

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6089107号
(P6089107)

(45) 発行日 平成29年3月1日(2017.3.1)

(24) 登録日 平成29年2月10日(2017.2.10)

(51) Int. Cl.	F I	
G02B 13/00 (2006.01)	G02B 13/00	
F21V 5/00 (2015.01)	F21V 5/00	510
F21V 17/00 (2006.01)	F21V 17/00	200
F21V 17/12 (2006.01)	F21V 17/12	300
F21S 2/00 (2016.01)	F21S 2/00	216
請求項の数 23 (全 19 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号 特願2015-530992 (P2015-530992)
 (86) (22) 出願日 平成26年8月11日 (2014.8.11)
 (86) 国際出願番号 PCT/JP2014/071233
 (87) 国際公開番号 W02015/020229
 (87) 国際公開日 平成27年2月12日 (2015.2.12)
 審査請求日 平成28年2月2日 (2016.2.2)
 (31) 優先権主張番号 PCT/JP2014/063913
 (32) 優先日 平成26年5月27日 (2014.5.27)
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)
 (31) 優先権主張番号 特願2013-166928 (P2013-166928)
 (32) 優先日 平成25年8月9日 (2013.8.9)
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(73) 特許権者 000003078
 株式会社東芝
 東京都港区芝浦一丁目1番1号
 (73) 特許権者 303058328
 東芝マテリアル株式会社
 神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地
 (74) 代理人 100091982
 弁理士 永井 浩之
 (74) 代理人 100091487
 弁理士 中村 行孝
 (74) 代理人 100082991
 弁理士 佐藤 泰和
 (74) 代理人 100105153
 弁理士 朝倉 悟

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 照明装置および広配光レンズ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

中心軸に対して回転対称な形状を有し可視光に対して透明な第1光学素子であって、前記第1光学素子は、第1部分と、前記第1部分に接続する第2部分を有し、前記第1部分は、凹面および平坦な面のうちの一方の形状を有する底面と、前記底面に接続する側面と、を有し、前記第2部分は、上面と、前記上面に接続する側面と、を有し、前記第1部分の前記側面と前記第2部分の前記側面は、接合部を有し、前記接合部は前記底面から前記接合部へ向かって広がる形状を有する、第1光学素子を、備え、

前記中心軸と交差する中心を有する第1領域と、前記第1領域の外側の第2領域と、を有する部材が前記第1部分の底面に対向して配置され、かつ前記中心軸を含む平面で前記第1光学素子の断面を取ったとき、前記断面において、前記第1部分の前記側面は、この側面上の第1の点 P_1 が、前記部材上の点のうち前記中心軸に対して前記第1の点側に位置する点でかつ前記第1領域内の点を第2の点 P_2 とし、前記第1の点における前記第1部分の外向き法線ベクトルと、前記第1の点から前記第2の点に向かう第1ベクトルとの成す角 θ_1 が、前記第1部分における全反射角 θ_c よりも大きくなるように構成され、

前記断面において、前記第2部分の側面は、この側面上の第3の点 P_3 が、前記部材上の点のうち前記中心軸に対して前記第3の点側に位置する点でかつ前記第2領域内の点を第4の点 P_4 とし、前記第3の点における前記第2部分の内向き法線ベクトルと、前記第3の点から前記第4の点に向かうベクトルとの成す角 θ_2 が、前記第2部分における全反射角 θ_c よりも大きくなるように構成された、広配光レンズ。

【請求項 2】

前記部材は発光面を備えた面光源であり、前記第 1 領域は、前記面光源の発光面の面積の半分の面積を有する請求項 1 記載の広配光レンズ。

【請求項 3】

前記中心軸に対して回転対称な形状を有し前記第 1 光学素子の前記第 1 部分に接続される第 2 光学素子を更に備え、

前記第 2 光学素子は、第 3 部分と、前記第 3 部分に接続する第 4 部分を有し、前記第 3 部分は、平坦な底面と、前記底面に接続する側面と、を有し、前記第 4 部分は、上面と、前記上面に接続する側面と、を有し、前記第 3 部分の前記側面と前記第 4 部分の前記側面は、同じサイズと形状を有する接合面で接続し、前記接合面は前記底面よりも大きく、前記第 4 部分の上面は、前記中心軸に向かって凹みかつ前記第 1 光学素子の前記第 1 部分の前記側面に沿う形状を有する、請求項 1 記載の広配光レンズ。

10

【請求項 4】

前記部材は発光面を備えた面光源であり、

前記第 1 光学素子の前記第 1 部分の前記底面または前記側面に、前記第 1 光学素子と前記第 2 光学素子を接続する接続部材が設けられ、

前記第 2 光学素子の前記第 4 部分の前記上面に前記接続部材が挿入される凹部が設けられ、

前記第 1 光学素子の前記第 1 部分の前記側面と、前記第 2 光学素子の前記第 4 部分の前記上面との間の距離は、前記面光源から射出される光の波長以上である請求項 3 記載の広配光レンズ。

20

【請求項 5】

前記第 1 光学素子には、前記中心軸に沿って回転対称な空孔が設けられ、前記空孔の前記中心軸に直交する面によって切断された断面積は、前記第 2 部分から前記第 1 部分に向かうにつれて小さくなる請求項 1 記載の広配光レンズ。

【請求項 6】

前記第 2 光学素子は、前記中心軸に沿って貫通孔が設けられている請求項 3 記載の広配光レンズ。

【請求項 7】

前記第 1 光学素子の前記接続部材にオスネジが設けられ、前記第 2 光学素子の前記貫通孔にメスネジが設けられ、前記オスネジと前記メスネジが結合する請求項 4 記載の広配光レンズ。

30

【請求項 8】

前記断面において、前記第 2 部分の前記側面上の点は、前記中心軸からの距離が、前記第 1 部分と接続する点から前記第 2 部分の前記上面に向かうにつれて単調に減少する請求項 1 記載の広配光レンズ。

【請求項 9】

前記断面における、前記第 2 部分の前記上面は、凸形状の頂点を持ち、前記頂点は前記中心軸上にある請求項 8 記載の広配光レンズ。

【請求項 10】

前記断面において、前記空孔の内面上の第 5 の点は、前記部材上の点のうち、前記中心軸に対して前記第 5 の点の側に位置する点でかつ前記第 2 領域上の点を第 6 の点とし、前記第 5 の点における前記内面の内向き法線ベクトルと、前記第 5 の点から前記第 6 の点に向かうベクトルとの成す角 γ が、前記第 2 部分における全反射角よりも大きい請求項 5 記載の広配光レンズ。

40

【請求項 11】

前記第 2 部分の前記側面の端部のうち、前記部材に近い側の前記中心軸からの距離は、前記第 2 光学素子の第 4 部分の前記上面の、前記中心軸からの距離の最大値よりも小さい請求項 1 記載の広配光レンズ。

【請求項 12】

50

前記第 2 部分の前記側面の端部のうち、前記部材に近い側の前記中心軸からの距離は、前記第 2 光学素子の前記第 4 部分の前記上面の端部のうち、前記発光面から遠い側の前記中心軸からの距離に等しい請求項 1 記載の広配光レンズ。

