

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2017-126586

(P2017-126586A)

(43) 公開日 平成29年7月20日(2017.7.20)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
F 2 1 S 8/04 (2006.01)	F 2 1 S 8/04 1 0 0	3 K 2 4 3
F 2 1 V 8/00 (2006.01)	F 2 1 S 8/04 1 3 0	3 K 2 4 4
F 2 1 S 2/00 (2016.01)	F 2 1 V 8/00 3 1 0	
F 2 1 Y 105/18 (2016.01)	F 2 1 S 2/00 4 3 5	
F 2 1 Y 115/10 (2016.01)	F 2 1 Y 105:18	
審査請求 有 請求項の数 5 O L (全 44 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号	特願2017-86815 (P2017-86815)	(71) 出願人	399048917 日立アプライアンス株式会社
(22) 出願日	平成29年4月26日 (2017. 4. 26)		東京都港区西新橋二丁目15番12号
(62) 分割の表示	特願2013-199131 (P2013-199131) の分割	(74) 代理人	100098660 弁理士 戸田 裕二
原出願日	平成25年9月26日 (2013. 9. 26)	(72) 発明者	関口 好文 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株 式会社日立製作所内
		(72) 発明者	金子 浩規 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株 式会社日立製作所内
		(72) 発明者	津村 誠 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株 式会社日立製作所内
		最終頁に続く	

(54) 【発明の名称】 照明装置

(57) 【要約】

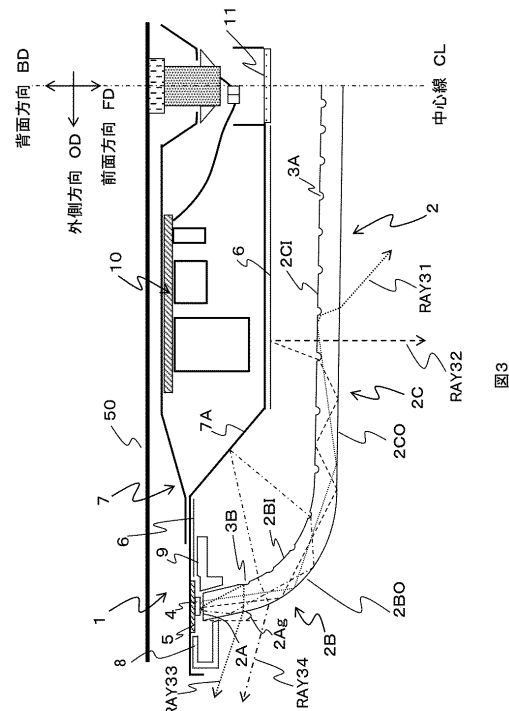
【課題】

照明装置全体から光が出射し、床方向から側部方向および天井方向までを明るくする照明装置を提供することを目的とする。

【解決手段】

前記第1の光学部材からの出射光の光度分布と、前記第2の光学部材からの出射光の光度分布とが異なり、前記照明装置が主に光を照射する方向を正面方向とし、前記正面方向と略垂直な方向を側面方向とした場合に、前記第1のLED光源および前記第2のLED光源は、前記基板の法線方向に主に光を出射する正面発光LED光源であり、前記第2のLED光源の方が、前記第1のLED光源よりも、前記照明装置の中心からの距離が遠い位置に配置され、前記第2の光学部材の中心を含む断面における前記第2の光学部材の出射光の光度分布が、前記第1の光学部材の中心を含む断面における前記第1の光学部材の出射光の光度分布よりも広く、前記第2の光学部材はレンズである。

【選択図】 図3



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

基板と、前記基板上の電極に実装された第 1 の LED 光源および第 2 の LED 光源と、
前記第 1 の LED 光源に対応する第 1 の光学部材と、前記第 2 の LED 光源に対応する第 2 の光学部材と、前記第 1 の光学部材と前記第 2 の光学部材を繋ぐ光学部材接続部と、を有する照明装置であって、前記第 1 の光学部材からの出射光の光度分布と、前記第 2 の光学部材からの出射光の光度分布とが異なり、

前記照明装置が主に光を照射する方向を正面方向とし、前記正面方向と略垂直な方向を側面方向とした場合に、前記第 1 の LED 光源および前記第 2 の LED 光源は、前記基板の法線方向に主に光を出射する正面発光 LED 光源であり、前記第 2 の LED 光源の方が、前記第 1 の LED 光源よりも、前記照明装置の中心からの距離が遠い位置に配置され、前記第 2 の光学部材の中心を含む断面における前記第 2 の光学部材の出射光の光度分布が、前記第 1 の光学部材の中心を含む断面における前記第 1 の光学部材の出射光の光度分布よりも広く、前記第 2 の光学部材はレンズである照明装置。

10

【請求項 2】

請求項 1 において、前記第 1 の光学部材は、前記照明装置の中心を囲むように、前記照明装置の中心付近に配置される照明装置。

【請求項 3】

基板と、前記基板上の電極に実装された第 1 の LED 光源および第 2 の LED 光源と、
前記第 1 の LED 光源に対応する第 1 の光学部材と、前記第 2 の LED 光源に対応する第 2 の光学部材と、前記第 1 の光学部材と前記第 2 の光学部材を繋ぐ光学部材接続部と、を有する照明装置であって、

20

前記第 1 の光学部材からの出射光の光度分布と、前記第 2 の光学部材からの出射光の光度分布とが異なり前記照明装置が主に光を照射する方向を正面方向とし、前記正面方向と略垂直な方向を側面方向とした場合に、前記第 1 の LED 光源および前記第 2 の LED 光源は、前記基板の法線方向に主に光を出射する正面発光 LED 光源であり、前記第 1 の光学部材は、前記照明装置の中心を囲むように、前記照明装置の中心付近に配置され、前記基板の法線方向から見た場合の前記第 1 の光学部材は、等方的な形状であり、前記第 2 の光学部材はレンズである照明装置。

【請求項 4】

30

基板と、前記基板上の電極に実装された第 1 の LED 光源および第 2 の LED 光源と、
前記第 1 の LED 光源に対応する第 1 の光学部材と、前記第 2 の LED 光源に対応する第 2 の光学部材と、前記第 1 の光学部材と前記第 2 の光学部材を繋ぐ光学部材接続部と、を有する照明装置であって、

前記第 1 の光学部材からの出射光の光度分布と、前記第 2 の光学部材からの出射光の光度分布とが異なり前記照明装置が主に光を照射する方向を正面方向とし、前記正面方向と略垂直な方向を側面方向とした場合に、前記第 1 の LED 光源および前記第 2 の LED 光源は、前記基板の法線方向に主に光を出射する正面発光 LED 光源であり、前記第 2 の光学部材は、前記照明装置の中心を囲むように、前記基板の端部に配置され、前記基板の法線方向から見た場合の前記第 2 の光学部材は、非等方的な形状であり、前記第 2 の光学部材はレンズである照明装置。

40

【請求項 5】

基板と、前記基板上の電極に実装された第 1 の LED 光源および第 2 の LED 光源と、
前記第 1 の LED 光源に対応する第 1 の光学部材と、前記第 2 の LED 光源に対応する第 2 の光学部材と、前記第 1 の光学部材と前記第 2 の光学部材を繋ぐ光学部材接続部と、を有する照明装置であって、

前記第 1 の光学部材からの出射光の光度分布と、前記第 2 の光学部材からの出射光の光度分布とが異なり前記照明装置が主に光を照射する方向を正面方向とし、前記正面方向と略垂直な方向を側面方向とした場合に、前記第 1 の LED 光源および前記第 2 の LED 光源は、前記基板の法線方向に主に光を出射する正面発光 LED 光源であり、前記基

50

板の法線方向から見た場合の第１の光学部材は、等方的な形状であって、前記基板の法線方向から見た場合の第２の光学部材は、非等方的な形状であり、前記第２の光学部材はレンズである照明装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本発明は、導光体を用いた照明装置に関するものである。

【背景技術】

【０００２】

近年、照明装置の光源として、ＬＥＤ（Ｌｉｇｈｔ Ｅｍｍｉｔｔｉｎｇ Ｄｉｏｄｅ、発光ダイオード）の使用が多くなっている。天井に取り付けるタイプの室内照明装置用の光源としても蛍光管に代わってＬＥＤが使われ始めている。ＬＥＤ照明装置は水銀レスであることが特徴であり、環境を配慮した光源である。さらに、ＬＥＤ照明装置として、多様なデザインに対応するために薄型のＬＥＤ照明装置が望まれている。薄型のＬＥＤ照明装置とするために、特許文献１のように照射方向が内向きになるようにＬＥＤを載置した構成がある。また、特許文献２のように照射方向が外向きになるようにＬＥＤを載置した構成がある。また、導光板を用いた照明装置としては特許文献３のようなものもある。

【先行技術文献】

【特許文献】

【０００３】

【特許文献１】特開２０１２－９４５９号公報

【特許文献２】特許第５１１６８６５号

【特許文献３】特開２０１３－１０１８５８号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【０００４】

特許文献１では、ＬＥＤの照射方向が内向きであり、外向きの出射光がないため、照明装置の側部方向を明るく照明できない恐れがある。特許文献２では、ＬＥＤの照射方向が外向きであり、中央に部に向かう光が少なく、かつ中央部の出射光がないため、照明装置の中央部が暗く見える恐れがある。また、特許文献３では、面光源装置のため、外向きの出射光については考えておらず、照明装置の側部方向を明るく照明できない恐れがある。本願は、照明装置全体から光が出射し、床方向から側部方向および天井方向までを明るくする照明装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【０００５】

本発明は、上記課題を解決するために、基板と、前記基板上の電極に実装された第１のＬＥＤ光源および第２のＬＥＤ光源と、前記第１のＬＥＤ光源に対応する第１の光学部材と、前記第２のＬＥＤ光源に対応する第２の光学部材と、前記第１の光学部材と前記第２の光学部材を繋ぐ光学部材接続部と、を有する照明装置であって、前記第１の光学部材からの出射光の光度分布と、前記第２の光学部材からの出射光の光度分布とが異なり、前記照明装置が主に光を照射する方向を正面方向とし、前記正面方向と略垂直な方向を側面方向とした場合に、前記第１のＬＥＤ光源および前記第２のＬＥＤ光源は、前記基板の法線方向に主に光を出射する正面発光ＬＥＤ光源であり、前記第２のＬＥＤ光源の方が、前記第１のＬＥＤ光源よりも、前記照明装置の中心からの距離が遠い位置に配置され、前記第２の光学部材の中心を含む断面における前記第２の光学部材の出射光の光度分布が、前記第１の光学部材の中心を含む断面における前記第１の光学部材の出射光の光度分布よりも広く、前記第２の光学部材はレンズである。

【発明の効果】

【０００６】

本発明によれば、照明装置全体から光が出射し、床方向から側部方向および天井方向ま

で空間全体を明るくする照明装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 0 7 】

【図 1 (a)】本発明の第 1 の実施形態に係る照明装置の構成を説明するための正面図

【図 1 (b)】図 1 (a) から導光体 2、外力バー 8 を外した状態の正面図である。

【図 2】図 1 の A - A ' の断面図

【図 3】図 2 の左半面を拡大した図

【図 4 (a)】第 2 の光取出し部 3 B の拡大断面図

【図 4 (b)】第 1 の光取出し部 3 A の拡大断面図

【図 4 (c)】図 4 (a) の別例を示す拡大断面図

【図 4 (d)】図 4 (b) の別例を示す拡大断面図

【図 5 (a)】外力バー 8 および内力バー 9 の一例を用いた場合の光線の伝播方向を示す図

【図 5 (b)】外力バー 8 の他の例を用いた場合の光線の伝播方向を示す図

【図 6 (a)】第 1 の光取出し部 3 A が鏡面加工されている場合の拡大断面図

【図 6 (b)】光取出し部 3 を構成する面に散乱特性を付与した場合の拡大断面図

【図 6 (c)】光取出し部 3 に散乱特性あるものと無いものの配向特性を示すグラフ

【図 7 (a)】第 1 の光取出し部 3 A の拡大断面図

【図 7 (b)】図 7 (a) の別例を示す拡大断面図

【図 7 (c)】図 7 (a)、図 7 (b) の別例を示す拡大断面図

【図 7 (d)】図 7 (c) を用いた場合の光線の進む方向を示す図

【図 7 (e)】図 7 (a) ~ (c) の別例を示す拡大断面図

【図 7 (f)】図 7 (a) ~ (c)、(e) の別例を示す拡大断面図

【図 7 (g)】光取出し部 3 の表面の拡大断面図

【図 8 (a)】色ムラを説明するための図

【図 8 (b)】色ムラを説明するための図

【図 8 (c)】色ムラを説明するための図

【図 8 (d)】色ムラを説明するための図

【図 9 (a)】測定系の正面図

【図 9 (b)】測定箇所を説明する図

【図 9 (c)】測定結果を示すグラフ

【図 9 (d)】測定系の斜視図

【図 9 (e)】半値角の定義を説明するためのグラフ

【図 10 (a)】前面方向から導光体 2 を見た正面図で、光取出し部 3 の一例を示す図

【図 10 (b)】光取出し部 3 の一例を示す斜視図

【図 10 (c)】光取出し部 3 の別例を示す斜視図

【図 11 (a)】天井に引っ掛けシーリング 5 2 および固定具 5 1 を取り付けけた状態の断面図 (第 1 の実施形態)

【図 11 (b)】図 11 (a) に、導光体 2、外力バー 8、反射キャップ 1 1 以外の部材が固定されているフレーム 7 を取り付け、反射キャップ 1 1 を取り付ける状態の断面図 (第 1 の実施形態)

【図 11 (c - 1)】図 11 (b) に導光体 2 を取り付けけた状態の断面図 (第 1 の実施形態)

【図 11 (c - 2)】図 11 (b) に導光体 2 を取り付ける状態の正面図 (第 1 の実施形態)

【図 11 (d)】図 11 (c - 1) に外力バー 8 を取り付けけた状態の断面図 (第 1 の実施形態)

【図 12 (a)】天井に引っ掛けシーリング 5 2 および固定具 5 1 を取り付けけた状態の断面図 (第 1 の実施形態の変形例)

【図 12 (b)】図 11 (a) に、第 1 ユニット 1 U A を取り付け、反射キャップ 1 1 を

10

20

30

40

50

取り付ける状態の断面図（第１の実施形態の変形例）

【図１２（ｃ－１）】図１１（ｂ）に第２ユニット１ＵＢを取り付ける状態の断面図（第１の実施形態の変形例）

【図１２（ｃ－２）】図１１（ｂ）に第２ユニット１ＵＢを取り付ける状態の正面図（第１の実施形態の変形例）

【図１２（ｄ）】図１１（ｂ）に第２ユニット１ＵＢを取り付けた状態の断面図（第１の実施形態の変形例）

【図１３（ａ）】第２の実施形態において、前面方向から照明装置１を見た正面図

【図１３（ｂ）】図１３（ａ）中のＤ－Ｄ'の断面図

【図１３（ｃ）】中央キャップ１４およびそれと一体成形されたキャップ結合部材１５の一斜視図

【図１３（ｄ）】中央キャップ１４およびそれと一体成形されたキャップ結合部材１５の他斜視図

【図１４（ａ）】第２実施形態において天井に引っ掛けシーリング５２および固定具５１を取り付けた状態の断面図

【図１４（ｂ）】図１４（ａ）に、導光体２、ＬＥＤ光源４、電源回路１０等を一体として、フレーム７を固定具５１に取り付け、２つのキャップ（１１，１４）を取り付ける状態の断面図

【図１４（ｃ）】図１１（ｂ）に２つのキャップ（１１，１４）を取り付けた状態の断面図

【図１５】第２実施形態の変形例を示す斜視図

【図１６（ａ）】第２実施形態の変形例２を示す正面図

【図１６（ｂ）】図１６（ａ）の断面図

【図１７】第２実施形態の変形例３を示す断面図

【図１８（ａ）】入射面２Ａが平坦で無い場合の一例を示す図

【図１８（ｂ）】図１８（ａ）の断面図

【発明を実施するための形態】

【０００８】

《第１の実施形態》

図１（ａ）は、本発明の第１の実施形態に係る照明装置の構成を説明するための正面図である。図１（ｂ）は、本発明の第１の実施形態に係る照明装置の構成を説明するための正面図であって、説明のため導光体２と外カバー８をとり、ＬＥＤ光源４（４Ｌ，４Ｄ）の配置に着目した図である。図２は、図１（ａ）のＡ－Ａ'の断面図である。図２に矢印で示すように方向を定義する。前面方向ＦＤは、照明装置１が主に光を照射する方向である。照明装置１が主に光を照射する方向とは、天井５０に設置、または天井５０から吊るして室内（周囲）を照明するタイプの照明装置であれば、天井５０から床に向かう方向（照明装置１から床に向かう方向、照明装置１の直下方向）である。

【０００９】

背面方向ＢＤは、前面方向ＦＤと反対方向で天井５０がある方向である。外側方向ＯＤは、前面方向ＦＤと略垂直方向であって、照明装置１の中心から外側に向かう方向である。前面方向ＦＤと略垂直であり照明装置１の外側から照明装置１の中心に向かう方向を内側方向とする。

【００１０】

図１は、ＬＥＤを有する光源であるＬＥＤ光源４を実装する基板５の法線方向（つまり、前面方向ＦＤ）から見た正面図である。ＬＥＤを有する光源とは、単体または複数のＬＥＤを有しても良く、単体または複数のＬＥＤを、蛍光体を含む樹脂等で封止した光源でも良い。例えば、発光波長が４５０ｎｍ付近にピークを持つ青色に発光する青色ＬＥＤを、１種または複数の蛍光体を含む樹脂等で封止した光源などである。この場合、光源からは、青色ＬＥＤの光と蛍光体で波長変換された光が出射する。それゆえ、蛍光体の量、種類、封止する樹脂に入れる蛍光体種類の数などを変えることで光源から出射（発光）する

10

20

30

40

50

色や光束を調整することが可能である。封止は樹脂で行うこともあればガラスなどを用いる場合もある。また、ＬＥＤと蛍光体は分離して配置する構成としても良い。

【００１１】

また、ＬＥＤを基板５に直接実装し、それを樹脂等で封止しても良い。当該樹脂には蛍光体を含んでも良く、含まなくても良い。また、ＬＥＤをリードフレームなどに実装して封止し、パッケージ化した光源を基板５に実装しても良い。このとき、封止する樹脂に蛍光体を混ぜても良い。所謂、表面実装型ＬＥＤを基板５に実装しても良い。ＬＥＤを有すれば、光源として機能するので、光源としての様々な組み合わせが可能である。

【００１２】

本発明は、光源や光源の実装方法に限定されず、様々な光源を用いることが可能である。以下の説明は、ＬＥＤを有する光源を代表的な光源として説明する。なお、簡単のため、ＬＥＤを有する光源をＬＥＤ光源４と呼ぶことにする。基板５において、ＬＥＤ光源４が実装されている面を実装面と呼ぶことにする。図１（ａ）は、導光体２、基板５、外カバー８、内カバー９、導光体２に付与されている第１の光取出し部３Ａと第２の光取出し部３Ｂの概略を説明するための正面図であるため、説明に主に関係する箇所のみ記載している。図１（ｂ）は上述したとおり、ＬＥＤ光源４（４Ｌ，４Ｄ）の配置に着目した図であるため、基板５、ＬＥＤ光源４（４Ｌ，４Ｄ）、内カバー９のみ記載している。図２の断面は、ＬＥＤ光源４が実装されている基板５の法線と平行な面における断面図である。図２においても、主要な部材のみ記載している。

【００１３】

照明装置１は、正面から見た場合に略円形状である。照明装置１は、導光体２と、ＬＥＤ光源４と、基板５と、反射シート６と、フレーム７と、外カバー８と、内カバー９と、電源回路１０と、反射キャップ１１と、固定具５１などから構成されている。なお、課題を解決するためには、照明装置１は、少なくとも、導光体２と、ＬＥＤ光源４と、基板５と、電源回路１０とを有していれば良い。更に、照明装置１として、照明装置１の配光特性を概ねランバート配光とするか、それよりも広い配光特性として、より適正な配光特性となる照明装置１を提供するためには、反射部材としての反射シート６なども有すると良い。

