

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4705470号
(P4705470)

(45) 発行日 平成23年6月22日(2011.6.22)

(24) 登録日 平成23年3月18日(2011.3.18)

(51) Int. Cl. F I
F 2 1 S 2/00 (2006.01) F 2 1 S 2/00 4 4 4
 G O 2 F 1/13357 (2006.01) F 2 1 S 2/00 4 4 1
 F 2 1 Y 101/02 (2006.01) G O 2 F 1/13357
 F 2 1 Y 101:02

請求項の数 12 (全 43 頁)

(21) 出願番号	特願2005-506955 (P2005-506955)	(73) 特許権者	000006013 三菱電機株式会社 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号
(86) (22) 出願日	平成16年6月14日(2004.6.14)	(74) 代理人	100098464 弁理士 河村 洸
(86) 国際出願番号	PCT/JP2004/008328	(74) 代理人	100149630 弁理士 藤森 洋介
(87) 国際公開番号	W02004/111532	(74) 代理人	100154449 弁理士 谷 征史
(87) 国際公開日	平成16年12月23日(2004.12.23)	(74) 代理人	100117112 弁理士 秋山 文男
審査請求日	平成18年12月25日(2006.12.25)	(72) 発明者	境 誠司 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社内
(31) 優先権主張番号	特願2003-170443 (P2003-170443)		
(32) 優先日	平成15年6月16日(2003.6.16)		
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		
(31) 優先権主張番号	特願2003-352590 (P2003-352590)		
(32) 優先日	平成15年10月10日(2003.10.10)		
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 面状光源装置および該装置を用いた表示装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

上面に開口部を有し、中空領域を有する筐体と、
 前記開口部に配設された散乱板と、
 前記筐体の中空領域の底部に配置された反射板と、
 前記筐体の少なくとも1つの側面に沿って列設された複数の点状光源とを有する面状光源装置であって、
 前記点状光源と前記中空領域とのあいだに前記複数の列設された点状光源に平行に配置され、前記点状光源の発光を屈折させる屈折素子を有し、
 前記屈折素子は、前記屈折素子の被照射面に対する照射光の配光分布のうち光度が最大である入射角の光を前記筐体の底面側に屈折させており、
 前記反射板は、前記点状光源から前記筐体の中空領域側の対向側面までに前記散乱板と前記反射板との間隙が増加する第1の傾斜部を有することを特徴とする面状光源装置。

【請求項2】

上面に開口部を有し、中空領域を有する筐体と、
 前記開口部に配設された散乱板と、
 前記筐体の中空領域の底部に配置された反射板と、
 前記筐体の少なくとも1つの側面に沿って列設された複数の点状光源と、を有する面状光源装置であって、
 前記点状光源と前記中空領域とのあいだに前記複数の列設された点状光源に平行に配置さ

れ、前記点状光源の発光を屈折させる屈折素子を有し、
少なくとも前記中空領域側を除いて前記点状光源を包囲する第1のリフレクタ、
前記第1のリフレクタの上面と前記筐体の上面との間に第2のリフレクタを設けており、
前記第1のリフレクタの先端部が有効表示領域の端部より前記中空領域側に延在している
面状光源装置。

【請求項3】

前記屈折素子の被照射面は前記筐体の底面側から前記筐体の上面に向けて前記中空領域側
に傾斜している請求項1記載の面状光源装置。

【請求項4】

前記屈折素子の屈折率を n ($n > 1$)、前記屈折素子の被照射面の傾き角を θ_1 ($0^\circ <$
 $\theta_1 < 90^\circ$)、前記屈折素子の放射面の傾き角を θ_2 ($0^\circ < \theta_2 < 90^\circ$)、前記屈折
素子の被照射面に対する照射光の配光分布のうち光度が最大である入射角を θ_i ($-90^\circ <$
 $\theta_i < 90^\circ$) とすると、

$$\sin^{-1}(n \times \sin(180^\circ - \theta_1 - \theta_2 - \sin^{-1}((1/n) \times \sin \theta_i))) - (90^\circ - \theta_2) > 0^\circ$$

を満たしている請求項1記載の面状光源装置。

【請求項5】

前記屈折素子は、底面と、前記点状光源側に前記屈折素子の底面の第1の稜を通り前記屈
折素子の底面に対して前記第1の稜から前記筐体の底面と反対側に所定の傾き角をなす被
照射面と、前記屈折素子の底面に対して複数のほぼ平行な面と、複数の前記ほぼ平行な面
のそれぞれの稜を通り前記ほぼ平行な面に対して前記稜から前記筐体の底面と反対側に所
定の傾き角をなす放射面とを有する請求項1記載の面状光源装置。