【請求項 1 3】

前記空孔の前記内面は拡散面である請求項 5 記載の広配光レンズ。

【請求項 1 4】

前記第 2 光学素子の面上において、前記中心軸に対する距離が最短となる点の法線ベクトルが前記中心軸と直交する請求項 1 記載の広配光レンズ。

【請求項 1 5】

前記部材は発光面を備えた面光源であり、

前記第 2 光学素子の前記中心軸を含む断面上において、前記発光面から前記中心軸に沿って光が放射される方向を z 方向とし、前記 z 方向と直交する方向を x 方向としたとき、前記第 1 領域上の点から前記中心軸までの距離を r_B とし、前記 x 軸上の、前記貫通孔の半径を l とし、

前記上面は、

【数 1】

$$x = r_B - (r_B - l) \exp(\tan \theta_a \Theta) \cos \Theta$$

$$z = (r_B - l) \exp(\tan \theta_a \Theta) \sin \Theta$$

10

20

で規定され、ここで媒介変数 Θ は、

【数 2】

$$0 \leq \Theta \leq \pi$$

の範囲の値であり、実数定数 θ_a は、

【数 3】

$$\theta_c \leq \theta_a < \frac{\pi}{2}$$

30

を満たし、 r_B は、

$$l < r_B$$

を満たす請求項 1 記載の広配光レンズ。

【請求項 1 6】

前記 θ_a は、全反射角に等しい請求項 1 5 記載の広配光レンズ。

【請求項 1 7】

前記断面において、前記空孔の前記内面の点の法線ベクトルは、前記中心軸と直交する請求項 5 記載の広配光レンズ。

40

【請求項 1 8】

請求項 1 記載の広配光レンズと、

前記広配光レンズの前記部材である発光面を有する発光素子と、

前記広配光レンズおよび前記面光源を内包するグローブと、

を備えた照明装置。

【請求項 1 9】

前記グローブに接続されるとともに前記発光素子に熱的に接続される放熱筐体と、

前記放熱筐体に内包され交流を直流に変換する電源回路と、

前記放熱筐体に接続され、外部からの電力が供給される口金と、

50

を更に備えた請求項 18 記載の照明装置。

【請求項 20】

前記グローブは透明である請求項 18 記載の照明装置。

【請求項 21】

前記グローブは外形がシャンデリア型である請求項 18 記載の照明装置。

【請求項 22】

前記グローブは外形が電球型である請求項 18 記載の照明装置。

【請求項 23】

前記グローブは外形がボール型である請求項 18 記載の照明装置。

【発明の詳細な説明】

10

【技術分野】

【0001】

本発明の実施形態は、照明装置および広配光レンズに関する。

【背景技術】

【0002】

一般照明用の LED (Light-emitting Diode) ランプは、光の指向性が強く、配光角が約 120° と狭い。このため、照明器具に取り付けて点灯させた時の光の広がり方が白熱電球と異なるといった課題がある。

【0003】

この課題を解決するために、COB (Chip On Board) 型の発光モジュール (以下、発光素子とも云う) の上に広配光レンズを配置した LED ランプが知られている。従来の広配光レンズは、入射面と、この入射面と向かい合う第 1 の出射面と、上記入射面の外周縁と上記第 1 の出射面の外周縁との間を結ぶ第 2 の出射面と、を備えている。

20

【0004】

第 1 の出射面は、入射面の中心部に向けて円錐状に窪むような形状を有し、その円錐の先端が入射面の中心を通る光軸上に位置されている。第 2 の出射面は、光軸を同軸状に取り囲むとともに、入射面の外周縁から第 1 の出射面の外周縁に向けて、光軸の径方向に広がっている。

【0005】

発光素子からの光が広配光レンズの入射面に入射されると、入射された光の一部が第 1 の出射面で全反射されて第 2 の出射面に向かい、さらに第 2 の出射面から広配光レンズの側方および後方に向けて放射される。したがって、第 2 の出射面から出る光が LED ランプの後方に向かう配光成分となり、LED ランプの配光角が広がる。

30

【0006】

従来の広配光レンズにおいては、LED ランプの側方および後方に向けて光を拡散させる第 2 の出射面は、入射面の外周縁から第 1 の出射面の外周縁に向けて中心軸の径方向に広がっている。

【0007】

このような構成では、広配光レンズが大型化するのを避けられず、この広配光レンズを例えばシャンデリア球に類似した形状のグローブを有する小型の LED ランプに適用しようとしても、広配光レンズをグローブ内に収めることができなくなる。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0008】

【特許文献 1】特許第 4660654 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

本実施形態は、配光角を十分に確保しつつコンパクト化することのできる広配光レンズおよび照明装置を提供する。

50

【課題を解決するための手段】

【0010】

本実施形態による広配光レンズは、中心軸に対して回転対称な形状を有し可視光に対して透明な第1光学素子であって、前記第1光学素子は、第1部分と、前記第1部分に接続する第2部分を有し、前記第1部分は、凹面および平坦な面のうちの一方の形状を有する底面と、前記底面に接続する側面と、を有し、前記第2部分は、上面と、前記上面に接続する側面と、を有し、前記第1部分の前記側面と前記第2部分の前記側面は、接合部を有し、前記接合部は前記底面から前記接合部へ向かって広がる形状を有する、第1光学素子を、備え、前記中心軸と交差する中心を有する第1領域と、前記第1領域の外側の第2領域と、を有する部材が前記第1部分の底面に対向して配置され、かつ前記中心軸を含む平面で前記第1光学素子の断面を取ったとき、前記断面において、前記第1部分の前記側面は、この側面上の第1の点が、前記部材上の点のうち前記中心軸に対して前記第1の点側に位置する点でかつ前記第1領域内の点を第2の点とし、前記第1の点における前記第1部分の外向き法線ベクトルと、前記第1の点から前記第2の点に向かう第1ベクトルとの成す角 θ_p が、前記第1部分における全反射角 θ_c よりも大きくなるように構成され、前記断面において、前記第2部分の側面は、この側面上の第3の点が、前記部材上の点のうち前記中心軸に対して前記第3の点側に位置する点でかつ前記第2領域内の点を第4の点とし、前記第3の点における前記第2部分の内向き法線ベクトルと、前記第3の点から前記第4の点に向かうベクトルとの成す角 θ_q が、前記第2部分における全反射角 θ_c よりも大きくなるように構成される。

10

20

【図面の簡単な説明】

【0011】

- 【図1】第1実施形態に係る広配光レンズを示す鳥観図。
- 【図2】第1実施形態による照明装置を示す断面図。
- 【図3】第1実施形態の照明装置の機能を説明する断面図。
- 【図4】第1実施形態の照明装置の機能を説明する断面図。
- 【図5】第1実施形態の照明装置の機能を説明する断面図。
- 【図6】第1実施形態の照明装置の配光分布を示す図。
- 【図7】第2実施形態による照明装置を示す鳥観図。
- 【図8】第2実施形態に係る広配光レンズを示す鳥観図。
- 【図9】第2実施形態による照明装置を示す断面図。
- 【図10】第2実施形態の照明装置の機能を説明する断面図。
- 【図11】第2実施形態の照明装置の機能を説明する断面図。
- 【図12】第2実施形態の照明装置の機能を説明する断面図。
- 【図13】第2実施形態の照明装置の機能を説明する断面図。
- 【図14】第3実施形態による照明装置を示す鳥観図。
- 【図15】第3実施形態に係る広配光レンズを示す鳥観図。
- 【図16】第3実施形態による照明装置を示す断面図。
- 【図17】第3実施形態の照明装置の機能を説明する断面図。
- 【図18】第3実施形態の照明装置の機能を説明する断面図。
- 【図19】第4実施形態による照明装置の断面図。
- 【図20】第4実施形態の第1変形例による照明装置の断面図。
- 【図21】第4実施形態の第2変形例による照明装置の断面図。