【００１４】

基板５は、正面から見た場合に略円形の輪状の形状をしている。ＬＥＤ光源４は、照明装置１の最外周に１列で、照明装置１の外周に沿って基板５に配置されている。当該構成は、できるだけ多くのＬＥＤ光源４を、導光体２において一続きの平面からなる入射面２Ａに対応して配置できる構成である。それゆえ、大光量であり、薄型であり、且つ、等方的に、床や、部屋の壁、天井５０などの照明装置１の周囲を照明するという効果を奏する構成である。多数のＬＥＤ光源４を配置することができるため、ＬＥＤ光源４の性能にもよるが、本構成における照明装置１は、照明装置１の最大外形を４５０ｍｍφ～７００ｍｍφとした場合に、６０００lm以上の光束を照明装置１から出射可能である。

【００１５】

ＬＥＤ光源４は、光を出射する出射面４Ａと、基板５に実装するための基板実装面と、を備えている。本実施形態において、図１（ｂ）に示すように、ＬＥＤ光源４は２色のＬＥＤ光源（４Ｌ，４Ｄ）が互い違いになるよう基板５に配置されている。当該２色のＬＥＤ光源４は、色温度が２５００ｋから３５００ｋ程度の暖色のＬＥＤ光源４Ｌと、６０００ｋから７０００ｋ程度の白色のＬＥＤ光源４Ｄである。両者の電流値を電源回路１０で制御することで照明装置１から出射する光の色を、ＬＥＤ光源４Ｌの色温度からＬＥＤ光源４Ｄの色温度の範囲で変化させる調色機能を実現する。なお、本発明は、２色のＬＥＤ光源に限定されず、より多色であっても単色であっても良い。また、本発明における各色の色温度は限定されない。代表的な例で説明する。

【００１６】

基板５が一続きの一枚の基板である場合、全てのＬＥＤ光源４は等間隔で配置することが容易に可能であり、本例では全てのＬＥＤ光源４は等間隔で配置されている。ＬＥＤ光

10

20

30

40

50

源 4 から発光した光は、LED 光源 4 において光を出射する出射面 4 A に対応して配置される導光体 2 の入射面 2 A から導光体 2 に入射する。

【0017】

なお、LED 光源 4 の色の数、配置などは上記に限るものではない。

【0018】

図 2 に示すように、導光体 2 の断面形状は、曲がる部分である伝播方向変換部 2 B と、伝播方向変換部 2 B に続き、内側方向と略同一方向へ至る部分である面出射部 2 C と、を有する形状である。面出射部 2 C は、略平行でおおよそ平らな 2 つの面（2 C I と 2 C O）から構成される。

【0019】

面出射部 2 C を構成する面 2 C I と 2 C O は、伝播方向変換部 2 B を構成する面 2 B I、2 B O よりも、前面方向 F D と垂直な面との成す角度が小さく、前記前面方向 F D と垂直な面と平行に近い面である。完全に平面としても良いが、本例では射出成形にて形状がばらつかないようにするために、面 2 C I と 2 C O の断面形状は略円弧形状であって、当該円弧の長さ（外側の端部から照明装置 1 の中心までの距離）が 300 mm 程度であるのに対して、曲率半径が約 5000 mm よりも大きい断面形状を持つ、おおよそ平面に近い面である。本実施形態では断面形状を円弧としたが、これに限定されず、円弧とは異なる曲線でも良く、折れ線でも良く、直線または折れ線と曲線が混ざっていても良く、言うまでも無く直線でも良い。

【0020】

また、本実施形態の伝播方向変換部 2 B を構成する面 2 B I、2 B O の断面形状は、曲率半径が 10 mm から 40 mm 程度の中心角が概ね 90 度の略円弧形状である。なお、本実施形態では円弧としたが、光の伝播方向を変換する機能があれば良く、そのために曲がる部分があれば良い。光の伝播方向を少なくとも概ね 45 度以上変更する機能を有すれば良い（断面形状が略円弧の場合は、中心角が概ね 45 以上ということである。）。当該曲がる部分は、円弧とは異なる曲線でも良く、直線または折れ線と円弧で構成されていても良く、直線または折れ線と円弧以外の曲線で構成されていても良く、折れ線でも良い。

【0021】

また、本実施形態の導光体 2 は、入射面 2 A の幅（厚み）が導光体 2 の中央付近よりも厚い構成となっている。別の言い方をすれば、伝播方向変換部 2 B の方が、面出射部 2 C の中央付近よりも厚い部分を有する構成となっている。それは、LED 光源 4 からの光をできるだけ導光体 2 に入射面 2 A より入射させ、かつ、面出射部 2 C まで、伝播方向変換部 2 B において第 2 の光取出し部 3 B 以外の位置で光が漏れないように伝播させるために、所定の以上の厚さ（4 mm 以上、本実施形態では 5 mm）とし、面出射部 2 C は厚くすると重くなるので導光体 2 の軽量化を鑑みて面出射部 2 C の中央付近に向けて緩やかに薄くなっている。したがって、面 2 C I と 2 C O の断面形状の円弧は、原点と曲率半径の異なる円弧となっている。

【0022】

また、導光体 2 は透明な材料で形成された部材であって、その材料は、アクリル、ポリカーボネート、ポリスチレン、または、それらの複合材等の樹脂である。但し、本発明は導光体 2 が光を導光できる程度に透明であれば、これらの材料に限定されない。例えば、形状を作製できれば、ガラス等を用いても良い。

【0023】

本実施形態における導光体 2 の断面形状は、入射面 2 A から、LED 光源 4 の略主発光方向（LED 光源 4 の発光光度の角度分布が最も強い方向）であり、また、LED 光源 4 の出射面 4 A の法線方向と略同方向（つまり、前面方向 F D）に立ち上がっている。入射面 2 A 付近の断面形状を当該形状とすることで、LED 光源 4 の発光光を効率よく入射させ、入射光を導光体 2 から漏れないように前面方向に導くという効果を奏する。

【0024】

この際、入射面 2 A から面 2 B I、2 B O の立ち上がり角度 2 A g（図 3 に図示）は、

10

20

30

40

50

0.5度以上、好ましくは5度以上10度未満である。この角度範囲は次の理由による。導光体2を射出成形したあとで、金型から取り出す際に、取り出せるようにするためには角度2Agは最低0.5度以上必要で5度以上が好ましいという点と、角度2Agを10度よりも大きくすると、光が伝播方向変換部2Bを伝播せずに漏れるという現象を鑑みて設定した角度範囲である。とりわけ、5度程度が伝播方向変換部2Bで光がほとんど漏れず、成形の観点からも十分に大きな角度であって、最適な角度である。なお、射出成形で金型から取り出せ、大半の光が伝播方向変換部2Bを伝播せずに漏れることが無ければ、上記立ち上がり角度に限るものではない。また、射出成形以外の方法で成形する場合も上記立ち上がり角度に限るものではない。

【0025】

図3に、図2の左半面を拡大した図を示す。中心線CLは、照明装置1の中心を通り、前面方向FDと平行な直線である。図3には光線追跡例としてRAY31～RAY34を示す。

【0026】

入射面2Aに入射した光は、導光体2の断面形状に沿って、伝播方向変換部2Bで伝播方向が変更され、面出射部2Cを伝播する。なお、導光体2中の光の導光に関しては、光が導光体2の内部において、導光体2を構成する面に当たったときに、当該面の法線と光のなす角度が全反射角度以上の場合に全反射され、この全反射を繰り返すことで導光体2の中を光が導光する。全反射角度以上の角度で導光体2を構成する面に入射して導光する光の条件を導光条件と呼ぶことにする。導光条件が崩れた光は何れ導光体2から出射する。

【0027】

光取出し部3の役割は、光取出し部3に入射する光であって、全反射を繰り返している光の一部または全部を、光取出し部3にて透過により導光体2の外に出射するか、当該部位での反射光が別の部位で全反射せず透過して導光体2の外に出射するように反射することである。

【0028】

面出射部2Cには、第1の光取出し部3Aを有する。本実施形態では第1の光取出し部3Aは、面出射部2Cの背面方向側の面である面2CIに配置している。図3中の光線RAY31は、伝播方向変換部2Bを伝播し、面出射部2Cの第1の光取出し部3Aで反射して出射面2COから前面方向側に出射した例である。ここで、前面方向側とは、前面方向FDを原点として前面方向FDからの角度が±90度以内の方向のことである。

【0029】

図3中の光線RAY32は、伝播方向変換部2Bを伝播し、面出射部2Cの第1の光取出し部3Aにて透過して（屈折して）、反射部材である反射シート6に到達し、当該反射シート6で散乱反射して、面2CIを透過して出射面2COから前面方向に出射した例である。

【0030】

本実施形態における反射シート6は白色散乱反射部材であり、導光体2の面出射部2Cよりも背面方向側に配置され、導光体2からの入射光を前面方向側に反射する。本実施形態において、反射部材を導光体2の内側に配置することは、照明装置1からの出射角度分布の適正化（照明装置1の配光特性を概ねランバート配光とするか、それよりも広い配光特性とする）において重要である。本実施形態における反射部材は、基板5、フレーム7の中心付近の平面を覆う反射シート6とLED光源4付近に位置する反射シート6、フレーム7の一部である前面方向側のフレーム7A、外力バー8および内力バー9である。

【0031】

本実施形態では、基板5は実装面が白色散乱反射膜で覆われている。基板5はLED光源4の近くに位置するため、入射面2Aでの反射光（フレネルの式で表される反射率に基づく反射）や他の反射部材からの反射光が、基板5に入射するので、実装面は塗装、反射膜、反射シート6の配置などにより反射率を高くして吸収を低減することが望ましい。本

10

20

30

40

50

実施形態では、フレーム 7 A は白色で塗装されており、白色散乱反射する。

【 0 0 3 2 】

これらの反射部材の内、とりわけ、導光体 2 に対向して（導光体 2 の内側に）配置されている反射部材である反射シート 6 とフレーム 7 A が照明装置 1 からの出射角度分布の適正化において重要である。その理由に関しては後述する。

【 0 0 3 3 】

伝播方向変換部 2 B では、外側方向側にも光を出射する第 2 の光取出し部 3 B を有する。ここで、外側方向側とは、外側方向 O D を原点として外側方向 O D からの角度が ± 90 度以内の方向のことである。また、第 2 の光取出し部 3 B は、前面方向 F D を原点として前面方向 F D から 90 度以上の背面方向側、つまり、天井に向けても光を出射する部位でもある。図 3 中の光線 R A Y 3 3 は、第 2 の光取出し部 3 B で反射して背面方向 B D に導光体 2 から出射した例である。本実施形態の光取出し部 3 の表面には、微細な凹凸が付与されており、R A Y 3 3 は散乱反射された光線例でもある。図 3 中の光線 R A Y 3 4 は、第 2 の光取出し部 3 B で散乱透過してフレーム 7 A の斜面に到達し、当該斜面で散乱反射して、再度導光体 2 の面 2 B I に入射して、出射面 2 B O から背面方向 B D に出射した例である。導光体 2 の内側に配置された反射部材により、外側方向側に散乱反射されて、天井 5 0 を直接照明するという効果を奏している例である。

【 0 0 3 4 】

伝播方向変換部 2 B が照明装置 1 の最外周に沿って配置されているため、面 2 B O から出射した光は、照明装置 1 の他の部品に遮られることなく、背面方向 B D に出射し、天井 5 0 を直接照明することが可能となっている。

【 0 0 3 5 】

これら光取出し部 3 の詳細については後述する。本実施形態では、照明装置 1 における一部または全部の前面方向 F D および一部の外側方向 O D の最外部は導光体 2 としてあり、さらに、光取出し部 3 を溝（凹形状）として、伝播角度変換部 2 B および面出射部 2 C では、それぞれ内側の面 2 B I、2 C I に付与している。この光取出し部 3 で角度変換された光は、反射・透過を経て、外側の面 2 B O、2 C O から、直接、床や、部屋の壁、天井 5 0 など照明装置 1 の周囲に向かって出射し、周囲全体を照らすという効果を奏する。

【 0 0 3 6 】

ここで、伝播角度変換部 2 B および面出射部 2 C における光取出し部 3 は、内側の面 2 B I、2 C I であっても、外側の面 2 B O、2 C O であっても良いし、内側と外側の両側にあっても良いし、一方は内側、他方は外側であっても良い。但し、導光体 2 からの光で周囲を直接照明する構成（照明装置 1 における一部または全部の前面方向 F D および一部の外側方向 O D の最外部は導光体 2）の場合、両方とも内側にある方が、光取出し部 3 に埃や汚れが付着しないという利点がある。とりわけ、光取出し部 3 が溝などの凹形状や散乱するための微小な凹凸がある場合に、光取出し部 3 を内側にすることで、凹形状や微小な凹凸に詰まる埃や汚れを防止する効果が高くなる。

【 0 0 3 7 】

従来、一般の照明装置、とりわけ個人の家に設置する住宅用照明装置においては、平面の板形状の導光板の前面に、導光板から出射した光を散乱するための散乱カバー部材が配置され、導光板から出射した光を散乱透過して、床や、部屋の壁など照明装置の周囲を照明する。導光板から出射した光で、直接、周囲を照明する場合、壁や天井方向への光が少なくなる。とりわけ、天井への光がほとんど無くなる。それゆえ、天井で反射して周囲を照明する間接光がなくなってしまうという課題があり、それらを解決するために、導光板の前面に、導光板から出射した光を散乱するための散乱カバー部材が配置されている。

【 0 0 3 8 】

本実施形態の構成の場合、L E D 光源 4 が照明装置 1 の最外周に沿って配置されており、さらに、その L E D 光源 4 に対応して、入射面 2 A および伝播角度変換部 2 B が最外周に配置されている。その上で、外側方向 O D に法線が向いた（前面方向 F D から法線が傾いた）面 2 B I があり、そこに第 2 の光取出し部 3 B があるので、第 2 の光取出し部 3 B

で角度変換された光が面 2 B O から出射し、その出射光が、照明装置 1 における一部または全部の前面方向 F D および一部の外側方向 O D の最外部は導光体 2 となっているため、他の部品に遮られることなく、外側方向 O D および背面方向 B D を照射することが可能である。それゆえ、第 1 の光取出し部 3 A からの光と合わせて、本実施形態の構成により、床や、部屋の壁、天井 5 0 など照明装置 1 の周囲全体を照らすという効果を奏する。

【 0 0 3 9 】

本実施形態の構成の重要な特徴を別の言葉で言えば、L E D 光源 4 からの光を、最外周から中心に向けて伝播させて、所定の位置の光取出し部 3 で取り出して出射させている点と、導光体 2 が単なる平面の板形状ではなく立体的な形状であるという点である。本特徴により、本照明装置 1 は、大光量、薄型、等方出射、照明装置 1 の周囲全体を照明するなどの効果を得ている。

10

【 0 0 4 0 】

また、本実施形態では、導光体 2 から出射した光を散乱するための散乱カバー部材などが無く、導光体 2 から出射した光で照明装置 1 の周囲を直接照明する。導光体 2 から出射した光で照明装置 1 の周囲を直接照明することで、少なくとも、次に述べる利点がある。

【 0 0 4 1 】

第 1 の利点は次の通りである。導光体 2 の前面に散乱カバー部材が配置されている場合は、前記散乱カバー部材は、一部の光を透過し、また、反射する。それゆえ、反射光が照明装置の内部に戻り、一部の光が照明装置内の光を吸収する部材で吸収され損失する恐れがある。本実施形態のように、導光体 2 からの光で照明装置 1 の周囲を直接照明する場合は、これらの損失が低減し、照明装置 1 の光利用効率が向上するという効果を奏する。

20

【 0 0 4 2 】

我々のシミュレーションによれば、全ての L E D 光源 4 が発光した光に対して照明装置 1 で損失する光の割合を損失率とした場合、損失率が 7 . 5 % だった導光体 2 のみを有する照明装置 1 の光学系に対して、全光線透過率 6 5 % の散乱カバー部材を配置した照明装置では、損失率が 1 2 % になった。したがって、散乱カバー部材を無くすことで、4 . 5 % 損失を低減できることが分かった。この低減の値は照明装置 1 の光学系と散乱カバー部材の全光線透過率によって変化するが、散乱カバー部材を無くすことで 4 . 5 % から 1 0 % 程度の損失率の改善が見込まれる。

【 0 0 4 3 】

30

第 2 の利点は次の通りである。前述のとおり、導光体 2 の前面に散乱カバー部材が配置されている場合は、前記散乱カバー部材は、一部の光を透過し、また、反射する。反射光の一部は、照明装置内の部材で再度反射するが、一般に該部材での光反射率は全ての光の波長で一定ではないので、該部材での再反射光のある波長の光は他の波長の光より反射光束が小さくなる恐れがある。つまり、該部材で光を再度反射すると色が変わる恐れがあるということである。この場合、例えば、L E D 光源 4 から出射する光の色温度を 6 5 0 0 k とした場合、散乱カバー部材が配置されている照明装置から出射する光は 6 2 0 0 K になったりすることがある。しかしながら、本実施形態のように、導光体 2 からの光で照明装置 1 の周囲を直接照明する場合は、導光体 2 の前面の散乱カバー部材で反射される光が無いので、色の変化が、導光体 2 の前面に散乱カバー部材がある場合に比べて少ないという効果を奏する。損失率が低減するということは、照明装置 1 内の部材での反射回数が低減するということであり、つまり、反射回数が少ない分だけ、色の変化も低減するということである。

40

【 0 0 4 4 】

第 3 の利点は次の通りである。L E D 光源 4 から出射された光が、略透明な導光体 2 を導光して、第 1 の光取出し部 3 A と第 2 の光取出し部 3 B から出射する照明装置 1 は、導光体 2 の透明感と光取出し部 3 でのきらめく発光（光の出射）により、照明している様が美しいという効果を奏する。

【 0 0 4 5 】

第 4 の利点は次の通りである。導光体 2 の前面に散乱カバー部材がないので、廃棄時に

50

当該散乱カバー部材の産業廃棄物の低減となる。また、該散乱カバー部材の作製プロセスが無い分、省エネで照明装置を作製できるという効果を奏する。

【0046】

なお、前記散乱カバー部材が有する機能である、導光板から出射した光を散乱透過して、床や、部屋の壁など照明装置の周囲を照明するという機能を、本照明装置1では、上述した導光体2の立体的な形状および光取出し部3の位置や光取出し部3への散乱特性の付与や、反射シート6などの反射部材の組み合わせにより実現している。

【0047】

ここで、当該反射部材の役割について言及する。従来は、前記散乱カバーの透過散乱により、照明装置からの出射光の角度分布（配光特性）は概ねランバート配光となった。しかしながら、本実施形態の場合のように、照明装置1における一部または全部の前面方向FDおよび一部の外側方向ODの最外部は導光体2となっていて、導光体2からの光で、床や、部屋の壁、天井50を直接照らすという構成の場合、出射面2BO、2COから出射する光の和の配光特性が概ね照明装置1の配光特性になるので、導光体2の当該面から出射する光の和が概ねランバート配光となる必要があり、導光体2は光が導光できる程度に透明であるので、導光体2だけでは前記散乱カバーの透過散乱程度の散乱効果を得ることは難しい。

【0048】

そこで、本実施形態では、詳細は後述するが光取出し部3に散乱特性を付与したり、当該反射部材を配置することで、照明装置1の配光特性を概ねランバート配光とするか、それよりも広い配光特性として、適正な配光特性となる照明装置1を提供する。

【0049】

当該反射部材の効果については、再度、図3中の光線RAY32、RAY34を用いて説明する。本実施形態では、導光体2の表面に凹形状を作ることによって光取出し部3を設けている。導光体2の表面形状を変更しているので、光取出し部3も透明であり、光取出し部3への入射光は、光取出し部3を透過することも反射することもある。透過光と反射光の割合は光取出し部3の形状による。それゆえ、当該光取出し部3は、光線RAY31、RAY32のように、導光体2内を伝播した光を、導光体2から当該反射部材に向かう方向（RAY32）と、導光体2から前面方向FDと略同一方向（RAY31）に出射することが可能となる。なお、RAY31に示すように、本実施形態の第1の光取出し部3Aの場合、当該光取出し部3A前面方向FDへも出射するが、前面方向FDから伝播方向（図3では内側方向）に傾いた方向の光度が大きくなることがある。前面方向側を概ね前面方向FDと略同一方向と呼んでいる。

【0050】

光線RAY32は、反射部材（反射シート6）で散乱され、前面方向FD方向に伝播しているが、これに限らず、若干の指向性はあるものの、外側方向、内側方向にも散乱光が伝播する。反射部材である反射シート6や白色塗装したフレーム7Aの散乱効果、つまり、広い角度範囲へ反射散乱する効果は、前述の前記散乱カバーの透過散乱程度の散乱効果と同程度以上である。それゆえ、面出射部2Cからは、反射部材での散乱光が導光体2を透過する光と第1の光取出し部3Aで反射して導光条件が崩れて出射する光とが出射するので、概ねランバート配光となる。また、図3に示すように、導光体2と当該反射部材の間に空隙がある構成の場合は、当該空隙を伝播中に光は広がるので、その構成の場合は、さらなる出射位置分布（照度分布）均一性の効果を得ることが可能となる。