【請求項6】

前記屈折素子が、照射された光を前記屈折素子の長手方向に広がりを持たせる手段を有す
る請求項1記載の面状光源装置。

【請求項7】

前記屈折素子の底面に光散乱手段が設けられてなる請求項第1記載の面状光源装置。

【請求項8】

前記屈折素子が、被照射面と放射面とをつなぐ少なくとも1つの側面を有し、前記側面が
前記点状光源から前記屈折素子への照射光を全反射する請求項1記載の面状光源装置。

【請求項9】

少なくとも前記中空領域側を除いて前記点状光源を包囲する第1のリフレクタをさらに備
え、

前記第1のリフレクタの上面と前記筐体の上面との間に第2のリフレクタを設けており、
前記第1のリフレクタの先端部が有効表示領域の端部より前記中空領域側に延在してい
る請求項1記載の面状光源装置。

【請求項10】

前記反射板が、前記点状光源から中空領域側の対向側面までに前記散乱板と前記反射板と
の隙間が減少する第2の傾斜部を有している請求項1記載の面状光源装置。

【請求項11】

前記屈折素子の前記点状光源に対向する被照射面と前記中空領域に対向する放射面を結ぶ
前記屈折素子の底面が、前記被照射面から遠ざかるに従い前記筐体の底面へ近づく方向に
傾斜している請求項1記載の面状光源装置。

【請求項12】

請求項1乃至11項記載の面状光源装置と、該面状光源装置の上部に配置される表示部と
、を備える表示装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、導光板を用いない中空方式の面状光源装置および該装置を用いた表示装置に

10

20

30

40

50

関する。さらに詳しくは、R（赤色）、G（緑色）およびB（青色）の単色光を発する発光ダイオードなどの複数の点状光源を用いる面状光源装置および該装置を用いた表示装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来の面状光源装置は、冷陰極管から放射された光の一部および冷陰極管から放射され、光源カバーの柱面で反射された光は、集光レンズで平行光とされ、反射板の反射面に照射され、その反射光が散乱板から散乱して放射する（例えば、特許文献1（第3頁左欄第18 - 右欄第45行、第2図）参照）。

【0003】

また、従来の他の面状光源装置は、配光手段、発光ダイオード、配光手段と対向するように設けられた反射手段、配光手段と反射手段との間に形成された中空領域および反射体とで構成されている（例えば、特許文献2（第4頁左欄第3 - 第5頁左欄第43行、第1図）参照）。

【0004】

従来の面状光源装置では、光源として指向性が低い冷陰極管を用いているため、集光レンズでの集光性が低く、光源近傍での輝度が、光源から遠方の位置の輝度に比べて高くなり、表示に輝度ムラや色度ムラが生じ、表示品位を低下させるという問題があった。

【0005】

また、光源として指向性が高い発光ダイオードを用いた場合には、点状光源の配光分布に合わせ、表示に輝度ムラや色度ムラが生じ、表示品位を低下させるという問題があった。

【0006】

本発明は、かかる課題を解決するためになされたもので、放射光の指向性が高い点状光源を用いた場合において、輝度ムラおよび色度ムラが発生しない面状光源装置を得るものであり、この面状光源装置を用いることによりすぐれた表示特性を得ることができる液晶表示装置を提供することを目的とする。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【特許文献1】特開平8 - 54625号公報

【特許文献2】特開2002 - 258764号公報

【発明の概要】

【0008】

本発明の面状光源装置は、上面に開口部を有し、中空の筐体と、開口部に配設された散乱板と、筐体の中空領域の底部に配置された反射板と、筐体の少なくとも1つの側面に沿って列設された複数の点状光源とを有する面状光源装置であって、点状光源と中空領域とのあいだに複数の列設された点状光源に平行に配置され、前記点状光源の発光を屈折させる屈折素子を有し、屈折素子は、屈折素子の被照射面に対する照射光の配光分布のうち光度が最大である入射角の光を筐体の底面側に屈折させており、前記反射板は、前記点状光源から前記筐体の中空領域側の対向側面までに前記散乱板と前記反射板との間隙が増加する第1の傾斜部を有することを特徴としている。