30

40

【発明を実施するための形態】

【0012】

以下、図面を参照して実施形態を説明する。

【0013】

(第1実施形態)

第1実施形態による照明装置は、発光モジュール(発光素子)と、広配光レンズと、を備えている。この広配光レンズの鳥観図を図1に示す。この広配光レンズ7は、光学素子

50

80と、接合柱82と、基本光学素子90と、を備えている。

【0014】

基本光学素子90は、第1部分91aと、この第1部分に接続する第2部分91bと、を備えている。第1部分91aの底面は平坦で発光素子からの光が入射する入射面となる。第1部分91aの側面は、第2部分91bの側面に接し、同じサイズと形状を有する接合面で接続されており、この接合面は上記入射面よりも大きい。ここで、接合面は、中心軸に直交する平面で切断した断面を意味する。第1部分91aの側面は、第1部分91aの中心軸に向かって凹むような形状を有している。すなわち、第1部分91aは、その底面から接合面に向かうに連れてすなわち下方から上方に向かうに連れて、断面積が増大し、かつ側面が第1部分91aの中心軸に向かって凹むような形状を有している。ここで、
 「上方」および「下方」とはそれぞれ、中心軸5の正方向および負方向に対応する。正方向は、発光モジュールから光りが取り出される方向とする。また、断面積とは、中心軸に直交する平面で切断した面積を意味する。第2部分91bの上面(全反射面)93は中心軸に向かって凹むような形状を有し、側面は下方から上方に向かうにつれて第2部分91bの断面積が減少するテーパ形状を有している。そして、基本光学素子90の中央部には、中心軸に沿って貫通孔11が設けられている。この貫通孔11は、第1部分91aにおいては入射面92から上方に向かうに連れて断面積が減少する形状を有し、第2部分91bにおいては下方から上方に向かうにつれて断面積が増大する形状を有している。図示しない発光素子から貫通孔11に入射した光は直進し、貫通孔11を通らずに第1部分91aに入射した光は上面(全反射面)93で全反射される。

10

20

【0015】

光学素子80は、第1部分81aと、この第1部分81aに接続する第2部分81bと、を備えている。第1部分81aの底面85は凹面であり、側面84は基本光学素子90の全反射面93に接続する接続面となる。また、第1部分81aの側面84と、第2部分81bの側面83は、同じサイズと形状を有する接合面で接続し、この接合面は前記底面よりも大きい。第2部分81bの側面83は、光学素子80を通過してきた光を全反射または屈折透過する全反射/屈折透過面となる。第2部分81bの上面(中心軸の正方向側の面)は、側面83に接続し、中央部に向かって凸となる形状を有している。接合柱82は、第1部分81aの側面に設けられる。この接合柱82により、光学素子80と基本光学素子90は接合される。その際、接合柱82が基本光学素子90に接する面は、接着剤などで接着してもよい。接合柱82の柱の長さは、光学素子80と基本光学素子90の間に空気層ができるように定められる。

30

【0016】

本実施形態の広配光レンズ7においては、基本光学素子90および光学素子80はいずれも、アクリルで形成される。しかし、かならずしもこの限りではなく、可視光に対して透明な材料であれば何でもよい。例えば、基本光学素子90はガラスとし、光学素子80はポリカーボネートとしてもよい。このように材料を選べば、アクリルを用いるものよりも耐熱性を高くできる。以下では、アクリルの屈折率をnとする。この屈折率nの値は、約1.49である。これに対する全反射角cは、

【数1】

40

$$\theta_c = \tan^{-1}\left(\frac{1}{n}\right) \cong 42.2^\circ \quad (1)$$

と表わされる。

【0017】

次に、基本光学素子90および光学素子80の断面形状について、図2を参照して説明する。

【0018】

50

まず、本実施形態の照明装置 9 に用いられる発光素子 1 およびそれを基準とする座標系について説明する。発光素子 1 の発光面 2 は、基本光学素子 90 の入射面 92 に対向するように配置される。ここで、発光面 2 の中心 O' を発光面 2 の重心とする。広配光レンズの中心軸 5 は、中心 O' を通り、発光面 2 に直交する。中心軸 5 の原点 O は、中心軸 5 と入射面 92 が交わる点とする。

【0019】

発光素子 1 は面光源であり、発光素子 1 の発光面 2 は、例えば直径 14 mm の円形状である。ただし、発光面 2 の寸法と形状はこれに限るものではない。発光面 2 の面積を C とすると、発光面 2 の面積の半分を有する仮想的な円の半径 r_A は、

【数 2】

$$r_A = \sqrt{\frac{C}{2\pi}} \quad (2)$$

となる。発光面の直径を 14 mm とすると、 r_A は約 4.9 mm となる。点 A を中心軸 5 からの距離が r_A となる、発光面 2 上の点とする。ただし、点 A はこれに限るものではなく、中心軸 5 からの距離が r_A 以下となる点ならばなんでもよい。

【0020】

(基本光学素子 90 の断面形状)

次に、基本光学素子 90 の断面形状について説明する。基本光学素子 90 は、中心軸 5 に沿って貫通穴 11 が設けられている。

【0021】

原点 O から中心軸 5 に沿って光が取り出される方向を z 方向とし、 z 方向と直交する方向を x 方向とし、入射面上 92 で中心軸 5 に対する距離が最短となる点の、中心軸 5 からの距離を l とする。すると、全反射面 93 の形状は、

【数 3】

$$x = r_A - (r_A - l) \exp(\tan \theta_a \Theta) \cos \Theta \quad (3)$$

$$z = (r_A - l) \exp(\tan \theta_a \Theta) \sin \Theta \quad (4)$$

で表すことができる。式 (3) および式 (4) において、媒介変数 Θ は、

$$0 < \Theta < \frac{\pi}{2} \quad (5)$$

の範囲内に含まれる有限領域である。式 (3) および式 (4) において、実数定数 θ_a は、

【数 4】

$$\theta_c \leq \theta_a < \frac{\pi}{2} \quad (6)$$

の範囲の定数である。ここで、

$$\theta_a = \theta_c \quad (7)$$

のとき、全反射面 93 を最もコンパクトにできる。

【0022】

このとき、全反射面 93 の有限領域の各点 P は、点 P における全反射面 93 の内向き法線ベクトル、すなわち材料の内部に向かうベクトルを内向き法線ベクトルとすると、点 P

10

20

30

40

50

と点 A を結ぶベクトル PA との成す角 θ_p が

$$\theta_p > \theta_c \quad (8)$$

を満たす。

【0023】

式(3)および式(4)において、実数定数 l は、

$$l < r_A \quad (9)$$

である。また、全反射面 93 が中心軸 5 に最も近づく点の座標は、

【数5】

$$x = r_A - (r_A - l) \exp(\theta_a \tan \theta_a) \cos \theta_a \quad (10)$$

10

$$z = (r_A - l) \exp(\theta_a \tan \theta_a) \sin \theta_a \quad (11)$$

である。このとき、この点における法線ベクトルは中心軸 5 と直交する。

【0024】

(光学素子 80 の断面形状)