【0051】

光線RAY34は、反射部材であるフレーム7Aの斜面で反射する例であるが、フレーム7Aが、前述の前記散乱カバーの透過散乱程度の散乱効果と同程度以上の散乱特性を有するために、同様に面2BOからの出射光は、特定の方向のみを明るくするのではなく、広い範囲に光が出射する。

【0052】

また、外側方向を明るくするためには、反射部材を導光体2の内側に配置する場合には

、前記反射部材（反射シート 6）を面出射部 2 C に対向する位置であるフレーム 7 の中心付近の平面を覆うだけでなく、伝播角度変換部 2 B 付近であって、伝播角度変換部 2 B に対向する位置でもある LED 光源 4 付近にも前記反射部材（反射シート 6）を配置し、さらに、フレーム 7 の中心付近の平面を覆う反射シート 6 と LED 光源 4 付近に配置される反射シート 6 との間も、フレーム 7 A を白色塗装して反射部材とすることが望ましい。なぜならば、第 2 の光取出し部 3 B からの光を反射する反射部材が離れた位置に有る場合、空气中伝播時の拡散により伝播角度変換部 2 B に戻ってくる反射光が少なり、伝播角度変換部 2 B から出射する光の量が少なくなるためである。

【0053】

第 2 の光取出し部 3 B においても、光線 RAY 3 4 のように、導光体 2 内を伝播した光を、導光体 2 から当該反射部材に向かう方向にも出射可能とすることで、当該反射部材からの反射光により、伝播角度変換部 2 B からの出射光も適当な角度で広がる光となり、さらに、外側方向への伝播角度変換部 2 B からの出射光量を増やすことが可能となる。

【0054】

総じて、光取出し部 3 を反射・透過、何れも可能な構成として、反射部材を面出射部 2 C よりも背面方向側に配置するという構成は、配光特性を良好な特性へ改善するという効果を奏する。

【0055】

本実施形態の構成によれば、導光体 2 は、白い反射部材から反射した光が、導光体 2 全体から出射し、光取出し部 3 からはより明るい光が出射する。それゆえ、導光体 2 の透明感と、導光体 2 を通して見える白さ、光取出し部 3 でのきらめく発光（光の出射）により、照明している様が美しいという効果を奏する。

【0056】

導光体 2 から出射した光のみで照明装置 1 の周囲を直接照明する場合は、上述した壁や天井方向への光が少なくなってしまうなどの配光特性に関係する課題以外にも様々な課題があり、それらを解決する方法については、課題と同時に順次詳述する。

【0057】

基板 5 が一続きの一枚の基板であり、全ての LED 光源 4 は等間隔で配置されている場合を前述した。LED 光源 4 が等間隔で配置されていない場合には、LED 光源 4 の距離が離れている場所が、当該距離が近い場所に比べて暗くなる光のムラが発生する恐れがある。さらに、本実施形態のように、2 色の LED 光源 4（4 L，4 D）を用いている場合は、光のムラに加えて色のムラが発生して見た目が著しく損なわれる恐れがある。したがって、LED 光源 4 はおおよそ等間隔で配置することが望ましい。さらに、隣り合う LED 光源 4 間の隙間が 10 mm 未満となるように設置することが望ましい。隣り合う LED 光源 4 間の隙間を 10 mm 以上とすると、隣り合う LED 光源 4 間の隙間に対応して暗くなるムラが発生することを実験にて確認した。また、隣り合う 2 色の LED 光源 4（4 L，4 D）間の隙間を 10 mm 以上とすると、色が混色せず、見た目が著しく損なわれる。これらのムラは、導光体 2 からの光で照明装置 1 の周囲を直接照明する場合に、照明装置 1 における外観である導光体 2 が人間からも直接見えるために、課題となる。

【0058】

なお、基板 5 は、一続きの基板としても良いが、4 等分、6 等分、8 等分など等分割した基板を組み合わせる略円形の輪状の形状を作った方が、産業廃棄物低減の観点からは良い。以下、理由を述べる。基板は、通常、矩形の板材に銅箔パターン等を形成し、必要な部位を切り出して作製される。元となる基板から一続きの略円形の輪状の基板を切り出すよりも、小さい面積の等分割した基板を切り出すほうが、廃棄する部位が少なくなる。つまり、等分割した基板を組み合わせる円形の輪状の形状を作った方が、元となる一枚の基板から取れる、略円形の輪状の形状を構成する基板一式の数が多くなるからである。

【0059】

等分割した基板を組み合わせる略円形の輪状の形状を作る場合の課題は、基板が分割されている端部において、異なる基板間で隣り合う LED 光源 4 間の距離が、同一の基板内

10

20

30

40

50

で隣り合うLED光源4間の距離よりも大きくなる点である。しかしながら、この場合も、できるだけLED光源4は等間隔に配置することが望ましい。また、隣り合うLED光源4間の隙間を10mm未満とすることが好ましい。なお、同一の基板内で隣り合うLED光源4間の距離を1.5から3mm程度とすると、異なる基板間で隣り合うLED光源4間の距離も同程度とすることが可能であり、ムラが発生しないことを確認済みである。

【0060】

本実施形態では、LED光源4から導光体2に入射しない光を散乱反射するために、LED光源4の周囲には反射部材としての外カバー8と内カバー9を配置している。両カバーともに樹脂材料である。これらに関しては後述する。

【0061】

フレーム7は大まかには2枚の金属フレーム7A、7Bで構成され、天井に近い側のフレーム7Bに電源回路10が設置され、フレーム7Aに、導光体2、基板5、反射シート6、外カバー8、内カバー9などの光学部品が設置される。フレーム7における導光体2側の部材であるフレーム7Aは、LED光源4および導光体2からの光を反射するために、白色の塗装をすることが好ましい。さらに、塗装よりも反射率の高い反射シート6で、フレーム7Aを覆うことがさらに望ましい。平面の反射シート6を使うと、正面から見た場合の照明装置1の形状が円形の場合、フレーム7Aの斜面に貼ることが困難であるが、光反射板などの反射部材に成形加工等を施すことで立体的な反射部材にして、フレーム7A全体を覆うことが好ましい。フレーム7Aまたはそれを覆う物は反射部材として活用できるように様々な加工や部材の追加をすることが好ましく、上記反射部材は白色の散乱部材であることが好ましい。

【0062】

照明装置1の中央には、天井50と照明装置1を接続するための機構がある。天井50には、照明装置1を設置するための器具が設置されている。一般には、天井50には、照明装置1を固定すると同時に電力を供給する引っ掛けシーリング52が設置されている。

【0063】

照明装置1の固定は、最初に、固定具51を引っ掛けシーリング52に取り付ける。固定具51には、固定具51の中心方向に押せば、固定具51の中に引っ込むことが可能な出っ張り部51Aがある。出っ張り部51Aの断面は略三角形であり、照明装置1を前方向FDから天井に近づけると、フレーム7Bの端部7BEで押されて、出っ張り部51Aが固定具51の中に引っ込む。フレーム7Bの端部7BEが出っ張り部51Aよりも天井に近づくと、固定具51の中に引っ込んでいた出っ張り部51Aが元の位置まで戻り、図2に示す状態となり、照明装置1が天井50に固定される。なお、本発明は固定具の形状(構造)に限定されるものではない。固定具は、照明装置1を天井等の所定の位置に、固定するための機能を有していれば良い。

【0064】

引っ掛けシーリング52から固定具51に電力が供給され、その電力は固定具51から配線51Bと配線10Aを介して電源回路10に供給される。配線51Bと10Aはコネクタで接続されている。これら固定具51と配線およびコネクタを収納する空間に光が入ることを抑制するために、反射キャップ11が固定具51と対向して配置されている。反射キャップ11は、光を反射する部材であり、一般に散乱反射する白色の部材である。安全性向上のために反射キャップ11は難燃性の樹脂であることが好ましい。反射キャップ11の表面に反射シート6を貼るとさらに良い。

【0065】

次に、図4(a)および(b)を用いて、光出し部3と導光体2の詳細について説明する。図4は、図1のA-A'断面図であり、導光体2の光出し部3に着目した図であって、説明に必要な箇所のみを表示している。

【0066】

図4(a)は第2の光出し部3Bの拡大図である。第2の光出し部3Bは何れも溝(凹形状)としている。但し、何れの溝もアンダーカット形状の無い溝形状となっている

10

20

30

40

50

。アンダーカット形状とは、導光体 2 を 2 個の金型で成形して、前面方向 F D と背面方向 B D に金型を開く場合に、導光体 2 の一部が引っかかって、金型から導光体 2 が取り出せない引っかかりのある形状である。つまり、本実施形態の導光体 2 は、導光体 2 を 2 個の金型で成形して、例えば前面方向 F D と背面方向 B D に金型を開く場合に、導光体 2 が引っかかることなく、金型から導光体 2 を取り出すことができる引っ掛かりのない形状である。また、別の見方をすれば、導光体 2 は、前面方向側または背面方向側から見た際に、凸形状または凹形状により見えなくなる部分が無いことを特徴とする導光体である。

【 0 0 6 7 】

もし、溝形状の一部にでもアンダーカット形状が入っていると、成形品を取り出すために、溝を付ける側の型を、さらに分割する必要がある。ところが、さらに分割した場合、型を分割した部分に対応して成形品に分割線が入る。この分割線は、L E D 光源 4 が発光してなくても外光の散乱反射により外部から見ることはできる。分割線は、L E D 光源 4 が発光すると光取出し部 3 と同じ役割を果たし、分割線にて不要な光漏れ（光が出射する）が起こる。導光体 2 からの光で周囲を直接照明する場合に、導光体 2 が人間からも直接見えるために、この分割線からの光漏れは課題となる。ただし、本実施形態のように、第 2 の光取出し部 3 B をアンダーカット形状の無い溝形状とすることで、分割線の無い綺麗な導光体を提供するという効果を奏する。

【 0 0 6 8 】

さらに、複数の型で成形すると生産プロセスが煩雑になると共に、型作製が複雑になる。第 2 の光取出し部 3 B をアンダーカット形状の無い溝形状とすることで、これらの複雑化、煩雑化を無くすることができるという効果を奏する。

【 0 0 6 9 】

とりわけ、第 2 の光取出し部 3 B は、曲がる部分である伝播方向変換部 2 B に設けられているため、単純に溝を配置するとアンダーカット形状になり易い。図 4 (a) において、第 2 の光取出し部 3 B は 2 つの部位から形成されており、1 つは断面形状が円弧の部位 3 B 1 で、もう一つは直線の部位 3 B 2 であって、直線の部位 3 B 2 は成形品を抜く方向と平行な方向 (F D) に略平行として、アンダーカット形状になるのを抑制している部位である。つまり、円弧の部位 3 B 1 がアンダーカット形状となる位置 (F D 方向からの角度が 90 度よりも大きくなる位置) から直線の部位 3 B 2 とすることでアンダーカット形状にならないようになっている。また、直線の部位 3 B 2 に後述する散乱特性を付与することで、天井方向も含めて、照明装置 1 の外側方向に主に光を照射する部位とすることが可能である。それゆえ、直線の部位 3 B 2 はアンダーカット形状を抑制する効果と、照明装置 1 の外側方向に主に光を照射するという効果を奏する。

【 0 0 7 0 】

次に、図 4 (b) は第 1 の光取出し部 3 A の拡大図である。第 1 の光取出し部 3 A について説明する。面出射部 2 C を構成する面 2 C I と 2 C O は平面に近い面なのでアンダーカット形状になることはまずないが、アンダーカット形状にならない形状としている。

【 0 0 7 1 】

第 1 の光取出し部 3 A は略平面である面 2 C I に設置され、第 2 の光取出し部 3 B は傾斜面 (曲面) である面 2 B I に設置されるため、第 1 の光取出し部 3 A と前記第 2 の光取出し部 3 B との形状を異なる形状として、アンダーカット形状にならないようにし、それぞれの位置で適切な光取り出し機能を有するようにしている。

【 0 0 7 2 】

特に、第 2 の光取出し部 3 B は照明装置 1 の外側方向側にも、つまり、天井 50 の方向にも光を出射する形状とし、第 1 の光取出し部 3 A は前面方向側に主に光を出射する形状としている。第 1 の光取出し部 3 A および第 2 の光取出し部 3 B に対向する面が照射するおおよその角度範囲を、図 4 (b) 3 A A G、図 4 (a) 3 B A G として記した。なお、角度範囲はこれに限るものではなく、照明装置 1 全体から光が出射し、床方向から側部方向および天井方向までを明るくすることのできるような角度範囲であればよい。

【 0 0 7 3 】

10

20

30

40

50

とりわけ、光取出し部 3 に埃や汚れが付着しないという利点を鑑みて、図 4 (a) および (b) に示すように、光取出し部 3 が導光体 2 の内側に有る場合は、光取出し部 3 がアンダーカット形状にならないようにすることが重要である。なぜならば、導光体 2 の外側に光取出し部 3 が有る場合は、アンダーカット形状があっても、金型を 4 分割して、金型から導光体 2 を取り出すときは、金型を外側方向 (両側) 、前面方向、背面方向に開くことで取り出せるが、光取出し部 3 が導光体 2 の内側に有って、かつ、アンダーカット形状がある場合は、複雑な金型形状と開き方をしなければ導光体 2 を取り出せない。つまり、現実的ではない。その上、正面から見た場合に導光体 2 が略円形の場合は、導光体 2 を取り出すことが出来ない。したがって、光取出し部 3 が導光体 2 の内側に有る場合は、光取出し部 3 をアンダーカット形状にしてはならない。

10

【 0 0 7 4 】

なお、本実施形態では、第 2 の光取出し部 3 B を溝 (凹形状) 形状で説明したが、特に溝形状に限らず、アンダーカット形状の無い構成であれば凸形状でも良い。つまり、アンダーカット形状がないように成形することが可能な凹凸形状であれば良い。図 4 (c) は第 2 の光取出し部 3 B の光取出し部 3 が凸形状である場合の例を、図 4 (d) は第 1 の光取出し部 3 A の光取出し部 3 が凸形状である場合の例を示す。

【 0 0 7 5 】

図 4 (c) において、第 2 の光取出し部 3 B は 2 つの部位から形成されており、1 つは断面形状が円弧の部位 3 B 1 で、もう一つは直線の部位 3 B 2 であって、直線の部位 3 B 2 は成形品を抜く方向と平行な方向 (B D) に略平行として、アンダーカット形状になるのを抑制している部位である。つまり、円弧の部位 3 B 1 がアンダーカット形状となる位置 (B D 方向からの角度が 9 0 度よりも大きくなる位置) から直線の部位 3 B 2 とすることでアンダーカット形状にならないようになっている。また、直線の部位 3 B 2 に後述する散乱特性を付与することで、天井方向も含めて、照明装置 1 の外側方向に主に光を照射する部位とすることが可能である。それゆえ、直線の部位 3 B 2 はアンダーカット形状を抑制する効果と、照明装置 1 の外側方向に主に光を照射するという効果を奏する。

20

【 0 0 7 6 】

図 4 (d) において、第 1 の光取出し部 3 A は、面出射部 2 C を構成する面 2 C I と 2 C O は平面に近い面なのでアンダーカット形状になることはまずないが、アンダーカット形状にならない形状としている。

30

【 0 0 7 7 】

図 4 (c) から (d) に示す凸形状の光取出し部 3 であっても、凹形状の溝の場合に説明した様々な効果を得ることができる。

【 0 0 7 8 】

光取出し部 3 の成形方法に関しては、導光体 2 は立体形状であるため、白色インクのスクリーン印刷は困難である。それゆえ、射出成形で成形できる構造であることが好ましい。また、レーザ加工で表面に凹凸をつけても良いが、射出成形の凹凸形状の方が光学的な制御がし易い。導光体 2 に散乱剤を含有し、散乱剤にて導光体 2 から光を取り出しを制御する方式もあるが、この方式は浅い角度でしか導光体 2 から光が出射しないために角度を変化するために、本実施形態で説明した同様の光取出し部 3 や光学シートが更に必要となる。それゆえ、射出成形で表面に溝などの凹凸をアンダーカット形状が無いように成形する方法が最も良い。その際、導光体 2 の内部に散乱剤が入っていても良い。但し、作製方法は射出成形に限定するものではなく、上記、レーザ加工やアクリル等の樹脂等の液滴をたらして UV 硬化また熱硬化等を行うことで凸の光取り出し部 3 を成形する方法にて作製しても良い。この場合、伝播方向変換部 2 B に樹脂等の液滴をたらして光取出し部 3 を成形するには、液滴をたらした後で、すぐに液滴が硬化する材料を用いると良い。斜面に印刷する装置があれば、白色インクのスクリーン印刷をしても良い。また、例えば平面に近い形状である面出射部 2 C の第 1 の光取出し部 3 A は、白色インクのスクリーン印刷などで作製し、伝播方向変換部 2 B は別の方法で作製しても良い。

40

【 0 0 7 9 】

50

但し、白色インクは、インク濃度を濃くすると透過しなくなる。それゆえ、光が透過する程度のインク濃度で印刷すると、上述した光取出し部 3 を反射・透過、何れも可能な構成として、反射部材を面出射部 2 C よりも背面方向側に配置するという構成により、配光特性を良好な特性へ改善するという効果も奏するので、光が透過する白色インクによる光取出し部 3 を形成することが好ましい。

【0080】

次に、光取出し部 3 (3 A , 3 B) を正面から見たときの特徴について図 1 を用いて説明する。LED 光源 4 は、照明装置 1 の最外周に 1 列 (図 1 (b) 参照) で、照明装置 1 の外周に沿って基板 5 に配置されており、照明装置 1 において一回りの LED 光源 4 がリング状に囲んでいる構成である。導光体 2 も正面視で円形であり、中心は照明装置 1 の中心に一致する。さらに、導光体 2 の中心を中心として、第 1 の光取出し部 3 A および第 2 の光取出し部 3 B も同様に、リング状に配置されている。光取出し部 3 (3 A , 3 B) の形状は、溝形状に限定されるものではないが、本実施形態では溝形状がリング状に配置されている構成である。光取出し部 3 (3 A , 3 B) の形状は溝形状または凸形状が最も簡単な形状で綺麗に光を取り出す形状と考えられる。LED 光源 4 、導光体 2 、第 1 の光取出し部 3 A 、第 2 の光取出し部 3 B を、本実施形態の様に照明装置 1 の外周に沿って配置することで、照明装置 1 の周囲を均一に照明できるという効果を奏する。さらに、正面視で LED 光源 4 の配置と光取出し部の配置が円形の場合は、照明装置 1 の周囲を等方的に照明できるという効果を奏する。また、光取出し部 3 (3 A , 3 B) が照明装置 1 (導光体 2) の中心を中心として環状に一周した構成であると、光り方が等方的で綺麗であるという効果を奏する。

【0081】

また、第 1 の光取出し部 3 A および第 2 の光取出し部 3 B が照明装置 1 の中心を囲む場合に、特定の断面形状で一周しても良いが、ピラミッド、三角錐、凹部、凸部などの個別パターンを所定の間隔で配置して、または、繋げて配置して環状に一周しても良い。

【0082】

次に、図 5 (a) および図 5 (b) を用いて、外力カバー 8 および内力カバー 9 と第 2 の光取出し部 3 B の位置関係に関して説明する。

【0083】

図 5 (a) は外力カバー 8 および内力カバー 9 の一例である。図 5 (a) に示す外力カバー 8 および内力カバー 9 は ABS 樹脂に散乱剤を混ぜた白色散乱部材であって、厚さに依っては光が透過するが、一般に反射率が透過率よりも高い。図 5 (a) に示す外力カバー 8 および内力カバー 9 の主な役割は、LED 光源 4 から導光体 2 に入射しない光をカバー (8 , 9) で散乱反射して外側方向 OD に出射することである。なお、カバー (8 , 9) は、LED 光源 4 から導光体 2 に入射しない光を反射する機能を有すれば良く、上述の ABS 樹脂に散乱剤を混ぜた白色散乱部材に限る必要は無い。適当にカットした反射シート 6 を部材に貼りつけても良く、反射すれば良い。散乱反射の方が好ましく、白色散乱反射の方がより好ましい。

