット10の支持部材13の底面板金299も存在しない。錐体18も底面板金299も存在しないため、発光ダイオードユニット10は、両端が開放された長さL3の筒状の筒部220を有することになる。発光ダイオードは全て筒部220の表面に配置されている。軸支柱15は連結支柱16にのみ連結されている。

10

【0210】

発光ダイオードユニット10の長さをL4とすると、以下の関係になる。

$$L_1 > L_4 > L_3 > L_2$$

【0211】

図49において、発光ダイオードユニット10の内周円と外周円との半径の差を発光ダイオードユニット10の厚さIとすると、

20

$$\text{隙間幅 } F > \text{厚さ } I$$

である。

【0212】

隙間幅Fが最も狭い場合には、

$$\text{隙間幅 } F = \text{厚さ } I$$

である。放熱性を高めるためには、隙間幅F=厚さIが望ましい。

【0213】

図50は、実施の形態7における発光ダイオードランプ20の正面側面図である。

図51は、実施の形態7における発光ダイオードランプ20の平面図である。

30

図52は、実施の形態7における口金23のない発光ダイオードランプ20の正面側面図である。

図53は、実施の形態7における発光ダイオードランプ20の寸法図である。

【0214】

実施の形態7における発光ダイオードランプ20は、発光ダイオードユニット10とガラスバルブ21を有する。

発光ダイオードユニット10は、発光ダイオード11を配置した筒形状の筒部220を有する。

ガラスバルブ21は、発光ダイオードユニット10の筒部220の内部に設けられた内部バルブ212と、発光ダイオードユニット10の筒部220の外部に設けられた外部バルブ211とを有する。

40

【0215】

前記ガラスバルブ21は、筒部220を外部バルブ211と内部バルブ212との間の空間に配置している。

前記ガラスバルブ21は、前記発光ダイオードユニット10を封入している。

前記内部バルブ212は、一端が開放され他端が閉じられ中央に中空部分を有する有底筒形状のガラスバルブである。前記外部バルブ211は、内部バルブ212より長い筒形状のガラスバルブである。

前記ガラスバルブ21は、内部バルブ212の一端と外部バルブ211の一端とを封着した環状端部213と、外部バルブ211の他端を封止した封止部216とを有する。

50

【0216】

図53は、実施の形態7における発光ダイオードランプ20の寸法図である。図14と異なる点は、外部バルブ211と内部バルブ212に関する以下の寸法が追加された点である。

- E：外部バルブ211の外径、
- F：隙間幅、
- H：外部バルブ211の内面の半径
- I：発光ダイオードユニット10の厚さ

【0217】

図45～図53では、断面が8角形の発光ダイオードユニット10を示したが、6角形でもよいし、他の多角形でもよい。あるいは、断面が円形の発光ダイオードユニット10でもよい。

【0218】

図示しないが、ガラスバルブ21にシリコーン290を充填してもよい。シリコーン290は、外部バルブ211と内部バルブ212との間全てに充填することが望ましい。発光ダイオードユニット10の表面と裏面との両側にシリコーン290が充填され、発光ダイオードユニット10の表面から外部バルブ211への熱伝導と発光ダイオードユニット10の裏面から内部バルブ212への熱伝導との両方が促進できるからである。

【0219】

また、シリコーン290は、発光ダイオード11の放熱用であるから、発光ダイオード11が配置された筒部220が存在する2重管部分だけに充填すればよい。

図示しないが、発光ダイオードランプ20の前記内部バルブ212の中空部分214に、アルミフィン等の金属放熱部材を備えてもよい。

【0220】

また、図示しないが、前記外部バルブ211の少なくとも内面表面と外面表面とのいずれか又は両方に、放熱部材となる放熱塗料を塗布してもよい。

【0221】

また、同様に、前記内部バルブの少なくとも内面表面と外面表面とのいずれか又は両方に、放熱部材となる放熱塗料を塗布してもよい。

放熱塗料は明るさを維持するためには透明であることが望ましいが、放熱性をますために金属粒子が混入された灰色・薄色の放熱塗料や放熱シリコーンでもかまわない。

【0222】

実施の形態7の発光ダイオードランプは、内部バルブ212の中空部分214からも放熱が促進できる効果がある。放熱性向上により光束劣化が減少し長寿命化が図れる。また、中央先端から凹部が形成されており、今までにない意匠性・デザイン性に富んだ発光ダイオードランプを提供することができる。

【0223】

図54は、実施の形態7の発光ダイオードランプの製造方法を示す図である。

実施の形態7の発光ダイオードランプの製造方法は、

二重管部分を有するガラスバルブ21を製造する工程S11と、

発光素子を配置した筒形状の筒部を備えた発光ダイオードユニット10を製造する工程S12と、

前記ガラスバルブ21の二重管部分の間の空間に、発光ダイオードユニット10を配置する組立工程S2と、

前記ガラスバルブ21を封止する封止工程S3とを備えたことを特徴とする。

【0224】

前記ガラスバルブ21を製造する工程S11は、一端が開放され他端が閉じられ中央に中空部分を有する有底筒形状の内部バルブ212を、両端が開放され内部バルブ212より長い筒形状の外部バルブ211に挿入し、内部バルブ212の一端と外部バルブ211

10

20

30

40

50

の一端とを封着する工程を有する。

【0225】

この工程で、図45、図46、図47に示したガラスバルブ21が作成される。

前記発光ダイオードユニット10を製造する工程S12は、実施の形態1～5で説明した工程を経て発光ダイオードユニット10を製造する。ただし、錐体18は作成しない。底面板金299も使用しない。

【0226】

この工程で、図48に示した発光ダイオードユニット10が作成される。

前記ガラスバルブ21を製造する工程S11と前記発光ダイオードユニット10を製造する工程S12との順番は問わない。

10

前記組立工程S2は、発光素子を配置した筒形状の筒部を備えた発光ダイオードユニット10にフレア管22を取り付ける。そして、発光ダイオードユニット10を、外部バルブ211の開放口289から挿入して、筒部220を外部バルブ211と内部バルブ212との間の空間に配置する。

【0227】

前記封止工程S3は、シリコーン290を注入し、排気管221から排気して排気管221を封止する工程を有する。

前記組立工程S2と前記封止工程S3とは、実施の形態6で述べたガラスバルブ21にシリコーン290を充填する方法を適用することができる。

【0228】

20

実施の形態8.

実施の形態8では、実施の形態1～7で述べた発光ダイオードランプ20を、街路灯に用いる場合について説明する。従来から水銀灯等の高輝度放電ランプ(HIDランプ)を用いた街路灯が存在する。一方、LEDランプを街路灯のランプとして用いられ始めている。

【0229】

図55は、街路灯の一例を示す図である。

支柱310は、下端が地中に埋設されて地上に立設される。支柱310は、電源を配置する電源配置部311を下部に有し、E形ソケットを配置するソケット配置部312を上部に備え、電源とソケットを結ぶ2本の支柱内電線313を内部に収納している。2本の支柱内電線313の各電線は、断面積が2.0平方mm以上の電線である。2本の支柱内電線313は、1000V以上あるいは1500V以上の交流を通電させても絶縁破壊しない電線である。

30

【0230】

E形ソケット314は、発光ダイオードランプ20のE形口金を取り付けて発光ダイオードランプ20を固定するとともに、発光ダイオードランプ20のE形口金に給電するという2つの機能を有している。

【0231】

電源配置部311には、直流電源315と交流安定器316のいずれかが配置される。

直流電源315と交流安定器316は、地中を引き回され支柱の下端から引き込まれた100V又は200Vの交流商用電源電線317に接続される2個の入力端子を有している。

40

直流電源315は、定電流直流回路を有し、100V又は200Vの交流商用電源から、20V700mAあるいは40V・350mAあるいは80V・200mA程度の直流定電流を2本の電線に出力する2個の出力端子を有している。

【0232】

交流安定器316は、交流昇圧回路を有し、100V又は200Vの交流商用電源から、1000Vあるいは1500Vの交流を2本の電線に出力する2個の出力端子を有している。

発光ダイオードランプ20はランプカバー318により覆われている。

50

【0233】

図56は、HIDランプを用いた街路灯とLEDランプを用いた街路灯の仕様比較図である。

街路灯は、支柱とランプとソケットと電源と電線などから構成されているが、故障の原因は、ランプ切れ又は電源回路不良によるものが多い。したがって、街路灯の修理には、交換用ランプや交換用電源を持参して交換する必要がある。

【0234】

従来からのHIDランプを用いた街路灯が壊れた場合あるいは寿命が到来した場合、HIDランプをLEDランプに変更するには、実施の形態1～7で述べた発光ダイオードランプ20に、HIDランプのE形口金と互換性があるE形口金を使用すればよい。また、HIDランプをLEDランプに交換すると同時に、HIDランプ用の交流安定器もLEDランプ用の直流電源に交換すればよい。

10

【0235】

今後、街路には、従来からのHIDランプを用いた街路灯と、LEDランプを用いた街路灯とが混在することになる。HIDランプを用いた街路灯とLEDランプを用いた街路灯の仕様は、図56のように異なるため、修理・交換の際には、HIDランプを用いた街路灯と、LEDランプを用いた街路灯とを明確に区別する必要がある。

【0236】

特に、実施の形態1～7で述べた発光ダイオードランプ20に、HIDランプのE形口金と互換性があるE形口金を使用すれば、実施の形態1～7で述べた発光ダイオードランプ20は、HIDランプと物理的に交換可能になるし、交流安定器も直流電源も、2本の入力端子と2本の出力端子を有しているものであるから、支柱の電源配置部に配置できるサイズであれば、交流電源も直流電源も物理的に交換可能となるので、混同する可能性がある。

20

【0237】

(1) ランプと電源が正しい組み合わせ

図57は、ランプと電源が正しい組み合わせでも、電線の太さにより不具合が発生する場合を示している。HIDランプは1000V以上(数千V)の交流で動作するため断面積が2平方mm以上の電線を使用しているが、LEDランプは80V以下の直流で動作するため、断面積が0.75平方mmの電線を使用している。したがって、断面積が0.75平方mmの電線に1000V以上の交流が流れた場合は、電線間のショート・断線・破壊などを起こす可能性があり感電の危険がある。特に支柱は金属で製作されていることが多いため、感電・漏電はたいへん危険である。このため、この実施の形態8の街路灯には、断面積が2平方mm以上の太い電線を使用する。太い電線を使用している街路灯であれば、HIDランプでもLEDランプでも安全に点灯させることができる。すなわち、太い電線を使用している街路灯であれば、HIDランプと交流安定器からLEDランプと直流電源に交換してもかまわないし、LEDランプと直流電源からHIDランプと交流電源に交換してもかまわないという安全かつ安心という効果がある。

30

【0238】

(2) ランプと電源の誤った組み合わせ

40

図58は、ランプと電源が誤った組み合わせで、電線の太さにより不具合が発生する場合を示している。HIDランプと直流電源を組み合わせた場合は、HIDランプが点灯しないだけであり危険はない。

【0239】

また、LEDランプと交流安定器を組み合わせた場合に太い線を使用していると、LEDランプが点灯しないだけであり危険はない。このLEDランプと交流電源との組み合わせでは、LEDランプに1000V以上の電圧がかかりLEDランプ内の電気回路が破壊されるかもしれないが、実施の形態1～7で述べた発光ダイオードランプ20の電気回路は、ガラスバルブ21内部に絶縁密閉されているから、感電の危険はなく、最悪でも、LEDランプの回路破損のみで済む。

50

【0240】

一方、LEDランプと交流安定器を組み合わせた場合に細い線を使用していると、LEDランプ内の電気回路が短絡した場合は、断面積が0.75平方mmの電線に1000V以上の交流が流れ、電線間のショート・断線・破壊などを起こす可能性があり感電の危険がある。このためにも、この実施の形態8の街路灯には、断面積が2平方mm以上の太い電線を使用する。太い電線を使用している街路灯であれば、たとえランプと電源の組み合わせを間違えた場合でも、感電という危険が生じないという効果がある。

【0241】

実施の形態8の街路灯は、E形口金を有する発光ダイオードランプ20を使用することを特徴とする。さらに、断面積が2平方mm以上の太い電線を使用することを特徴とする。
。

【0242】

発光ダイオードランプ20は、発光ダイオードと電気回路とがガラスバルブ21により完全密閉・完全密封された絶縁・防水ランプである。また、シリコーン290が充填されていれば、ガラス破損が防げる堅固なランプであり、仮にガラスが割れてもシリコーン290により覆われた部分の絶縁が保てるランプである。

【0243】

次に、既設の街路灯のHIDランプを、LEDランプに交換する場合について説明する。
。

ポール（支柱）を含め街路灯全てをLEDランプの街路灯に換えるためには、既存街路灯の撤去、新規LEDランプ街路灯の購入・設置工事という高額な費用がかかるだけでなく、まだ利用可能なポールの廃却といった環境負荷の問題も発生する。
20

【0244】

すなわち、比較的効率の低い水銀灯などのHIDランプを用いた街路灯照明の光源を高効率な発光ダイオードランプとしつつ、初期設備投資を少なくすべく既設街路灯の支柱（ポール）等の設備を流用し、最低限の加工によりリニューアルを計ることが課題となる。

【0245】

この実施の形態8における既設の街路灯のHIDランプをLEDランプに交換する場合の、（1）流用する設備と、（2）交換する設備と、（3）その交換方法とは以下のとおりである。
30

【0246】

(1) 流用する設備

支柱310、

電源配置部311、

ソケット配置部312、

支柱内電線313、

ランプソケット（E形ソケット）314、

交流商用電源電線317、

ランプカバー318、

【0247】

(2) 交換する設備

HID（水銀、メタルハライド、ナトリウム）ランプ 発光ダイオードランプ20、
交流安定器316 直流電源315、

【0248】

(3) ランプ交換方法

実施の形態8で用いるLEDランプは実施の形態1～7で述べた発光ダイオードランプ20であって、E形口金から給電され、かつ一体の口金を含む光源部内には前記LED用の電源を含んでいない。

【0249】

そして、既存の街路灯のE形ソケットをそのまま使用し、E形ソケットに前記発光ダイ
50

オードランプの固定及び給電の両機能を持たせる。

かつ、既存のポールを含む器具を流用し、発光ダイオードランプ電源は既存の交流安定器を撤去したスペースに設置する。

E形ソケットにはLED駆動用の直流電流が供給される。

【0250】

前記発光ダイオードランプ用直流電源315はその縦・横・高さとも既存HID用安定器(交流安定器316)の縦・横・高さと同等もしくはそれ以下である。

発光ダイオードランプ用直流電源はその固定用ねじ穴や固定用穴や固定用フック等の取り付け手段が、既存HID用安定器の取り付け手段と同一又は同様な位置にあり、電源配置部からのHID用安定器の撤去後、そのまま発光ダイオードランプ用電源が電源配置部に設置できる。

10

【0251】

前記発光ダイオードランプ20のE形口金及びE形ソケットは、中心部給電端子側がプラスとなる様に、かつ円周側がグランド電位となる様に接続する。

【0252】

こうして、既存のHIDランプの街路灯を発光ダイオードランプの街路灯に、既存設備を流用し最低限の加工により改造できる。

【0253】

以上のように、実施の形態8のランプ交換方法は、E形口金を有する高輝度放電ランプを使用する街路灯のランプを交換する方法である。

20

【0254】

実施の形態8のランプ交換方法は、

E形口金を有する高輝度放電ランプをE形口金を有する発光ダイオードランプに交換するランプ交換工程と、

高輝度放電ランプに給電する交流安定器を、発光ダイオードランプに給電する直流電源に交換する電源交換工程と

を備えている。

【0255】

前記ランプ交換工程は、E形ソケットを交換せず、この交換しないE形ソケットにE形口金を有する発光ダイオードランプを取り付ける。

30

前記電源交換工程は、電線を交換せず、この交換しない電線に直流電源を接続する。

【0256】

ポール(支柱)を含め街路灯全てをLEDランプのものに換えるためには、既存街路灯の撤去、新規LEDランプ街路灯の購入・設置工事という高額な費用がかかる、さらに、まだ利用可能なポールの廃却といった環境負荷が発生してしまう。

【0257】

実施の形態8のランプ交換方法によれば、既設の街路灯部品をできる限り流用し、かつエネルギー消費効率のよいLEDランプに転換できる。

屋内体育館のHIDランプ照明においてはその安定器が天井近傍に設置されているのに比べ、通常、屋外街路灯のランプ安定器は支柱下部の交換作業がしやすい位置にあり、カバーを外す事で容易にLED電源の増設もしくは交換工事が可能である。リサイクルの観点からは増設ではなく交換が良い。

40

【0258】

ランプに接続するソケットまでの配線は2本存在し従来ここにはHID点灯用の交流電流が流れているが、既設の2本の電線を用いてLEDランプ点灯用直流電流を流す事が可能で、これも劣化の観点から問題無いものであれば2本の既存配線を流用し、ランプのみを比較的効率の低い水銀灯から前記LEDランプに交換する。

【0259】

ここで交換すべきHIDランプが水銀灯等の比較的効率の低いもので有れば改善交換の効果が向上する。比較的効率のよいナトリウムランプやメタルハライドランプからの交換

50

でも改善効果がある。

【0260】

なお、図32～図34に示したとおり、発光ダイオードランプ20を搭載した街路灯は略水平点灯(図32)、ベースダウン(図33)、ベースアップ(図34)のいずれでもよい。

【0261】

また、E形ソケット・E形口金は、E26形でも、E39形のいずれでもよい。また、E形でなくてもよく、ランプ固定と給電との2機能があり、かつ、HIDランプとLEDランプとの物理的取り付け互換性と電気的接触互換性とがあればよい。