次に光学素子 80 の断面形状について説明する。光学素子 80 は、全反射面 93 に沿って接続面 84 が設けられている。接続面 84 は、全反射/屈折透過面 83 と繋がっている。接続面 84 は底面 85 にも繋がっている。この接続面 84 は、基本光学素子 90 の全反射面 93 に沿った形状を有しているため、全反射面 93 と同様に(8)式を満たす。底面 85 は、凹面になっている。

20

【0025】

これらの面はいずれも、中心軸 5 に対して回転対称である。ここで回転対称とは、中心軸 5 に対して対象物を回転したときに、360度回転するまでにもとの形状と一致することを意味する。例えば、円柱や四角柱も回転対称である。

【0026】

接続面 84 には、接続柱 82 が3つ設けられている。この接続柱 82 は、基本光学素子 90 の全反射面 93 に設けられた3つの穴(図示せず)に差し込まれる。この接続柱 82 の接合面は接着剤により上記穴に接着してもよい。接続柱 82 の柱の長さは、接続面 84 と全反射面 93 の面間隔が 0.1 mm となるように定められる。ただし、面間隔は、可視光の波長以上であればよく、これに限るものではない。

30

【0027】

接続面 84 の、中心軸 5 からの距離の最大値は、発光素子 1 の端点の中心軸 5 からの距離に等しい。つまり、ここでは 7 mm である。ただし、この限りではない。

【0028】

全反射/屈折透過面 83 は、中心軸 5 上において上に凸の頂点 86 を持つ。全反射/屈折透過面 83 の面上に点 Q をとり、発光面 2 上の点のうち、中心軸 5 に対して点 Q 側の点で、かつ中心軸 5 からの距離が r_A よりも大きい点を B とする。ここでは、中心軸 5 から点 B までの距離は約 5.0 mm である。点 Q における内向き法線ベクトルと、点 Q と点 B を結ぶベクトル QB との成す角を θ_Q としたとき、 θ_Q は、

$$\theta_Q > \theta_c \quad (12)$$

を満たす。ここでは、 θ_Q は約 53 度である。

40

【0029】

次に、本実施形態の広配光レンズ 7 の機能について図 3 乃至図 5 を参照して説明する。図 3 乃至図 5 は中心軸 5 を含む断面図である。なお、これらの図に、発光素子 1 の発光面 2 から発せられた光の光線を付加している。

【0030】

まず、図 3 を参照して説明する。発光面 2 から、中心軸 5 に沿った方向に発せられ、かつ貫通孔 11 を通る光線 31 は、底面 85 に入射し、屈折によって光線 31 は広がる方向

50

に向かう。さらに、全反射／屈折透過面 8 3 によって屈折透過され、中心軸 5 の正方向側に射出される。つまり、前方側（中心軸 5 の正方向側）の光線はこのようにして作り出される。

【 0 0 3 1 】

次に、図 4 を参照して説明する。発光面 2 の、点 A あるいはそれよりも中心軸 5 に近い領域から発せられ、かつ入射面 9 2 に入射した光線 3 2 は、全反射面 9 3 によって全反射される。そして、基本光学素子の射出面より、中心軸 5 の負の方向側に最終的に射出される。つまり、後方側（中心軸 5 の負方向側）の光線 3 2 はこのようにして作り出される。

【 0 0 3 2 】

点 A の、中心軸 5 からの距離は、式 (2) で表わされる距離に等しい。つまり、発光面 2 の面積の半分を有する仮想的な円の外縁に位置する。これにより、発光面 2 から発光される全光線のうち半分近くの光線が、このように後方側に最終的に射出されることになる。

【 0 0 3 3 】

最後に、図 5 を参照して説明する。発光面 2 の、点 B よりも中心軸 5 から遠い領域から発せられ、かつ入射面 9 2 に入射した光線 3 3 は、全反射面 9 3 を透過する。透過した直後の光線 3 3 は、接続面 8 4 に入射され、光学素子 8 0 内を伝搬する。そして、全反射／屈折透過面 8 3 によって一旦全反射される。そしてさらに、同じ全反射／屈折透過面 8 3 によって、屈折透過される。すなわち、全反射／屈折透過面 8 3 は、屈折透過面ともなる。このようにして、光線 3 3 は、光学素子 8 0 より、中間側（前方側と後方側の間）に最終的に射出される。

【 0 0 3 4 】

以上述べたように、発光素子 1 の発光面 2 の 3 つの領域から発せられた光線は、それぞれ前方側、後方側、中間側へと最終的に射出される。このようにして、光線が全方位へと射出され、広配光が実現される。

【 0 0 3 5 】

実際、シミュレーションによって配光分布を計算した結果を図 6 に示す。この図 6 は、各配光角に対する光度（規格化されたもの）をレーダーチャートで示したものである。この図 6 より、配光角の 1 / 2 が約 3 0 0 度であることがわかる。

【 0 0 3 6 】

以上で述べた構成は、この限りではない。また、平行や直交といった記述は、製品の精度も考え、0 度より大きく 2 度以下の角度のずれは誤差の範囲と見なす。

【 0 0 3 7 】

全反射／屈折透過面 8 3 の、発光面 2 に近い側の端点の中心軸 5 からの距離は、基本光学素子 9 0 の射出面 9 3 の、発光面 2 から最も遠い側の端点の、中心軸 5 からの距離よりも小さい。これにより、照明装置 9 の全体の高さを抑えることができ、コンパクトにすることができる。

【 0 0 3 8 】

以上説明したように、第 1 実施形態によれば、配光角を十分に確保しつつコンパクト化することのできる広配光レンズおよび照明装置を提供することが可能となる。

【 0 0 3 9 】

（第 2 実施形態）

第 2 実施形態による照明装置を図 7 に示す。この第 2 実施形態の照明装置 9 は、発光素子 1 と、広配光レンズ 7 と、を備えている。この広配光レンズ 7 は、光学素子 8 0 と、基本光学素子 9 0 とを備えている。この広配光レンズ 7 の光学素子 8 0 と基本光学素子 9 0 を分離したときの鳥観図を図 8 に示す。広配光レンズ 7 は、図 7 に示す中心軸 5 に対して回転対称な形状を有している。

【 0 0 4 0 】

基本光学素子 9 0 は、丸い形状の平坦な底面 9 2 と、中心に向かって凹む形状の上面 9 3 と、側面 9 4 とを備えている。基本光学素子 9 0 の上面（全反射面）9 3 は、凹面であ

10

20

30

40

50

る。底面 9 2 は、発光素子 1 からの光が入射する入射面となる。側面 9 4 は、射出面となる。側面 9 4 は、中心軸 5 に対して凸形状を有するとともに底面 9 2 から上面 9 3 に向かうにつれて断面積が増大する形状を有している。また、基本光学素子 9 0 の中央部には、中心軸に沿って貫通孔 1 1 が設けられている。この貫通孔 1 1 は、入射面 9 2 から上面に向かうに連れて断面積が一旦減少し、その後断面積が増大する形状を有している。