【発明の効果】

【0009】

本発明は以上説明したように、点状光源と中空領域とのあいだに複数の点状光源の配列方向に延在する屈折素子を有し、屈折素子は、屈折素子の被照射面に対する照射光の配光分布のうち光度が最大である入射角の光を筐体の底面側に屈折させることにより、屈折素子からの放射光のうち、多くの光を筐体の底面側に放射することができる。このため、点状光源近傍における輝度が、点状光源から遠方の位置の輝度に比べて高くなることなく、表示面の輝度ムラを抑制することができる。

10

20

30

40

50

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】本発明の実施の形態1にかかわる面状光源装置の概略構成を示す平面図である。

【図2】図1に示す面状光源装置のII-II線の部分断面図である。

【図3】LEDの配列の一例を示すLED配列図である。

【図4】屈折素子を通過する光の光路を説明するための要部拡大図である。

【図5】本発明の実施の形態1にかかわるLEDからの放射光の配光分布を示した配光分布図である。

【図6】実施の形態1にかかわる他のリフレクタの部分断面図である。

【図7】実施の形態1にかかわる他のリフレクタを用いた場合の屈折素子の被照射面に対する照射光の配光分布を示した配光分布図である。 10

【図8】従来の指向性を持たない光源と実施の形態1にかかわる他のリフレクタを用いた場合の屈折素子の被照射面に対する照射光の配光分布を示した配光分布図である。

【図9】反射板に第1の傾斜部を有する実施の形態1にかかわる他の面状光源装置の部分断面図である。

【図10】第1の傾斜部と屈折素子との距離の関係を説明するための説明図である。

【図11】平坦部の距離xに対する表示面周辺部と表示面中央部との輝度の比を示した説明図である。

【図12】反射板に散乱反射部を有する実施の形態1にかかわる他の面状光源装置の部分断面図である。 20

【図13】反射板に第2の傾斜部を有する実施の形態1にかかわる他の面状光源装置の部分断面図である。

【図14】反射板に第2の傾斜部および散乱反射部を有する実施の形態1にかかわる他の面状光源装置の部分断面図である。

【図15】図15(a)実施の形態1にかかわる他の散乱板の側面図であり、図15(b)は実施の形態1にかかわる他の散乱板の平面図である。

【図16】点状光源基板を筐体の1つの側面のみに配設させた実施の形態1にかかわる他の面状光源装置の部分断面図である。

【図17】実施の形態1にかかわる他の屈折素子の部分断面図である。

【図18】点状光源基板を散乱板に対して角度 θ だけ傾けた実施の形態1にかかわる他の面状光源装置の部分断面図である。 30【図19】点状光源基板および屈折素子を散乱板に対して角度 θ だけ傾けた実施の形態1にかかわる他の面状光源装置の部分断面図である。

【図20】点状光源を筐体の1つの側面のみに配設させ反射板が第1の傾斜部を有する実施の形態1にかかわる他の面状光源装置の部分断面図である。

【図21】屈折素子を変化させた場合の図1に示す面状光源装置のII-II線の部分断面における輝度分布図であり、図21(a)は屈折素子を備えていない場合の図1に示す面状光源装置のII-II線の部分断面における輝度分布図、図21(b)は図2に示す形状の屈折素子を備えた場合の図1に示す面状光源装置のII-II線の部分断面における輝度分布図、図21(c)は図17(c)に示す形状の屈折素子を備えた場合の図1に示す面状光源装置のII-II線の部分断面における輝度分布図である。 40

【図22】屈折素子の長手方向を横切るように屈折素子を複数に分割する場合を説明するための説明図であり、図22(a)は図17(a)に示す屈折素子の長手方向に垂直な面で分割する場合を説明するための説明図、図22(b)は図17(a)に示す屈折素子の長手方向に対して傾いた面で分割する場合を説明するための説明図、図22(c)は図17(a)に示す屈折素子の断面が複数の面で形成されるように分割する場合を説明するための説明図である。