【0262】

実施の形態9。

図59は、放熱性を高めた発光ダイオードランプ20の一例である。

ガラスバルブ21は、発光ダイオードユニット10の支持部材31の一部を覆うとともに、支持部材13の他部を大気中に露出させる。ガラスバルブ21の頭部に開口が有り、開口から発光ダイオードユニット10の支持部材13の他部が露出かつ突出している。発光ダイオード11が存在する部分は、ガラスバルブ21に覆われている。露出かつ突出しているのは、支持部材13のみである。支持部材13は、アルミニウムなどの金属であり、支持部材の端部が大気に直接触れることにより、放熱性が高まる。

【0263】

開口部分には封止部320が有り、封止部320は、防水性を担保するために、ガラスエポキシ系接着剤あるいはシリコーンゴムでコーティング(封止)している。

【0264】

なお、口金部分も、ガラスエポキシ系接着剤あるいはシリコーンゴムでコーティング(封止)してもよい。コーティングにより製造工程が簡略化できかつコストダウンができる。

ガラスバルブ21の内面と外面に放熱塗料を塗布すれば、さらに放熱効果が向上する。

ガラス封入LEDランプでは18wクラスが限度であるが、実施の形態9によれば、放熱性が向上するので大容量化が可能である。

【0265】

図60は、放熱性を高めた発光ダイオードランプ20の他の例である。

ガラスバルブ21の口金近くの基部に金属フイン241を装着する。金属フイン241は、環状であり内径がガラスバルブ21の外形と同じであり、スライドしてガラスバルブ21に嵌め込まれる。金属フイン241はアルミニウムなどの金属羽根であり、金属フイン241が大気に直接触れることにより、ガラスバルブ21からの放熱性が高まる。

【0266】

金属フイン241は、位置を確定するために、ガラスバルブ21の突起242まで嵌め込まれている。

金属フイン241は、ガラスエポキシ系接着剤あるいはシリコーン接着剤ではがれないように止める。

金属フイン241の形状、大きさは、ランプカバー318などの邪魔にならないようにする。金属フイン241は、設置空間に応じて、形状、大きさを任意に選択してもよい。その場合は、金属フイン241は、ガラスバルブ21に対して着脱可能にしておく。

【0267】

ガラスバルブ21の内部全体にシリコーン290を充填すれば、又は、ガラスバルブ21の金属フイン241が存在する部分までシリコーン290を充填すれば、放熱性がさらに高まる。

【0268】

また、ガラスバルブ21の内面と外面に放熱塗料を塗布すれば、放熱効果が向上する。

ガラス封入LEDランプでは18wクラスが限度であるが、実施の形態9によれば、放熱性が向上するので大容量化が可能である。

10

20

30

40

50

【0269】

実施の形態10.

以下、前述した実施の形態と異なる点を説明する。

【0270】

大気圧の窒素ガスを封入してチップオフしたガラス封入タイプの発光ダイオードランプを点灯し、摂氏25度から摂氏100度の温度が上昇したと仮定すると、75度の温度上昇による窒素ガスの体積は、約27.5% (75度 × 1 / 273) 程度膨張する。このため、ガラスバルブ21の内圧は約1.3倍になる。これにより、発光ダイオード11(以下、LEDパッケージともいう)が圧迫され、光束低下につながる恐れがある。

一方、内部を真空にしてチップオフしたガラス封入タイプの発光ダイオードランプを点灯すると、同様に、明るさが低下する恐れがある。

【0271】

以上の結果、以下のことが考えられる。

(1) ガラスバルブの内圧が大気圧より高いと、LEDパッケージ内部が圧迫され、明るさが低下する。

(2) ガラスバルブの内圧が大気圧より低いと、LEDパッケージ内部が減圧し、明るさが低下する。

【0272】

したがって、ガラスバルブの内部温度にかかわらず、ガラスバルブの内圧は大気圧であることが望ましい。

【0273】

ガラスバルブの内圧を大気圧に保つためには以下の実施例が考えられる。

実施例1. ガラスバルブを封止しない。

実施例2. 点灯時にガラスバルブの内圧を大気圧にする。

実施例3. ガラスバルブ内から気体を排除する。

以下、各実施例について説明する。

【0274】

実施例1. <<< ガラスバルブを封止しない実施例 >>>

図61は、排気管221をチップオフではなくチップカットした発光ダイオードユニット10の分解図である。

図62は、フレア管22の概念断面図である。

図63は、チップカットした排気管221に口金23を取り付けた発光ダイオードユニット10の断面図である。

【0275】

前述した実施の形態6で説明したガラス封入タイプの発光ダイオードランプ20では、ガラスバルブ21を封止後、通常のランプ製造工程と同様に、チップオフしているが、この実施例では、光束を維持するため、チップカットする点が特徴である。

【0276】

チップオフとは、ガラスチップ管のようなガラスの細管(排気管221)をガスバーナ等で加熱・溶融させ封止切断することをいう。

チップカットとは、ガラスチップ管のようなガラスの細管(排気管221)を封止せずに切断することをいう。

チップオフすれば、ガラスバルブ21は完全に封止密封され、100%の防水効果がある。

チップカットすれば、ガラスバルブ21は、100%の防水効果はないが、ガラスバルブ21の内部の気圧が大気圧と同じになる効果がある。

【0277】

図61に示すように、ガラスバルブ21の左端(一方の端部)は閉じた構造となっている。一方、ガラスバルブ21の右端(もう一方の端部)は、フレア管22が溶着されており、ガラスバルブ21の右端周囲にはスクリュー部224が形成されている。

10

20

30

40

50

排気管 221 は、フレア管 22 を左右に貫通している。排気管 221 の下端には、排気口 222 があり、排気管 221 の右端には、開口部 231 があり、この開口部 231 のみで、ガラスバルブ 21 の内部と外部とが通気できるようになっている。

【0278】

図 62 に示すように、フレア管 22 は、内部にくぼんだ凹部 223 が形成された試験管状あるいはコップ状のガラス胴体 228 でできている。この凹部 223 の中央に、排気管 221 があり、フレア管 22 の胴部の下部側面の途中に排気口 222 がある。排気管 221 の左右には、2 本の導入線 17 があり、フレア管 22 を上下に貫通している。

【0279】

図 63 に示すように、口金 23 の内周には外周のネジ山とネジ溝により形成されたネジ溝とネジ山がある。口金 23 は、ガラスバルブ 21 の上端周囲にある螺旋状のスクリュー部 224 にねじ込まれる。そして、口金 23 は、口金 23 の外周の一部の半田付け又はかしめにより、逆転不可能にガラスバルブ 21 の上端に固定される。

【0280】

口金 23 の内周のネジ山とネジ溝とは、ネジスクリュー部 224 のネジ溝とネジ山と一致するようになっているが、口金 23 とガラスバルブ 21 とはネジ山とネジ溝との間に隙間 229 ができる。この隙間 229 を通り、空気がリークする。この隙間 229 は、ガラスバルブ 21 の内圧が外気圧と同じになるように気圧を調整するものであり、気圧調整部 233 の一例である。

【0281】

* * * 通気経路 * * *

図 63 の矢印に示すように、空気は以下の経路でリークする。

【0282】

ガラスバルブ 21 の内部空間 排気管 221 の排気口 222 排気管 221 排
気管 221 の開口部 231 口金 23 の内部空間 口金 23 とガラスバルブ 21 との
隙間 229 (気圧調整部 233) 外気。

【0283】

ここで、空気がリークするという意味は、積極的に空気を流通させ放熱させるという意味ではない。ここで空気がリークするという意味は、ガラスバルブ 21 の内部空間の温度上昇により膨張した空気がガラスバルブ 21 の内部で加圧されることにより上記経路をとおり外気中に抜け出ることを意味する。したがって、ガラスバルブ 21 の内部の圧力は大気圧とほぼ同じになる。

【0284】

以上のように、この実施例は、排気管 221 をカットして、開口部 231 を減圧孔として用いている点が特徴である。

【0285】

なお、ガラスバルブ 21 の内部空間の温度が下降した場合は、ガラスバルブ 21 の内部空間の温度下降により空気がガラスバルブ 21 の内部で減圧されることにより外気が上記経路で吸い込まれ、ガラスバルブ 21 の内部の圧力は大気圧とほぼ同じになる。

【0286】

* * * 防水対策 * * *

この実施例では、排気管 221 を封止していないので、排気管 221 から水が浸入する恐れがあるので、以下のような防水対策を施すことが望ましい。

【0287】

防水対策 1 .

図 63 に示すように、排気管 221 の開口部 231 は、口金 23 の内部空間にある。開口部 231 を口金 23 の内部に配置しているので、雨や風が浸入しにくくなり、開口部 231 に外部からの水分が直接浸入することを防ぐことができる。

また、排気管 221 の開口部 231 は、口金 23 の内部空間の中央 (ほぼ中央) にあるのが望ましい。口金 23 の内壁からできるだけ離すことにより、口金 23 の内壁を伝わる

10

20

30

40

50

水から開口部 231 を遠ざけることができるからである。

また、排気管 221 の開口部 231 は、導入線 17 から遠ざけるほうがよい。あるいは、2 本の導入線 17 の中央に設けるのがよい。導入線 17 を伝わる水から開口部 231 を遠ざけることができるからである。

【0288】

防水対策 2 .

図 62、図 63 に示すように、排気管 221 は、ガラス胴体 228 の上端よりも上でチップカットされる。したがって、開口部 231 は、ガラス胴体 228 の上端よりも上である。その理由は、凹部 223 に水がたまつた場合、排気管 221 の先端の開口部 231 から水がガラスバルブ 21 の内部に侵入することを防止するためである。図 62 に示すように、水が凹部 223 からあふれて流れ出しても、カットラインがガラス胴体 228 の上端よりも上なので、水の浸入がない。

発光ダイオードユニット 10 が、図 62、図 63 とは上下反対の状態で使用される場合は、排気管 221 の先端の開口部 231 は、下を向く（重力方向を向く）ので、排気管 221 の先端の開口部 231 の穴から、水が上に向かって侵入することはない。

【0289】

防水対策 3 .

外気との圧力差が、所定の圧力差以上の場合に、隙間 229（気圧調整部 233）により大気を通過させるようにする。例えば、隙間 229（気圧調整部 233）を密着させてあるいは狭くして、外気との圧力差が、0.1 気圧以上の場合に、大気を通過させるよう 20 にする。

このような所定の圧力がかからない場合は隙間 229（気圧調整部 233）から水が浸入することなく、点灯あるいは消灯によりガラスバルブ 21 の内部に温度差が生じて内圧が大きく変化した場合だけ通気されることになる。

この外気との圧力差については、以下の「気圧と明るさ」において説明する。

【0290】

* * * 気圧と明るさ * * *

図 64 は、24 時間連続点灯した後の、ガラスバルブ 21 の気圧と発光ダイオードランプの明るさとのデータである。

図 65 は、図 64 のデータをグラフにしたものである。

図 65 の横軸は気圧（単位：気圧）である。

図 65 の縦軸は明るさ（単位：ルーメン）である。

【0291】

発光ダイオードランプの明るさは、1 気圧の場合に、最高の明るさ 1850 ルーメンとなる。気圧が上昇しても、気圧が下降しても、明るさは低下する。

【0292】

1 気圧のときの最高の明るさに対し、3% 未満の減少まではなだらかな減少になるが、3% 以上になると急激に明るさが減少する。3% 未満の減少を許容範囲にすれば、気圧の適応範囲は 0.82 ~ 1.15 気圧となる。

【0293】

また、1 気圧のときの最高の明るさに対し、1% 未満の減少を許容範囲にすれば、気圧の適応範囲は 0.88 ~ 1.1 気圧となる。

【0294】

気圧調整部 233 は、ガラスバルブ 21 の内圧を許容範囲にするためのものである。許容範囲を 0.9 以上 1.1 以下の気圧とすると、気圧調整部 233 は、外気との圧力差が 0.1 気圧以上の場合に大気を通過せるものであればよい。

気圧調整部 233 は、ガラスバルブ 21 の内圧を常に大気圧と同じにするようになることが望ましいが、防水機能を付加するために、加圧された場合にのみ大気を通過せるようにしておくのがよい。

【0295】

10

20

30

40

50

* * * 製造方法 * * *

この実施例 1 の発光ダイオードランプの製造方法は、例えば、実施の形態 6 の製造方法と以下の点を除き同じである。

【0296】

すなわち、図 38 の排気工程 S32 を実施せず、チップオフ工程 S33 では、チップオフの代わりにチップカットをすることで、実施例 1 の発光ダイオードランプの製造することができる。

【0297】

なお、空気がリークできればよいので、チップカットの際、円形の開口部 231 を加熱して左右から圧力をかけて扁平させ、線状の開口部 231 に変形させ、開口部 231 の開口面積を小さくするのが望ましい。すなわち、水を通しにくくするため開口面積を限りなくゼロにすることが望ましい。

【0298】

* * * 実施例 1 の他例 1 * * *

図 66 と図 67 は、チップカットする場合の他の例である。

図 66 と図 67 に示すように、口金天面 232 に口金穴 226 を設け、口金天面 232 の外側に口金穴 226 を塞ぐようにフィルタ 227 を貼り付けてよい。フィルタ 227 は防水機能のある通気性素材でできている。したがって、口金穴 226 から空気はリークできるが水分は通過できない。フィルタ 227 は、口金天面 232 の内側に貼り付けてよい。口金穴 226 は、口金天面 232 ではなく、口金 23 の側面にあってよい。

【0299】

この口金穴 226 とフィルタ 227 とは、ガラスバルブ 21 の内圧が外気圧と同じになるように気圧を調整するものであり、気圧調整部 233 の一例である。

フィルタ 227 の具体例としては、例えば、1 平方センチメートルに数億個～の微細な孔を含み防水性と通気性を両立させている素材を用いることができる。

【0300】

図 66 と図 67 の場合、隙間 229 はなくてもよいし、あってもよい。

フィルタ 227 がある気圧調整部 233 の場合は、ガラスバルブ 21 の内圧を常に大気圧と同じにするようにすることが望ましいが、フィルタ 227 が加圧された場合にのみ、フィルタ 227 が大気を通過させるようにしてもよい。

フィルタ 227 はなく口金穴 226 だけを気圧調整部 233 としてもよいが、その場合は、口金穴 226 を水滴が通過しないような微細な穴にする。

【0301】

図示しないが、開口部 231 又は排気口 222 に、フィルタ 227 を取り付けて、開口部 231 又は排気口 222 から空気はリークできるが水分は通過できないようにしてもよい。

【0302】

* * * 実施例 1 の他例 2 * * *

図 67 に示すように、排気管 221 を用いないで、フレア管 22 のガラス胴体 228 に外気と繋がる孔 259 を設けてよい。孔 259 は、開口部の一例である。

フレア管 22 の孔 259 は、フレア管 22 がガラスバルブ 21 に溶着された場合でも、開口されており、減圧孔として機能する。

フレア管 22 の孔は、口金 23 に覆われており外部から水が浸入することを防止できる。

この孔 259 にフィルタ 227 を取り付けて、空気はリークできるが水分は通過できないようにしてもよい。

【0303】

* * * 実施例 1 のまとめ * * *

以上のように、この実施例 1 の発光ダイオードランプは、

発光ダイオード 11 を実装した発光ダイオードユニット 10 と、

10

20

30

40

50

前記発光ダイオードユニット10を内部に配置したガラスバルブ21と、前記ガラスバルブ21に取り付けられた口金23とを備え、

前記ガラスバルブ21は、口金23の内部に、大気を通す開口部231を有することを特徴とする。

【0304】

また、前記発光ダイオードランプは、ガラスバルブ21の内部と口金23の内部とを連通させるとともにガラスバルブ21から口金の内部に突出した排気管221等の細管を備え、前記開口部231は、細管の先端部に形成されたことを特徴とする。

【0305】

また、前記細管は、排気管221であり、前記開口部231は、排気管221をチップカットして形成されたことを特徴とする。

【0306】

前記口金23は、大気が通過できる気圧調整部233を有していることを特徴とする。

【0307】

前記ガラスバルブ21は、螺旋構造のスクリュー部224を有し、

前記口金23は、スクリュー部224にねじ込まれてあり、前記スクリュー部224との間に前記気圧調整部233となる隙間229を有していることを特徴とする。

【0308】

前記気圧調整部233は、外気との圧力差が0.1気圧以上の場合に大気を通過させることを特徴とする。

【0309】

前記発光ダイオードランプは、点灯状態で、ガラスバルブ21の内部の気圧が、0.9気圧以上1.1気圧以下であることを特徴とする。

【0310】

以上のように、この実施例1の発光ダイオードランプは、支持部材13が絶縁処理されて発光ダイオードを搭載した基板(LED基板)に発光ダイオード11(LEDパッケージ)を実装し、前記LED基板を透光性の容器(ガラスバルブ21)に収納させ、前記透光性の容器の一方の端部は閉じた構造とし、もう一方の端部はLEDを点灯するための電気的な入力線(導入線17)とソケットに接続するための口金23を有する。

そして、前記発光ダイオードランプが点灯された時の熱により上昇した発光ダイオードランプの内圧を減圧させるための減圧孔(開口部231)を前記口金23の内部に設けたことを特徴とする。

【0311】

前記減圧孔(開口部231)は、たとえば、排気管221のような、前記透光性の容器(ガラスバルブ21)から突出した細管であることを特徴とする。前記減圧孔(開口部)は、排気管221ではなく、別途、フレア管22に設けた孔259でもよい。