【 0 0 4 1 】

光学素子 8 0 は、第 1 部分 8 1 a と、この第 1 部分 8 1 a に接続する第 2 部分 8 1 b と、第 1 部分 8 1 a の底面 8 5 の中央部に接続する接合柱 8 2 と、を備えている。接合柱 8 2 により、光学素子 8 0 と基本光学素子 9 0 は接合される。本実施形態においては、接合柱 8 2 の先端はオスネジになっており、基本光学素子 9 0 の貫通孔 1 1 はメスネジになっている。これにより、光学素子 8 0 と基本光学素子 9 0 は接着剤を用いることなく、簡便に接合可能となる。接合柱 8 2 の柱の長さは、光学素子 8 0 と基本光学素子 9 0 の間に空気層ができるように定められる。このように、光学素子 8 0 と、基本光学素子 9 0 は、接合柱 8 2 によって着脱可能である。なお、接合柱 8 2 および貫通孔 1 1 をネジ形状にせずに接着剤により接着し固定してもよい。

10

【 0 0 4 2 】

光学素子 8 0 の第 1 部分 8 1 a の底面 8 5 は平坦であり、側面 8 4 は基本光学素子 9 0 の全反射面 9 3 に接続する接続面となる。また、第 1 部分 8 1 a の側面 8 4 と、第 2 部分 8 1 b の側面 8 3 は、同じサイズと形状を有する接合面で接続し、この接合面は底面 8 5 よりも大きい。第 2 部分 8 1 b の側面 8 3 は、光学素子 8 0 を通過してきた光を全反射または屈折透過する全反射 / 屈折透過面となる。第 2 部分 8 1 b の上面 8 8 は中心に向かって凹む形状を有している。すなわち、第 2 部分 8 1 b の上面 8 8 は凹面となっている。この上面 8 8 を内面ともいう。また、光学素子 8 0 の中央部には、中心軸 5 に沿って空孔 8 7 が設けられている。この空孔 8 7 は、上面 8 8 から下方に向かって断面積が減少するが、底面 8 5 には達しない形状を有する。

20

【 0 0 4 3 】

本実施形態においては、発光素子 1 は面光源であり、発光素子 1 の発光面 2 は長方形であり、そのサイズは 1 0 mm × 1 6 mm である。ただし、発光面 2 の寸法と形状はこれに限るものではない。発光面 2 の面積を C とすると、発光面 2 の面積の半分を有する仮想的な円の半径 r_A は、

30

【数 6】

$$r_A = \sqrt{\frac{C}{2\pi}}$$

となる。発光面 2 のサイズを 1 0 mm × 1 6 mm であるとする、 r_A は約 5 . 0 mm となる。点 A は中心軸 5 からの距離が r_A となる発光面 2 上の点とする。

【 0 0 4 4 】

(基本光学素子 9 0 および光学素子 8 0 の断面形状)

次に、基本光学素子 9 0 と光学素子 8 0 の断面形状について、図 9 を参照して説明する

40

【 0 0 4 5 】

まず、基本光学素子 9 0 について説明する。中心軸 5 からの距離が r_A で、かつ発光面 2 上の点を A および B とする。つまり、ここでは点 A と点 B は同じものとする。中心軸 5 を含む平面で断面をとったとき、射出面 9 4 上の点 X において、点 X における内向き法線ベクトルと、点 X と点 B を結ぶベクトル X B との成す角を α_X としたとき、 α_X は、

$\alpha_X > \alpha_C$
を満たす。

【 0 0 4 6 】

(光学素子の断面形状)

50

光学素子 80 について説明する。光学素子 80 は、全反射面 93 に沿って接続面 84 が設けられている。接続面 84 は、全反射/屈折透過面 83 とつながっている。接続面 84 は底面 85 にもつながっている。この接続面 84 は、基本光学素子 90 の全反射面 93 に沿った形状を有しているため、全反射面 93 と同様に (8) 式を満たす。底面 85 は、平坦であり、その中央部において接続柱 82 が接続されている。全反射/屈折透過面 83 の、発光素子 1 の発光面 2 に近い側の端点の中心軸 5 からの距離は、基本光学素子 90 の射出面 94 の発光面 2 から最も遠い側の端点の、中心軸 5 からの距離と等しい。

【0047】

中心軸 5 を含む平面で断面をとったとき、全反射/屈折透過面 83 上の点 X' において、点 X' における内向き法線ベクトルと、点 X' と点 B を結ぶベクトル X'B との成す角を α としたとき、 α は、

$$\alpha > c$$

を満たす。

【0048】

光学素子 80 には、上述したように、空孔 87 が設けられている。中心軸 5 を含む平面で断面をとったとき、空孔 87 の内面 88 上の点を Y とする。発光素子 1 の発光面 2 上の端点のうち、中心軸 5 に対して点 Y 側の点を E とする。このとき、点 Y における内向き法線ベクトルと、点 Y と点 E を結ぶベクトル YE との成す角を β としたとき、 β は、

$$\beta > c$$

を満たす。

【0049】

次に、第 2 実施形態の照明装置 9 の機能について図 10 乃至図 13 を参照して説明する。図 10 乃至図 13 は、中心軸 5 を含む断面図である。なお、これらの図に、発光素子 1 の発光面 2 から発せられた光の光線を付加している。

【0050】

まず、図 10 を参照して説明する。発光素子 1 の発光面 2 上の中心付近から発せられた光線 34 は、接続柱 82 に入射し、接続柱 82 に設けられているネジ部によって、ほぼ拡散透過され、最終的に全方位に射出される。つまり、発光面 2 の中心付近から発せられた光線 34 は、第 1 実施形態と異なり、前方に射出されない。そのため、最終的に前方に射出される成分は他で生み出す必要がある。

【0051】

次に、図 11 を参照して説明する。発光素子 1 の発光面 2 上の、点 B から点 E の間の領域から発せられ、かつ入射面 92 に入射する光線 35 は、射出面 94 で全反射される。さらに全反射面 93 を透過し、接続面 84 に入射し、空孔 87 の内面 88 から屈折透過され、前方側に射出される。

【0052】

次に、図 12 を参照して説明する。発光面 2 上の点 E から発せられ、かつ入射面 92 に入射する光線 36 は、全反射面 93 を透過し、接続面 84 に入射する。その後、空孔 87 の内面 88 によって全反射される。さらに、全反射/屈折透過面 83 より屈折透過され、中心軸 5 の中間側に射出される。

【0053】

最後に、図 13 を参照して説明する。発光面 2 上の、点 B から点 E の間の領域から発せられ、かつ入射面 92 に入射する光線 37 は、全反射面 93 を透過し、接続面 84 に入射する。その後、全反射/屈折透過面 83 で全反射される。さらに空孔 87 の内面 88 で屈折透過され、中間側から前方側に射出される。

【0054】

なお、後方側に射出されることについては、第 1 実施形態の図 4 に示す場合と同様となる。すなわち、発光素子 1 の発光面 2 から出射され、入射面 92 に入射し、基本光学素子 90 の全反射面 93 によって全反射された光が後方側に射出される。

【0055】

10

20

30

40

50

以上説明したように、発光素子 1 の発光面 2 から発せられた光線は、それぞれ前方側、中間側、後方側へと最終的に射出される。

【 0 0 5 6 】

このようにして、光線が全方位へと射出され、広配光が実現される。また、全反射 / 屈折透過面 8 3 と基本光学素子 9 0 の射出面 9 4 は、滑らかにつながっている。このようにすることで、最終的に光射出される面が滑らかとなり、配光分布を滑らかにすることができる。