【0084】

LED 光源 4 からの直接光は眩しいので、当該直接光をカバー (8 , 9) で散乱させ、眩しさを抑制する。外力カバー 8 は、LED 光源 4 と導光体 2 の外周側に配置されている反射部材 (本願においては、透過することもあるが、反射は必ずする部材を指す。) である。内力カバー 9 は、LED 光源 4 と導光体 2 の内周側に配置されている反射部材である。透過率がほぼゼロの場合は、遮光材となるので散乱する必要性は低い、散乱反射した方が、一度の反射で直接光を散乱光に変えて外側方向 OD に出射させられるので好ましい。

【0085】

RAY 5 1 は、LED 光源 4 から直接は導光体 2 に入射せず、導光体 2 よりも外側の方向に出射した光が、外力カバー 8 内で散乱反射されて、導光体 2 に入射した後に導光体 2 の外に出射する様子を示している。RAY 5 1 は散乱された後なので眩しくない光として (LED 光源 4 から照明装置 1 の外へ直接出射された光や、導光体 2 の入射面 2 A 以外から

導光体 2 に入射して、導光せず、導光体 2 を貫通して導光体 2 から出射する光よりも眩しくない光として) 導光体 2 の外に出射される。RAY 5 2 は、LED 光源 4 から直接は導光体 2 に入射せず、導光体 2 よりも内側の方向に出射した光が、内カバー 9 内で散乱反射されて、導光体 2 に入射した後に導光体 2 の外に出射する様子を示している。RAY 5 2 も同様に散乱された後なので上記眩しくない光として導光体 2 の外に出射される。なお、入射面 2 A から入射して導光体 2 を導光する光は、光取出し部 3 から適切な量を各位置で取出される。さらに、光取出し部 3 に散乱特性を付与した場合には、光取出し部 3 で散乱され、また、光取出し部 3 から出射した光の一部は、反射シート 6 や白色塗装したフレーム 7 A 等の反射部材で散乱反射されるので、眩しくない光である。

【0086】

但し、カバー(8, 9)の反射率が高くても吸収がある材料である場合、例えば、反射率 80% 損失 20% の材料の場合、外カバー 8 と内カバー 9 における多重反射により大きな損失が発生する。したがって、外カバー 8 と内カバー 9 は吸収が無い部材が好ましい。例えば、透過率 30%、反射率 70% の散乱部材などが好ましい。外カバー 8 と内カバー 9 における透過光や反射光は散乱光であるため、眩しさを著しく軽減する。このような透過率・反射率を実現する部材としては、アクリルやポリカーボネートの透明な樹脂に当該樹脂とは屈折率の異なる微粒子(例えば、ポリスチレンやシリカ)を混ぜた白色散乱部材が望ましい。透明な樹脂に当該樹脂とは屈折率の異なる微粒子を混ぜた白色散乱部材は、吸収はきわめて低く、微粒子の濃度と樹脂の厚さで透過率・反射率を制御でき、眩しさを抑える高い散乱性を持ちつつも損失の低い外カバー 8 および内カバー 9 を実現できる。

【0087】

また、LED 光源 4 とカバー(8, 9)の距離によっては、必ずしも反射率が透過率より高くなくても良い。例えば、反射率 35%、透過率 65% としても良い。カバー(8, 9)は反射する部材であれば良い。

【0088】

第 2 の光取出し部 3 B は、外カバー 8 および内カバー 9 に覆われない位置から配置されている。また、外カバー 8 および内カバー 9 よりも前面側から配置されている。これは、第 2 の光取出し部 3 B で取り出された光が、外カバー 8 または内カバー 9 で反射されて損失したり、照明装置 1 に戻って損失したりしないようにするためである。第 2 の光取出し部 3 B と、外カバー 8 および内カバー 9 との位置関係を上述した関係にすることで損失を低減するという効果を奏する。

【0089】

次に、外カバー 8 の他の例を図 5 (b) に示す。図 5 (b) では、内カバー 9 が無い構成である。RAY 5 4 が例示するように、LED 光源 4 から直接導光体 2 に入らない光は、前面方向 FD からの角度が 70 ~ 90 度程度の方向へ伝播する光である。LED 光源 4 から直接導光体 2 に入らず、照明装置 1 の内側に伝播する光は、フレーム 7 A が前方に突出している斜面を有する構成の場合、フレーム 7 A の斜面で反射する。フレーム 7 A を白色散乱するように塗装しているために、フレーム 7 A での反射光は散乱光となる。それゆえ、散乱反射・透過させる内カバー 9 がなくなる。つまり、フレーム 7 A が前方に突出している斜面を有する構成であって、白色散乱塗装している場合には、フレーム 7 A は内カバー 9 と同様の機能および効果を奏する。

【0090】

また、LED 光源 4 からの光の一部は、入射面 2 A でフレネルの式に従う反射率で反射して背面方向 BD にも伝播する。背面方向 BD に伝播した光は、反射シート 6 や、白色散乱するように塗装、塗膜された基板 5 の実装面で反射して、照明装置 1 から上記眩しくない光として出射するので、入射面 2 A 付近に反射部材を配置することは重要である。また、当該反射部材の配置により外側方向への出射も当該反射部材が無い場合に比較して増えるという効果も奏する。

【0091】

さらに、図 5 (b) では、導光体 2 の端部が外側に突出している突出部 2 D を有する構

10

20

30

40

50

成であって、その突出部 2 D の一部を外カバー 8 が覆う構成である。RAY 5 3 に示すように、LED 光源 4 からの直接光は外カバー 8 で一度反射させて、散乱光として導光体 2 から出射させる構成である。外カバー 8 は、導光体 2 の突出部 2 D に対向して、LED 光源 4 からの強い直接光を反射する位置に配置され、突出部 2 D を全て覆わないことにより、突出部 2 D の端部（導光体 2 の端部）から散乱光を出射させる構成となっている。本構成とすることで、LED 光源 4 からの直接光は抑制しつつ、外カバー 8 とフレーム 7 A などの多重散乱を低減し、損失を低減し、かつ、外側方向 OD への出射光を増大するという効果を奏する。なお、突出部 2 D にシボなどの散乱特性を付与することで、さらに、眩しさを抑え、広い範囲に光を照射しても良い。光を散乱する微小凹凸に関しては後述する。

10

【0092】

ここで、第 2 の光取出し部 3 B と外カバー 8 との位置関係について説明する。第 2 の光取出し部 3 B が外カバー 8 よりも背面方向側にあると、第 2 の光取出し部 3 B で反射されて外側方向に向かう光が、外カバー 8 で内側方向に反射され、外側に取り出す光量が少なくなる。それゆえ、第 2 の光取出し部 3 B は、外カバー 8 よりも前面方向側に配置されることが好ましい。

【0093】

次に、溝形状と溝からの出射角度分布に関して図 6 から図 7 を用いて説明する。図 6 (a) は、第 1 の光取出し部 3 A が鏡面加工されている溝（断面が半円形状の凹形状）の場合の主な光線出射方向を、光線 RAY 6 1 を用いて例示している図である。光線 RAY 6 1 は、導光体 2 に入射後に面出射部 2 C まで導光して、第 1 の光取出し部 3 A で鏡面反射して導光条件が崩れ、面 2 C O から出射し、中心方向から照明装置 1 を見ている観測者 M 1 に観測される様子を示している。このとき、観測者 M 2 には光が届かない。それゆえ、観測者 M 2 からは、出射に寄与した当該第 1 の光取出し部 3 A が暗く見える。溝が鏡面加工の場合、伝播方向と反対方向への反射光は少なく、伝播方向に大部分の光を反射するため、光が伝播していく方向から照明装置 1 を見る観測者（上記例では観測者 M 1）には、照明装置 1 から出射してくる光を観測できるが、当該方向とは反対側から照明装置 1 を見る観測者（上記例では観測者 M 2）は光を観測できない。より具体的には、図 6 (a) において、観測者 M 2 は照明装置 1 の中心から手前の照明装置 1 の半円は暗く見え、中心より遠い側の照明装置 1 は明るく見えるということである。これは、照明装置 1 としての美しさ、商品性を著しく低下させる。

20

30

【0094】

また、前面方向 FD からの角度（以下、極角 θ と呼ぶことにする。）が 50 度以上となる方向に多くの光を発するため、照明装置 1 の前面方向 FD が暗くなるという課題も発生する。これらの課題は、導光体 2 からの光で周囲を直接照明する場合に顕著な課題となる。

【0095】

当該課題を解決する最も効果的な方法は、光取出し部 3 を構成する面に散乱特性を付与することである。図 6 (b) は、光取出し部 3 を構成する面に散乱特性を付与した場合の主な光線出射方向を、光線 RAY 6 1、6 1' を用いて例示している図である。光取出し部 3 を構成する面に散乱特性を付与した場合、当該面の散乱性能の程度に応じて光取出し部 3 に入射した光の一部は散乱により様々な方向に出射する。それゆえ、光取出し部 3 を構成する面に散乱特性を付与した場合、図 6 (b) の光線 RAY 6 1' が示すように、第 1 の光取出し部 3 A で反射した光は、観測者 M 1 の方向にも出射する（光線 RAY 6 1）が、散乱により観測者 M 2 の方向にも出射する（光線 RAY 6 1'）。それゆえ、全方位から当該第 1 の光取出し部 3 A が明るく見え、どの方向から照明装置 1 を見ても明るく見える。

40

【0096】

さらに、散乱により前面方向への光束も増え、照明装置としてバランスの取れた光度角度分布になる。散乱特性の有無による光度分布の変化に関しては、図 6 (c) に、光取出

50

し部 3 が溝であって、当該溝に散乱がある照明装置 1 と、散乱が無い照明装置の配光特性を実測した結果を示す。図 6 (c) のグラフの横軸は、前面方向 F D からの角度である極角 θ を表す。縦軸は、各照明装置において最大となる光度で規格化した規格化光度を示す。光取出し部 3 に散乱特性が付与されて無い結果は点線で示され、光度は約 60 度で最大となる。一方、光取出し部 3 に散乱特性が付与されている結果は実線で示され、光度は前面方向である極角 θ が 0 度で最大となり徐々に低下する。極角 θ が 90 度よりも大きい方向への照射は天井への光となり、天井で反射して周囲を照明する間接光となる。光取出し部 3 に散乱特性が付与されている場合は、ランバート配光よりも若干広い配光となっており、照明装置 1 として概ね適正な配光特性となっている。したがって、光取出し部 3 の面に散乱特性を付与することは、光取出し部 3 から全方位に光が出射することにより、どの方向から照明装置 1 を見ても明るく見え、且つ、照明装置として必要な配光特性を得るという効果を奏する。言うまでも無く、第 1 の光取出し部 3 A だけではなく、第 2 の光取出し部 3 B も含め、全ての光取出し部 3 の面に散乱特性を付与することは照明装置 1 の全体で上述した課題を解決するために重要である。

【 0 0 9 7 】

散乱特性を付与した光取出し部 3 の面について、図 7 (a) から (d) を用いて説明する。図 7 (a) は、断面形状が略半円形の溝に対して、その溝を構成する表面 3 A S が粗い面となっている構成である。図 7 (b) は、断面形状が略三角形の溝であって、その略三角形の 2 つの表面 3 A S が粗い面となっている構成である。図 7 (a) から (b) は、大きな光取り出し構造があり、その構造を構成する表面にさらに散乱するための微小凹凸構造が付与されている構成である。微小凹凸による散乱分布は、微小凹凸が付与されている面への光線の入射角度に依存して変化する。微小凹凸による散乱分布は、正反射方向（透過散乱の時は、屈折方向）にピークがある分布である。したがって、前述した大きな光取り出し構造により散乱分布のピークの方角（正反射方向）を制御し、微小凹凸により散乱の度合い（ピークの幅）を制御可能とする構成である。

【 0 0 9 8 】

本実施形態における溝は、図 7 (a) に示す略半円形とし、当該略半円形の半径は約 0 . 1 mm（幅 3 A W が約 0 . 2 mm）であり、溝の算術平均粗さ R_a は約 0 . 2 μ m である。さらに、算術平均傾斜 m_a は約 0 . 0 3 であり、当該値より平均傾斜角度（ $= \arctan(m_a)$ ）は 1 . 7 度である。上記のような溝を設けた場合、全方位から当該第 1 の光取出し部 3 A が明るく見え、どの方向から照明装置 1 を見ても明るく見え、かつ、照明装置 1 の配光特性は良好な分布となっている。また、その他の形状、例えば、導光体 2 の表面から突出している凸形状などを用いても、光取出し部 3 の面に散乱を付与することで、同様の効果を奏する。図 7 (e)、図 7 (f) に凸形状に散乱するための微小凹凸を付与した例を示す。導光体 2 の表面から突出している凸形状の表面 3 A S に微小凹凸が付与されている。

【 0 0 9 9 】

なお、溝の算術平均粗さ R_a は式 1 で表され、算術平均傾斜 m_a は式 3 で表される量である。

〔 式 1 〕

【 0 1 0 0 】

$$R_a = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N |Z_i - Z_a|$$

〔 式 2 〕

【 0 1 0 1 】

$$Z_a = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N Z_i$$

〔 式 3 〕

【 0 1 0 2 】

$$ma = \frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^{N-1} \left| \frac{Z_{i+1} - Z_i}{X_{i+1} - X_i} - Zsa \right|$$

〔 式 4 〕

【 0 1 0 3 】

$$Zsa = \frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^{N-1} \left(\frac{Z_{i+1} - Z_i}{X_{i+1} - X_i} \right)$$

【 0 1 0 4 】

10

式 1 から式 4 は、連続的な積分形式で定義されていた量を測定データから算出できるように、表示を離散的な式に変更した式である。ある長さ $L\text{ m}$ にわたって測定した N 個の測定点がある場合に、 Z_i は、 i 番目 ($i=1, 2, \dots, N$) の位置 X_i での表面の高さ (深さ) を表す測定値である。式 2 で示される Za は、測定値 Z_i の平均値である。式 1 は、各点において、測定値 Z_i と平均値 Za の差の絶対値の算術平均であって、算術平均粗さ Ra として定義される。式 4 で示される Zsa は、各測定点 X_i での表面の傾きの平均値である。式 3 は、各点における表面の傾きと傾きの平均値 Zsa の差の絶対値の算術平均であって、算術平均傾斜 ma として定義される。

【 0 1 0 5 】

20

図 7 (g) は、表面 3 A S の断面の拡大図であって、式 1 から 4 を説明するための図である。矢印 SD は、位置 X_i の座標軸である。矢印 HD は、表面の高さ (深さ) Z_i の座標軸である。式 2 で計算される、測定値 Z_i の平均値 Za の概略の値も示す。

【 0 1 0 6 】

30

図 7 (a)、(b)、(e)、(f) は、大きな光取り出し構造が立体的な構造であり、所定の高さ (深さ) $3AH$ があるため、光取り出し部 3 の幅 $3AW$ が小さくても、光を反射して光を取り出すという効果も奏する構成である。導光体 2 が大きい場合には、導光距離が長くなる。導光体 2 全体から光が均一に出射するためには、入射面 2 A に近い部位では入射面 2 A に近い部位に対する光取り出し部 3 の単位面積当たりの密度を小さくし、入射面 2 A から遠い部位 (導光体 2 の中心に近づいた部位) では入射面 2 A から遠い部位に対する光取り出し部 3 の密度を大きくする。導光距離が長くなると、この密度比率も大きくする必要があり、つまり、入射面 2 A から遠い部位では、導光距離が大きい場合にかなりの高密度にする必要があり、したがって、光取り出し部 3 の幅を小さくする必要があり、それゆえ、光取り出し部 3 の幅を小さくすることのできる構成は、導光体 2 が大きくなっても均一な出射をすることができるという効果を奏する。また、高さ (深さ) $3AH$ が大きく幅 $3AW$ が小さい方が、光を伝播方向と反対側に反射する効果が大きくなる。具体的には、次の関係、高さ $3AH / (\text{幅 } 3AW / 2) = 0.5$ が成り立つことが好ましい。上記関係が成り立つと、光を伝播方向と反対側に反射する効果が大きくなる。

【 0 1 0 7 】

40

ここで、前述した大きな光取り出し構造は、半円や三角形に限らず、円弧、ピラミッド、四角形、台形、任意の曲線で構成される断面、任意の折れ線で構成される断面など様々な形状が考えられる。さらに、導光体 2 の表面よりも凹んでいる形状であっても、導光体 2 の表面よりも出っ張っている凸形状であっても良い。半円、三角形、円弧、ピラミッド、四角形、台形、任意の曲線で構成される断面、任意の折れ線で構成される断面など様々な形状が考えられる。前述した大きな光取り出し構造は、図 2 ~ 6 等を用いて前述した光取り出し部 3 の特徴を備えることが望ましい。

【 0 1 0 8 】

50

次に、図 7 (c) について説明する。これは、面 2 C I の一部に微小凹凸を設けた構成である。本構成の最大の特徴は、製造方法が多様で簡易である点である。最も簡易なのは、射出成形の金型に微小凹凸パターンを設けておく構成である。また、別の方法としては成形した導光体 2 をレーザ加工する方法や、アクリル等の樹脂の液滴をたらして UV 硬化

また熱硬化等を行うことで成形する方法である。また、サンドブラストやイオンミリングなどで作製しても良い。微小な凹凸があれば良い。但し、微小凹凸パターンは光が伝播する方向とは反対方向にも光が反射散乱するパターンである必要がある。そのときの溝の算術平均粗さ R_a は約 $0.2 \mu m$ 以上が好ましい。また、算術平均傾斜 m_a は約 0.03 以上、平均傾斜角度は 1.7 度以上が好ましい。上記条件であると、光が伝播する方向とは反対方向にも光が反射散乱する。

【0109】

図7(d)を用いて微小凹凸パターンが持つべき散乱特性を説明する。光線追跡例RAY71、72において、第1の光取出し部3Aで散乱する前までの光線の伝播方向は、矢印PDで示す方向である。光線RAY71は、第1の光取出し部3Aで散乱した後も、伝播方向は変えずに矢印PDで示す方向に進む光線である。光線RAY72は、第1の光取出し部3Aでの散乱により、伝播方向が矢印PDと反対方向に変わった例を示している。照明装置1の全体から光が照射するためには、光線RAY72が発生する微小凹凸パターンである必要がある。

10

【0110】

図7で説明した光取出し部3は、導光体2の樹脂の一部が光取り出し構造になるように形成した例である。したがって、当該光取出し部3は、透明な部材で形成される。それゆえ、照明装置1における一部または全部の前面方向FDおよび一部の外側方向ODの最外部は導光体2としてあり、導光体2からの光で周囲を直接照明する構成の場合に、照明装置1が光っていないときでも外光を散乱するものの、透明な導光体2の一部として違和感なく見え、外観が美しいという効果を奏する。但し、光取出し部3は、上記に限るものではなく、散乱に関する光学特性を満たせば様々な変更が可能である。例えば、白色インク(白色塗料)や蒸着膜を用いることも考えられる。さらに、光取出し部3を反射・透過、何れも可能な構成として、反射部材を面出射部2Cよりも背面方向側に配置するという構成により、配光特性を良好な特性へ改善するという効果を奏するために、光が透過する白色インク(白色塗料)や蒸着膜による光取出し部3を形成することが好ましい。

20

【0111】

次に、本実施形態のように、2色のLED光源4(4L, 4D)が互い違いに配置されている場合であって、照明装置1における一部または全部の前面方向FDおよび一部の外側方向ODの最外部は導光体2としてあり、導光体2からの光で照明装置1の周囲を直接照明する構成の場合に発生する課題について図8を用いて説明する。図8は本課題を分かりやすく説明するために、光取出し部3としての溝が1つだけある平板の導光体2Pを用いて説明する。本導光体2PとLED光源4L, 4Dの斜視図を図8(a)に示す。図8(b)から(d)は、2個の色違いのLED光源4L、4Dが隣接して配置され、入射面2PAから光が導光体2Pに入射し、光取出し部3で反射して導光体2Pの出射面2PO(入射面と垂直な面)から出射して観測者M1に到達する様子を示している。点線はLED光源4Lからの光線を表し、実線はLED光源4Dからの光線を表している。観測者M1は地点2PL、2PDを見るものとする。地点2PL、2PDは、LED光源4L、4Dと観測者M1を結ぶ直線を含み出射面2POに垂直な平面内にあり、溝に対応する2つの地点である。図8(c)は、説明を分かり易くするために、図8(b)を側面から見た場合における、図8(b)中の光線RAY81が導光して観測者M1に到達する様子を描いている。