前記透光性の容器はガラス製であることを特徴とする。

前記透光性の容器から突出した細管はガラス製であることを特徴とする。

【0312】

このように、発光ダイオードランプ内の内圧を減圧させるための減圧孔を内部に設けた前記口金23は、前記透光性の容器の前記もう一方の端部を密閉しない方法で前記透光性の容器に固定される。

前記口金23は前記透光性の容器の前記もう一方の端部を密閉しない方法で前記透光性の容器にスクリュー構造で固定される。

【0313】

その結果、LED基板にLEDパッケージを半田付けにより実装し、前記LED基板を透光性の容器に収納させた実施例1の発光ダイオードランプは、前記LED基板を収容する透光性の容器内の内圧が大気圧あるいは大気圧付近になる。

【0314】

10

20

30

40

50

* * * 従来の通気孔や換気孔との比較 * * *

L E D ランプにおいて、放熱のために、カバーや口金に通気孔や換気孔を設けることは、一般的に実施されている。放熱のための通気孔や換気孔があれば、内圧は大気圧と同じになる。

本実施例 1 は、ガラスバルブを完全密閉しないように、ガラスバルブに取り付けられた口金に覆われたガラスバルブの部分に開口部を設けることにより、ガラスバルブの温度上昇時の圧力上昇時の内部空気は開口部を経由して口金とガラスバルブの隙間からリークし、内部の空気が外部に放出される（温度下降による減圧時は逆の過程をたどる）。

【 0 3 1 5 】

一方、外部からの水は、前記開口部が口金 2 3 で覆われ、口金とガラスバルブの隙間も微小な隙間であるため、侵入しにくい構造となっている。 10

実施の形態 6 のように、チップ管（細管）を封止し、ガラスバルブ（透光性容器）を密閉構造にする場合は、防水構造とすることができますが、本実施例 1 は、温度上昇によるガラスバルブ（透光性容器）内の圧力増・圧力減により L E D の明るさが低下する場合には、ガラスバルブに開口部を設けてガラスバルブを大気に対し解放状態にして温度上昇時にも大気圧と同じに保つことが特徴である。また、とともに、ガラスバルブに開口部を設けたことに伴い、完全ではないが防水対策が施されている点が特徴である。

【 0 3 1 6 】

実施例 2 . < < < 点灯時にガラスバルブの内圧を大気圧にする実施例 > > >

この実施例 2 では、ガラスバルブ 2 1 の内圧を減圧しておいて排気管 2 2 1 をチップオフしてガラスバルブ 2 1 を封止密封し、点灯時に、ガラスバルブ 2 1 の内圧を 1 気圧にする例を説明する。 20

図 6 4 は、封入ガス圧と全光束変化の測定方法を示す図である。

図 6 5 は、ガラスバルブ 2 1 の気圧と発光ダイオードランプの明るさとのグラフである。 。

【 0 3 1 7 】

まず、ランプ内の封入圧力とランプ全光束の関係について説明する。

2 4 時間エーティング点灯させた前記ランプを用いて、図 6 4 に示すように、口金 2 3 を外し、ランプをベースアップの方向で排気台にセットする。ここでチップカットした排気口 2 2 2 を、排気台の排気ポジションへセットし、ランプ内部を窒素置換しつつこの窒素圧力を可変させることで、全光束の変化を調べた。 30

全光束は積分球内で測定できなかったため、ランプ中央部分から 1 0 0 0 mm 離れて固定された照度計にて代用特性として測定された。ランプの点灯は口金 2 3 を外して露出したりード線（導入線 1 7 ）に直流電源をワニグチクリップで止め、定格点灯をさせた。最初に窒素を 0 . 7 気圧程度まで封入しランプを点灯させ、ランプ点灯後特性が安定する 1 時間程度までから実験を始めた。安定後、窒素ガスが 0 . 7 気圧の状態での照度を測定した。引き続き窒素ガスを上昇させ、再度安定を待って照度測定を繰り返し、最大 1 . 3 気圧までの測定を行った。

その結果を図 6 5 に示す。

図 6 5 の横軸は、封入窒素圧力（単位：気圧）である。 40

図 6 6 の縦軸は、1 . 0 気圧のときの照度を 1 0 0 % とした相対全光束（単位：% ）である。

図 6 5 で明らかな通り、全光束は 1 . 0 気圧で最大となり、全光束はそれ以上でもそれ以下でも減少した。従って、全光束は 1 . 0 気圧がピークとなり、図 6 5 は、この時の照度を 1 0 0 として相対値で示した。なお実験はすべて摂氏 2 5 度の雰囲気で行われた。従って、単純にランプ内窒素ガス圧力のみを変化させること以外は、実質安定な状態を保った。

全光束は大きいほど良いため、全光束の減少を 1 % まで認めるすると、ランプ内部の圧力は 0 . 8 8 気圧から 1 . 1 0 気圧の範囲となる。

また、全光束の減少を 3 % まで認めるるとすると、ランプ内部の圧力は 0 . 8 2 気圧から 50

1. 15 気圧の範囲となる。

【0318】

実施例2では、ランプ製造時に、摂氏25度の雰囲気で製造し、ガラスバルブ21の内圧を減圧しておいて、排気管221をチップオフしてガラスバルブ21を封止密封する。

ランプ使用時に、発光ダイオードランプが点灯されると、摂氏100度の温度に上昇する。したがって、摂氏100度での内圧が1気圧になるように、製造時に内圧を予め減圧しておけばよい。75度の温度上昇によるガスの体積は、約27.5% (75度×1/273) 程度膨張する。このため、ガラスバルブ21の気体が約27.5%増加したとき1気圧になるように予め減圧しておけばよい。

【0319】

10

しかし、実際には、製造時の温度、点灯時の温度、減圧の精度等により、正確に、1気圧にすることは難しい。そこで、定常点灯状態で、ガラスバルブ21の内部気圧が0.82~1.15気圧、あるいは、望ましくは、0.88~1.1気圧(約0.9~1.1気圧)になるように減圧しておけばよい。

【0320】

*** 製造方法 ***

この実施例2の発光ダイオードランプの製造方法は、例えば、実施の形態6の製造方法と以下の点を除き同じである。

すなわち、図38の排気工程S32で、不活性ガスの置換工程の後に真空引き工程を実行し、真空引きをしながらチップオフ工程S33を実施して排気管221をチップオフすることで、実施例2の発光ダイオードランプの製造することができる。その際、真空引きの時間と強度により、減圧の値を調節することができる。

20

【0321】

*** 実施例2のまとめ ***

【0322】

実施例2の発光ダイオードランプは、

発光ダイオード11を実装した発光ダイオードユニット10と、

前記発光ダイオードユニット10を内部に配置して密閉したガラスバルブ21とを備え、

点灯状態で、ガラスバルブ21内部の気圧が、0.9気圧以上1.1気圧以下になるように、消灯状態でのガラスバルブ21内部の気圧を減圧していることを特徴とする。

30

【0323】

すなわち、摂氏約25度における前記ガラスバルブ21内部の状態は、摂氏約100度でガラスバルブ21の内部の気圧が0.9気圧以上1.1気圧以下になるような状態を有することを特徴とする。

【0324】

このように、実施例2の発光ダイオードランプは、消灯時の容器内の内圧を予め下げておいて、定常点灯時に0.82~1.15気圧、あるいは、0.88~1.1気圧(約0.9~1.1気圧)にすることを特徴とする。

【0325】

40

その結果、明るさの減少を、3%未満、あるいは、1%未満に抑えることができる。

【0326】

実施例3. <<< ガラスバルブ21の内部の気体を排除する例 >>>

この実施例2では、ガラスバルブ内を充填してガラスバルブ21の内部の気体を排除する実施例を説明する。

気体の膨張率と比較して液体や固体の膨張率は小さい。そこで、ガラスバルブ21の内部の気体を排除するために、ガラスバルブ21の内部に液体や固体を充填するのがよい。液体と固体とを混合して充填してもよい。

【0327】

気体を排除する充填物としては、以下のものが考えられる。

50

1. 透明な熱伝導性のシリコーン樹脂
2. 透明な熱伝導性のパーフルオロカーボン液体

【0328】

具体例は以下のとおりである。

1. 住友スリーエム（株）社製「フロリナート（「FLUORINERT」は登録商標）」FC-3283
2. 住友スリーエム（株）社製「フロリナート（「FLUORINERT」は登録商標）」FC-72

【0329】

充填物の特性として以下のとおりである。

10

1. 無色透明であること。あるいは、透光性があること。
2. 絶縁物であること。
3. 気体より熱伝導性が高いほうが望ましい。
4. 軽いほうが望ましい。

【0330】

*** 製造方法 ***

この実施例3の発光ダイオードランプの製造方法は、例えば、実施の形態6の製造方法と以下の点を除き同じである。

すなわち、図38の充填工程S31で、シリコーン等の充填物を排気管221の排気口222の直下まで充填する。排気工程S32は実施してもよいが、充填終了時点で、ガラスバルブ21の内部の気体がほとんど排出されたならば、排気工程S32は、実行しなくてもよい。排気工程S32を実施する場合、実施例2のように、減圧するようにしてもよい。

20

【0331】

充填工程S31の後、あるいは、排気工程S32の後、チップオフ工程S33を実施して排気管221をチップオフすることで、実施例3の発光ダイオードランプの製造することができる。

【0332】

実施例3の発光ダイオードランプでも、充填物自体や残存する気体が熱膨張するので、透光性の容器内の内圧は変化する。その場合でも、充填物自体や残存する気体が摂氏25度から摂氏100度に上昇して熱膨張することによる透光性の容器内の内圧が、定常点灯時に0.82~1.15気圧、あるいは、0.88~1.1気圧（約0.9~1.1気圧）になるようにするのがよい。

30

【0333】

*** 実施例3のまとめ ***

実施例3の発光ダイオードランプは、

発光ダイオード11を実装した発光ダイオードユニット10と、

前記発光ダイオードユニット10を内部に配置して密閉したガラスバルブ21とを備え、

点灯状態で、ガラスバルブ内部の気圧が、0.9気圧以上1.1気圧以下になるようになり、ガラスバルブ内部に気体よりも熱膨張率の小さい充填物を充填したことを特徴とする。

40

【0334】

すなわち、摂氏約25度における前記ガラスバルブ内部の状態は、摂氏約100度でガラスバルブ内部の気圧が0.9気圧以上1.1気圧以下になるような状態を有することを特徴とする。

【0335】

その結果、明るさの減少を、3%未満、あるいは、1%未満に抑えることができる。

【0336】

なお、ガラスバルブ内部の気圧は、市場でのランプ販売時のガラスバルブ内部の気圧を分析検査することにより計測することができる。

50

【0337】

実施の形態 11.

以下、前述した実施の形態と異なる点を説明する。

【0338】

この実施の形態では、半田フラックスを減少させることにより明るさを改善する例を説明する。

【0339】

図68は、フラックス256がシリコーン290と発光ダイオード11との間を移動する模式図である。

LED基板257は、支持部材13と絶縁層252と銅箔253とレジスト層254と半田255と発光ダイオード11からなる。 10

LED基板257は、シリコーン290により被覆されて、ガラスバルブ21に中に密封されている。

クリーム半田には、金属表面洗浄剤としてフラックスが10数%含まれている。半田付け時に、約20%のフラックスが消失し約80%が残存しているとすると、残存したフラックス256は、LED基板257の半田255の周辺に残っていることになる。この残渣フラックスが、高温になって蒸発したり、シリコーン290と発光ダイオード11との間の隙間を表面移動したり、シリコーン290の内部に浸透することにより、発光ダイオード11の樹脂250まで到達し、さらに、樹脂25に侵入して、発光部258の表面に達する恐れがある。 20

【0340】

すなわち、ガラス封入タイプの発光ダイオードランプ20では、ガラスバルブ21を封止するため、密閉した構造となり、発光ダイオードランプ20の内部の半田フラックス(有機物)が、発光ダイオード11のパッケージ(LEDパッケージ)の内部に入り込み、明るさ低下の原因になる可能性がある。

【0341】

この現象は、通常の密閉されていない発光ダイオードユニットでは見られない。この現象は、以下の条件が重なることで起きやすいと考えられる。

1. 密閉状態(ガラスバルブが封止された密閉状態)
2. 高温状態(温度負荷の高い状態)
3. 被覆状態(LEDパッケージがシリコーンで被覆されている状態)

【0342】

明るさ低下の原因是、半田フラックスが、LEDパッケージの内部に侵入し、LEDチップの発光部258の表面にて炭化し、LEDチップの発光部258の表面が黒化して光束低下につながるからでないかと考えられる。

【0343】

したがって、支持部材13をベースにして形成された基板にLEDパッケージを実装したLED基板を作成後、LED基板を洗浄して、フラックス残渣のない状態で、ガラスバルブ21の内部に封入することで、この現象を解消することができる。

【0344】

図69は、フラックス量と発光ダイオードランプの明るさとの関係をグラフにしたものである。

図69の横軸はフラックス量(単位:ミリグラム)である。

図69の縦軸は明るさ(単位:ルーメン)である。

図69の四角の折れ線グラフは、シリコーン充填剤がない場合(被覆状態でない場合)である。

図69の三角の折れ線グラフは、シリコーン充填剤がある場合(被覆状態の場合)である。

【0345】

例えれば、具体的な仕様は以下のとおりである。

10

20

30

40

50

1. 32個のLED(64個の端子)を半田付けしたLED基板に使用する半田量: 0.45g
2. クリーム半田フラックス含有量: 13%
3. LED基板のLED搭載面の表面積: 169平方cm

【0346】

半田付け時に、20%のフラックスが消失し80%が残存しているものと仮定すると、1平方cm(単位面積)当たりフラックス量は以下のように計算できる。

単位面積当たりフラックス量

$$\begin{aligned}
 &= 0.45g * 13\% * 80\% / 169\text{平方cm} \\
 &= 0.0002769\text{g} \\
 &= 0.2769\text{mg}
 \end{aligned}$$

10

従って、1平方cm当たり0.28mg程度のフラックスが残存する可能性がある。

【0347】

上記より、1平方cm当たり0.28mg程度までのフラックス残渣が残った場合、明るさにどの程度の悪影響が出るかについての測定を行った。実験はLED基板257の洗浄度合いを変化させ、各々フラックス残渣の量を調整した試料を用いて実際に複数のランプを作成し、摂氏60度の雰囲気温度で劣化の加速試験を行った。1,000時間点灯後、それらの全光束値を測定し比較した。図69は、その結果である。

【0348】

発光ダイオードランプの明るさは、フラックスが少ないほど、最高の明るさ1850ルーメンを維持することができる。フラックスが多くなると、明るさは低下する。

20

シリコーン充填剤がある場合のほうが、シリコーン充填剤がない場合に比べて、明るさは低下する。

シリコーン充填剤がない場合、単位面積当たりフラックス量が0.16mg以下であれば、1850ルーメンを維持することができる。

シリコーン充填剤がある場合、単位面積当たりフラックス量が0.11mg以下であれば、1850ルーメンを維持することができる。

【0349】

LEDが充填剤でおおわれている場合は、LED基板257の残留フラックスが発光ダイオード11と充填剤の接触部の隙間または充填剤内を伝って発光ダイオード11に作用するため、フラックスのLED基板257における残留量はより少なくする必要がある。

30

【0350】

*** 製造方法 ***

この実施の形態の発光ダイオードランプは、LED基板257にLEDパッケージを半田付けにより実装し、前記LED基板257を透光性の容器に収納させた発光ダイオードランプであり、半田付け時に使用しLED基板257に付着した金属表面洗浄剤を、LEDパッケージの半田付け後に洗浄したのち、前記LED基板257を前記透光性の容器に収納することにより製造することができる。

【0351】

この実施の形態の発光ダイオードランプは、LED基板257にLEDパッケージを半田付けにより実装し、前記LED基板257を透光性の容器(ガラスバルブ21)に収納させた発光ダイオードランプにおいて、半田付け時に使用する金属表面洗浄剤の付着量を、基板洗浄してLED基板の1平方cmあたり0.16mg以下にしたことの特徴とする。

40

【0352】

すなわち、この実施の形態の発光ダイオードランプは、金属表面洗浄剤(フラックス256)を用いて発光ダイオード(LED)を半田付けしたLED基板257を有する発光ダイオードユニット10と、前記発光ダイオードユニット10を内部に配置して密閉したガラスバルブ21とを備え、

50

前記 L E D 基板 257 の金属表面洗浄剤 (フラックス 256) の付着量を、前記 L E D 基板 1 平方 cm 当たり 0.16 mg 以下にしたことを特徴とする。

【 0353 】

また、 L E D 基板と L E D 基板を収容する容器との間がシリコーン等の充填剤で満たされている場合、半田付け時に使用する金属表面洗浄剤の付着量を、基板洗浄して L E D 基板の 1 平方 cm あたり 0.11 mg 以下にしたことを特徴とする。

【 0354 】

金属表面洗浄剤はフラックスであり、透光性の容器はガラス製であることを特徴とする。

また、前記ガラス製の容器は密閉構造であることを特徴とする。

10

【 0355 】

* * * 従来の基板洗浄との差異 * * *

電子部品を半田付けした電子基板を洗浄することは従来から行われている。しかし、従来通りの洗浄を行っても、明るさ低下が生じた。そこで、明るさ低下の原因を調査したところ、フラックスが原因であることが判明したのであり、この実施の形態は、通常の洗浄では明るさ低下を解決できないところから出発している。

前述したように、1. 封止による密閉状態、2. 約摂氏 100 度の高温状態、3. シリコーンによる被覆状態という 3 状態が重なる環境が、すなわち、3 状態が重なるほど、フラックスが明るさ低下の原因になると考えられ、通常の電子基板の使用される環境とは異なる環境で起きることを突き止めたのである。

20

しかも、この実施の形態は、フラックスの許容範囲を従来のフラックスの許容範囲に比べて非常に少なくするように特定したものであり、従来のフラックスの許容範囲とは、まったく異なるものである。

【 0356 】

なお、基板に残存している金属表面洗浄剤 (フラックス) の量は、市場でのランプ販売時の L E D 基板を分析検査することにより計測することができる。

【 0357 】

実施の形態 12 .