【 0 0 5 7 】

以上説明したように、第 1 実施形態によれば、配光角を十分に確保しつつコンパクト化することのできる広配光レンズおよび照明装置を提供することが可能となる。

10

【 0 0 5 8 】

(第 3 実施形態)

第 3 実施形態による照明装置について図 1 4 乃至図 1 6 を参照して説明する。図 1 4 は、第 3 実施形態による照明装置の鳥観図である。この第 3 実施形態の照明装置 9 は、発光素子 1 と、広配光レンズ 7 と、を備えている。この広配光レンズ 7 は、光学素子 8 0 と、基本光学素子 9 0 とを備えている。この広配光レンズ 7 の光学素子 8 0 と基本光学素子 9 0 を分離したときの鳥観図を図 1 5 に示す。広配光レンズ 7 は、図 1 4 に示す中心軸 5 に対して回転対称な形状を有している。図 1 6 は、第 3 実施形態の照明装置 9 の断面図である。

【 0 0 5 9 】

20

基本光学素子 9 0 は、凹部形状を有する底面 9 2 と、中心に向かって凹む形状の上面 9 3 と、側面 9 4 とを備えている。基本光学素子 9 0 の上面 (全反射面) 9 3 は、凹面である。底面 9 2 は、発光素子 1 からの光が入射する入射面となる。側面 9 4 は、射出面となる。側面 9 4 は、中心軸 5 に対して凸形状を有するとともに底面 9 2 から上面 9 3 に向かうにつれて断面積が一旦増大し、その後断面積が減少する形状を有している。また、基本光学素子 9 0 の中央部には、中心軸に沿って貫通孔 1 1 が設けられている。この貫通孔 1 1 は、入射面 9 2 から上面に向かうに連れて断面積が一旦減少し、その後断面積が増大する形状を有している。

【 0 0 6 0 】

光学素子 8 0 は、第 1 部分 8 1 a と、この第 1 部分 8 1 a に接続する第 2 部分 8 1 b と、第 1 部分 8 1 a の底面 8 1 a 1 の中央部に接続する接合柱 8 2 と、を備えている。接合柱 8 2 により、光学素子 8 0 と基本光学素子 9 0 は接合される。本実施形態においては、接合柱 8 2 の先端はオスネジになっており、基本光学素子 9 0 の貫通孔 1 1 はメスネジになっている。これにより、光学素子 8 0 と基本光学素子 9 0 は接着剤を用いることなく、簡便に接合可能となる。接合柱 8 2 の柱の長さは、光学素子 8 0 と基本光学素子 9 0 の間に空気層ができるように定められる。このように、光学素子 8 0 と、基本光学素子 9 0 は、接合柱 8 2 によって着脱可能である。なお、接合柱 8 2 および貫通孔 1 1 をネジ形状にせず接着剤により接着し固定してもよい。

30

【 0 0 6 1 】

光学素子 8 0 の第 1 部分 8 1 a の側面 8 4 は基本光学素子 9 0 の全反射面 9 3 に接続する接続面となる。また、第 1 部分 8 1 a の側面 8 4 と、第 2 部分 8 1 b の側面 8 3 は、同じサイズと形状を有する接合面で接続し、この接合面は底面よりも大きい。第 2 部分 8 1 b の側面 8 3 は、発光面 2 から発せられた光を全反射または屈折透過する全反射 / 屈折透過面となる。第 2 部分 8 1 b の上面 8 8 には、中心軸 5 に沿って第 2 の部分 8 1 b の接合面に通じる空孔 8 7 が設けられている。この空孔 8 7 の側面 8 8 を内面ともいう。この空孔 8 7 は、上方から下方に向かって断面積は、ほぼ同じであり、円柱形状を有する。この空孔 8 7 は、第 1 部分 8 1 a に続いており、第 1 部分 8 1 a において下方に向かうにつれて断面積が減少する形状を有している。

40

【 0 0 6 2 】

発光素子 1 は、基板 1 0 1 の上に載置されている。基板 1 0 1 と発光素子 1 は熱的に接

50

続されている。本実施形態においては、発光素子 1 は面光源であり、発光素子 1 の発光面 2 は、長方形であり、そのサイズは 10 mm × 16 mm である。ただし、発光面 2 の寸法と形状はこれに限るものではない。発光面 2 の面積を C とすると、発光面 2 の面積の半分を有する仮想的な円の半径 r_A は、

【数 7】

$$r_A = \sqrt{\frac{C}{2\pi}}$$

となる。発光面 2 のサイズを 10 mm × 16 mm であるとする、 r_A は約 5.0 mm となる。点 A は中心軸 5 からの距離が r_A となる発光面 2 上の点とする。ただし、点 A はこれに限るものではなく、中心軸 5 からの距離が r_A 以下となる点ならばなんでもよい。

10

【0063】

(基本光学素子 90 および光学素子 80 の断面形状)

次に、基本光学素子 90 と光学素子 80 の断面形状について、図 16 を参照して説明する。

【0064】

まず、基本光学素子 90 について説明する。中心軸 5 からの距離が r_A で、かつ発光面 2 上の点を A および B とする。つまり、ここでは点 A と点 B は同じものとする。

【0065】

中心軸 5 を含む平面で断面をとったとき、射出面 94 上の点 X において、点 X における内向き法線ベクトルと、点 X と点 B を結ぶベクトル X B との成す角を α_X としたとき、 α_X は、

20

$\alpha_X > \alpha_C$
を満たす。

次に、光学素子 80 について説明する。光学素子 80 は、全反射面 93 に沿って接続面 84 が設けられている。接続面 84 は、全反射 / 屈折透過面 83 とつながっている。接続面 84 は、底面 81 a 1 に接続されており、その底面 81 a 1 の中央部において接続柱 82 が接続されている。接続面 84 は、基本光学素子 90 の全反射面 93 に沿った形状を有している、全反射面 93 と同様に (8) 式を満たす。底面 81 a 1 は、平坦である。

30

【0066】

全反射 / 屈折透過面 83 の、発光面 2 に近い側の端点の中心軸 5 からの距離は、基本光学素子 90 の射出面 94 の発光面 2 から遠い側の端点の、中心軸 5 からの距離と等しい。中心軸 5 を含む平面で断面をとったとき、全反射 / 屈折透過面 83 上の点 X' において、点 X' における内向き法線ベクトルと、点 X' と点 B を結ぶベクトル X' B との成す角を $\alpha_{X'}$ としたとき、 $\alpha_{X'}$ は、

$\alpha_{X'} > \alpha_C$
を満たす。

光学素子 80 には、上述したように空孔 87 が設けられている。中心軸 5 を含む平面で断面をとったとき、空孔 87 の内面 88 上の点を Y とする。このとき、点 Y における内向き法線ベクトルと、中心軸 5 は直交する。つまり、内面 88 は中心軸 5 に平行な有限領域を持つ。内面 88 上の点は、発光面 2 に近づくほど、中心軸 5 からの距離が小さくなる。

40

【0067】

次に、本実施形態の照明装置 9 の機能について図 17 および図 18 を参照して説明する。図 17 および図 18 は、中心軸 5 を含む断面図である。なお、これらの図に、発光素子 1 の発光面 2 から発せられた光の光線を付加している。