30

40

【0112】

図8(b)は、光取出し部3が正面から見た場合は直線であって、断面は略半円の溝の場合である。さらに、当該溝を構成する面が鏡面で形成された場合の例である。地点2PLにおいて、LED光源4Lからの光は、そのまま観測者M1に向かって進む。一方、LED光源4Dからの光は、観測者M1へ向かう方向とは異なる方向に進む。それゆえ、観測者M1は地点2PLの色がLED光源4Lの発光色に見える。同様の現象により、観測者M1は地点2PDの色がLED光源4Dの色に見え、位置に依存して異なる色が見えるという現象が発生する。この現象は、2色のLED光源4(4L, 4D)が互い違いに配

50

置されている照明装置においては、導光体 2 の表面に、2 色の LED 光源 4 (4 L , 4 D) の色に対応した 2 色の線が互い違いに、縞々模様のムラとして発生する。導光体 2 からの光で周囲を直接照明する場合は、この色ムラが直接見えるので、照明装置 1 の外観が著しく損なわれる。さらに、照明装置 1 においても、色が分離して照明することになるので、照明対象が正確な色で照明されないという課題が発生する恐れがある。

【 0 1 1 3 】

本課題を解決する方法に関して説明する。第一には、光取出し部 3 を構成する面に散乱特性を付与することである。図 8 (d) を用いて、散乱特性を付与した場合の説明をする。図内で使用する記号などは、図 8 (b) と同じことを意味する。LED 光源 4 L からの光は、光取出し部 3 で散乱して、散乱光の一部は地点 2 P L から観測者 M 1 に向けて出射する。また、LED 光源 4 D からの光も、光取出し部 3 で散乱して、散乱光の一部は地点 2 P L から観測者 M 1 に向けて出射する。したがって、地点 2 P L からの出射光は、LED 光源 4 L と LED 光源 4 D からの光が混色して観測者 M 1 に向かう。同様の現象は、地点 2 P D でも起こり、LED 光源 4 L と LED 光源 4 D からの光が混色して観測者 M 1 に向かう。それゆえ、観測者 M 1 は地点 2 P L 、 2 P D からの出射光は凡そ同じ色に見え、色ムラが抑制される。これらの現象に関しては、光取出し部 3 に散乱特性を付与した照明装置を作製して、色ムラが抑制されることを確認した。

10

【 0 1 1 4 】

さらに、色ムラと溝表面粗さの関係を明らかにするための実験を行ったので、図 9 を用いて説明する。図 9 (a) は測定系の正面図 (前面側から見た図) である。現象を明確にするために、平板の導光体 2 P を用いた。2 色の LED 光源 4 (4 D 、 4 L) が約 2 mm の間隔をおいて配置されている。当該間隔 2 mm は、現実的に実装可能な間隔の概ね最小値である。

20

【 0 1 1 5 】

入射面 2 P A から光が導光体 2 P に入射し、光取出し部 3 で反射して導光体 2 P の出射面 2 P O (入射面 2 P A と垂直な面で、かつ、前面側の面) と出射面 2 P O と対向する面 2 P B から出射する。光取出し部 3 は面 2 P B に配置されている。本実験では光取出し部 3 は 4 mm 均等ピッチで配置し、導光体 2 P の厚さを 4 mm、長手方向 (LED 光源 4 からの光が伝播する方向) の幅を 200 mm、それと直交する方向の幅を 100 mm とした。さらに簡単化のため、面 2 P B からの背面側への出射光は、黒い布を面 2 P B の下に敷くことで吸収した。導光体 2 P の溝の表面粗さに関しては、3 種類の溝を作製した。実際に作製した溝の物性値評価と、出射面の色ムラの評価を行った。溝の物性値は、触針式表面形状測定器にて、直線的に 5 mm にわたって測定した 15000 個の測定点より、式 1 ~ 4 を用いて算出した。なお、本実験では触針式表面形状測定器を用いたが、レーザ顕微鏡など、表面形状を測定できる装置で有れば、測定器は特に問わない。

30

【 0 1 1 6 】

図 9 (b) は、溝の測定箇所を説明する図である。本実施形態における測定箇所は、図中の矢印 S C A N が示すように、溝の長手方向に沿って 5 mm の長さを測定した。簡易に測定できる方向が図中の矢印 S C A N の方向だったので、本実施形態では溝の長手方向に沿って測定を行ったが、それとは直交する方向である印 S C A N 1 の方向や長手方向ではあるが溝の側面を矢印 S C A N 2 に沿った測定など、測定の方法は任意である。測定距離に関しても表面の凹凸形状が分かり、平均化で、算術平均粗さ R_a や算術平均傾斜 m_a が、表面の粗さを特徴付けられれば良い。そのために、本質を失わない範囲で R_a や m_a の計算方法を変えても良い。例えば、一回の測定距離を短くして、その距離内で R_a と m_a を計算し、複数の短い距離の測定結果の平均値を、算術平均粗さ R_a や算術平均傾斜 m_a としても良い。

40

【 0 1 1 7 】

本質的には、仮想的に平面と考えられる範囲において、微小凹凸の形状を特定出来れば良い。特定する物理量は、算術平均粗さ R_a や算術平均傾斜 m_a であって、当該平面からどれだけの大きさの凹凸があるかを定量化する指標が算術平均粗さ R_a であり、当該平面

50

に対して凹凸の斜面はどれだけ傾いているかを定量化する指標が算術平均傾斜 m_a である。

【0118】

例えば、図7(g)においては、平均値 Z_a を示す点線を仮想的な平面とすると、当該面からの高さ(深さ)の絶対値の平均値が算術平均粗さ R_a である。

【0119】

算術平均傾斜 m_a に関しては、表面3ASの測定プロファイルにおいて、各測定点間の傾き $((Z_{i+1} - Z_i) / (X_{i+1} - X_i))$ から傾きの平均値 Z_{sa} を引いた値の絶対値の平均値が算術平均傾斜 m_a である。傾きの平均値 Z_{sa} は、当該仮想的な平面のおおよその傾きであって、算術平均傾斜 m_a は、当該平面に対して凹凸の斜面はどれだけ傾いているかを定量化している。

10

【0120】

図9(b)において、SCANやSCAN2に沿った測定結果は、式1から4を用いて計算をすれば良いが、SCAN1のように表面3ASが曲線である方向は、当該曲線が概ね直線と見なせるような距離(範囲)毎に算術平均粗さ R_a や算術平均傾斜 m_a を計算(測定)して、その値を平均すればよい。当該曲線が概ね直線と見なせる範囲とは、次に述べる図9(c)に示す、矢印SCANに沿って概ね直線を測定した測定結果が一つの目安となり、当該測定範囲は前記直線と見なせる範囲と言える。

【0121】

また、別の観点で述べると、ある測定点と他の測定点を直線で結んだ場合に、当該測定点間の表面形状が当該直線を複数回以上(好ましくは数十回以上、または、凹凸の大部分が)横切る場合に、当該測定点間は、概ね直線と見なせる範囲と言える。上述したように、適切な範囲を定義して、凹凸の本質的な物理量を特定出来れば良い。

20

【0122】

図9(c)に測定した結果を示す。横軸は位置(μm)を示し、縦軸は、測定値 Z_i と平均値 Z_a の差を示す。縦軸の単位は(nm)である。5mmにわたって測定したが、一部の長さ1mmに関して示す。図9(c)に示す測定結果は、ある2点(離れた2つの領域)間が平行であるとして測定装置にて測定生データをレベリング処理した結果である。点線SA1はサンプル1の結果を示し、破線SA2はサンプル2の結果を示し、実線SA3はサンプル3の結果を示す。何れの形状も縦軸の原点を通る横軸 $((Z_i - Z_a) = 0)$ に沿って微小凹凸が形成されており、前記直線と見なせる範囲と言える。それぞれの算術平均粗さ R_a 、算術平均傾斜 m_a 、平均傾斜角度を表1に示す。溝表面の微小凹凸の山と谷の差である振幅は、算術平均粗さ R_a よりも大きい。本実施形態では、サンプル2と3の微小凹凸がある程度周期的な構造となっているが、特に周期構造である必要は無い。

30

【0123】

色ムラに関する量としては散乱角度分布がある。散乱角度分布が広いほど色ムラは軽減する。図9(d)に測定系を示す。測定領域は、出射面2POにおいて点線で囲まれる領域SPTで、領域SPTの中心は、入射面2PAから60mmの距離にあり、入射面2PAの法線に平行でLED光源4の中心を通る線SPLD上に位置する(正面図は図9(a)参照)。測定における座標系は、出射面2POの法線方向2PNからの角度を極角 θ とし、線SPLDからの角度を方位角 ϕ とした極座標系である。なお、実際の照明装置における座標系の定義も、同様に、出射面2POの法線からの角度を極角 θ とし、LED光源4と測定点を結ぶ線を方位角の原点にすれば良い。例えば、図2に示す本実施形態の照明装置1の場合は、注目するLED光源4と測定点を結ぶ線を含む平面を方位角の0度方向にすれば良い。なぜならば、当該LED光源4から測定点への伝播方向は当該平面内を進むとして良いからである。

40

【0124】

散乱角度分布の広さを定義する量として、半値角(度)を定義する。色ムラに関係のある方向は、方位角方向であって、その方向での半値角が重要である。図9(e)に、LED光源4Dのみを点灯した状態でサンプル3を測定した結果を示すので、これを用いて半

50

値角の定義を説明する。横軸は方位角 φ を示し、縦軸は最大値で規格化した規格化輝度を示す。本結果は、極角 θ を 10 度に固定したときの結果である。我々の測定によれば方位角方向の半値角は定義する極角に大きくは依存しないので、方位角方向の半値角を求める極角 θ は、 0 度よりは大きく 70 度よりも小さい角度を用いると良い。より好ましくは 0 度から 45 度の範囲の角度を用いると良い。前面方向 FD を重要視する場合は、 0 度よりは大きく 30 度よりは小さい角度を用いる方が良い。図 9 (e) において、輝度が最大となる角度 φ_c は -9 度であり、角度 φ_c よりも小さい角度で輝度が約半分となる角度 φ_m は -108 度であり、角度 φ_c よりも大きい角度で輝度が約半分となる角度 φ_p は 104 度である。角度 φ_m と角度 φ_c との差の絶対値 ($|\varphi_m - \varphi_c|$) と角度 φ_p と角度 φ_c との差の絶対値 ($|\varphi_p - \varphi_c|$) を求め、2 者の平均値が半値角となる。同様に、サンプル 1 と 2 に関しても求めた半値角を表 1 に示す。表 1 において、 $\times$ は色ムラ有り、 $\circ$ は色ムラ抑制効果有り、 $\odot$ は色ムラが完全に消える効果有りを示す。

【 0 1 2 5 】

【 表 1 】

	サンプル No.	1	2	3
仕様	算術平均粗さ R_a (μm)	0.077	0.237	0.828
	算術平均傾斜 m_a	0.002	0.028	0.103
	算術平均傾斜角度 (度)	0.13	1.61	5.88
	半値角 (度)	5	30	106
結果	色ムラ	$\times$	$\circ$	$\odot$

【 0 1 2 6 】

LED 光源 4 D および LED 光源 4 L を点灯して色ムラを主観評価した。サンプル No. 1 は色ムラが酷く許容できないレベルであった。サンプル No. 2 は色ムラをわずかに検知できるが許容できるレベルである。サンプル No. 3 は、入射面 2 P A 付近のみは、色ムラをわずかに検知できるが、入射面 2 P A から 60 mm 離れた位置では検知できなかった。

【 0 1 2 7 】

なお、本実施形態で説明した照明装置 1 はサンプル No. 2 と同じ散乱特性が溝に付与してあり、LED 光源 4 が照明装置 1 を一周するように設けられているので、当該散乱特性とともに更に等方的に光を出射する効果を発揮する。それにより、本実施形態で説明した照明装置 1 の方位角方向の輝度は、 360 度全ての方向において、輝度の最大値に対して約 80% 以上の輝度となっており、良好な出射特性を示している。

【 0 1 2 8 】

したがって、サンプル No. 2 程度の散乱性を付与すると色ムラ抑制効果があらわれ、サンプル No. 3 程度の散乱性を付与すると色ムラが完全に消えることが分かった。したがって、色ムラ抑制効果を奏するためには、以下のような条件が好ましい。表 1 より、算術平均粗さ R_a は約 $0.2 \mu m$ より大きい方が良く、約 $0.8 \mu m$ より大きい方が更に良い。また、算術平均傾斜 m_a は、 0.02 より大きい方が良く、 0.1 より大きい方が更に良い。また、算術平均傾斜角度は、 1 度より大きい方が良く、 5 度より大きい方が更に良い。また、散乱分布の方位角方向の半値角は、 30 度より大きい方が良く、 106 度より大きい方が更に良い。なお、粗面、粗い面、散乱面とは、サンプル No. 1 の結果より、算術平均粗さ R_a が $0.077 \mu m$ より大きく、かつ、算術平均傾斜 m_a は 0.002 より大きく、かつ、算術平均傾斜角度が 0.13 度より大きい、または、半値角が 5 度よりも大きい面である。

【 0 1 2 9 】

ここで、導光体 2 の発散度(単位面積当りの出射光束: $1 \text{ m} / \text{m}^2$)の位置分布の設計を考慮すると、上述した表面形状に関する何れの物性値もサンプル N o . 2 の値とサンプル 3 N o . の値の間にすると、色ムラを抑制しつつ、設計がシミュレーションで可能となり短期開発という効果を奏する。なぜならば、散乱特性をシミュレーションすることは、一般的に難しく、とりわけ、散乱特性を付与した溝を用いて、導光体 2 の発散度を出射面 2 B O、2 C O で均一にするためのシミュレーションをすることは難しいからである。一方、溝が鏡面の場合はシミュレーションにて設計可能である。したがって、散乱度合いが大きいと、設計がトライ & エラーになってしまう。

【 0 1 3 0 】

しかしながら、我々の測定によれば、サンプル N O . 1 からサンプル N o . 3 で発散度の位置依存性は概ね変わらないことが分かった。それゆえ、少なくともサンプル N O . 3 程度の微小凹凸よりも散乱性がない場合、溝を鏡面と仮定して、発散度の位置分布の設計をシミュレーションにて設計可能ということが分かった。したがって、上述した何れの物性値もサンプル N O . 2 の値とサンプル N O . 3 の値の間にすると、色ムラを抑制しつつ、設計がシミュレーションで可能となり短期開発という効果を奏する。

【 0 1 3 1 】

これは、算術平均傾斜角度が約 5 . 9 度ということは、鏡面の溝の形状からの微小凹凸によるずれが 5 . 9 度程度であっても、上記設計において鏡面とした場合と変わらない設計が可能であるということである。算術平均傾斜角度が 10 度程度までは、鏡面とした場合と変わらない設計が可能であると考えられる。

【 0 1 3 2 】

つまり、算術平均粗さ R a は約 0 . 2 μm より大きく、約 0 . 8 μm 程度以下が好ましい。また、算術平均傾斜角度は 1 度より大きく 10 度程度以下が好ましい。また、散乱分布の方位角方向の半値角は 30 度より大きく 110 度程度以下が好ましい。

【 0 1 3 3 】

この色ムラの課題を解決するための散乱特性を付与した光取り出し部 3 は、図 7 (a) から (f) を用いて説明した構造と同じで良い。光取り出し部 3 の所定の部位が光を散乱させる部位であれば良い。つまり、散乱により、光の伝播方向を複数の方向へ変更させる機能がある面なら良い。また、光取り出し部 3 の所定の部位が、粗い面であれば当該効果を奏する。また、大きな光取り出し構造があり、その構造を構成する表面にさらに散乱するための微小凹凸構造が付与されている構成であれば良い。

【 0 1 3 4 】

また、導光体 2 の平面の一部に微小凹凸構造が設置されていても良く、散乱する粗面であれば良い。当該微小凹凸パターンは光が伝播する方向とは反対方向にも光が反射散乱するパターンであることが望ましい。

【 0 1 3 5 】

上述した散乱特性を付与した光取り出し部 3 を用いることで、とりわけ導光体 2 から光で周囲を直接照明する照明装置において課題となる図 8 (b) で説明した色ムラと図 6 (a) で説明した明るさのムラを同時に解決するという効果を奏する。なお、とりわけ、第 2 の光取り出し部 3 B は L E D 光源 4 に近いために色が混色し難いので、散乱特性を第 2 の光取り出し部 3 B に付与することは非常に重要である。最も良いのは、全ての光取り出し部 3 に散乱特性を付与することである。なお、導光体 2 の光取り出し部 3 以外の面は、光を導光可能な程度に鏡面である。

【 0 1 3 6 】

また、図 6 から図 9 を用いて説明した散乱特性を付与した光取り出し部 3 は、導光体が図 9 (a) のように平板の導光体 2 P を用いた照明装置の場合でもあっても、上述した様々な効果を発揮する。

【 0 1 3 7 】

次に、上述した色ムラをある程度低減できる他の構成について図 10 (a) から (c)

10

20

30

40

50

を用いて説明する。図 1 は、導光体 2 の中心を中心として、第 1 の光取出し部 3 A および第 2 の光取出し部 3 B をリング状に配置した例を説明した図である。図 1 0 (a) に記す例でも光取出し部 3 はおおそリング状に配置されているが、円周より短い周期 (距離) で散乱するための構造が付いている例である。当該周期は必ずしも規則正しい特定の周期とする必要はない。円周より短い距離で構造が付いていればよい。

【 0 1 3 8 】

図 1 0 (a) は、前面方向から導光体 2 を見た正面図であって、第 1 の光取出し部 3 A の一部を拡大した図である。矢印 O D で指す方向が外側方向である。実線 3 A E は第 1 の光取出し部 3 A の外側と内側の端部を示す。点線 3 A E ' は参考のために示す線であって、図 1 で説明した第 1 の光取出し部 3 A の端部を示しており、光取出し部 3 が滑らかなリング状である場合を示している。実線 3 A E は、円周に沿ってはいるが、円周よりは十分に小さな構造で端部 3 A E が揺らいで配置されている。端部 3 A E が揺らいでいると、第 1 の光取出し部 3 A を構成する面も小さな距離の間に様々な方向を向くので、ある特定の小さな領域で、入射光の伝播方向を複数の方向へ変更させられる。ここで、光線 R A Y 1 0 1 は、L E D 光源 4 L からの光線であって、中心方向に伝播してきて、第 1 の光取出し部 3 A でも方向を変えられずに中心方向に伝播する例を示している。また、光線 R A Y 1 0 2 は、L E D 光源 4 D からの光線であって、第 1 の光取出し部 3 A で方向を変えられた例を示している。光線 R A Y 1 0 1 と 1 0 2 は、小さな領域からの光であるため混色しながら観測者に届く。それゆえ、光取出し部 3 の端部 3 A E が揺らいで配置されている構成である場合、上述した色ムラを抑制できるという効果を奏する。なお、図 1 0 (a) の点線 3 A E ' はリングの一部を示しているが、本構造はリング状に沿って配置することに限定されず、さまざまな配置が可能である。

【 0 1 3 9 】

また、端部 3 A E が揺らいで配置されている構成は、光取出し部 3 の所定の部位が、L E D 光源 4 から光を、L E D 光源 4 から照明装置の中心に向かう方向である中心方向 (おおよそ伝播方向) とは異なる方向に光を反射させる部位を有するということであり、他にも図 1 0 (b)、(c) に示すような構造でも色ムラを抑制できるという効果を奏する。これらは溝の凹形状であっても良く突出の凸形状であっても良い。図 1 0 (b)、(c) において、参考のため図 1 で説明した第 1 の光取出し部 3 A の端部を示す。何れの図も光取出し部 3 の斜視図である。光取出し部 3 は全てが、リング状に結合しているわけではなく、リング状に沿ってはいるが、個別に小さな構造が配置されている、図 1 0 (b) は台形の立体的構造が配置されている例であり、図 1 0 (c) は、ピラミッドが連なって配置されている例である。図 1 0 (b)、(c) では約同程度の大きさの構造が配置されているが、様々な大きさや形状の構造が混在しても良いし、配置もランダムに配置しても良い。なお、図 1 0 (b)、(c) の点線 3 A E ' はリングの一部を示しているが、本構造はリング状に沿って配置することに限定されず、さまざまな配置が可能である。このとき、各構造の大きさは L E D 光源 4 の発光波長程度以上の大きさであることが好ましい。言うまでも無く、その他にも様々な形状が考えられるが、特徴は L E D 光源 4 から照明装置の中心に向かう方向である中心方向とは異なる方向に光を反射させる部位を有するという点である。

【 0 1 4 0 】

図 1 0 (a) から (c) において、構造を構成する表面にさらに散乱するための微小凹凸構造を付与しても良いが、微小凹凸構造を付与しなくてもある程度は色ムラが改善する。図 1 0 (a) から (c) の構造の良い点は、微小凹凸構造の散乱特性を制御して設計しなくても点にある。散乱特性を制御して設計するには、何回かの試作を実施して特性を把握しなくてはならないので、設計の難度が上がる。一方で、微小凹凸構造が無い場合は、光学シミュレーションのみで設計を完了させることが可能である。したがって、図 1 0 (a) から (c) の構成を用いると設計期間を短縮できるという効果を奏する。