以下、前述した実施の形態と異なる点を説明する。

【 0358 】

30

この実施の形態では、基板の折り曲げと L E D の配置に関して説明する。

【 0359 】

金属製の基板を折り曲げると折り曲げによって作られた面 (例えば基板を折り曲げて 8 角形を作った場合の側面の断面) は折り曲げ方向と逆の方向を頂点として反りが発生し、それにより L E D を実装している基板面は平面でなくなるため L E D が基板からはがれやすくなる。

【 0360 】

特に L E D の端子と端子を結ぶ線と折り曲げ線が垂直になるように L E D を実装した場合は、基板の反りによる浮きが大きくなるため、 L E D がはがれやすくなる。

【 0361 】

40

図 70 に示すように、支持部材 13 の折り曲げ線と L E D の 2 個の電極端子を結んだ線とが直交するように L E D を取り付けると、支持部材 13 の伸びる方向 (折り曲げ線と直交する方向) に 2 個の電極端子が半田付けされることになり、 L E D パッケージあるいは半田付け部分に応力がかかりやすくなる。このため、 L E D パッケージや半田にクラックが生じる可能性が高くなる。

そこで、図 71 に示すように、 L E D の端子と端子を結ぶ線と折り曲げ線が水平になるように L E D を実装する。

【 0362 】

前述した実施の形態で説明したガラス封入タイプの発光ダイオードランプでは、アルミニウム製の支持部材 13 を使用しているが、支持部材 13 の折り曲げ線と L E D の 2 つの

50

電極端子を結んだ線（アノードとカソードとを結んだ線）とを平行にするのがよい。

【0363】

図71に示すように、支持部材13の折り曲げ線とLEDの2つの電極端子を結んだ線とを平行にすることで、LEDパッケージにかかる応力の影響を小さくすることができる。

【0364】

更に折り曲げ時の基板の反りを減少させるため、図72に示すように、折り曲げ線に沿って、折り曲げ線の基板裏側に線状の切欠きを設ける。または、図73に示すように、折り曲げ線の基板裏側に連続した複数の凹部を設ける。

【0365】

10

*** 製造方法 ***

この実施の形態の発光ダイオードユニットは、絶縁層を設けた金属製の基板上に、2個の電極端子を有するLEDを配置した後、前記金属製の基板を折り曲げて製造する。前記LEDはその端子と端子を結ぶ線と前記折り曲げられた基板の折り曲げ線が平行になるようにあらかじめ前記LEDが実装される。

前記折り曲げられた基板の折り曲げ部は、折り曲げにより突出する部分の裏側の折り曲げ部に予め切欠き又は凹部を設けておく。

【0366】

*** まとめ ***

20

以上のように、この実施の形態の発光ダイオードユニットは、絶縁層252を設け、立体的に折り曲げられた金属製の基板上に、2個の電極端子を有する発光ダイオード11が配置された発光ダイオードユニット10において、前記発光ダイオード11はその端子と端子を結ぶ線と前記折り曲げられた基板の折り曲げ線が平行になるように前記LEDが実装されたことを特徴とする。

【0367】

前記折り曲げられた基板の折り曲げ線は、折り曲げにより突出した部分の裏側の折り曲げ線上に線状の切欠きを設けたことを特徴とする。

前記折り曲げられた基板の折り曲げ線は、折り曲げにより突出した部分の裏側の折り曲げ線上に連続した凹部を設けたことを特徴とする。

【0368】

30

実施の形態13。

以下、前述した実施の形態と異なる点を説明する。

【0369】

この実施の形態では、ガラスバルブ21の表面をすりガラス状にする場合を説明する。

【0370】

発光ダイオードランプのガラスバルブ21として、透明硬化ガラスを用いれば、ポリカーボネート等の樹脂やプラスチックを用いる場合に比べて、光束低下は少ないが、表面積も少ないため、放熱効果は小さい。

また、発光ダイオードランプのグレア解消・拡散目的にて、ガラスバルブ21を半透明したいが、光束低下となる。その光束低下を防止するための対策が必要である。

40

【0371】

図74に示すように、この実施の形態のガラスバルブ21は、ガラス内面ではなく、ガラス外面にフッ酸加工処理を施して、凹凸部350を設け、ガラス外面をすりガラスの質感にする。それにより、ガラス外面の表面積が増大する。ガラス外面に凹凸部350を設ける理由は、ガラス外面の表面積を増大させ放熱効果を高めると同時に、ガラス外面の表面をざらざらにすることにより拡散効果を高めるためである。

【0372】

図75に示すように、発光ダイオードランプの熱は、発光部258から発し、樹脂250に伝わる。さらに、熱は、シリコーン290を伝わり、ガラスバルブ21（ガラス管）に伝わり、ガラス管の表面から放熱する。そのガラス管の表面積を増やす事により放熱を

50

促進する。

【0373】

図76は、ガラスバルブ21として以下の3種のガラスを用いた場合の明るさの比較図である。

1. 透明ガラス（表面が平らなガラス、凹凸なし、乳白なし）
2. 凹凸ガラス（表面に凹凸部350を有するガラス、凹凸あり、乳白なし）
3. 乳白ガラス（表面に乳白処理を施してガラス外面を乳白にしたガラス、凹凸なし、乳白あり）

なお、凹凸ガラスと乳白ガラスの光束の透過率、もしくは、光の拡散度合いは同じ（又は同等）である。

10

【0374】

図76の横軸は、ランプ点灯時からの点灯時間（単位は分）である。

図76の縦軸は、明るさ（単位はルーメン）である。

点灯時間が30分を経過した定常状態の点灯時を比較すると、以下のことが分かる。

1. 乳白ガラスの場合、光束が透明ガラスより6.3%減少する。
2. 凹凸ガラスの場合、光束が透明ガラスより4.4%減少する。

図76から、凹凸ガラスは乳白ガラスより光束の低下が少ないことが分かる。

【0375】

図77は、ガラスバルブ21として以下の2種のガラスを用いた場合の温度の比較表である。

20

上の表・乳白ガラス（表面に乳白処理を施してガラス外面を乳白にしたガラス、凹凸なし、乳白あり）

下の表・凹凸ガラス（表面に凹凸部350を有するガラス、凹凸あり、乳白なし）

【0376】

図77の横項目は、以下の値を示している。

- A. 測定値：発光ダイオード11の外部表面の温度
(点灯時間が30分を経過した定常状態の点灯時の半田255の温度)
- B. 熱抵抗：発光ダイオード11の熱抵抗
(発光ダイオード11の外部表面の温度と発光ダイオード11の発光部258のジャンクション温度との差の温度)
- C. ジャンクション温度：発光ダイオード11の発光部258の温度 (A + B = C)

30

【0377】

図77の縦項目は、ガラスバルブ21内で位置が異なる2個の発光ダイオード11を示している。

図77から、点灯時間が30分を経過した定常状態の点灯時の温度について以下のことが分かる。

1. LED1は、凹凸ガラスの場合、乳白ガラスより、温度が7.5度(85.5 - 78.0)減少する。
2. LED2は、凹凸ガラスの場合、乳白ガラスより、温度が9.8度(82.8 - 73.0)減少する。

40

【0378】

図76と図77とから、凹凸ガラスは乳白ガラスより光束の低下が少なく温度が低くなることが分かる。

その理由は、LEDは温度が低い方が発光効率が良いので、凹凸部350により放熱効果を高め、LEDの温度を下げる事により、光束値をアップできるからであると考えることができる。

この作用を利用して、通常、乳白ガラスで光束が6.3%減少するところを、凹凸ガラスは、温度低下による発光効率アップにより、減少率を4.4%に改善できる。

【0379】

ガラスバルブ21の表面は、フッ酸加工処理により、すりガラス状にする。すりガラス

50

状なので、乳白化する。このようにガラスバルブ21の表面は、乳白になるため、グレア解消・拡散効果がある。乳白による光束低下は、放熱による発光効率アップにより軽減させる。

【0380】

凹凸部350の付与 グレア解消・拡散効果 光束低下

凹凸部350の付与 放熱効果 LED温度低下 光束上昇（光束低下を相殺）

【0381】

凹凸部350の放熱効果は、シリコーン290が存在することにより向上する。シリコーン290以外の熱伝導媒体でもよい。例えば、透明で絶縁性を有するパーフルオロカーボン液体がよい。

ガラスバルブ21の表面は、サンドblast加工処理により、すりガラス状にしてもよいし、フッ酸加工とサンドblast加工の両方を用いてもよい。結果として、凹凸部350として、4%以上5%以下の光束低下を起こす凹凸が有る場合を許容範囲にすることができる。

【0382】

以上のように、この実施の形態の発光ダイオードランプは、

発光ダイオード11を実装した発光ダイオードユニット10と、

前記発光ダイオードユニット10の発光面を覆うガラス製のカバー（例えば、ガラスバルブ21）と、

前記発光ダイオードユニット10の発光面とガラス製のカバーの内面との間に充填された熱伝導媒体と

を備え、カバーは、表面に凹凸部350を有することを特徴とする。

【0383】

前記カバーの表面の凹凸部350には、発光ダイオード11からの光を拡散し、前記カバーの表面に凹凸がない場合に比べて、発光ダイオードランプの定常点灯時に、4%以上5%以下の光束低下を起こす凹凸が有る。

【0384】

例えば、前記カバーの表面の凹凸部350には、4.4%の光束低下を起こす凹凸がある。

【0385】

前記カバーの表面の凹凸部350は、発光ダイオード11で発生し熱伝導媒体により伝導してきた熱を空中に放熱し、前記カバーの表面に凹凸がない場合よりも高い放熱効果を提供する。

【0386】

発光ダイオードランプは、前記カバーの表面の凹凸による光の拡散と同じ拡散を提供する乳白処理をカバーの表面に施した発光ダイオードランプと比べて、1%以上2.5%以下の高い発光効率を提供する。

【0387】

前記カバーの表面の凹凸は、サンドblast処理又はフッ酸加工処理により、すりガラス状に形成される。

【0388】

前記熱伝導媒体は、透明で絶縁性を有するシリコーン樹脂、又は、透明で絶縁性を有するパーフルオロカーボン液体がよい。

【0389】

前記発光ダイオードユニット10は、角柱状または円筒状の支持部材の側面に発光ダイオード11を実装しており、前記カバーは、発光ダイオードユニット10を内部に配置したガラスバルブ21である。

【0390】

しかし、ランプの形状は、電球型ランプに限らない、直管型ランプや環状型ランプや平面型ランプでもよい。

10

20

30

40

50

【0391】

実施の形態 14 .

以下、前述した実施の形態と異なる点を説明する。

【0392】

この実施の形態では、高い色温度の光を提供する発光ダイオードランプについて説明する。

【0393】

図 78 に、発光ダイオード 11 とガラスバルブ 21 との間に空間 326 が有る場合を示す。

図 78 において、発光ダイオード 11 は単一の発光部 258 (単一チップ) だけで白色発光を放出する白色 LED である。 10

発光部 258 は、青色発光半導体素子 324 である。

また、樹脂 250 は、YAG 系の黄色蛍光体 329 を含有する色変換用シリコーン 325 である。

発光ダイオード 11 (LED パッケージ) は封じ材として色変換用シリコーン 325 を使用している。 11

【0394】

発光ダイオード 11 は、青色の発光部 258 と蛍光体とを組み合わせた方式の LED である。 12

すなわち、発光部 258 を黄色蛍光体 329 (色変換用シリコーン 325) で覆った構造をしている。 20

色変換用シリコーン 325 の表面からは、発光部 258 の発光による光と黄色蛍光体 329 を透過した光の混合が得られる。色変換用シリコーン 325 の厚さ (黄色蛍光体 329 を透過する光路長) を調整することで異なる色温度の白色光を得ることができる。 13

【0395】

図 78 に示すように、空間 326 と樹脂 250 との境界には界面 323 が形成される。

空間 326 と樹脂 250 とは光の屈折率が異なるため、界面 323 で光の反射や屈折が生じる。 14

発光ダイオード 11 の光は、界面 323 を通過した界面通過光 321 と、界面 323 で反射された界面反射光 322 とに分離される。ここで、界面通過光 321 とは、界面 323 で一度も反射することなく、界面 323 を通過した光をいう。界面反射光 322 とは、界面 323 で一度以上反射した後、界面 323 を通過した光をいう。 30

【0396】

界面 323 で反射された界面反射光 322 は、再度、色変換用シリコーン 325 を通過して樹脂 250 内で反射して外部に放射される。色変換用シリコーン 325 内では、光の反射が繰り返され、そのたびに、黄色蛍光体 329 により光の色温度は低い方に変化し、色温度が低くなった光が界面 323 から放射される。 15

色変換用シリコーン 325 を通過する距離が長くなるほど、界面反射光 322 は、黄色蛍光体 329 により暖色系の色温度が低い光に変換される。 16

【0397】

このように、界面通過光 321 と界面反射光 322 とは、黄色蛍光体 329 による影響度が異なるため色温度が異なる。また、反射経路が異なる界面反射光 322 の間でも、黄色蛍光体 329 による影響度が異なるため色温度が異なる。すなわち、複数の界面反射光 322 は、黄色蛍光体 329 により、界面通過光 321 よりも、黄色蛍光体 329 の通過光路長により異なる程度で色温度がさがる。 40

【0398】

発光ダイオード 11 (LED パッケージ) の色温度は、界面 323 から放出された界面通過光 321 と界面反射光 322 の色温度が合成されたものであり、発光ダイオード 11 (LED パッケージ) の色温度が、発光ダイオードランプの色温度となる。例えば、色温度が 8000 ケルビン (K) の発光ダイオード 11 (LED パッケージ) の場合、発光ダ 50

イオードランプの色温度も 8000 ケルビンとなる。

【0399】

一方、図79に示すように、色変換用シリコーン325の上に色変換用シリコーン325と屈折率が同じ（あるいはほぼ同じ）シリコーン290（充填シリコーン）をかぶせると、屈折率が同じシリコーン同志となるため、界面323がなくなる。界面323が存在しなれば、界面反射光322が発生しない。すなわち、発光部258の光が界面で反射されることなくそのまま外にでてくるため、色温度が高くなる。

【0400】

このため、発光ダイオード11（LEDパッケージ）の色温度は、界面通過光321のみの色温度となり、発光ダイオード11（LEDパッケージ）の色温度が、発光ダイオードランプの色温度となる。界面通過光321は、界面323で一度も反射することなく、界面を通過した光であるから、黄色蛍光体329による暖色化影響を最も受けていない光である。例えば、界面通過光321のみからなる混合光の色温度が15000ケルビンの発光ダイオード11（LEDパッケージ）の場合、発光ダイオードランプの色温度も15000ケルビンとなる。

【0401】

図79に示すように、色変換用シリコーン325の上に色変換用シリコーン325と同一（あるいはほぼ同一）の屈折率のシリコーン290をかぶせると、空間326の場合と比べて、光は白色あるいは青みがかった白色になり、色温度は高くなる。

【0402】

前記原理を利用すると、空間に対して8000ケルビンの色温度の光を放出する発光ダイオード11を使用して、約15000ケルビンの発光ダイオードランプを提供することができる。

市販の発光ダイオードには色温度が10000ケルビン以上の寒色形のものは無く、この実施の形態によれば、色温度が7000～9000ケルビンの発光ダイオード11を用いて、色温度が10000ケルビン以上の発光ダイオードランプの製品をつくることが可能になる。

【0403】

また、シリコーン290の代わりに、透明で絶縁性を有するパーフルオロカーボン液体を用いても、界面作用が減少し、色温度が高くなる。その理由は、パーフルオロカーボン液体の屈折率は空間326の屈折率よりもシリコーン290の屈折率に近いからであると考えられる。

【0404】

図6に示したように、熱伝導性のシリコーン樹脂を充填したものは、充填しないもの（窒素充填のみ）に比べ、ランプの色温度が高くなり、ランプの色が青色方向にシフトし、より明るく見える。

また、ランプの色温度が高くなることから、あらかじめより色温度の低い発光ダイオード11を使うことが出来る。このことは、青色発光半導体素子324に黄色のYAG蛍光体を塗布してなる最も一般的な擬似白色の発光ダイオード11における劣化の原因である黄色のYAG蛍光体の使用量を減らすことが出来る。

【0405】

例えば、図6に示したように、窒素充填のみの場合は、8000ケルビンであるが、シリコーン290を充填した場合は、15000ケルビンから14000ケルビンの色温度になる。色温度は、約1.75倍～1.87倍になる。

また、パーフルオロカーボン液体を充填した場合は、17000ケルビンから14000ケルビンの色温度になる。色温度は、約1.75倍～2.12倍になる。

【0406】

本実施の形態により、色温度が7000～9000ケルビンの色温度の光を放出する発光ダイオード11を用いて、12000ケルビン以上20000ケルビン以下の色温度の光を放出するランプを得ることができると考えられる。色温度は、約1.7倍～2.2倍