【図23】リフレクタの先端部が有効表示領域まで延在している本発明の実施の形態1にかかわる他の面状光源装置の部分断面図である。

【図24】点状光源を筐体の側面に配設させた実施の形態1にかかわる他の面状光源装置 50

の部分断面図である。

【図25】本発明の実施の形態にかかわる点状光源に用いる他のLEDからの放射光の配光分布を示した配光分布図である。

【図26】本発明の実施の形態2にかかわる面状光源装置の部分断面図である。

【図27】実施の形態2にかかわる他の屈折素子の部分断面図である。

【図28】本発明の実施の形態3にかかわる面状光源装置の部分断面図である。

【図29】実施の形態3にかかわる屈折素子を示した展開図であり、図29(a)は筐体の上面側から見た上面図、図29(b)は中空領域側から見た正面図である。

【図30】屈折素子内を通過する光が放射面で全反射する場合に起こり得る光路を示した説明図である。

10

【図31】実施の形態3にかかわる他の屈折素子を示した展開図であり、図31(a)は筐体の上面側から見た上面図、図31(b)は中空領域側から見た正面図、図31(c)は屈折素子の長手方向から見た側面図である。

【図32】本発明の実施の形態4にかかわる面状光源装置の断面図である。

【図33】図33(a)は本発明の実施の形態4にかかわる屈折素子の近傍の拡大図であり、図33(b)は図17(a)の屈折素子の近傍の拡大図である。

【図34】図34(a)は実施の形態4にかかわる他の屈折素子の断面図であり、図34(b)は実施の形態4にかかわる他の屈折素子の中空領域側から見た正面図である。

【図35】図35(a)は実施の形態4にかかわるさらに他の屈折素子の断面図であり、図35(b)は実施の形態4にかかわるさらに他の屈折素子の中空領域側から見た正面図である。

20

【図36】本発明の実施の形態5にかかわる面状光源装置の部分断面図である。

【図37】は実施の形態5にかかわる他の屈折素子を示した展開図であり、図37(a)は中空領域側から見た正面図、図37(b)は屈折素子の長手方向から見た側面図である。

【図38】実施の形態5にかかわる他の面状光源装置の部分断面図である。

【図39】本発明の実施の形態6にかかわる面状光源装置の断面図である。

【図40】図40(a)は本発明の実施の形態6にかかわる屈折素子の近傍の拡大図であり、図40(b)は図17(a)の屈折素子の近傍の拡大図である。

【図41】実施の形態6にかかわる屈折素子の断面図である。

30

【図42】実施の形態6にかかわる他の屈折素子の断面図である。

【図43】実施の形態6にかかわるさらに他の屈折素子の断面図である。

【図44】本発明の実施の形態7にかかわる面状光源装置の断面図である。

【図45】図45(a)は本発明の実施の形態7にかかわる屈折素子の近傍の拡大図であり、図45(b)は図17(a)の屈折素子の近傍の拡大図である。

【図46】実施の形態7にかかわる屈折素子の断面図である。

【図47】実施の形態7にかかわる他の屈折素子の断面図である。

【図48】実施の形態7にかかわるさらに他の屈折素子の断面図である。

【図49】本発明の実施の形態8にかかわる面状光源装置の断面図である。

【図50】図50(a)は本発明の実施の形態8にかかわる屈折素子の近傍の拡大図であり、図50(b)は図17(a)の屈折素子の近傍の拡大図である。

40

【図51】実施の形態8にかかわる他の屈折素子の断面図である。

【図52】実施の形態8にかかわるさらに他の屈折素子の断面図である。

【図53】本発明の実施の形態9にかかわる面状光源装置の断面図である。

【図54】図54(a)は本発明の実施の形態9にかかわる屈折素子の近傍の拡大図であり、図54(b)は図17(a)の屈折素子の近傍の拡大図である。

【図55】実施の形態9にかかわる屈折素子の断面図である。

【図56】本発明の実施の形態10にかかわる面状光源装置の断面図である。

【図57】図57(a)は本発明の実施の形態10にかかわる屈折素子の近傍の拡大図であり、図57(b)は図17(a)の屈折素子の近傍の拡大図である。

50

【図 5 8】本発明の実施の形態 1 1 にかかわる面状光源装置の部分断面図である。

【図 5 9】実施の形態 1 1 にかかわる点状光源基板と筐体の底面との位置関係を説明するための説明図である。

【図 6 0】本発明の実施の形態 1 2 にかかわる面状光源装置の部分断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0011】

実施の形態 1

図 1 は本発明の実施の形態 1 にかかわる面状光源装置の概略構成を示す平面図、図 2 は図 1 に示す面状光源装置の I I - I I 線の部分断面図、図 3 は発光ダイオード (LED) などを用いた点状光源 3 の配列の一例を示す LED 配列図、図 4 は屈折素子を通過する光の光路を説明するための要部拡大図、図 5 は本発明の実施の形態 1 にかかわる点状光源 3 に用いる LED からの放射光の配光分布を示した配光分布図である。図 1 ~ 5 において、面状光源装置の筐体 1 は上面 1 a と底面 1 b と 4 つの側面 1 c から構成され、上面 1 a には開口部 1 d を有している。