【 0 1 4 1 】

次に、本実施形態で説明した照明装置 1 の天井 5 0 への取り付け方法に関して図 1 1 を

10

20

30

40

50

用いて詳細に説明する。主に説明に関係のある部材のみ記載した。最初に、図 1 1 (a) に示すように、固定具 5 1 を引っ掛けシーリング 5 2 に取り付ける。次に、図 1 1 (b) に示すように、導光体 2、外カバー 8、反射キャップ 1 1 以外の部材が固定されているフレーム 7 を、固定具 5 1 に取り付ける。取り付けたら、電源回路 1 0 と固定具 5 1 から出ている配線 5 1 B を接続して反射キャップ 1 1 をフレーム 7 に取り付ける。

【 0 1 4 2 】

その後、導光体 2 をフレーム 7 A に取り付ける。その方法は、図 1 1 (c - 2) に示すように、導光体 2 の取り付け部 2 G を導光体固定具 1 2 にスライドさせながら差し込む。図 1 1 (c - 2) は前面方向 F D から見た正面図である。導光体 2 の取り付け部 2 G は導光体 2 の端部に 3 箇所あり、それに対応して導光体固定具 1 2 もフレームに設置されている。図中矢印の方向に導光体 2 を回転させると、取り付け部 2 G が導光体固定具 1 2 に入り、導光体 2 がフレーム 7 に固定される仕組みである。図 1 1 (c - 1) は、図 1 1 (c - 2) 中の B - B ' 断面を示している。最後に、図 1 1 (d) に示すように、外カバー 8 を被せて照明装置 1 の天井への取り付けは完了である。本取り付け方法は、最も簡単な取り付け方法と考えられる。但し、前述した様々な課題を解決するための全ての構造、例えば、LED 光源 4 の配置方法、光取出し部 3 の構造、散乱特性を付与するなどの構造は、取り付け方法には依存せず、効果を発揮する。

【 0 1 4 3 】

電力を LED 光源 4 に供給する電源回路 1 0 と、LED 光源 4 と、が設置され、かつ固定具 5 1 に取り付けられるフレーム 7 を有し、導光体 2 は、フレーム 7 に取り付けられ、かつフレーム 7 に取り付けられた状態で固定具 5 1 を覆うことを特徴とする。これにより、最も簡単な取り付け構造の一つであって、照明装置 1 の構造も簡単な構造であるという効果を奏する。また、導光体 2 は、フレーム 7 の大半と固定具 5 1 (または、固定具 5 1 と対向して配置されている反射キャップ 1 1) を覆う構成であるため、導光体 2 の透明感のため外観が綺麗であるという効果があり、凡そ照明装置全体から光が出射するという構成である。

【 0 1 4 4 】

また、別の観点で見ると、本構造は、導光体 2 をネジやリベットなどでフレーム 7 に固定するのでは無く、ドライバーなどの工具を使わないで導光体 2 を取り外し可能な構造としたところに特徴があり、導光体固定具 1 2 などの機械的な構造、つまり、機構により導光体 2 をフレーム 7 にとりつけている点に特徴がある。これにより、最も簡単な取り付け構造の一つであって、照明装置 1 の構造も簡単な構造であるという効果を奏する。

【 0 1 4 5 】

電源回路 1 0 と LED 光源 4 からなるフレーム 7 を所定の位置 (本実施形態では天井 5 0) に取り付け、その後、導光体 2 をフレーム 7 に取り付ける構造は、最も簡単な取り付け構造の一つであって、照明装置 1 の構造も簡単な構造であるという効果を奏する。また、本構成は、上述の効果を得るとともに、特に、導光体 2 からの光で周囲を直接照明する構成 (照明装置 1 における一部または全部の前面方向 F D および一部の外側方向 O D の最外部は導光体 2 という構成) の場合に外観が美しいなどの効果を奏し、重要である。

【 0 1 4 6 】

取り付け方法は様々な方法が考えられる。変形例として別の方法を次に説明する。

<<変形例>>

本実施形態で説明した照明装置 1 の天井 5 0 への取り付け方法に関して、変形例を、図 1 2 を用いて説明する。図 1 1 の方法との大きな違いは、電源までを一つの第 1 ユニット 1 U A とし、導光体 2 と LED 光源 4 のからなる部位を別の一つの第 2 ユニット 1 U B とし、第 1 ユニット 1 U A を天井 5 0 に取り付けた後で、第 2 ユニット 1 U B を第 1 ユニット 1 U A に取り付ける点である。

【 0 1 4 7 】

最初に、図 1 1 の方法と同様に、図 1 2 (a) に示すように、固定具 5 1 を引っ掛けシーリング 5 2 に取り付ける。次に、図 1 2 (b) に示すように、電源回路 1 0 が設置され

たフレーム 7 B とそれを取り囲むフレーム 7 A から成る第 1 ユニット 1 U A を取り付ける。取り付けたら、電源回路 1 0 と固定具 5 1 から出ている配線 5 1 B を接続して反射キャップ 1 1 をフレーム 7 A に取り付ける。

【 0 1 4 8 】

その後、第 2 ユニット 1 U B を第 1 ユニット 1 U A に取り付ける。図 1 2 (c - 2) は前面方向 F D から見た正面図であり、第 1 ユニット 1 U A の取り付け部 1 3 A とそれが設置されているフレーム 7 A と、第 2 ユニット 1 U B の取り付け部 1 3 B とそれが設置されているフレーム 7 C を示す図である。図中に示す矢印の方向に、第 2 ユニット 1 U B の取り付け部 1 3 B を、第 1 ユニット 1 U A の取り付け部 1 3 A にスライドさせながら差し込むことで、第 2 ユニット 1 U B を第 1 ユニット 1 U A に取り付ける。第 2 ユニット 1 U B の取り付け部 1 3 B は、フレーム 7 C の端部に 3 箇所あり、それに対応して第 1 ユニット 1 U A の取り付け部 1 3 A もフレーム 7 A に設置されている。図 1 2 (c - 1) は、図 1 2 (c - 2) 中の C - C ' 断面を示している。第 2 ユニット 1 U B を第 1 ユニット 1 U A に取り付けることで、図 1 2 (d) に示すように、照明装置 1 の天井への取り付けは完了である。

10

【 0 1 4 9 】

本変形例のように、導光体 2、基板 5 (L E D 光源 4) を一つのユニットとして、フレーム 7 C に固定する構成は、ネジやリベットなどの取り付け部品でそれらを結合することにより、導光体 2 の入射面 2 A と L E D 光源 4 の位置ずれを低減することが可能となる。導光体 2 の入射面 2 A と L E D 光源 4 の位置ずれを、概ね 1 m m 以内にすることが可能となる。導光体 2 の入射面 2 A と L E D 光源 4 の発光面の位置がずれると、L E D 光源 4 の発光光が導光体 2 に入らずに迷光となり輝線やムラとなったり、損失したりするので、前記位置ずれを抑制することは重要である。

20

【 0 1 5 0 】

導光体 2、L E D 光源 4 を一つのユニットとした場合の最大の課題は、天井 5 0 への照明装置 1 の取り付けおよび取り外しである。なぜなら、導光体 2 により、固定具 5 1 と引っ掛けシーリング 5 2 が覆われてしまうからである。固定具 5 1 が覆われているので、例えば、照明装置 1 を取り付けられたとしても取り外しが不可能となる。

【 0 1 5 1 】

そこで、本変形例では、天井 5 0 との結合を担う電源回路 1 0 を含む第 1 ユニット 1 U A と、導光体 2 と L E D 光源 4 との位置関係を固定した第 2 ユニット 1 U B を設け、第 1 ユニット 1 U A を所定の位置 (本実施形態では天井 5 0) に設置し、当該第 1 ユニット 1 U A に、第 2 ユニット 1 U B に接続することで、天井 5 0 への照明装置 1 の取り付けおよび取り外しの課題を解決した。また、本構成は、上述の効果を得るとともに、特に、導光体 2 からの光で周囲を直接照明する構成 (照明装置 1 における一部または全部の前面方向 F D および一部の外側方向 O D の最外部は導光体 2 という構成) の場合に外観が美しいなどの効果を奏し、重要である。

30

【 0 1 5 2 】

それゆえ、本変形例とすることで、照明装置 1 として不可欠な取り付け取り外しを可能としつつ、前記位置ずれの恐れを低減でき、色ムラや光学的損失を抑制できるという効果を奏する。

40

《 第 2 の実施形態 》

図 1 3 は、本発明の第 2 の実施形態に係る照明装置の構成を説明するための図である。第 1 の実施形態と同じ個所、または、同じ機能を有する箇所に関しては説明を省略する。図 1 3 (a) は前面方向 F D から照明装置 1 を見た正面図で、図 1 3 (b) は、図 1 3 (a) 中の D - D ' の断面図である。図 1 3 (c) は、後述する中央キャップ 1 4 およびそれと一体成形されたキャップ結合部材 1 5 の斜視図である。図 1 3 (d) は、後述する中央キャップ 1 4 およびそれと一体成形されたキャップ結合部材 1 5 の別の例の斜視図である。

【 0 1 5 3 】

50

第 1 の実施形態と大きく異なる個所は、導光体 2 がフレーム 7 に固定されている状態であっても固定具 5 1 の操作を可能とすることを目的として、導光体 2 の中心に穴 2 E を設けた点である。本実施形態では穴 2 E を円形としている。本実施形態の場合、照明装置 1 が略円形であり、光を等方的に、次に述べる中央キャップに導くという効果を得るために、穴 2 E も略円形としている。しかしながら、本発明は、穴 2 E の形状に限定されず、四角や楕円であっても良い。

【 0 1 5 4 】

穴 2 E と、さらに、穴 2 E を塞ぐ中央キャップ 1 4 と、固定具 5 1 の前面を覆う反射キャップ 1 1 との 2 重のキャップを設けることで、次に述べる照明装置 1 の天井 5 0 への取り付けおよび取り外しが可能となる。

10

【 0 1 5 5 】

図 1 4 を用いて照明装置 1 の天井 5 0 への取り付け方法に関して説明する。照明装置 1 の天井 5 0 への取り付けは、はじめに、図 1 4 (a) に示すように、固定具 5 1 を引っ掛けシーリング 5 2 に取り付ける。次に、図 1 4 (b) に示すように、当該 2 つのキャップ (中央キャップ 1 4 と反射キャップ 1 1) を照明装置 1 における所定の位置からはずした状態で、導光体 2、LED 光源 4、電源回路 1 0 等を一体として、フレーム 7 を固定具 5 1 に取り付ける。その後、電源回路 1 0 から出ている配線 1 0 A と固定具 5 1 から出ている配線 5 1 B を接続して、当該 2 つのキャップ (中央キャップ 1 4 と反射キャップ 1 1) を照明装置 1 における所定の位置に取り付けることで、図 1 4 (c) に示すように、照明装置 1 の天井 5 0 への取り付けが完了する。天井 5 0 からの照明装置 1 の取り外し時は、逆の手順で、当該 2 つのキャップ (中央キャップ 1 4 と反射キャップ 1 1) を照明装置 1 の所定の位置から取り外した状態で、電源回路 1 0 と固定具 5 1 から出ている配線 5 1 B を切り離して、固定具 5 1 を操作して照明装置 1 を天井 5 0 から取り外す。

20

【 0 1 5 6 】

当該穴 2 E と、それを塞ぐ中央キャップ 1 4 を設けることで、導光体 2、LED 光源 4、電源回路 1 0 等を一体とする簡易な構成で、照明装置 1 の天井 5 0 への着脱を容易に扱うことを可能とした。

【 0 1 5 7 】

当該穴 2 E と、それを塞ぐ中央キャップ 1 4 を設けることにより、導光体 2、基板 5 (LED 光源 4) は、ネジやリベットなどの取り付け部品でフレーム 7 A に固定する構成なので、導光体 2 の入射面 2 A と LED 光源 4 の位置ずれを低減することが可能となり、上述した簡易な構成であっても、前記位置ずれの恐れを低減でき、色ムラや光学的損失を抑制できるという効果を奏する。なお、本実施形態ではネジ 1 6 で導光体 2 をフレーム 7 A に固定している。

30

【 0 1 5 8 】

導光体 2、LED 光源 4、電源回路 1 0 を一体とし、導光体 2 の中央に、固定具 5 1 を操作するための穴を設ける本構成は、上述の効果を得るとともに、特に、導光体 2 からの光で周囲を直接照明する構成 (照明装置 1 における一部または全部の前面方向 F D および一部の外側方向 O D の最外部は導光体 2 という構成) の場合に外観が美しいなどの効果を奏し、重要である。

40

【 0 1 5 9 】

次に、穴 2 E と中央キャップ 1 4 に関して詳細に説明する。当該穴 2 E に対応した導光体 2 の側面である内側出射面 2 F からは、導光体 2 を導光してきた光が出射する。当該穴 2 E にはまるように透明の部材で形成された中央キャップ 1 4 がある。

【 0 1 6 0 】

中央キャップ 1 4 の材料は、アクリル、ポリカーボネート、ポリスチレン、または、それらの複合材等の樹脂である。但し、本発明は光を導光できる程度に透明であれば、材料に限定されない。例えば、ガラス等も可能である。照明装置 1 に使用する材料種類を低減するという効果を得るためには、導光体 2 と同じ材料を使えばよい。

【 0 1 6 1 】

50

中央キャップ 14 は、蓋の役割と同時に導光体の役割を果たす部材である。内側出射面 2 F から出射した光は、中央キャップ 14 の入射面 14 A から入射して、中央キャップ 14 内を導光して、中央キャップ 14 の光取出し部 14 C により、導光体の導光条件が崩れて出射面 14 B O から出射する。一部の光は、内側の面 14 B I に出射したり、中央キャップ 14 を貫通して導光体 2 に再度入射したりする。

【0162】

内側出射面 2 F よりも中央キャップ 14 の入射面 14 A を厚くしている。これにより、内側出射面 2 F から出射した光を効果的に中央キャップ 14 に入射させるという効果を奏する。

【0163】

光取出し部 14 C は、出射面 14 B O から出射する光束の位置分布が所定の分布となるように設置されている。光取出し部 14 C の特徴および機能は、第 1 の実施形態において説明した導光体 2 の光取出し部 3 の特徴および機能を有し、同様の効果を発揮する。但し、必ずしも、第 1 の実施形態において説明した導光体 2 の光取出し部 3 の特徴を有する必要はない。光取出し部 14 C は、図 13 (b) の断面図では、半円の溝で示されている。また、図 13 (c) では、大まかな位置を点線で示している。

【0164】

但し、内側出射面 2 F よりも中央キャップ 14 の入射面 14 A の方が厚いため、中央キャップ 14 内の方が光取出し部で反射される確率が低下する。それゆえ、それを補うために、中央キャップ 14 の光取出し部 14 C を、導光体 2 の光取出し部 3 よりも、大きくするか、または単位面積あたりの密度を上げるか、または大きく、且つ、密度も上げるかして、光取り出しされる確率を上げて、補償することがある。前述の光取り出しされる確率を上げることで、導光体 2 の出射面 2 C O と中央キャップ 14 の出射面 14 B O からの出射光の発散度分布を均一にするという効果を奏する。

【0165】

中央キャップ 14 を透明な導光体とすることで、導光体 2 と併せて照明装置 1 の全面から光を出射する照明装置 1 を実現するという効果を奏する。

【0166】

光取出し部 14 C は、内側の面 14 B I に付与しているが、これに限定されず、外側の出射面 14 B O に付けても良い。但し、本実施形態では、導光体 2 の光取出し部 3 が付与されている面と同じ側の面である面 14 B I に付与している。導光体 2 と中央キャップ 14 において、同じ側の面に光取出し部を付与することにより、両者で出射光の出射角度分布が近づくので、見え方の差が少なくなるという効果を奏する。

【0167】

さらに、第 1 の実施形態において説明した導光体 2 の光取出し部 3 の特徴および機能（例えば、光取出し部を構成する面に付与する散乱特性）を、導光体 2 と中央キャップ 14 とで、概ね等しくすることで、両者で出射光の出射角度分布が近づくので、見え方の差が少なくなるという効果を奏する。

【0168】

中央キャップ 14 の出っ張り部 14 D は、内側出射面 2 F と中央キャップ 14 の入射面 14 A の隙間に重なるように配置されており、虫が当該隙間から導光体 2 の内側に入らないようにするために設けられている。当該隙間よりも、出っ張り部 14 D と導光体 2 との隙間の方が小さくできるため、出っ張り部 14 D を設けた方が、虫が内側に入り難くなるという効果を奏する。

【0169】

なお、出っ張り部 14 D の有無は本発明を限定するものではない。虫が入らないレベルまで当該隙間を小さくし、図 13 (d) に示すように出っ張り部 14 D を無くし、導光体 2 の出射面 2 C O と中央キャップ 14 の出射面 14 B O の面の高さを合わせて、照明装置 1 全体として外観には凹凸の無い出射面を形成しても良い。

【0170】

また、導光体 2 と中央キャップ 1 4 の結合部に出っ張り部 1 4 D は位置するので、一部の光が出っ張り部 1 4 D から漏れることがある。その際に、出っ張り部 1 4 D が眩しい場合は、出っ張り部 1 4 D は、拡散部材でカバーされても良いし、拡散シートまたは反射シート類を貼られても良いし、シボなどの微小凹凸を付与して散乱させて、眩しさを軽減しても良い。

【0171】

本実施形態では、反射キャップ 1 1 と中央キャップ 1 4 を同時にフレームに固定できるようにすることで天井 5 0 への取り付けが簡易な照明装置 1 を提供するために、さらに、反射キャップ 1 1 と中央キャップ 1 4 をキャップ結合部材 1 5 で繋げている。なお、本実施形態では、キャップ結合部材 1 5 で繋げているが、反射キャップ 1 1 および中央キャップ 1 4、それぞれに照明装置 1 への固定部を設け、キャップ結合部材 1 5 を無くしても良い。

10

【0172】

本実施形態のキャップ結合部材 1 5 は、円盤状の中央キャップ 1 4 の形状に対応する構造であって、中空の円筒状の部材である。さらに、その材質は光を透過する透明な部材である。キャップ結合部材 1 5 の材質は、アクリル、ポリカーボネート、ポリスチレン、または、それらの複合材等の樹脂である。但し、本発明は光を透過する透明な材質であれば、材料に限定されない。例えば、ガラス等も可能である。本実施形態のキャップ結合部材 1 5 は、生産工程を低減するために、中央キャップ 1 4 と同じ部材で、一体成形にて作製された部材である。但し、キャップ結合部材 1 5 は反射キャップ 1 1 と中央キャップ 1 4 を繋ぐ部材であれば、天井 5 0 への取り付けを簡易にするという効果があるので、形状および材質が限定されるものではない。

20

【0173】

また、本実施形態では、中央キャップ 1 4 とキャップ結合部材 1 5 とを一体成形した部材に、反射キャップ 1 1 をはめこむ構成としている。図 1 3 (c) に示す点線の位置 1 1 L に反射キャップ 1 1 をはめこむ。本実施形態では、キャップ結合部材 1 5 に照明装置 1 へのキャップ取り付け部 1 7 があり、当該部位を用いて照明装置 1 に、中央キャップ 1 4、キャップ結合部材 1 5、反射キャップ 1 1 を同時に取り付ける構成である。

【0174】

中央キャップ 1 4、キャップ結合部材 1 5、反射キャップ 1 1 を一体の部材として取り扱うことにより、天井 5 0 への取り付けを簡易にするという効果を奏する。なお、当該一体の部材の照明装置 1 への取り付けは、当該一体の部材の一部に、照明装置 1 に固定するためのキャップ取り付け部 1 7 を設けることで可能となる。

30

【0175】

キャップ結合部材 1 5 を透明にすることで、導光体 2 と反射シート 6 とが成す空間からの光が、中央キャップ 1 4 と反射キャップ 1 1 とが成す空間へも入射するため、導光体 2 と中央キャップ 1 4 から出射する光の量を均一にするという効果を奏する。

【0176】

なぜならば、導光体 2 の出射面 2 C O、2 B O からの出射光は、導光体 2 から取り出された光と、反射シート 6 などでも反射した後で導光体 2 の内側 2 B I、2 C I から導光体に入射して出射面 2 C O、2 B O から出射する光の和である。また、導光体 2 のある部位に着目した場合、前述の反射シート 6 などでも反射した後で導光体 2 から出射する光は当該部位の付近からの光だけではなく、離れた部位からの反射光の寄与も多い。