10

20

30

40

50

になる。

【0407】

また、5100ケルビンの色温度の光を放出する発光ダイオード11を用いて、シリコーン290が充填することにより、6500ケルビンから8000ケルビンの色温度の光を放出するランプを得ることができる。色温度は、約1.27倍～1.57倍になる。

【0408】

色変換用シリコーン325の厚さ（黄色蛍光体329を透過する光路長）と屈折率の差とを調整することで異なる色温度の白色光を得ることができ、色温度は、1.2倍以上2.5倍以下の調整することが可能である。

【0409】

10000ケルビン以上のランプの用途としては、防犯灯（青系）や水族館照明等がある。

【0410】

以上のように、この実施の形態の発光ダイオードランプは、

黄色蛍光体329を含む色変換用シリコーン325と色変換用シリコーン325で覆われた青色発光半導体素子324とを有する発光ダイオード11を実装した発光ダイオードユニット10と、

前記発光ダイオードユニット10の発光面を覆うカバー（例えば、ガラスカバー21）と、

前記発光ダイオードユニット10の発光面とカバーの内面との間に充填された透明で絶縁性のある充填シリコーン290とを備えたことを特徴とする。

【0411】

色変換用シリコーン325と充填シリコーン290との屈折率は同じであることを特徴とする。

【0412】

発光ダイオード11は、色変換用シリコーン325の表面から空間に対して所定の色温度の光を発光する発光ダイオードであり、

発光ダイオードランプは、カバー表面から前記所定の色温度の1.2倍以上2.5倍以下の色温度の光を放出する。

【0413】

特に、発光ダイオードランプは、カバー表面から前記所定の色温度の1.7倍以上2.2倍以下の色温度の光を放出する。

【0414】

前記発光ダイオード11は、例えば、充填シリコーン290が充填されていない場合、7000ケルビン以上9000ケルビン以下の色温度の光を放出し、充填シリコーン290が充填されている場合、12000ケルビン以上20000ケルビン以下の色温度の光を放出する。

【0415】

また、前記発光ダイオードは、例えば、充填シリコーン290が充填されていない場合、8000ケルビンの色温度の光を放出し、充填シリコーン290が充填されている場合、14000ケルビン以上15000ケルビン以下の色温度の光を放出する。

【0416】

さらに、前記発光ダイオードは、充填シリコーン290が充填されていない場合、5100ケルビンの色温度の光を放出し、充填シリコーン290が充填されている場合、6500ケルビン以上8000ケルビン以下の色温度の光を放出する。

【0417】

前記発光ダイオードユニット10は、角柱状または円筒状の支持部材の側面に発光ダイオード11を実装しており、

前記カバーは、発光ダイオードユニット10を内部に配置したガラスバルブ21であることを特徴とする。

10

20

30

40

50

【0418】

なお、ランプの形状は、電球型ランプに限らない、直管型ランプや環状型ランプや平面型ランプでもよい。

【0419】

なお、上記各実施の形態を組み合わせてもかまわない。

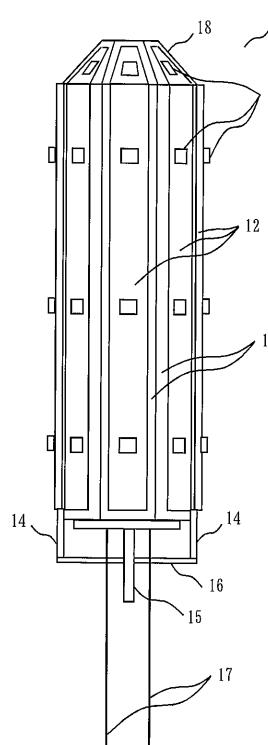
また、上記各実施の形態では、透光性の容器として、ガラスバルブ21の場合を説明したが、ポリカーボネート等の樹脂やプラスチックの場合でもかまわない。

【符号の説明】

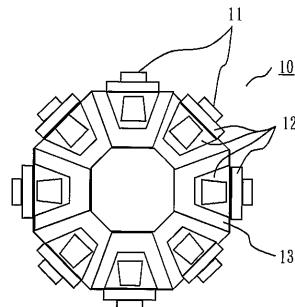
【0420】

10 発光ダイオードユニット、11 発光ダイオード、12 フレキシブル基板、1 10
 3 支持部材、14 基部支柱、15 軸支柱、16 連結支柱、17 導入線、18
 錐体、20 発光ダイオードランプ、21 ガラスバルブ、22 フレア管、23 口金
 、24 筐体、211 外部バルブ、212 内部バルブ、213 環状端部、214
 中空部分、216, 320 封止部、218, 219 切り込み、220 筒部、221
 排気管、222 排気口、223 凹部、224 スクリュー部、225 隙間、22
 6 口金穴、227 フィルタ、228 ガラス胴体、229 隙間、230 注入針、
 231 開口部、232 口金天面、233 気圧調整部、240 板ガラス、241
 金属フィン、242 突起、250 樹脂、251 ボンディングワイヤ、252 絶縁
 層、253 銅箔、254 レジスト層、255 半田、256 フラックス、257
 LED基板、258 発光部、259 孔、289 開放口、290 シリコーン、29
 9 底面板金、310 支柱、311 電源配置部、312 ソケット配置部、313
 支柱内電線、314 E形ソケット、315 直流電源、316 交流安定器、317
 交流商用電源電線、318 ランプカバー、321 界面通過光、322 界面反射光、
 323 界面、324 青色発光半導体素子、325 色変換用シリコーン、326 空
 間、329 黄色蛍光体、350 凹凸部。

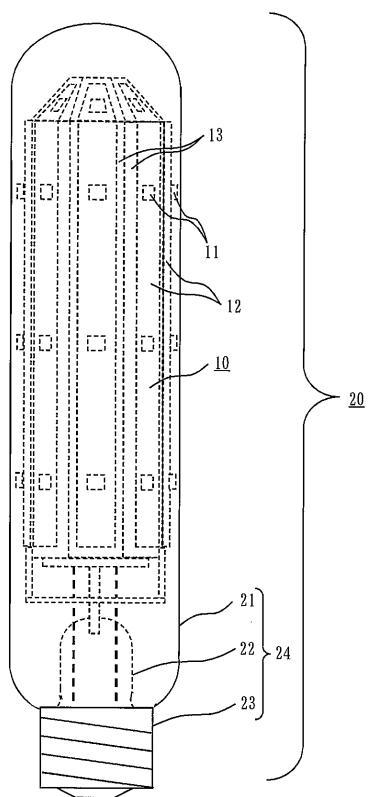
【図1】



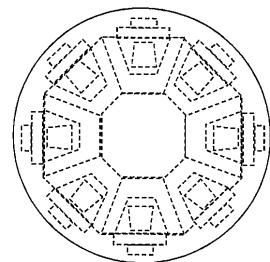
【図2】



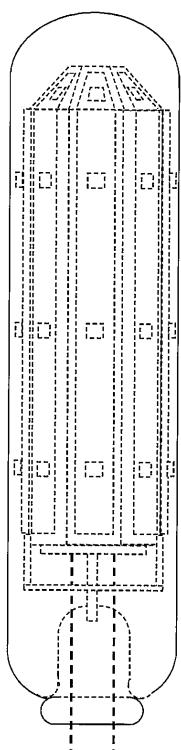
【図3】



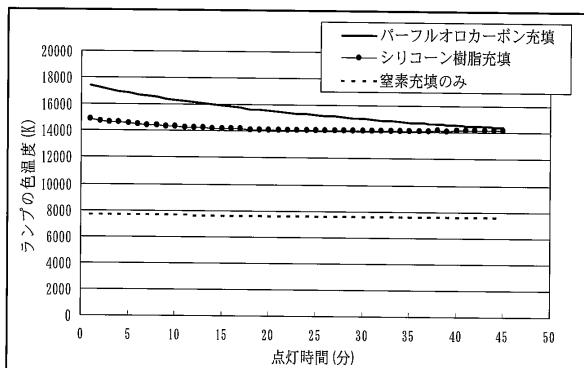
【図4】



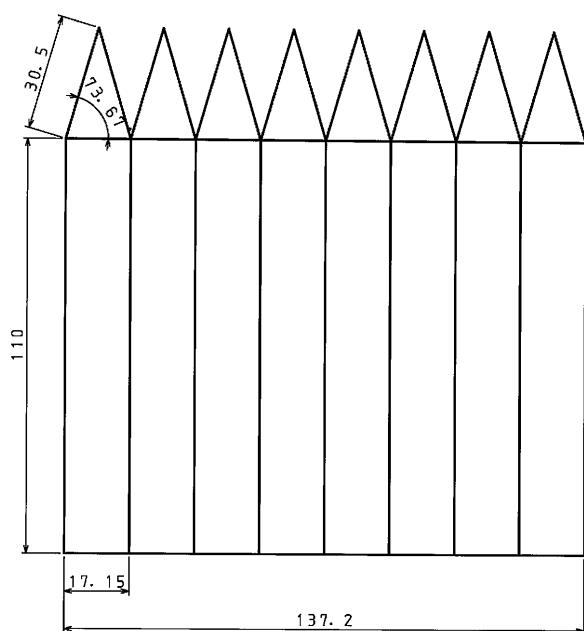
【図5】



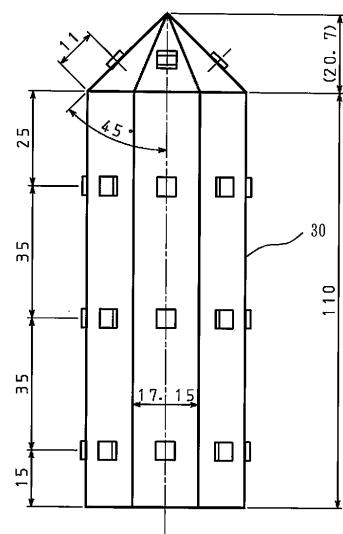
【図6】



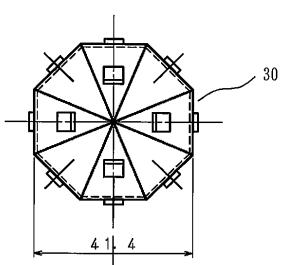
【図7】



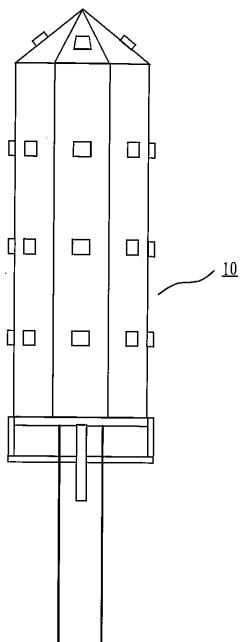
【図8】



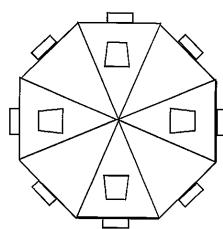
【図9】



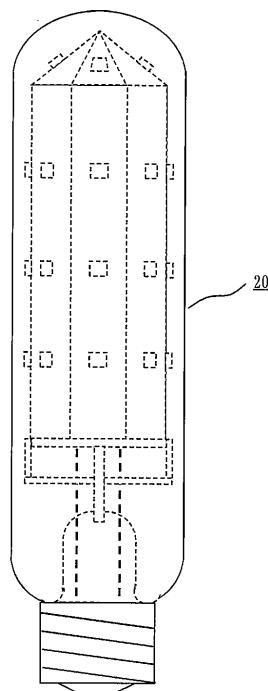
【図10】



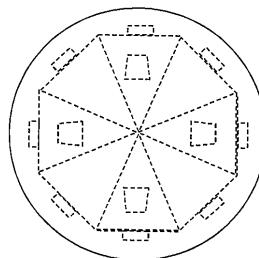
【図11】



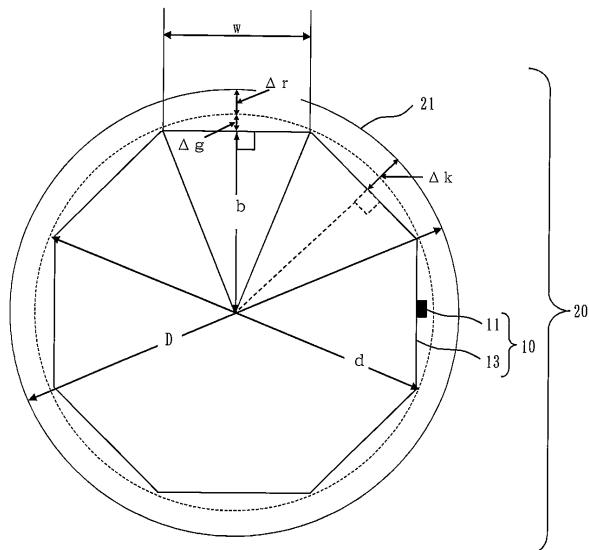
【図12】



【図13】



【図14】



【図15】

表-1 側面幅一定、側面とバルブ内径距離一定

w	n	d	Δr	D	b	Δg	Δk	w/d	w/D
17.15	4	24.25	-0.55	23.15	8.58	3.55	3.0	0.71	0.74
17.15	5	29.18	0.21	29.60	11.80	2.79	3.0	0.59	0.58
17.15	6	34.30	0.70	35.70	14.85	2.30	3.0	0.50	0.48
17.15	7	39.53	1.04	41.61	17.81	1.96	3.0	0.43	0.41
17.15	8	44.82	1.29	47.40	20.70	1.71	3.0	0.38	0.36
17.15	9	50.14	1.49	53.12	23.56	1.51	3.0	0.34	0.32
17.15	10	55.50	1.64	58.78	26.39	1.36	3.0	0.31	0.29
17.15	11	60.87	1.77	64.41	29.20	1.23	3.0	0.28	0.27
17.15	12	66.26	1.87	70.00	32.00	1.13	3.0	0.26	0.24

表-2 側面幅一定、側面とバルブ内径距離一定

w	n	d	Δr	D	b	Δg	Δk	w/d	w/D
17.15	4	24.25	0.45	25.15	8.58	3.55	4.0	0.71	0.68
17.15	5	29.18	1.21	31.60	11.80	2.79	4.0	0.59	0.54
17.15	6	34.30	1.70	37.70	14.85	2.30	4.0	0.50	0.45
17.15	7	39.53	2.04	43.61	17.81	1.96	4.0	0.43	0.39
17.15	8	44.82	2.29	49.40	20.70	1.71	4.0	0.38	0.35
17.15	9	50.14	2.49	55.12	23.56	1.51	4.0	0.34	0.31
17.15	10	55.50	2.64	60.78	26.39	1.36	4.0	0.31	0.28
17.15	11	60.87	2.77	66.41	29.20	1.23	4.0	0.28	0.26
17.15	12	66.26	2.87	72.00	32.00	1.13	4.0	0.26	0.24

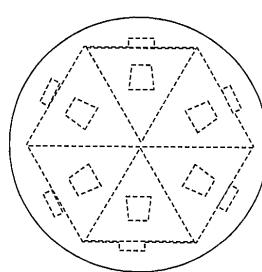
表-3 側面幅一定、側面とバルブ内径距離一定

w	n	d	Δr	D	b	Δg	Δk	w/d	w/D
17.15	4	24.25	1.45	27.15	8.58	3.55	5.0	0.71	0.63
17.15	5	29.18	2.21	33.60	11.80	2.79	5.0	0.59	0.51
17.15	6	34.30	2.70	39.70	14.85	2.30	5.0	0.50	0.43
17.15	7	39.53	3.04	45.61	17.81	1.96	5.0	0.43	0.38
17.15	8	44.82	3.29	51.40	20.70	1.71	5.0	0.38	0.33
17.15	9	50.14	3.49	57.12	23.56	1.51	5.0	0.34	0.30
17.15	10	55.50	3.64	62.78	26.39	1.36	5.0	0.31	0.27
17.15	11	60.87	3.77	68.41	29.20	1.23	5.0	0.28	0.25
17.15	12	66.26	3.87	74.00	32.00	1.13	5.0	0.26	0.23

表-4 側面幅一定、側面とバルブ内径距離一定

w	n	d	Δr	D	b	Δg	Δk	w/d	w/D
17.15	6	34.30	2.15	38.60	14.85	2.30	4.5	0.50	0.44
17.15	8	44.82	1.59	48.00	20.70	1.71	3.3	0.38	0.36

【図17】



【図18】

表-5 側面幅一定、側面とバルブ内径距離一定

w	n	d	Δr	D	b	Δg	Δk	w/d	w/D
15.00	4	21.21	1.89	25.00	7.50	3.11	5.0	0.71	0.60
15.00	5	25.52	2.56	30.65	10.32	2.44	5.0	0.59	0.49
15.00	6	30.00	2.99	35.98	12.99	2.01	5.0	0.50	0.42
15.00	7	34.57	3.29	41.15	15.57	1.71	5.0	0.43	0.36
15.00	8	39.20	3.51	46.21	18.11	1.49	5.0	0.38	0.32
15.00	9	43.86	3.68	51.21	20.61	1.32	5.0	0.34	0.29
15.00	10	48.54	3.81	56.17	23.08	1.19	5.0	0.31	0.27
15.00	11	53.24	3.92	61.09	25.54	1.08	5.0	0.28	0.25
15.00	12	57.96	4.01	65.98	27.99	0.99	5.0	0.26	0.23

w	n	d	Δr	D	b	Δg	Δk	w/d	w/D
20.00	6	40.00	2.32	44.64	17.32	2.68	5.0	0.50	0.45
20.00	7	46.10	2.72	51.53	20.77	2.28	5.0	0.43	0.39
20.00	8	52.26	3.01	58.28	24.14	1.99	5.0	0.38	0.34
20.00	9	58.48	3.24	64.95	27.47	1.76	5.0	0.34	0.31
20.00	10	64.72	3.42	71.55	30.78	1.58	5.0	0.31	0.28
20.00	11	70.99	3.56	78.11	34.06	1.44	5.0	0.28	0.26
20.00	12	77.27	3.68	84.64	37.32	1.32	5.0	0.26	0.24