【0068】

まず、図 17 を参照して説明する。発光面 2 上の、点 B から点 E の間の領域から発せられ、かつ入射面 92 に入射する光線 38 は、基本光学素子 90 の全反射面 93 を透過し、光学素子 80 の接続面 84 に入射し、全反射 / 屈折透過面 83 で全反射される。さらに空

50

孔 8 7 の内面 8 8 を通り、最終的に全反射 / 屈折透過面 8 3 から中間側に射出される。

【 0 0 6 9 】

次に、図 1 8 を参照して説明する。発光面 2 上の、点 B から点 E の間の領域から発せられ、かつ入射面 9 2 に入射する光線 3 9 は、射出面 9 4 で全反射される。さらに基本光学素子 9 0 の全反射面 9 3 を透過し、光学素子 8 0 の接続面 8 4 に入射し、空孔 8 7 の内面 8 8 で全反射され、最終的に全反射 / 屈折透過面 8 3 から前方側に射出される。

【 0 0 7 0 】

このように、空孔 8 7 で全反射されて、最終的に射出されることにより、観測者からは空孔 8 7 が光るように見える。つまり、光学素子 8 0 の内部が光るように見えるため、より点光源に近く、白熱電球のような点光源に近い発光に似せることができる。すなわち、レトロフィット感が増す。

10

【 0 0 7 1 】

なお、発光素子 1 の発光面 2 から発せられた光線が後方側に射出されることは、第 1 実施形態の図 4 に示す場合と同様となる。すなわち、発光素子 1 の発光面 2 から出射され、入射面 9 2 に入射し、基本光学素子 9 0 の全反射 / 屈折透過面 9 3 によって全反射された光が後方側に射出される。

【 0 0 7 2 】

以上述べたように、発光素子 1 の発光面 2 から発せられた光線は、それぞれ前方側、中間側、後方側へと最終的に射出される。このようにして、光線が全方位へと射出され、広配光を実現することができる。

20

【 0 0 7 3 】

また、入射面 9 2 は凹部が設けてある。このようにすることにより、入射面 9 2 でのフレネル反射を低減し、器具効率を増加することができる。

【 0 0 7 4 】

また、内面 8 8 は中心軸 5 に平行な有限領域を持つことにより、中心軸 5 に沿って光るため、フィラメントが光るように見える、すなわち白熱電球へのレトロフィット感が増すとともに、逆テーパ形状でないために切削しやすく、製造する際に金型で抜きやすいという利点がある。

【 0 0 7 5 】

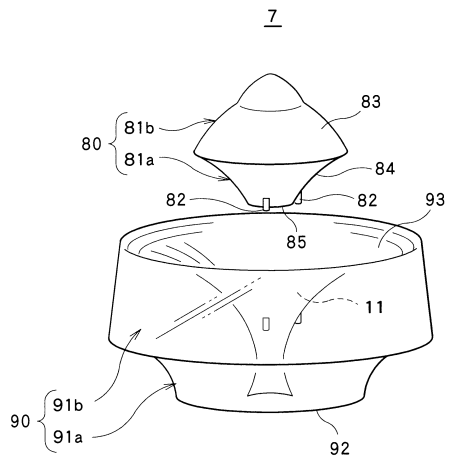
以上説明したように、第 3 実施形態によれば、配光角を十分に確保しつつコンパクト化することのできる広配光レンズおよび照明装置を提供することが可能となる。

30

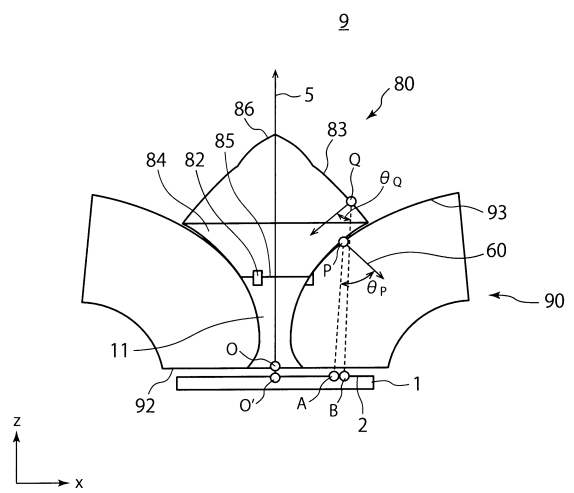
【 0 0 7 6 】

本発明のいくつかの実施形態を説明したが、これらの実施形態は、例として提示したものであり、発明の範囲を限定することは意図していない。これらの実施形態は、その他の様々な形態で実施されることが可能であり、発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々の省略、置き換え、変更を行うことができる。これらの実施形態やその変形は、発明の範囲や要旨に含まれると同様に、特許請求の範囲に記載された発明とその均等の範囲に含まれるものである。