40

【0177】

それゆえ、導光体 2 と反射シート 6 とが成す空間からの光が、中央キャップ 1 4 と反射キャップ 1 1 とが成す空間へも入射しない構造の場合、中央キャップ 1 4 からの出射光は、内側出射面 2 F から中央キャップ 1 4 の入射面 1 4 A に入射した光のみになってしまうため、中央キャップ 1 4 から出射する光の量が導光体 2 に比べて少なくなり、中央キャップ 1 4 が暗くなる。したがって、キャップ結合部材 1 5 を透明にすることで、導光体 2 と中央キャップ 1 4 から出射する光の量を均一にするという効果を奏する。

50

【0178】

さらに、反射キャップ11と導光体2の距離と、反射キャップ11に隣接する反射シート6と導光体2の距離が概ね等しくなるように配置する（つまり、反射シート6の表面と反射キャップ11の表面を概ね合わせる）ことで、導光体2と反射シート6とが成す空間と、中央キャップ14と反射キャップ11とが成す空間が概ね光学的に等しく、または、連続的に見えるようにしている。本構成とすることで、中央キャップ14と導光体2とで照明装置1の全面から出射する光の発散度を均一にするという効果を奏する。

【0179】

また、反射キャップ11は反射シート6と同様に反射部材であって白色散乱部材であることが好ましい。そうすることで、導光体2と反射シート6とが成す空間と、中央キャップ14と反射キャップ11とが成す空間が概ね光学的に等しく、または、連続的に見え、中央キャップ14と導光体2とで照明装置1の全面から出射する光の発散度を均一にするという効果を奏する。反射部材に関しては、第1の実施形態で説明した様々な特徴や機能の一部または全部を有する。

<<変形例>>

本実施形態で説明した照明装置1において、中央キャップ14、キャップ結合部材15、反射キャップ11の他の組み合わせの変形例を図15に示す。本例におけるキャップ結合部材15は、上述した中空の円筒状の部材ではなく、棒状の部材である。その材質は光を透過する透明な部材である。中央キャップ14と反射キャップ11は、棒状の部材であるキャップ結合部材15で結合している。反射キャップ11に照明装置1へのキャップ取り付け部17があり、当該部位を用いて照明装置1に、中央キャップ14、キャップ結合部材15、反射キャップ11を同時に取り付ける構成である。

【0180】

この場合、導光体2と反射シート6とが成す空間からの光の一部は、キャップ結合部材15で反射するが、大部分の光は中央キャップ14と反射キャップ11とが成す空間へ反射することなく伝播できる。それゆえ、両空間が連続的に繋がっているように見え、導光体2と中央キャップ14からの出射光量が等しくなる。本構成とすることで、中央キャップ14と導光体2とで照明装置1の全面から出射する光の発散度を均一にするという効果を奏する。

【0181】

図15に示す本例の場合は、図13(b)に示す場合のように、反射シート6と反射キャップ11の間に、キャップ結合部材15が入らないので、反射シート6と反射キャップ11間の反射部材の無い間隙が少なくなり、当該間隙から光が漏れ、迷光となって損失するのを抑制する構成である。この効果は、本質的には反射キャップ11の表面にキャップ結合部材15を取り付けることで得られる。

【0182】

また、本例の場合は、キャップ結合部材15が空間に占める割合が小さいので、キャップ結合部材15を反射板（特に白色反射板）にしても良い。

<<変形例2>>

本実施形態で説明した照明装置1において、導光体2の中心に円形の穴2Eを設けた場合の他の例に関して説明する。第2の実施形態において、上述した例は、中央キャップ14を透明として光を導光させ、中央キャップ14から出射させる例に関して説明した。本例では、中央キャップ14を反射材で作製し、中央キャップ14から光を出射しない場合について図16を用いて説明する。第1および第2の実施形態と同じ個所、または、同じ機能を有する箇所に関しては説明を省略する。図16(a)は正面図であって、図16(b)は、図16(a)中のE-E'の断面図である。

【0183】

本例では、反射キャップ11は無くなり、中央キャップ14のみが、固定具51と対向して配置されている。中央キャップ14は、光を反射する部材であり、一般に散乱反射する白色の部材である。安全性向上のために中央キャップ14は難燃性の樹脂であることが

好ましい。

【0184】

反射キャップ11が無いので、キャップ結合部材15も無い。その代わりに、照明装置1に固定され、導光体2と反射シート6が成す空間からの光を反射して、固定具51を配置した空間に光が入らないようにする中央反射板18が配置される。中央反射板18は、導光体2の内側出射面2Fから出射する導光体2を導光してきた光も反射する。

【0185】

中央反射板18の出っ張り部18Aは、内側出射面2Fと中央反射板18の隙間に重なるように配置されており、虫が当該隙間から導光体2の内側に入らないようにするために設けられている。当該隙間よりも、出っ張り部18Aと導光体2との隙間の方が小さくできるため、出っ張り部18Aを設けた方が、虫が照明装置1の内側に入り難くなるという効果を奏する。

【0186】

さらに、出っ張り部18Aは、内側出射面2Fからの光が中央反射板18で反射して、前面方向に漏れるのを防ぐという効果も奏する。

【0187】

なお、出っ張り部18Aの有無は本発明を限定するものではない。また、出っ張り部18Aは、同じ機能があれば、中央反射板18に付けても中央キャップ14に付けてもどちらでも良い。

【0188】

本例は、上述した第2の実施形態の変形例であり、導光体2の中心に穴2Eを設けることによって、導光体2がフレーム7に固定されている状態であっても固定具51の操作を可能とした。

【0189】

それゆえ、穴2Eと、さらに、穴2Eを塞ぐ反射材で作製された中央キャップ14を設けることで、導光体2がフレーム7に固定されている状態であっても容易に、照明装置1の天井50への取り外しを可能とした構成である。

【0190】

本例の場合、中央キャップ14から光が出射しないが、中央キャップ14が固定具51のみを覆う程度の十分に小さな面積である場合、中央キャップ14からの出射が無いことがあまり気にならない。そのような場合に、LED光源4が照明装置1の最外周に1列で、照明装置1の外周に沿って基板5に配置されている構成において、本例は最も簡単な構成となる。

<<変形例3>>

本変形例は、導光体2の前面に、導光体2から出射した光を散乱するための散乱カバー部材19を配置した例であり、図17を用いて説明する。第2の実施形態で説明した照明装置に、散乱カバー部材19を追加したものである。本例は、導光体2を用いたときに得られる薄型均一照明の効果を得つつ、散乱カバー部材19により、全体が白い外観の照明装置1を提供する例である。散乱カバー部材19を追加したので、外カバー8は不要になる。第1および2の実施形態で説明した導光体2の特徴およびそれによる効果は本例においても同様に得られる。

【0191】

例えば、複数の色のLED光源を用いた場合の色ムラの課題も、散乱カバー部材19を用いれば緩和する。しかしながら、散乱カバー部材19の全光線透過率を高くして光損失を低減したり、散乱カバー19と導光体2の距離を近づけたりする場合には、当該色ムラの課題が重要な課題になる。

【0192】

また、導光体2全体から均一に光が出射してない場合には、それが前記散乱カバー19に投影され、ムラとして課題になる。

【0193】

10

20

30

40

50

それゆえ、第1および2の実施形態で説明した様々な効果を発揮する導光体2の特徴を本構成でも備えることは、同様の効果を発揮して、照明装置全体から光が出射し、床方向から側方および天井方向まで空間全体を明るくする薄型の照明装置を提供するために重要である。

【0194】

なお、以上説明した各実施形態において、入射面2Aは平坦な面であるが、これに限らず、入射面は、光源の出射面からの光を当該部位より導光体2に入射させ、当該光が導光体内を伝播する機能を有すれば良い。例えば、入射面2Aに凹凸などの形状が付与されていても良い。平坦な面とは異なる一例を図18に示す。図18(a)は、導光体2の内側から入射面2A付近を見た図である。図18(b)は、図18(a)のF-F'で示す箇所
10
の断面図である。図18(a)は、図18(b)に示す矢印AINの方向より、入射面2A付近を見た図である。本例は、入射面2Aに凹凸が有る例であって、外側方向に平行方向に沿って凸(または凹)形状が付与された例である。当該入射面2Aにおいて、外側方向に平行方向に沿って凸(または凹)形状が付与される構成は、入射面2Aに入射した光が凸(または凹)形状が延在する方向と直交方向に光を広げる効果を有するので、隣接するLED光源(4D, 4L)からの出射光が円周方向で混じり易くなり、色ムラや光ムラを抑制するとい効果を奏する。

【0195】

なお、以上説明した各実施形態において、光源はLED光源4として説明したが、これに限らず、有機発光ダイオードOLED(Organic Light Emitting Diode)など、別の光源を用いることも可能である。
20

【0196】

なお、以上説明した各実施形態において、各実施形態で説明した特徴は、それぞれ独立に適用することも可能であるが、適宜組み合わせることも可能である。

【0197】

なお、以上説明した各実施形態は、本発明の説明のために示した具体例であって、これらの各実施形態に本発明を限定するものではない。例えば、以上の各実施形態において図示した各部材の形状および構成は、当該部材が有すべき機能を満足するものであれば、必要に応じ適宜設計乃至は最適化するべきものである。

【符号の説明】

【0198】

1・・・照明装置、2・・・導光体、2A・・・入射面、2B・・・伝播方向変換部、2C・・・面出射部、3・・・光取出し部、3A・・・第1の光取出し部、3B・・・第2の光取出し部、4・・・LED光源、5・・・基板、6・・・反射シート(反射部材)、7・・・フレーム、7A・・・前面側のフレーム(反射部材)、8・・・外カバー(反射部材)、9・・・内カバー(反射部材)、10・・・電源回路、11・・・反射キャップ、12・・・導光体固定具、13A・・・第1ユニット1UAの取り付け部、13B・・・第2ユニット1UBの取り付け部、14・・・中央キャップ、15・・・キャップ結合部材、16・・・ネジ、17・・・キャップ取り付け部、18・・・中央反射板、19・・・散乱カバー部材、50・・・天井、51・・・固定具、52・・・引っ掛けシーリング
40

10

20

30

40

【図 1 (a)】

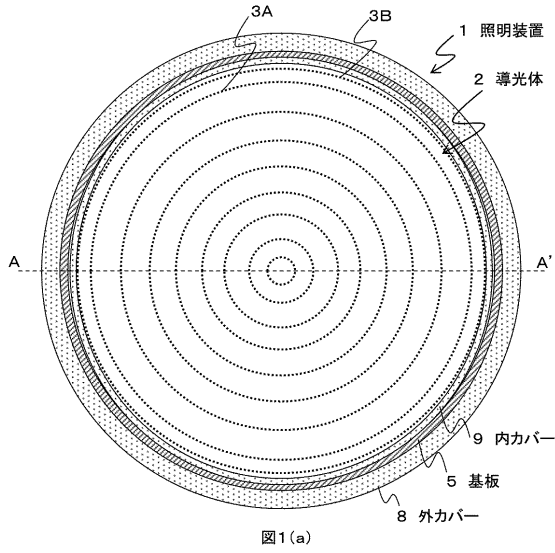


図1(a)

【図 1 (b)】

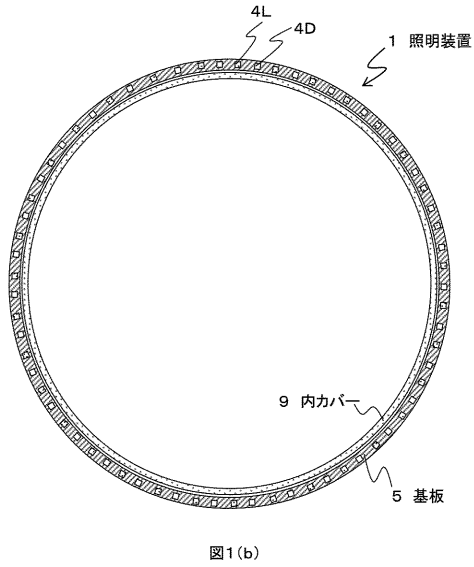


図1(b)

【図 2】

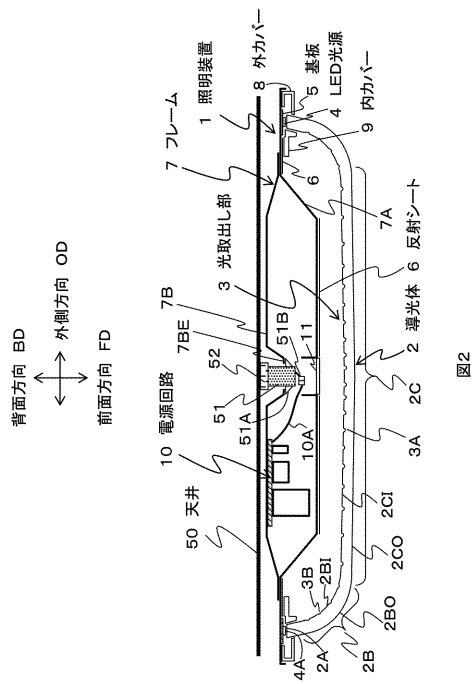


図2

【図 3】

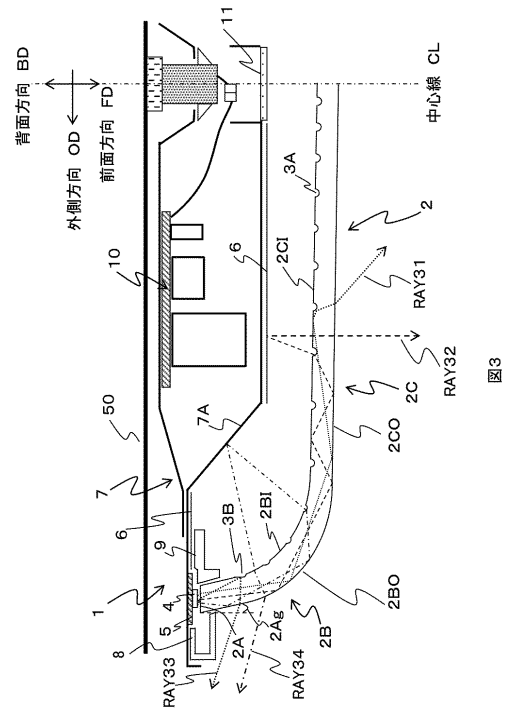
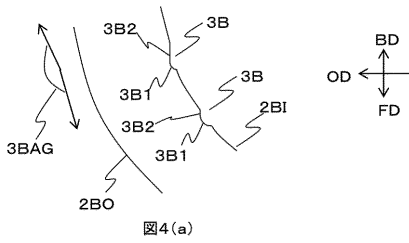
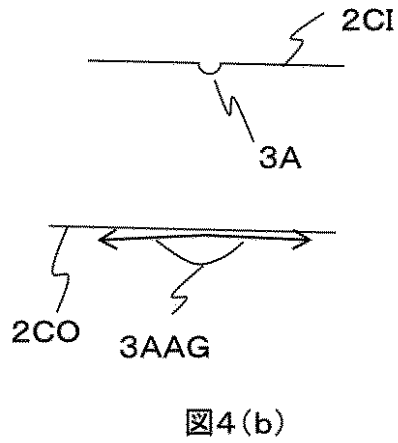


図3

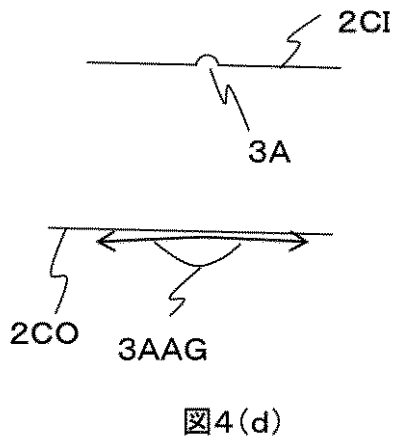
【図 4 (a)】



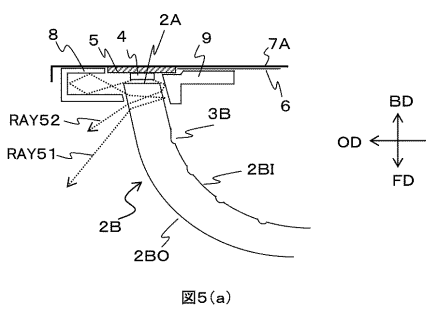
【図 4 (b)】



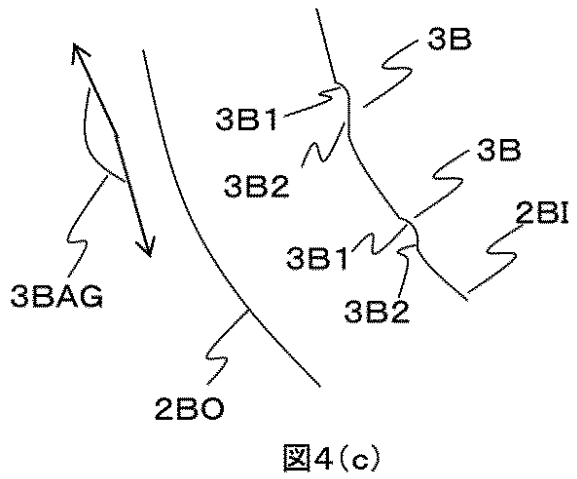
【図 4 (d)】



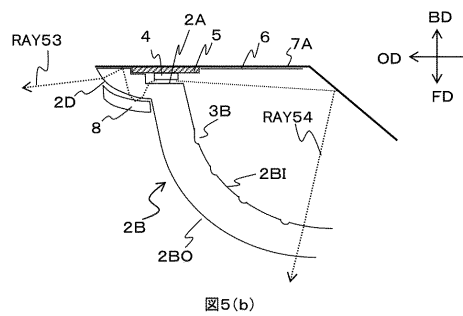
【図 5 (a)】



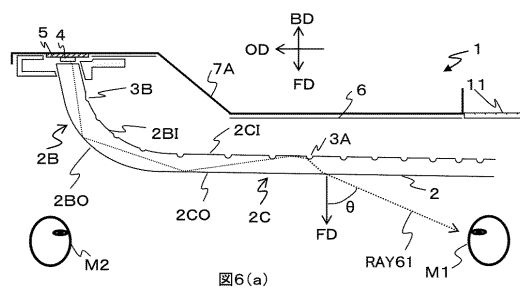
【図 4 (c)】



【図 5 (b)】



【図 6 (a)】



【図6(b)】

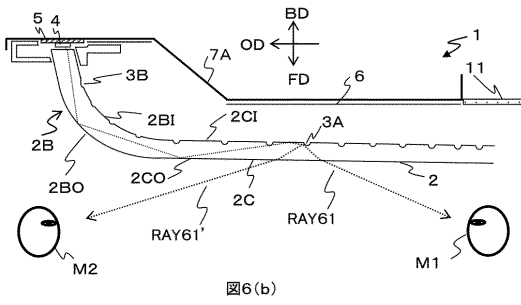


図6(b)

【図6(c)】

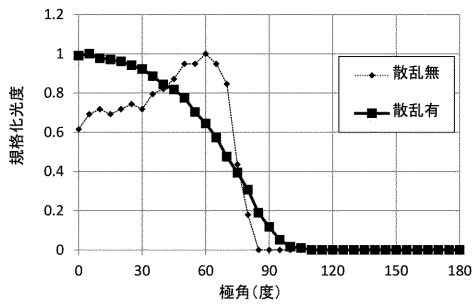


図6(c)

【図7(a)】

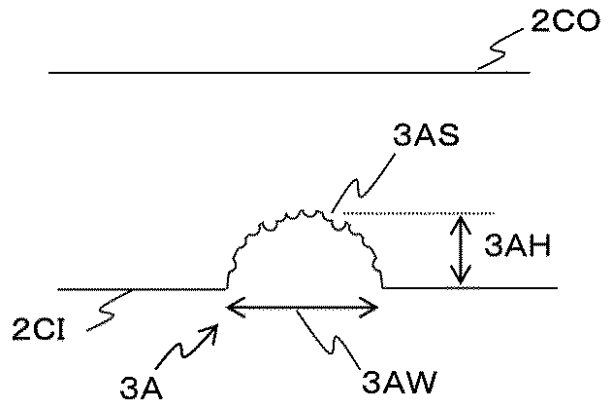


図7(a)