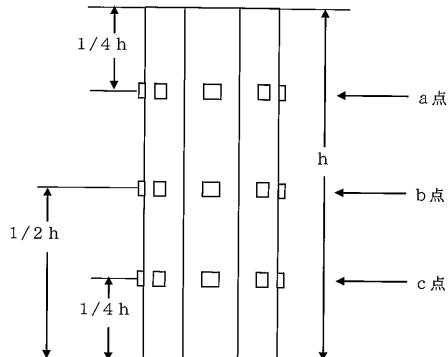
w	n	d	Δr	D	b	Δg	Δk	w/d	w/D
5.00	4	7.07	3.96	15.00	2.50	1.04	5.0	0.71	0.33
5.00	5	8.51	4.19	16.88	3.44	0.81	5.0	0.59	0.30
5.00	6	10.00	4.33	18.66	4.33	0.67	5.0	0.50	0.27
5.00	7	11.52	4.43	20.38	5.19	0.57	5.0	0.43	0.25
5.00	8	13.07	4.50	22.07	6.04	0.50	5.0	0.38	0.23
5.00	9	14.62	4.56	23.74	6.87	0.44	5.0	0.34	0.21
5.00	10	16.18	4.60	25.39	7.69	0.40	5.0	0.31	0.20
5.00	11	17.75	4.64	27.03	8.51	0.36	5.0	0.28	0.18
5.00	12	19.32	4.67	28.66	9.33	0.33	5.0	0.26	0.17
5.00	13	20.89	4.70	30.29	10.14	0.30	5.0	0.24	0.17
5.00	14	22.47	4.72	31.91	10.95	0.28	5.0	0.22	0.16
5.00	15	24.05	4.74	33.52	11.76	0.26	5.0	0.21	0.15
5.00	16	25.63	4.75	35.14	12.57	0.25	5.0	0.20	0.14
5.00	17	27.21	4.77	36.75	13.37	0.23	5.0	0.18	0.14
5.00	18	28.79	4.78	38.36	14.18	0.22	5.0	0.17	0.13

【図19】

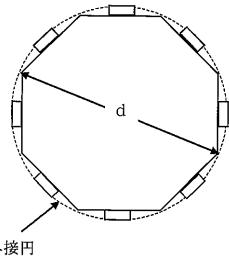
側面幅一定、側面とバルブ内径距離一定

w	n	d	Δr	D	b	Δg	Δk	w/d	w/D
17.15	6	34.30	-0.80	32.70	14.85	2.30	1.5	0.50	0.52
17.15	7	39.53	-0.46	38.61	17.81	1.96	1.5	0.43	0.44
17.15	8	44.82	-0.21	44.40	20.70	1.71	1.5	0.38	0.39
17.15	9	50.14	-0.01	50.12	23.56	1.51	1.5	0.34	0.34
17.15	10	55.50	0.14	55.78	26.39	1.36	1.5	0.31	0.31
17.15	11	60.87	0.27	61.41	29.20	1.23	1.5	0.28	0.28
17.15	12	66.26	0.37	67.00	32.00	1.13	1.5	0.26	0.26
17.15	13	71.66	0.46	72.58	34.79	1.04	1.5	0.24	0.24

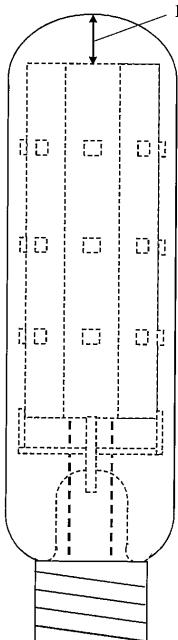
【図20】



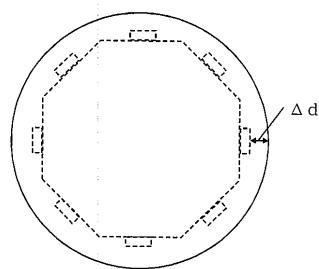
【図21】



【図22】



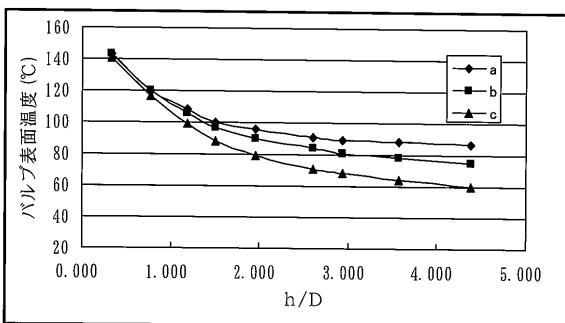
【図 2 3】



【図 2 4】

ユニット寸法	D (cm)	h (cm)	h/D	V (cm³)	255247	255345	255170	255310	255157	255247	255321	255191
	32.5	57.8	1.76	90.3	107.4	130.0	141.1	160.5	184.2	207.4	230.0	141.1
	0.325	0.771	1.183	1.505	1.953	2.600	2.940	3.567	4.386	5.005	6.600	3.567
	△d	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
ガラスパリプ表面温度	a	130	112	97	87	80	74	71	69	66	91	88
	b	130	112	96	86	79	71	69	66	63	90	84
	c	130	111	94	84	74	65	61	57	54	71	68

【図 2 5】

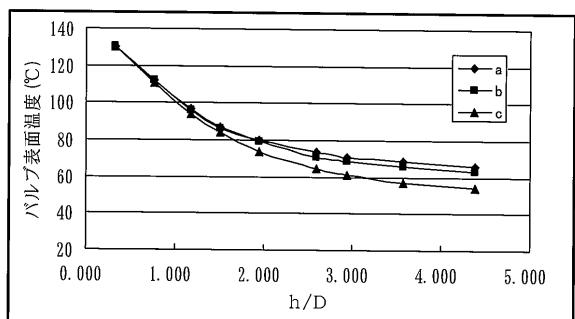


【図 2 6】

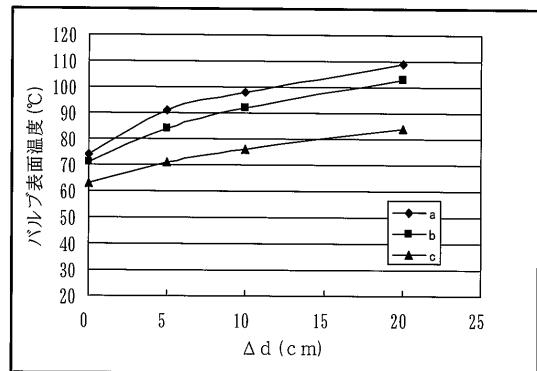
ユニット寸法	D (cm)	100	75	65	60	55	50	48	45	42
	h (cm)	32.5	57.8	76.9	90.3	107.4	130.0	141.1	160.5	184.2
	h/D	0.325	0.771	1.183	1.505	1.953	2.600	2.940	3.567	4.386
	V (cm³)	255247	255345	255170	255310	255157	255247	255310	255157	255247
	△d	5	5	5	5	5	5	5	5	5
ガラスパリプ表面温度	a	130	112	97	87	80	74	71	69	66
	b	130	112	96	86	79	71	69	66	63
	c	130	111	94	84	74	65	61	57	54

表-7: 透明熱伝導媒体: パーフルオロカーボン

【図27】



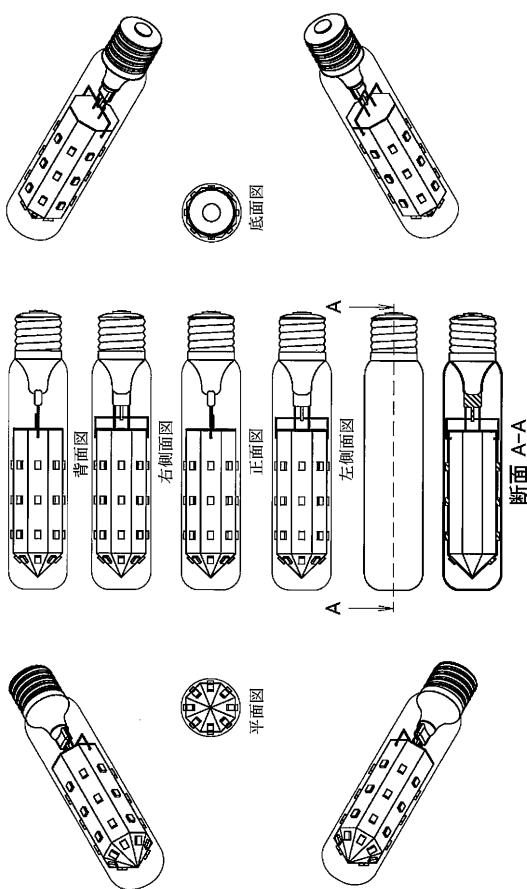
【図29】



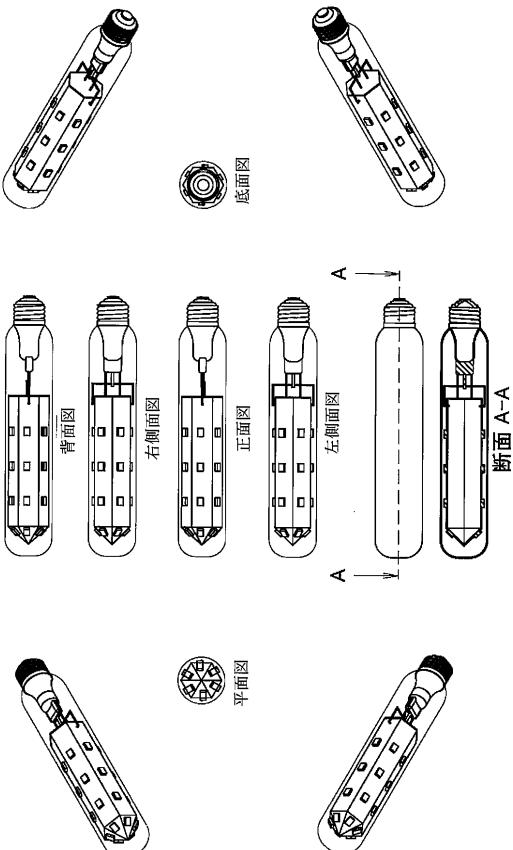
【図28】

ユニット寸法	Δd 変化			
	D (cm)	50	50	50
	h (cm)	130.0	130.0	130.0
	h/D	2.600	2.600	2.600
	V (cm ³)	255247	255247	255247
	Δd	0	5	10
ガラスパルプ表面温度	a	74	91	98
	b	71	84	92
	c	63	71	76
				109
				103
				84