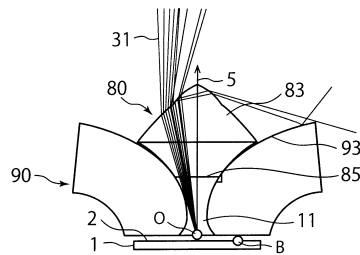
【 図 1 】



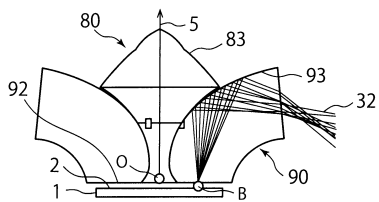
【 図 2 】



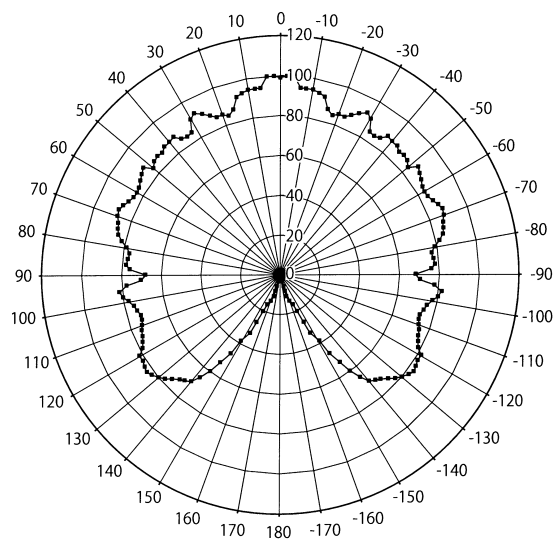
【 図 3 】



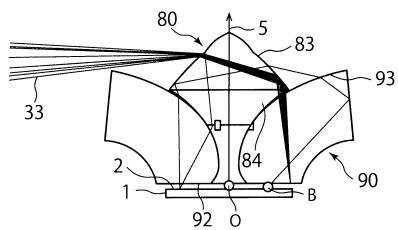
【 図 4 】



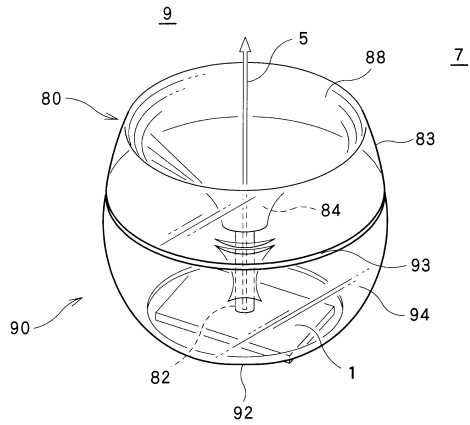
【 図 6 】



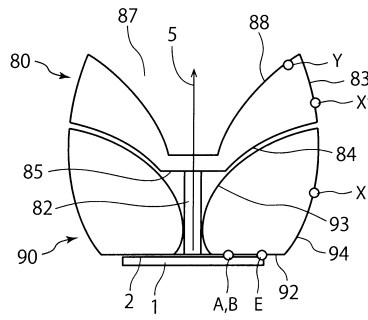
【 図 5 】



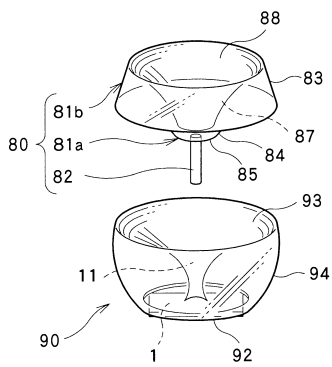
【図7】



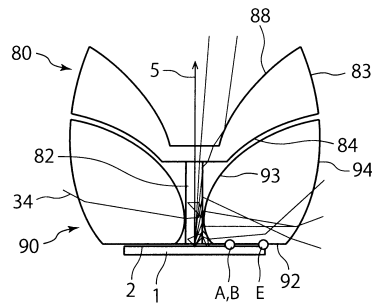
【図9】



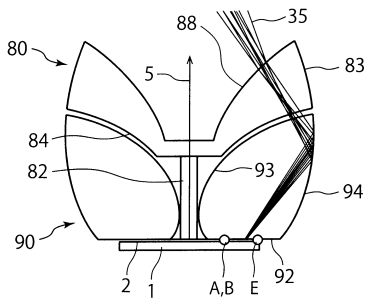
【図8】



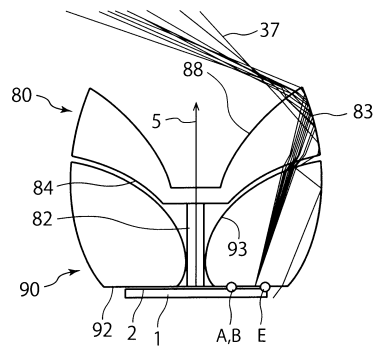
【図10】



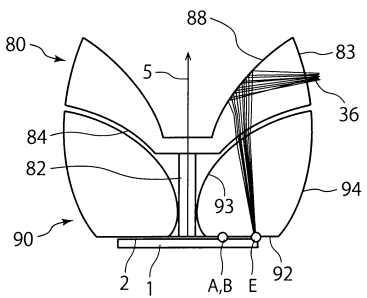
【図11】



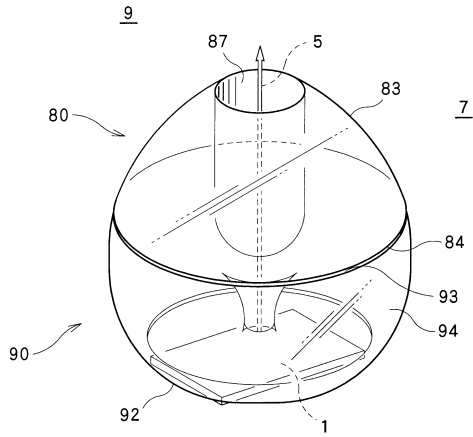
【図13】



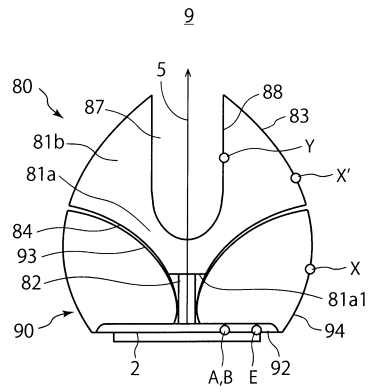
【図12】



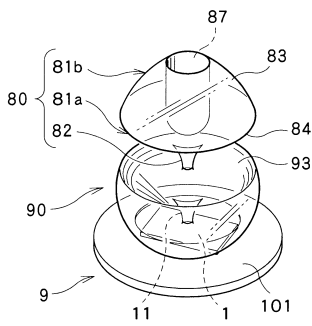
【図14】



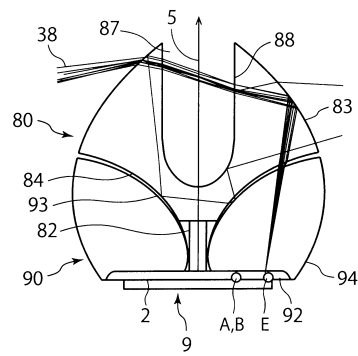
【図16】



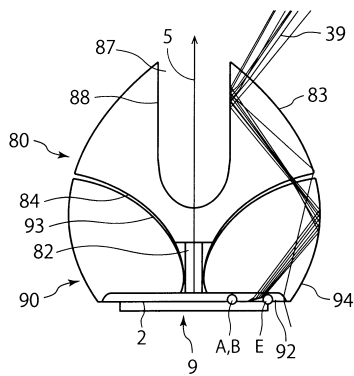
【図15】



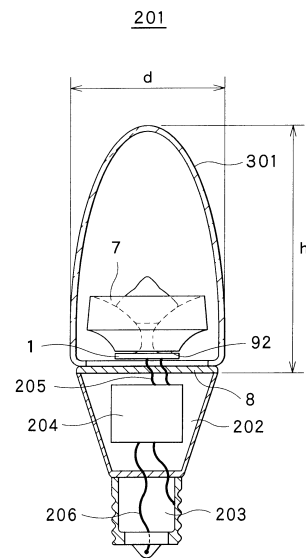
【図17】



【図18】



【図19】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.		F I	
G 0 2 B 13/18	(2006.01)	G 0 2 B 13/18	
G 0 2 B 17/08	(2006.01)	G 0 2 B 17/08	Z
F 2 1 Y 115/10	(2016.01)	F 2 1 Y 115:10	

(74)代理人 100107582
弁理士 関根 毅

(74)代理人 100118876
弁理士 鈴木 順生

(74)代理人 100120617
弁理士 浅野 真理

(72)発明者 大野 博司
東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝 知的財産室内

(72)発明者 加藤 光章
東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝 知的財産室内

(72)発明者 久野 勝美
東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝 知的財産室内

(72)発明者 近藤 弘康
神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 東芝マテリアル株式会社内

(72)発明者 津田 亮二
神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 東芝マテリアル株式会社内

(72)発明者 大屋 恭正
神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 東芝マテリアル株式会社内

(72)発明者 林原 弘道
東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝 知的財産室内

審査官 竹中 辰利

(56)参考文献 特開2012-160666(JP,A)
特開2013-84346(JP,A)
特開2011-228204(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G 0 2 B	1 3 / 0 0
F 2 1 S	2 / 0 0
F 2 1 V	5 / 0 0
F 2 1 V	1 7 / 0 0
F 2 1 V	1 7 / 1 2
G 0 2 B	1 3 / 1 8
G 0 2 B	1 7 / 0 8
F 2 1 Y	1 1 5 / 1 0