10

【0012】

筐体 1 の開口部 1 d 全体には散乱板 2 を配設する。散乱板 2 はポリエチレンテレフタレート (PET)、アクリル (PMMA) もしくはポリカーボネート (PC) などの樹脂板またはガラス基板などの光を透過する機能を有するものである。また、散乱板 2 に反射材を混入したものと表面を粗面化したものを用い、照射された光を散乱する機能をもたせることで、広い指向性をもつ面状光源装置を得ることができるため好ましい。

20

【0013】

点状光源 3 として、発光ダイオード (Light Emitting Diode: 以下、LED と称す) やレーザーダイオード (Laser Diode: LD) などが挙げられる。本実施の形態 1 においては、LED を使用し、赤色 (R) の光を発する第 1 の点状光源 3 a と、緑色 (G) の光を発する第 2 の点状光源 3 b と、青色 (B) の光を発する第 3 の点状光源 3 c とから構成される。

【0014】

赤色、緑色または青色の単色光を発する LED は、白色光を発する LED に比べて、発光効率が高く、液晶表示装置に用いられるカラーフィルタの赤色、緑色および青色の透過特性と LED の発光スペクトルをあわせ込むことで、色再現性の高い表示装置を得ることができるので好ましい。また、各色ごとに LED を独立に制御することにより、面状光源装置からの放射光の色合いを容易に変化することができるので好ましい。

30

【0015】

矩形の点状光源基板 4 には、複数の点状光源 3 が点状光源基板 4 の長手方向に沿って配列されて設けられている。点状光源基板 4 は筐体 1 の対向する 2 つの側面 1 c に沿って並設され、複数の点状光源 3 は筐体 1 の側面 1 c に沿って列設されることとなる。

【0016】

点状光源基板 4 に設けられた、第 1 の点状光源 3 a、第 2 の点状光源 3 b および第 3 の点状光源 3 c のそれぞれの個数は必ずしも均等である必要はなく、液晶表示素子を透過したうえで所望の色度に最適化できるように第 1 の点状光源 3 a、第 2 の点状光源 3 b および第 3 の点状光源 3 c のそれぞれの個数を任意に設定すればよい。例えば、図 3 に示すように、G、B、G、R、G、B の繰り返しの順列で配置することができる。

40

【0017】

筐体 1 は、光が外部にできる限り漏れないようにするとともに、内側で反射して開口部 1 d に光が進むように、筐体 1 の内側となる底面 1 b および点状光源基板 4 が近傍に配設されていない側面 1 c に、反射板 5 が配設されている。この反射板 5 と散乱板 2 との間に中空領域 6 を形成することで、光は中空領域 6 にある空気中を伝播する。

【0018】

反射板 5 は、アルミニウムもしくは銀などの金属板または樹脂製シートにアルミニウムもしくは銀などの金属を蒸着した材料からなる。また、反射板 5 は、光を正反射する機能

50

を有する正反射材であり、反射板 5 の反射面で入射角と反射角が一致する反射を繰り返すことで、光源から反光源側に向かって光を伝播する。

【0019】

リフレクタ 7 は、中空領域 6 側を除いて点状光源 3 を包囲し、光源からの光を中空領域 6 側に反射する。また、リフレクタ 7 は、銀もしくはアルミニウムなどで形成される反射層を有する金属板、または白色の樹脂製シートなどの材料からなる。

【0020】

なお、反射板 5 およびリフレクタ 7 の反射率は、反射面での反射ロスを抑えるために 90% 以上であることが好ましい。また、筐体 1 の内側を白色とすることなど反射率を高めることでより一層内部での反射がよくなり、光の損失が少なくなるため好ましい。また、反射板 5 とリフレクタ 7 とを別部材で構成しているが、反射板 5 とリフレクタ 7 を同一部材で一体に形成することで部材点数を減らし、組み立て作業性を向上させることができる。さらに、筐体 1 が反射板 5 やリフレクタ 7 の機能を兼ねるようにしても部材点数を削減できるために好ましい。