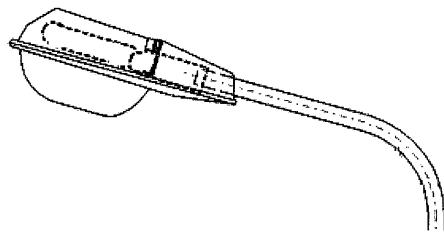
【図30】



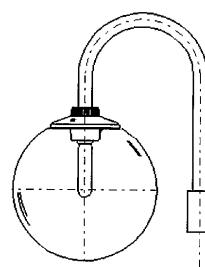
【図31】



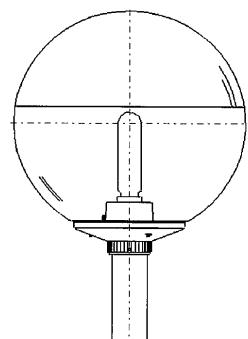
【図32】



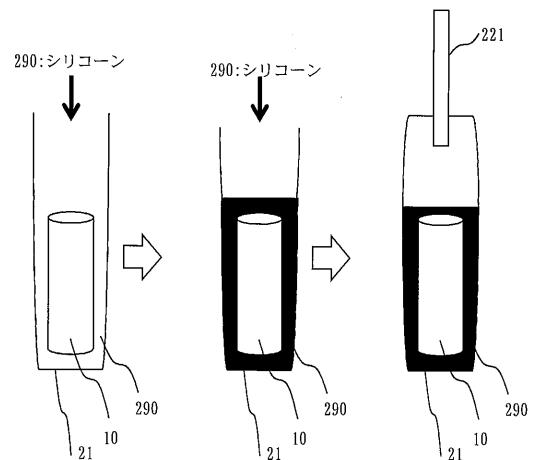
【図34】



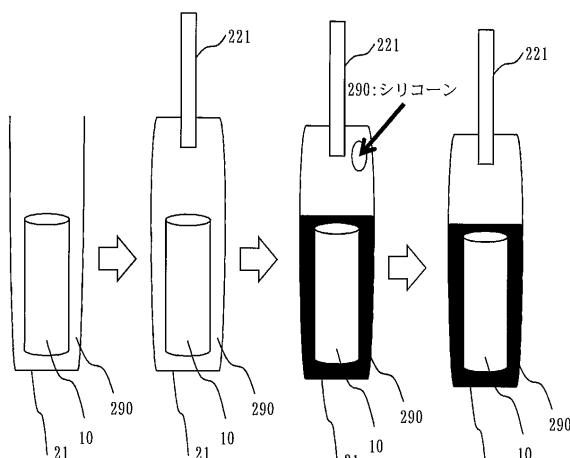
【図33】



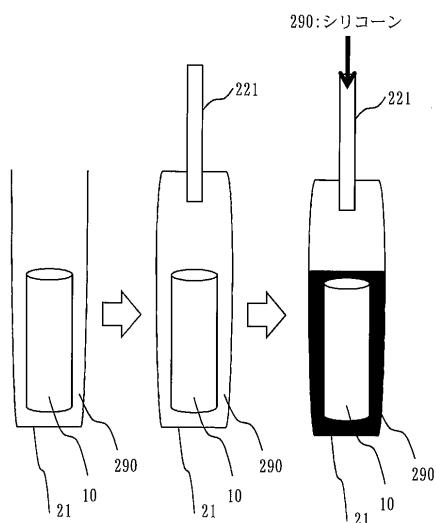
【図35】



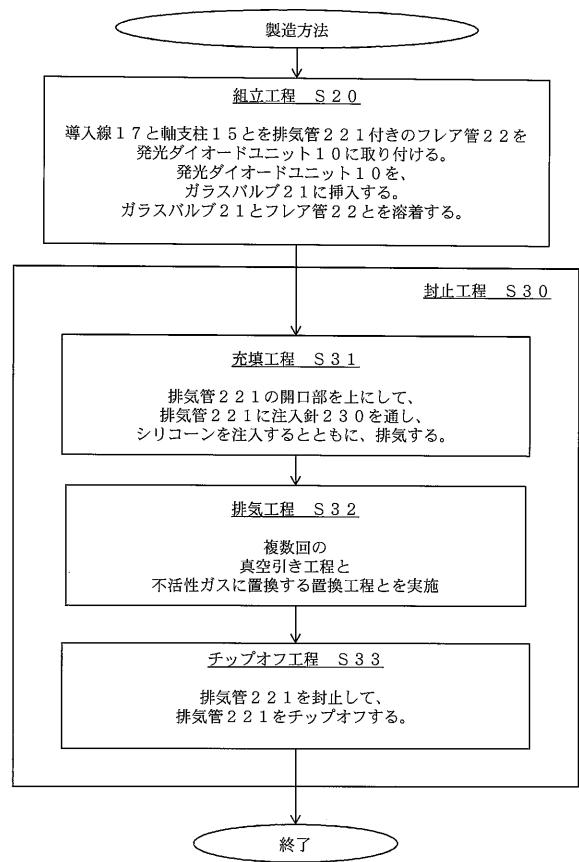
【図36】



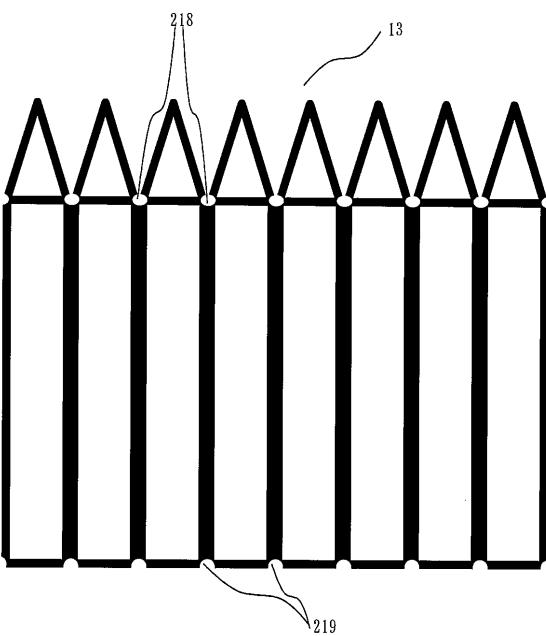
【図37】



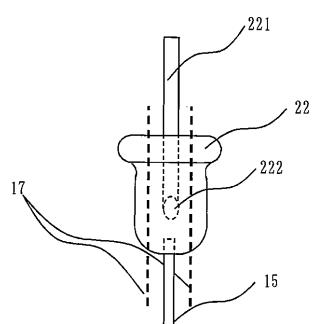
【図38】



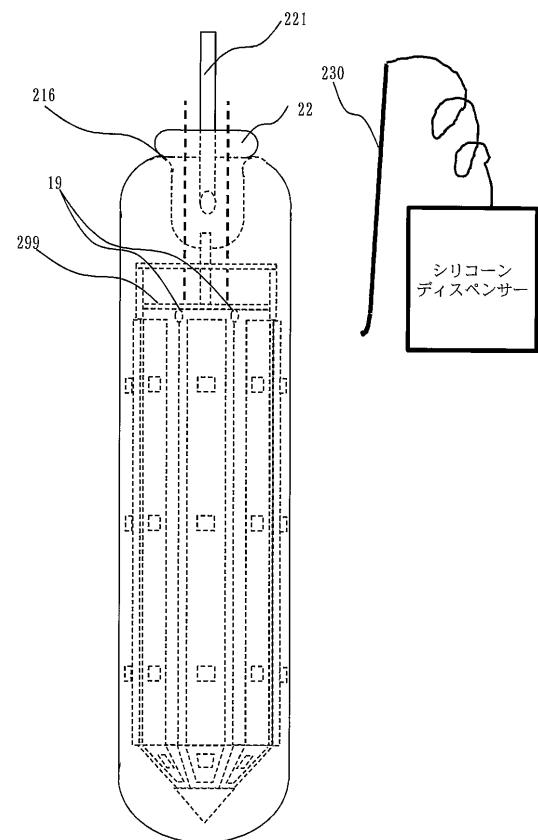
【図39】



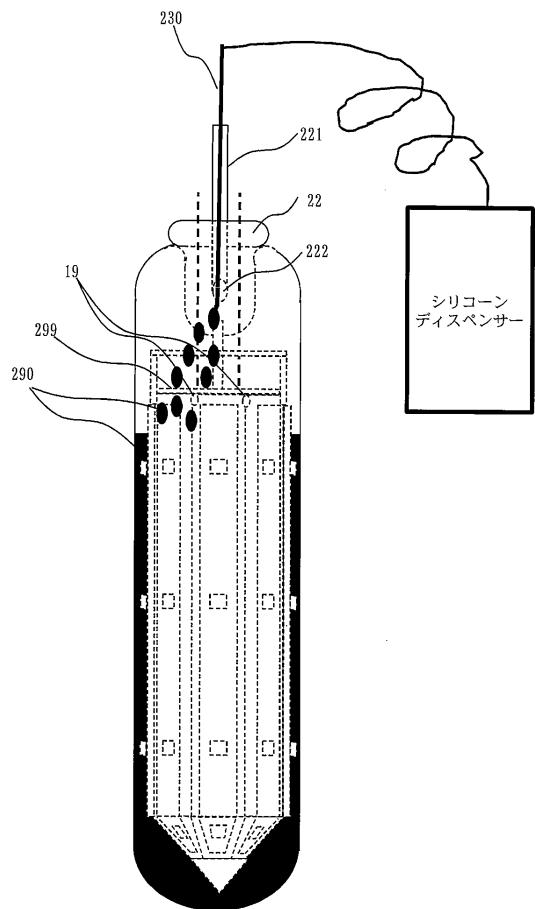
【図40】



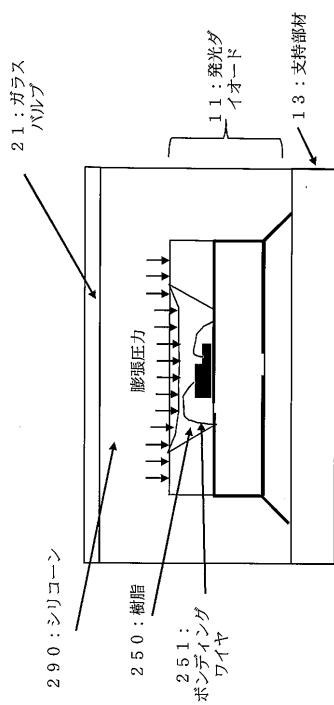
【図41】



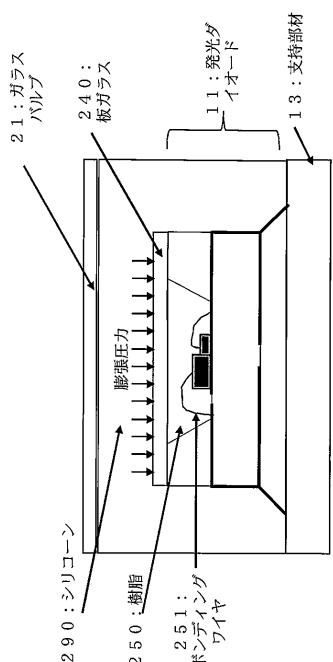
【図42】



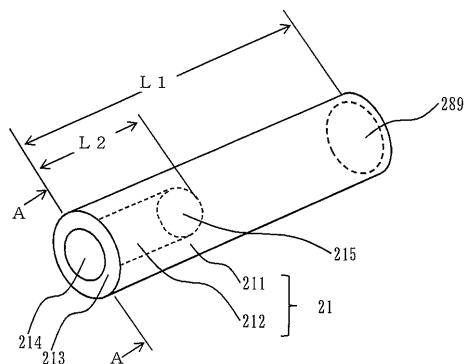
【図43】



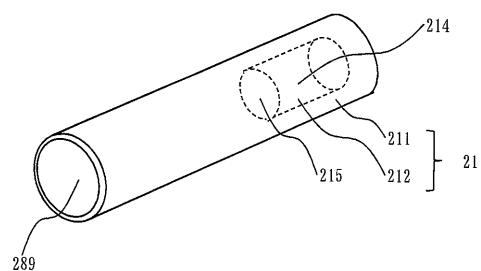
【図44】



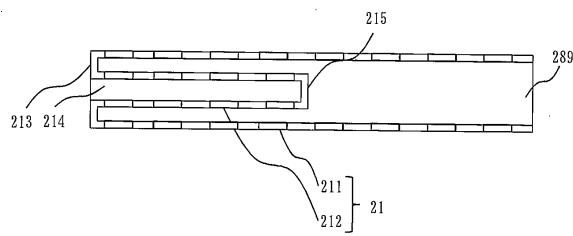
【図45】



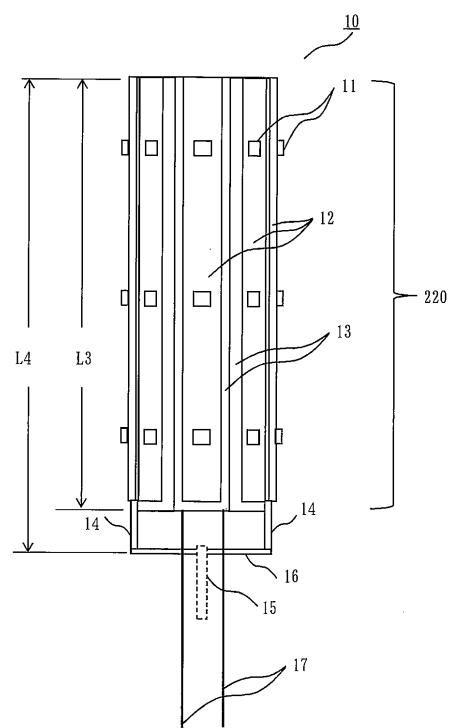
【図46】



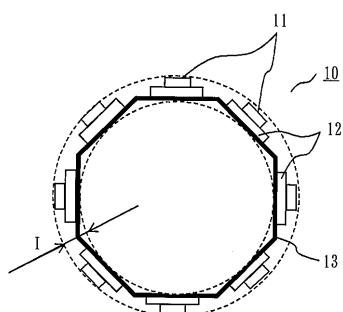
【図47】



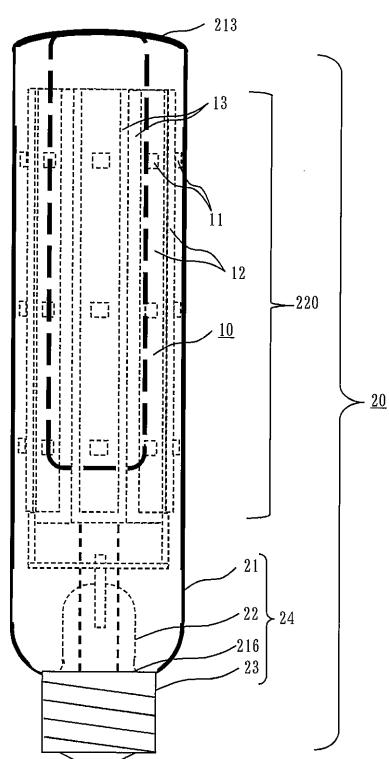
【図48】



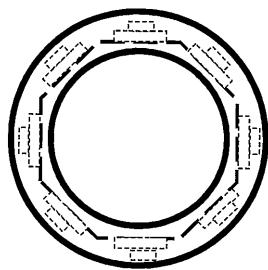
【図49】



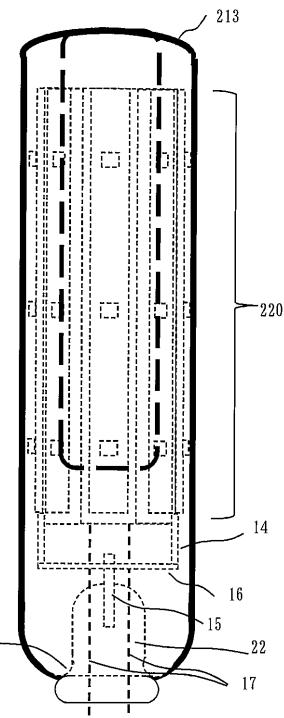
【図50】



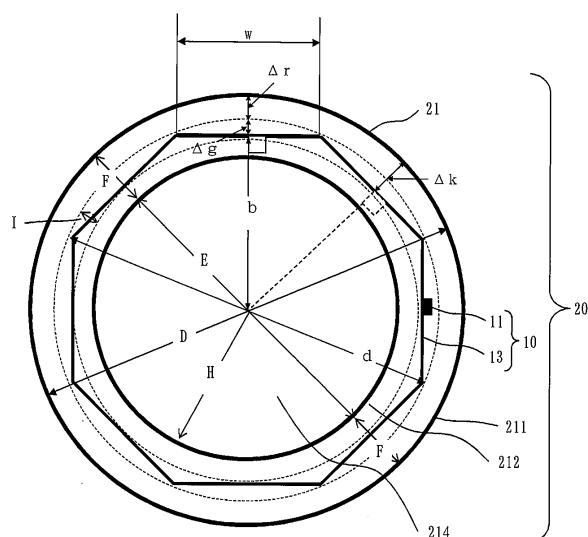
【図51】



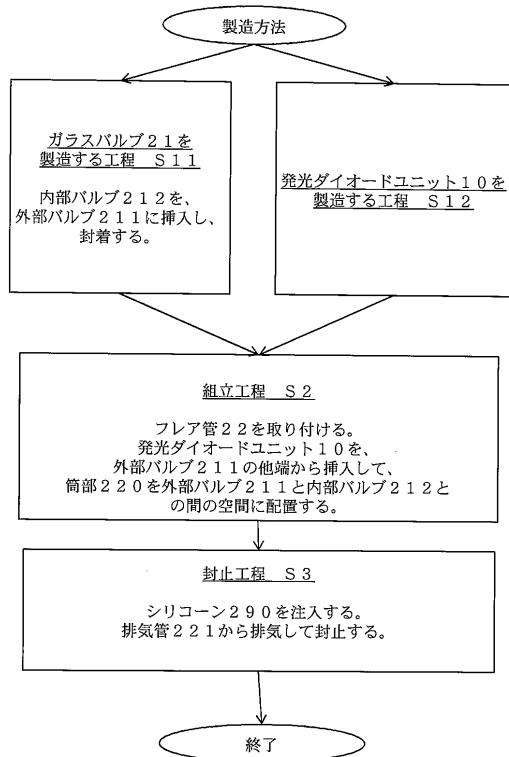
【 図 5 2 】



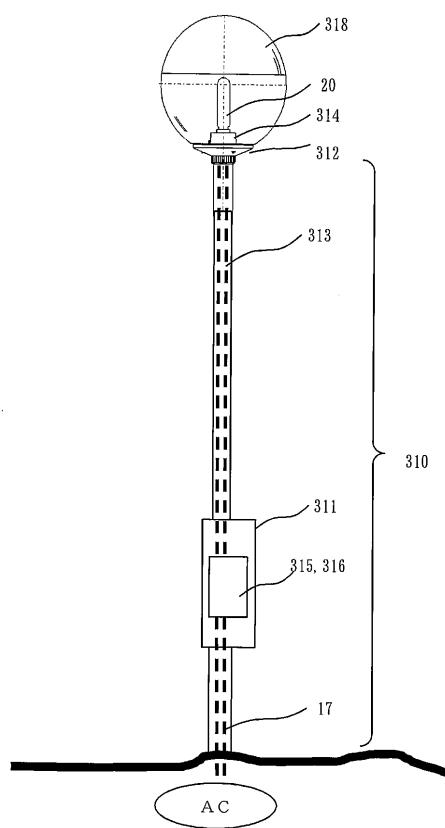
【 図 5 3 】



【 図 5 4 】



【図 5 5】



【図 5 6】

ランプ	H I Dランプ	L E Dランプ
電源	交流電源	直流電源
電圧	1000V以上 数千V	80V以下 数十V
電線 (断面積)	太線 (2平方mm以上)	細線 (0.75平方mm)
口金・ソケット	E形	各種