【図7(b)】

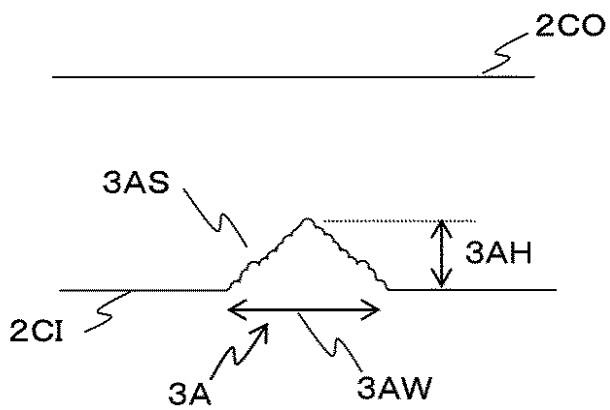


図7(b)

【図7(c)】

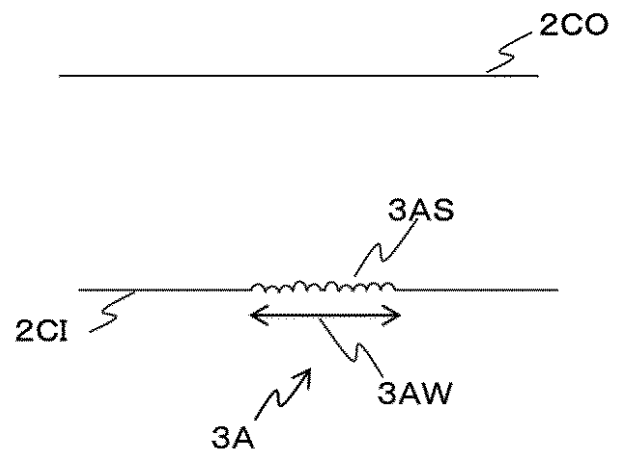


図7(c)

【図7(d)】

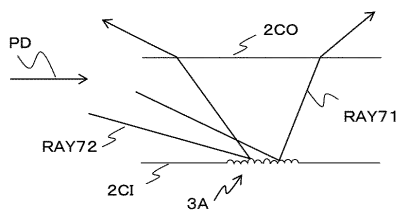


図7(d)

【図 7 (e)】

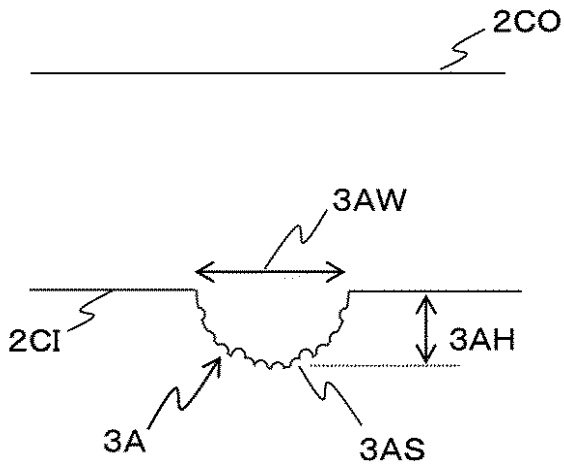


図7(e)

【図 7 (f)】

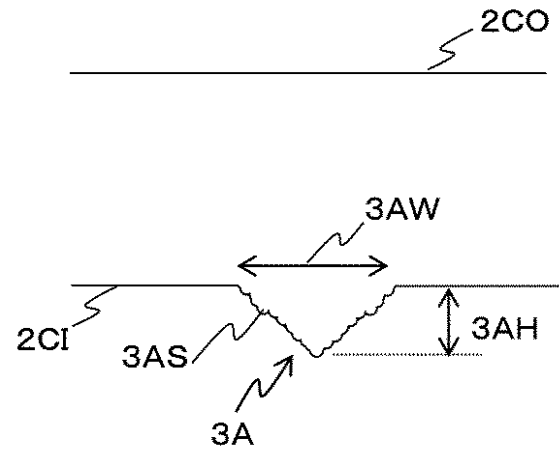


図7(f)

【図 7 (g)】

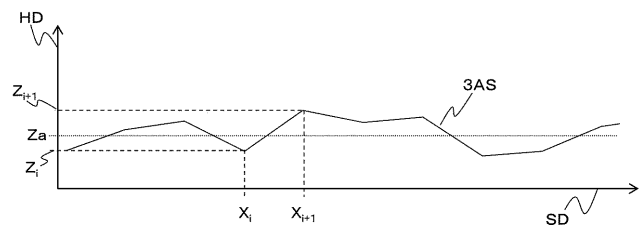


図7(g)

【図 8 (a)】

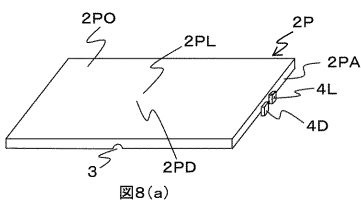


図8(a)

【図 8 (d)】

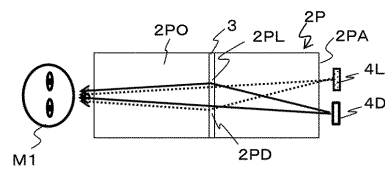


図8(d)

【図 8 (b)】

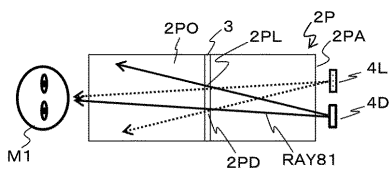


図8(b)

【図 8 (c)】

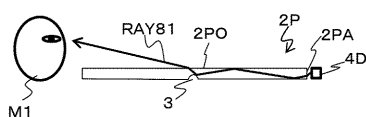


図8(c)

【図 9 (a)】

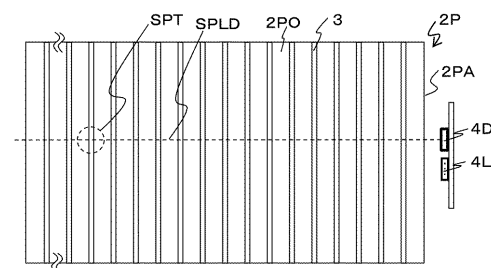


図9(a)

【図 9 (b)】

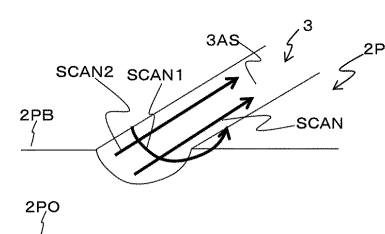


図9(b)

【図 9 (c)】

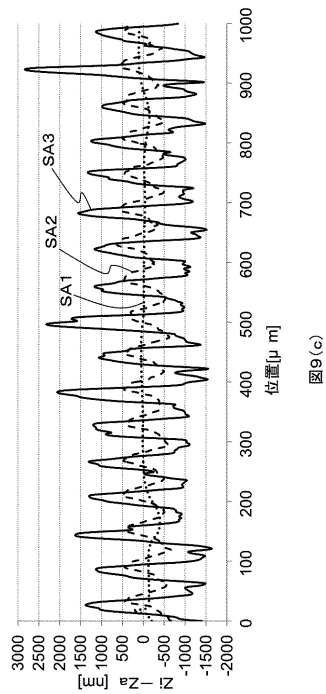


図9(c)

【図 9 (d)】

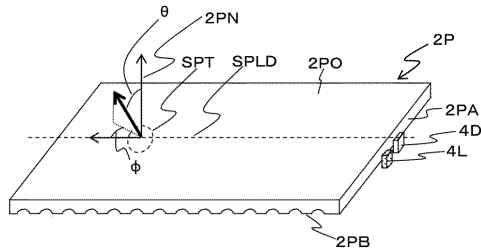


図9(d)

【図 9 (e)】

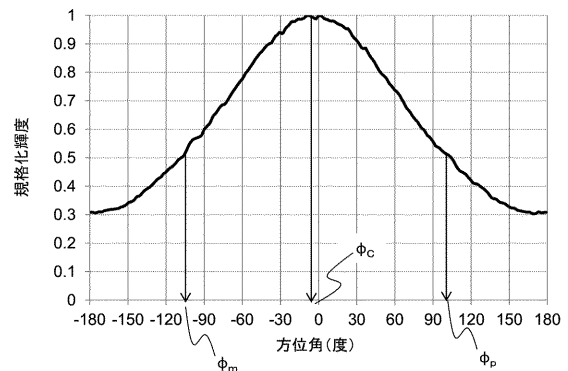


図9(e)

【図 10 (a)】

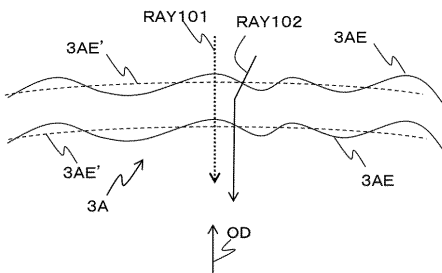


図10(a)

【図 10 (b)】

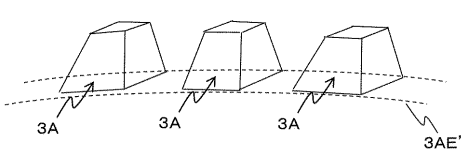


図10(b)

【図 10 (c)】

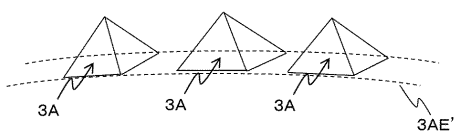


図10(c)

【図 11 (a)】

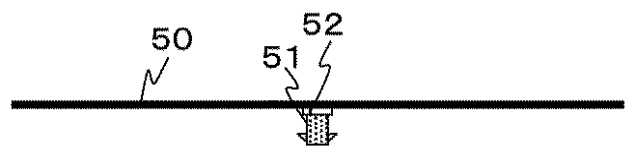


図11(a)

【図 11 (b)】

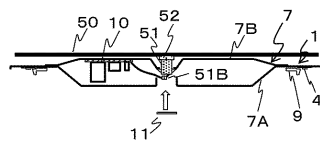


図11(b)

【図 11 (c - 1)】

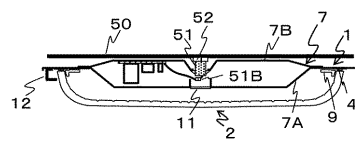


図11(c-1)

【図11(c-2)】

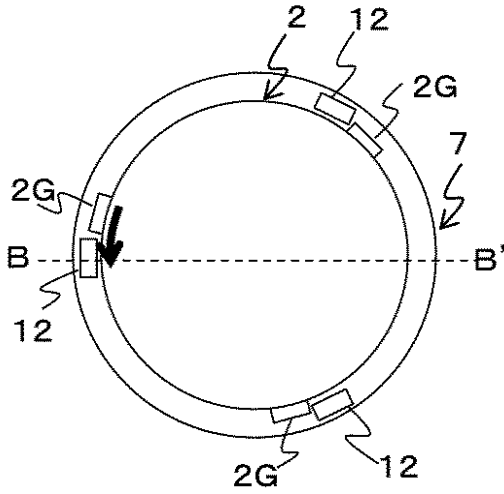


図11(c-2)

【図11(d)】

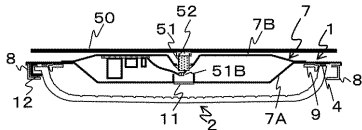


図11(d)

【図12(a)】

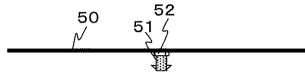


図12(a)

【図12(b)】

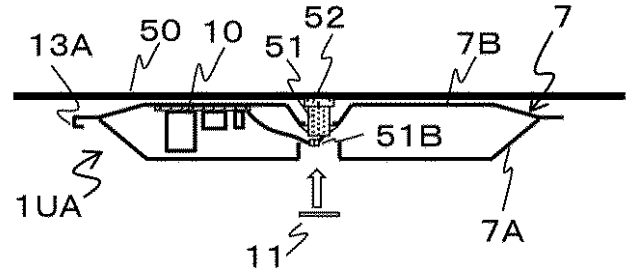


図12(b)

【図12(c-1)】

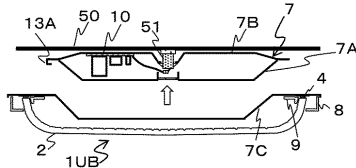


図12(c-1)

【図12(c-2)】

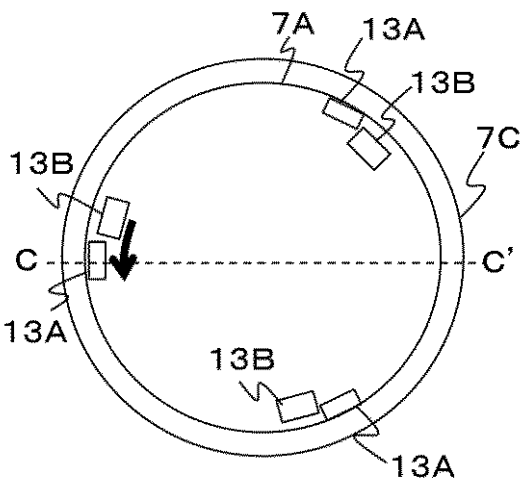


図12(c-2)

【図12(d)】

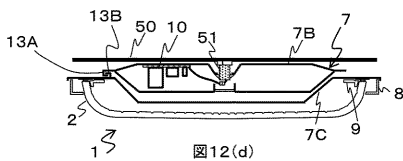


図12(d)

【図13(a)】

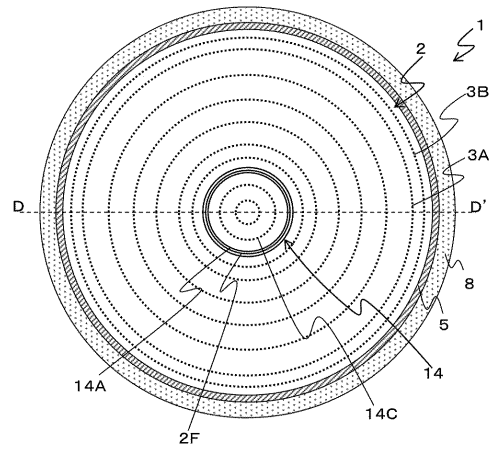


図13(a)

【図 13 (b)】

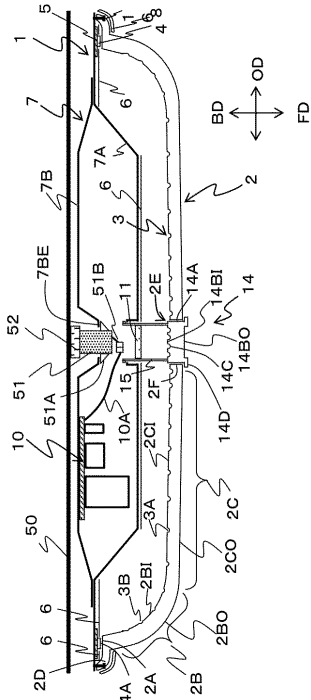


図 13 (b)

【図 13 (c)】

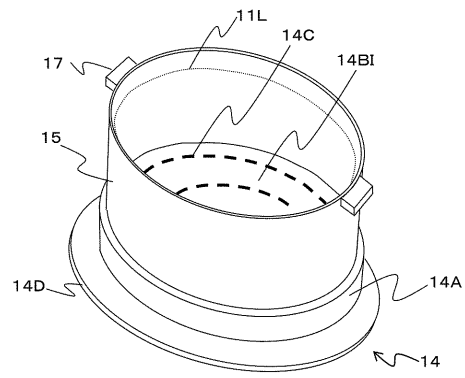


図 13 (c)

【図 13 (d)】

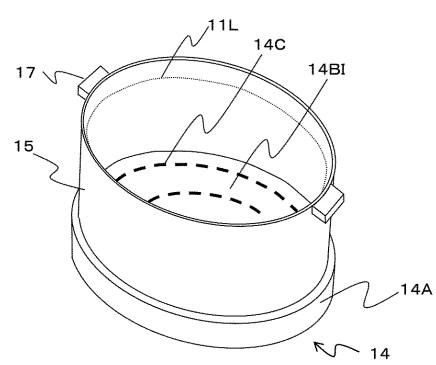


図 13 (d)

【図 14 (a)】

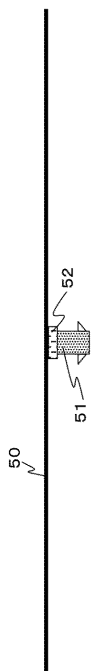


図 14 (a)

【図 14 (b)】

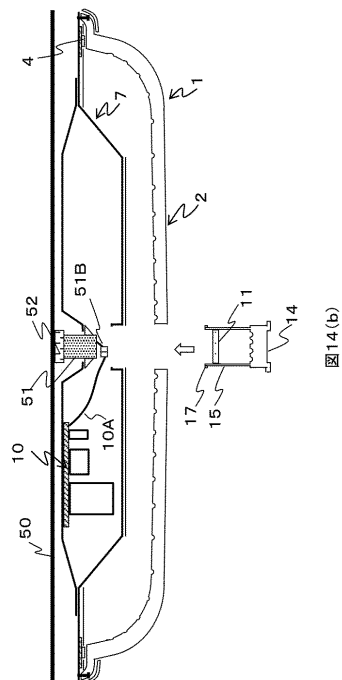


図 14 (b)

【図 14 (c)】

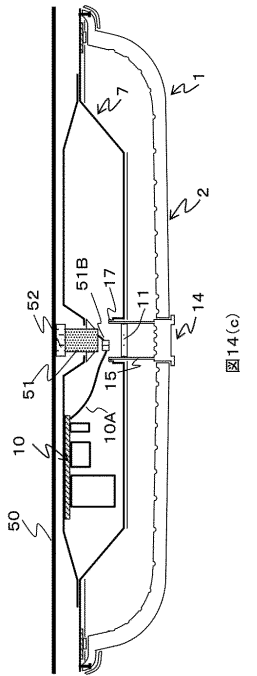


図14(c)

【図 15】

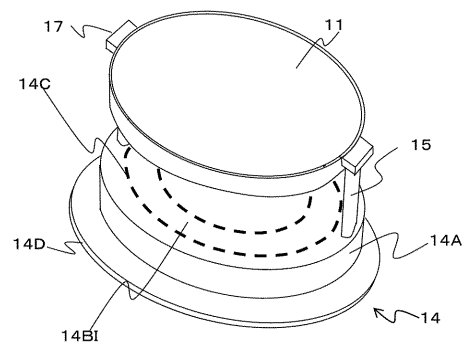


図15

【図 16 (a)】

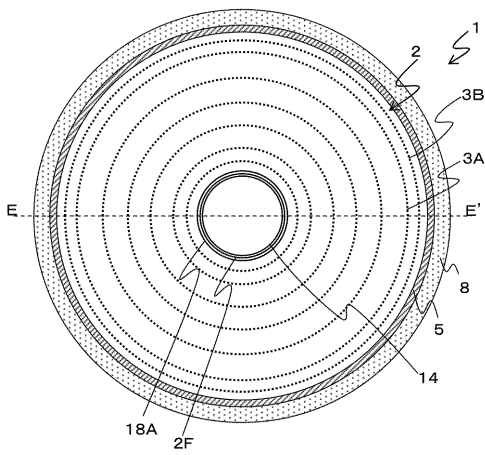


図16(a)

【図 16 (b)】

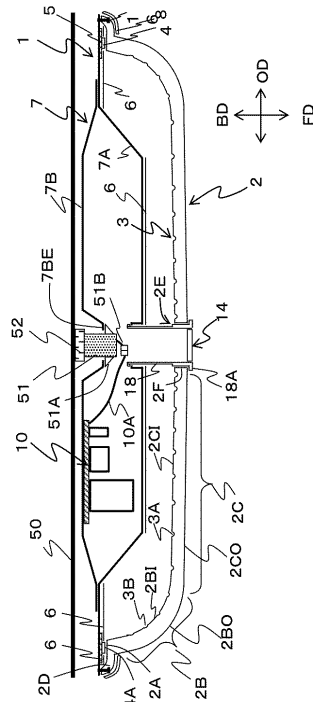


図16(b)

フロントページの続き

(51)Int.Cl.

F I

テーマコード(参考)

F 2 1 Y 115:10

(72)発明者 藤森 恵一

東京都港区海岸一丁目 1 6 番 1 号 日立アプライアンス株式会社内

(72)発明者 住吉 宏介

東京都港区海岸一丁目 1 6 番 1 号 日立アプライアンス株式会社内

F ターム(参考) 3K243 MA01

3K244 AA05 BA08 BA11 BA14 BA15 BA27 BA29 CA03 DA01 DA19
EA04 EA12 ED02 ED10 ED13 ED14 ED17