【0021】

屈折素子 8 は、点状光源 3 と中空領域 6 とのあいだに複数の点状光源 3 の配列方向に沿って設けられ、屈折素子 8 の被照射面に対する照射光を筐体 1 の底面 1 b 側に屈折させる。より好ましくは、屈折素子 8 の被照射面 8 c に対する照射光の配光分布のうち光度が最大である入射角の光を筐体 1 の底面 1 b に向けて放射するように屈折させる。

【0022】

なお、本実施の形態 1 における屈折素子 8 は、筐体 1 の底面 1 b に対してほぼ平行な底面 8 a と、点状光源 3 側に平行な底面 8 a の第 1 の稜 8 b を通り平行な底面 8 a に対して第 1 の稜 8 b から筐体 1 の底面 1 b と反対側に傾き角をなす被照射面 8 c と、中空領域 6 側に平行な底面の第 2 の稜 8 d を通り平行な底面 8 a に対して第 2 の稜 8 d から筐体 1 の底面 1 b と反対側に所定の傾き角をなす放射面 8 e と、底面 8 a と平行に対向する対向面 8 f とを有している。屈折素子 8 は、筐体 1 の上面 1 a から底面 1 b に向かって厚みが増加する台形の断面形状であり、アクリルなどの透明樹脂やガラスから形成する。ここで、屈折素子 8 の底面 8 a は、筐体 1 の底面 1 b に対してほぼ平行に配置しているが、屈折素子 8 の被照射面に対する照射光の配光分布のうち光度が最大である入射角の光を筐体 1 の底面 1 b 側に屈折させるのであれば、この配置に限られるものではなく、例えば、散乱板 2 または反射板 5 などにほぼ平行に配置してもよい。

【0023】

散乱板 2 上には光を効果的に利用するための複数枚の光学シートからなる図示しない光学シート類を配置し、図示しない液晶表示素子を散乱板 2 上に光学シート類を介して配置する。

【0024】

なお、光学シート類はレンズシートを散乱シートで挟み込む構成である。また、輝度の向上が必要な場合には、複数枚のレンズシートをその表面に形成されるシートのプリズムの方向を考慮して組み合わせてもよい。また、散乱シートは、散乱性を向上させる場合に、2 枚以上用いることが可能である。さらに、レンズシートの配光特性によってはレンズシートを 1 枚としてもよいし、または使用しなくてもよい。さらに、保護シート、レンズシートまたは偏光反射シートを組み合わせてもよい。また、いずれも使用しないこともできる。また、頂角がほぼ 90° である連続した三角柱を液晶表示素子側に形成したレンズシートまたは偏光反射シートなどの一部の光を散乱板 2 側に反射する機能を有する光学シートを用いることで、散乱板 2 による光散乱効果や反射板 5 による再反射により、一層の輝度ムラおよび色度ムラが低減できるため好ましい。

【0025】

面状光源装置の上部に配置される表示部として、液晶の複屈折性を応用した液晶表示素子、文字や絵が透明板に印刷された印刷物などが挙げられるが、本実施の形態 1 においては、表示部として液晶表示素子を用いる。液晶表示素子は、図示しない上側または下側基

10

20

30

40

50

板上に着色層、遮光層、スイッチング素子となる薄膜トランジスタ（以下、TFTと称す）、画素電極等の電極および配線が形成されたTFTアレイ基板および対向基板、二枚の基板を等間隔に保持するスペーサ、二枚の基板を貼り合わせるシール材、二枚の基板とのあいだに液晶を注入した後に封止する封止材、液晶に初期配向をもたせる配向膜および光を偏光させる偏光板などにより構成されるが、本発明においては、既存の液晶表示素子を用いるのでここでの説明は省略する。

【0026】

液晶表示素子を駆動する図示しない回路基板を備え、液晶表示素子を面状光源装置の上部に配置することで液晶表示装置を構成する。

【0027】

つぎに、点状光源3から発せられた光が散乱板2から放射するまでの光路について説明する。

【0028】

点状光源3である第1の点状光源3a、第2の点状光源3bおよび第3の点状光源3cから発せられた赤色、緑色および青色の単色光は、直接またはリフレクタ7によって反射され、屈折素子8の被照射面である被照射面8cに照射される。