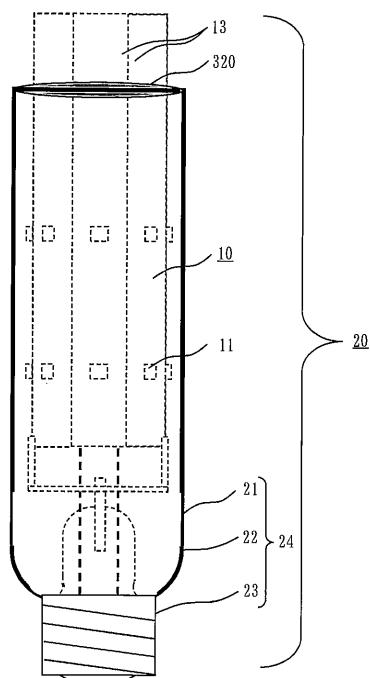
【図 5 7】

ランプ	H I Dランプ	L E Dランプ 2 0
電源	交流電源	直流電源
電線	太線	細線
点灯	○	×
感電	安全	危険

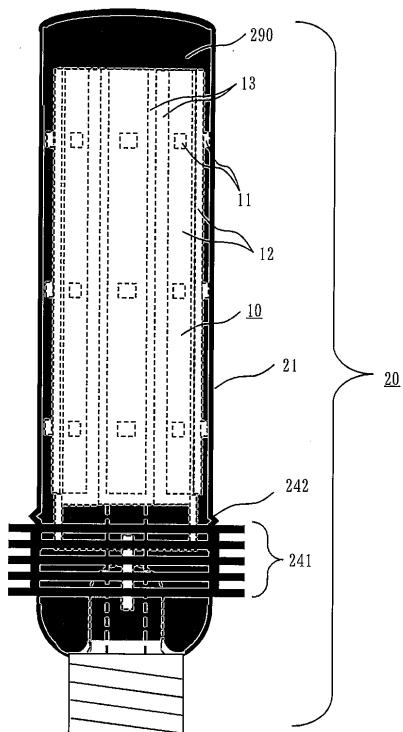
【図 5 8】

ランプ	H I Dランプ	L E Dランプ 2 0
電源	直流電源	交流電源
電線	太線	細線
点灯	×	×
感電	安全	安全

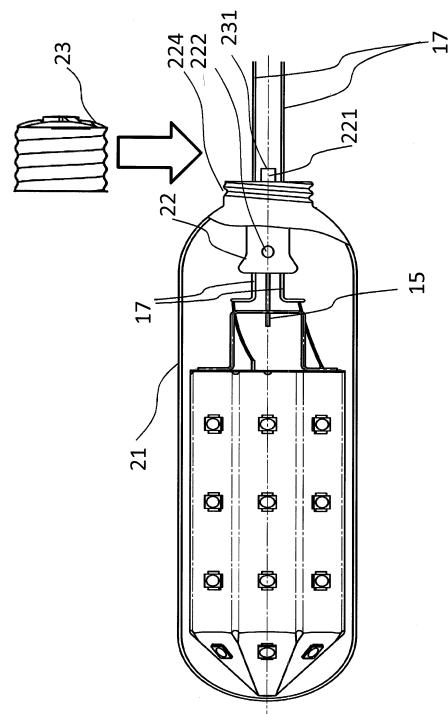
【図 5 9】



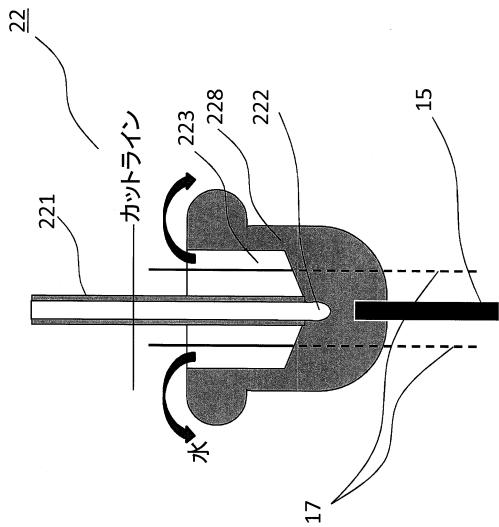
【図 6 0】



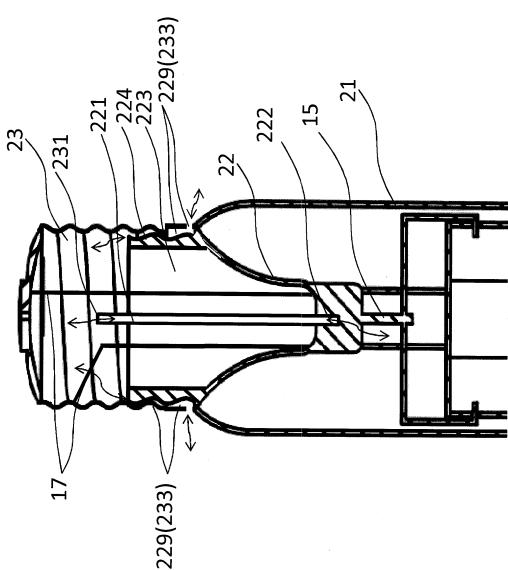
【図 6 1】



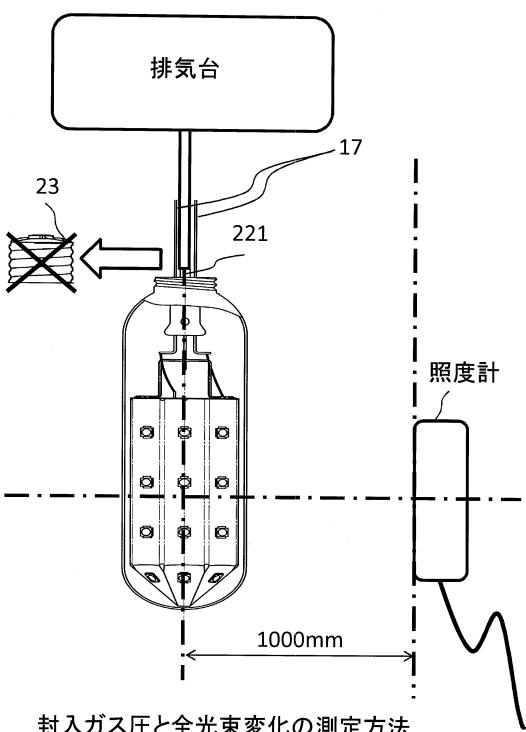
【図62】



【図 6 3】

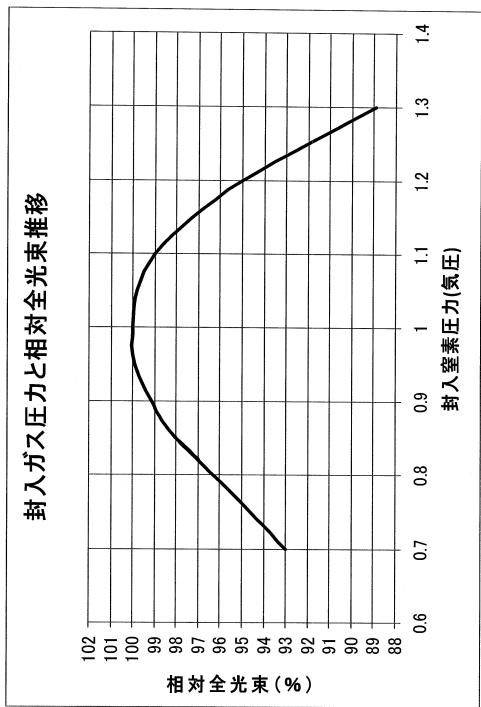


【図64】

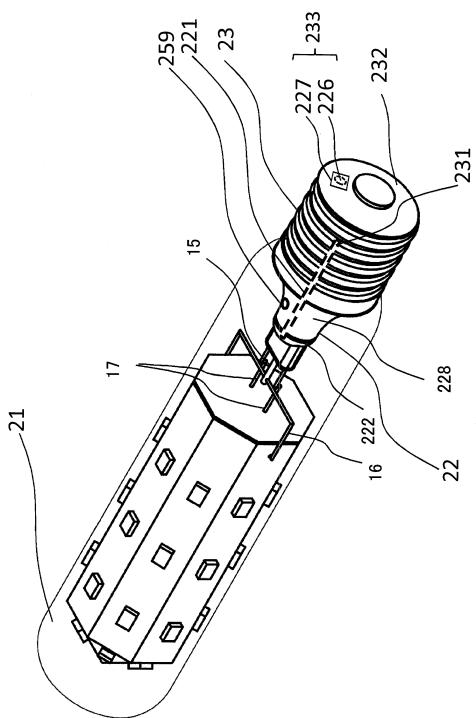


封入ガス圧と全光束変化の測定方法

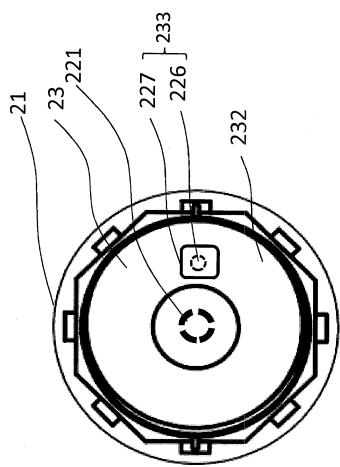
【図 6 5】



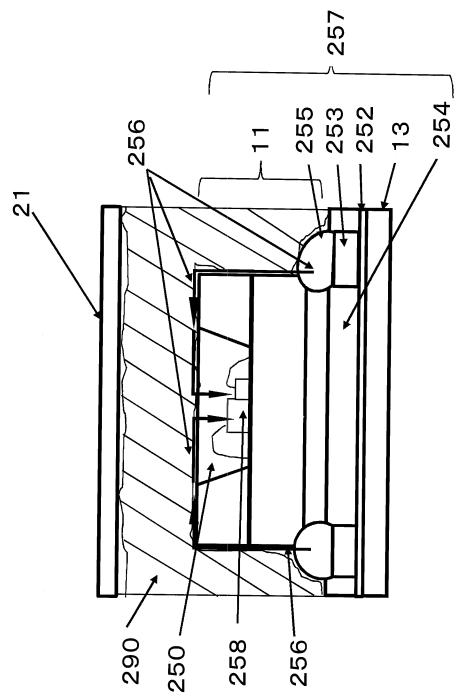
【図66】



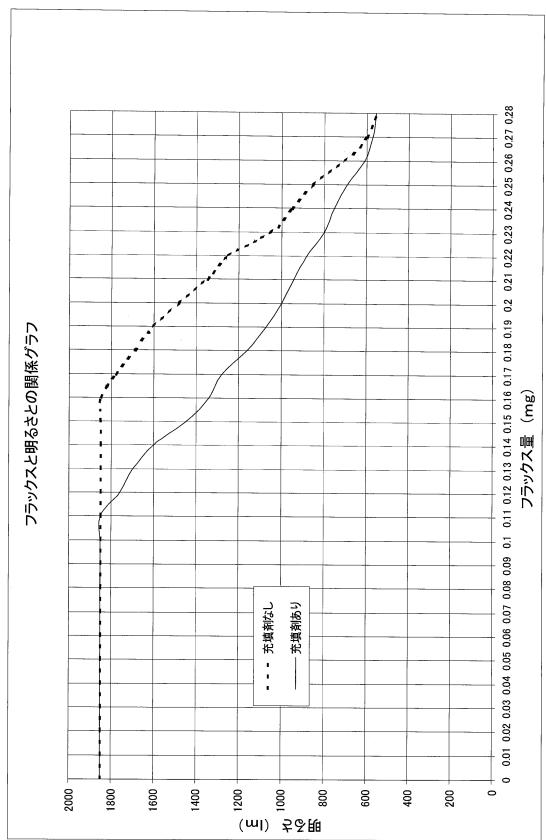
【図 6 7】



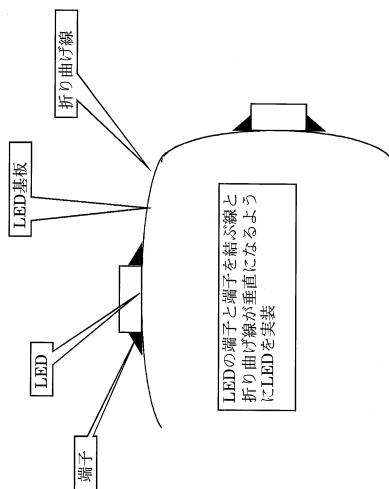
【図68】



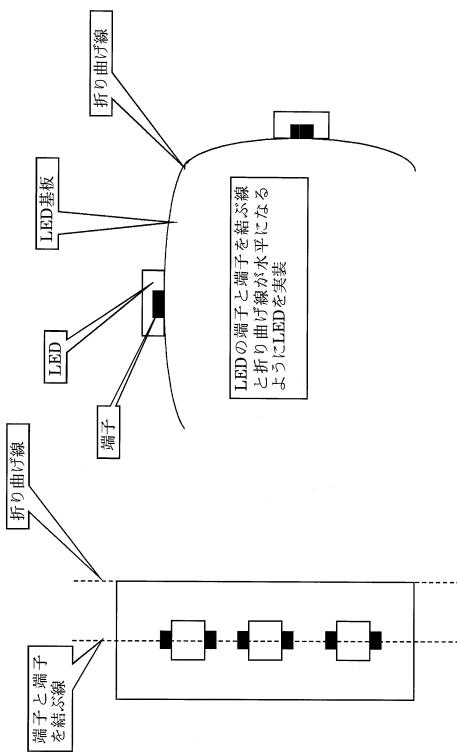
【図 69】



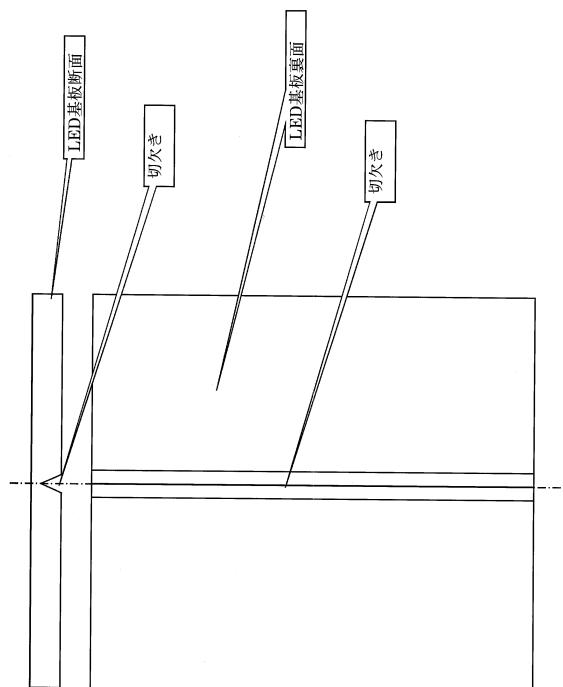
【図 70】



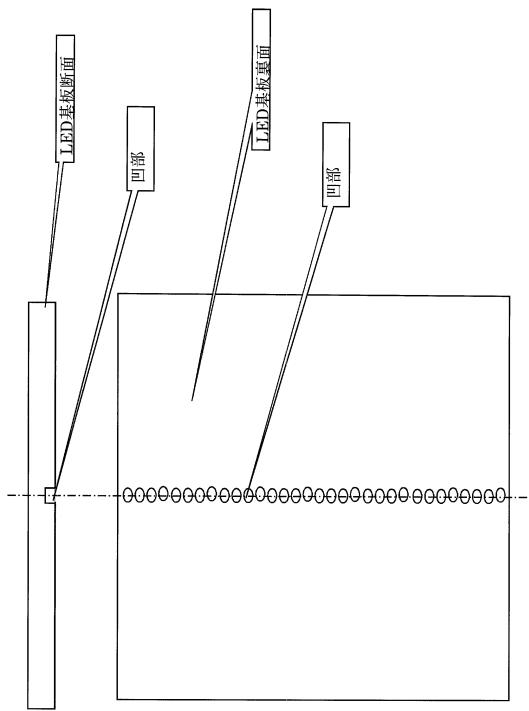
【図 71】



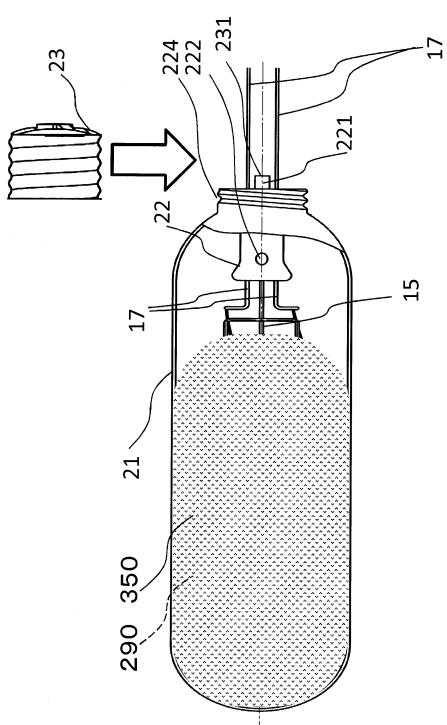
【図 72】



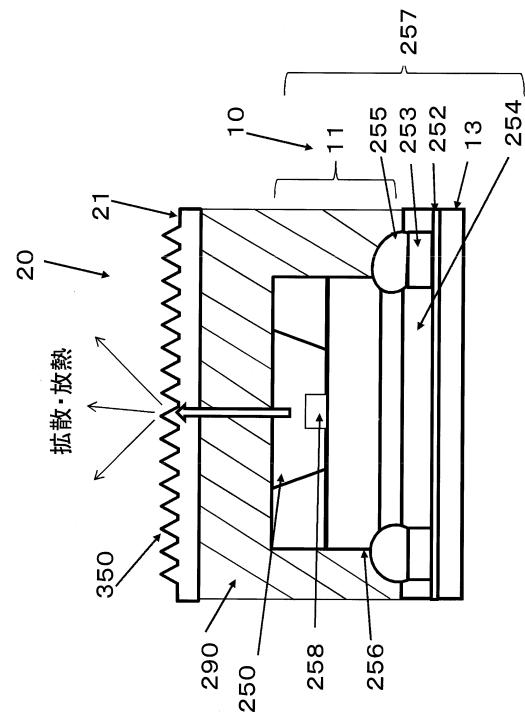
【図 7 3】



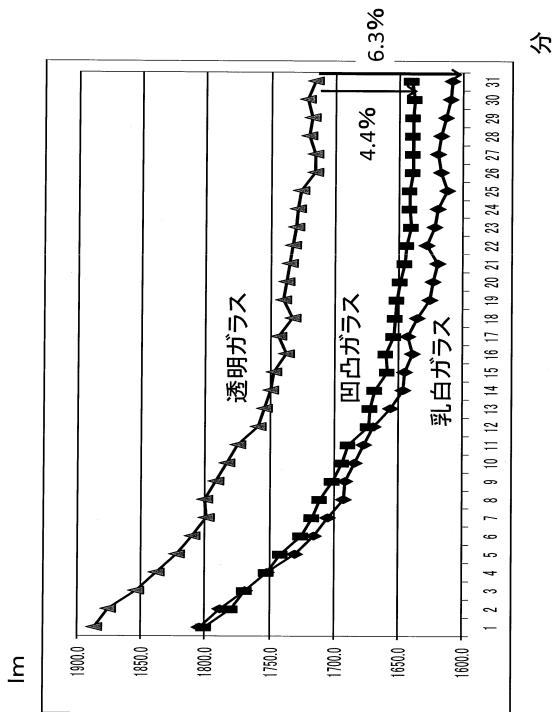
【図 7 4】



【図 7 5】



【図 7 6】



分

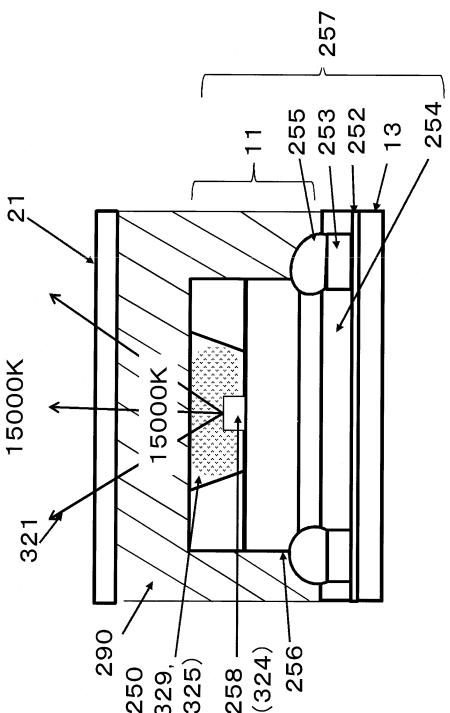
【図 7 7】

【図 7-8】

乳白ガラス	A:測定値		B:熱抵抗		C:シャンク温度(A+B)	
	T _c (°C)		Max 9°C/W		T _j (°C)	
LED 1	81.0		4.5		85.5	
LED 2	78.3		4.5		82.8	

凹凸ガラス	A:測定値		B:熱抵抗		C:ジャッショウ温度(A+B)	
	T _c (°C)	Max 9°C/W		T _j (°C)		
LED 1	73.5		4.5		78.0	
LED 2	68.5		4.5		73.0	

【図79】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
F 21Y 107/70 (2016.01) F 21Y 107:70
F 21Y 107/80 (2016.01) F 21Y 107:80

審査官 石田 佳久

(56)参考文献 特開2011-134442 (JP, A)
特開2009-283263 (JP, A)
特開2009-123675 (JP, A)
特開2011-071354 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F 21S 2/00
F 21K 9/00 - 9/90
F 21V 9/16
H 01L 33/00 - 33/64