【0029】

屈折素子8の被照射面8cにはあらゆる入射角の照射光が存在するが、被照射面8cに対する照射光の配光分布のうち光度が最大である入射角 θ_i の照射光による屈折素子8の放射面8eからの放射光を、筐体1の底面1b側に屈折させることにより、光源近傍の散乱板2からの放射光を低減し、散乱板2からの放射光の分布を均一に改善することができる。特に、放射光が筐体1の底面1bに向けて放射するように屈折させることにより、多くの光は反射板5で反射し散乱板2から放射することとなり、光源近傍の散乱板2からの放射光を低減できる。また、中空領域6内の光の伝播距離が増加するために、光の混色および混合が促進され、輝度ムラおよび色度ムラを大幅に低減できるために好ましい。

【0030】

なお、屈折素子8の被照射面8cに対して斜め方向から照射される光のなかには、被照射面8cで表面反射する光が存在する。被照射面8cで表面反射した光は、リフレクタ7側へ反射され、リフレクタ7と屈折素子8とで包囲された空間内を伝播することで、屈折素子8の長手方向にも広がりを持つこととなる。再度、屈折素子8の被照射面8cに照射された光は、屈折素子8の長手方向に広がりを持ち放射面8eから放射することとなり、点状光源3の配列方向における屈折素子8からの放射光の輝度ムラを低減することができる。また、発光色の異なる第1の点状光源3a、第2の点状光源3bおよび第3の点状光源3cにおいては、リフレクタ7と屈折素子8とで包囲された空間内での光の混色が生じ、点状光源3の配列方向における屈折素子8からの放射光の色度ムラを低減することができる。

【0031】

偏光素子の長手方向に連続して存在することとなる冷陰極管などの線状光源を光源として用いる場合は、偏光素子の長手方向に離散的に配設した点状光源を光源として用いる場合と比較して、リフレクタ7と屈折素子8とで包囲された空間内を占める光源の体積の比率が大きい。このため、屈折素子またはリフレクタで反射された光が線状光源に照射される確率が、屈折素子またはリフレクタで反射された光が点状光源に照射される確率と比較して、高くなり、表面反射光の光源への再入射によるロスが線状光源を用いることで増加する。すなわち、光源として点状光源を用いることで、表面反射光の光源への再入射によるロスを低減し、効率よく輝度ムラおよび色度ムラを低減することが可能となり、光の利用効率が高くすぐれた表示品質を得ることができる。

【0032】

以下、図4を用いて説明するように、被照射面8cに対する照射光の配光分布のうち光度が最大である入射角 θ_i ($-90^\circ < \theta_i < 90^\circ$)の照射光を屈折素子8により筐体1の底面1bに向けて放射するように制御した。ここで、屈折素子8の屈折率を n (n は空

10

20

30

40

50

気の屈折率 1 より大)、屈折素子 8 の被照射面 8 c の傾き角を θ_1 ($0 < \theta_1 < 90^\circ$)、屈折素子 8 の放射面 8 e の傾き角を θ_2 ($0 < \theta_2 < 90^\circ$) とする。

【0033】

屈折素子 8 の被照射面 8 c に入射角 θ_i で照射された光は、スネルの法則により、次式 (1) の屈折角 θ_r で屈折される。

【0034】

$$\theta_r = \text{Sin}^{-1} \left(\left(1/n \right) \times \text{Sin} \theta_i \right) \quad (1)$$

【0035】

また、屈折素子 8 内を通過する光は、入射角 θ_i ($= 180^\circ - \theta_1 - \theta_2 - \theta_r$) で放射面 8 e に照射され、スネルの法則により、次式 (2) の屈折角 θ_o で屈折素子 8 の放射面 8 e で屈折され放射することとなる。

10

【0036】

$$\begin{aligned} \theta_o &= \text{Sin}^{-1} \left(n \times \text{Sin} \theta_i \right) \\ &= \text{Sin}^{-1} \left(n \times \text{Sin} \left(180^\circ - \theta_1 - \theta_2 - \theta_r \right) \right) \\ &= \text{Sin}^{-1} \left(n \times \text{Sin} \left(180^\circ - \theta_1 - \theta_2 - \text{Sin}^{-1} \left(\left(1/n \right) \times \text{Sin} \theta_i \right) \right) \right) \end{aligned} \quad (2)$$

【0037】

屈折素子 8 の放射面 8 e からの放射光を筐体 1 の底面 1 b に向けて放射するには、筐体 1 の底面 1 b に対する角度 θ_o ($= \theta_o - (90^\circ - \theta_2)$) が 0° 以上であればよい。

【0038】

20

すなわち、次の不等式 (3) を満たせばよいことになる。

【0039】

$$\begin{aligned} 0^\circ &= \theta_o - (90^\circ - \theta_2) \\ &= \text{Sin}^{-1} \left(n \times \text{Sin} \left(180^\circ - \theta_1 - \theta_2 - \text{Sin}^{-1} \left(\left(1/n \right) \times \text{Sin} \theta_i \right) \right) \right) - 90^\circ + \theta_2 \end{aligned} \quad (3)$$

【0040】

ここで、点状光源 3 である LED は、LED 素子をレンズ形状の樹脂で封止することで放射光の指向性を制御している。例えば、図 5 に示すように、LED 素子の配列方向の中心軸に対して鉛直上方から右回りを正として、LED からの放射光の角度が $\pm 80^\circ$ において光度が最大となる配光分布を有する LED を点状光源 3 として用いた場合には、屈折素子 8 の被照射面 8 c が筐体 1 の底面 1 b にほぼ垂直、すなわち屈折素子 8 の被照射面 8 c の傾き角 θ_1 を 90° とすると、屈折素子の被照射面 8 c に対する照射光の配光分布のうち光度が最大である入射角 θ_i は 10° であり、屈折素子 8 の屈折率 n を 1.5 とすると、屈折素子 8 の放射面 8 e の傾き角 θ_2 は、不等式 (3) より、 $\theta_2 < 70.05^\circ$ を満たすことにより、光源近傍の明部を低減し、輝度分布を改善できる。

30

【0041】

なお、屈折素子 8 の放射面 8 e における全反射によるロスを防ぐために、次の不等式 (4) を満たすことが好ましい。

【0042】

$$\begin{aligned} 1 > n \times \text{Sin} \theta_i &= n \times \text{Sin} \left(180^\circ - \theta_1 - \theta_2 - \theta_r \right) \\ &= n \times \text{Sin} \left(180^\circ - \theta_1 - \theta_2 - \text{Sin}^{-1} \left(\left(1/n \right) \times \text{Sin} \theta_i \right) \right) \end{aligned} \quad (4)$$

40

【0043】

また、屈折素子 8 の被照射面 8 c の傾き角 θ_1 を 90° 、被照射面 8 c に対する照射光の配光分布のうち光度が最大である入射角 θ_i を 10° 、屈折素子 8 の屈折率 n を 1.5 とすると、屈折素子 8 の放射面 8 e の傾き角 θ_2 は、不等式 (4) より、 $\theta_2 > 41.55^\circ$ を満たすことにより、被照射面 8 c に対する照射光の配光分布のうち光度が最大である照射光の、屈折素子 8 の放射面 8 e における全反射が生じないため、光を効率よく放射面 8 e から放射することができる。

【0044】

50

屈折素子 8 の放射面 8 e から筐体 1 の底面 1 b に向けて放射した光は、反射板 5 の正反射材により正反射され、光源から反光源側に向かって光が伝播される。

【 0 0 4 5 】

散乱板 2 に照射された光は、散乱板 2 内を透過する光の成分と散乱板 2 内の粒子で反射する光の成分に分かれる。このうち、筐体 1 の底面 1 b 側に反射した成分の光は、反射板 5 で正反射して、再度、散乱板 2 に照射される。また、散乱板 2 に照射され透過した成分の光は、あらゆる方向に放射する。

【 0 0 4 6 】

散乱板 2 の上面から放射した光は、散乱シート、保護シートまたはレンズシートなどからなる光学シート類を通過して液晶表示素子に照射される。液晶表示素子は図示しないスイッチング素子による電圧のオンまたはオフによって液晶層が配向されることで、液晶表示素子に照射された光は映像信号にあわせて変調され、赤色、緑色または青色の各色を表示する。

【 0 0 4 7 】

なお、本実施の形態 1 においては、リフレクタ 7 は、中空領域 6 側を除いて点状光源 3 を包囲し、光源からの光を中空領域 6 側に反射する形状としているが、点状光源 3 から屈折素子 8 の被照射面 8 c に直接到達する光（以下、直接光と称す）の被照射面に対する照射光の配光分布のうち光度が最大である入射角と、点状光源 3 からリフレクタ 7 で反射され屈折素子 8 の被照射面 8 c に到達する光（以下、間接光と称す）の被照射面に対する照射光の配光分布のうち光度が最大である入射角とが一致するようなリフレクタ 7 の形状とすることで、光源からの直接光および間接光を効率よく屈折素子 8 を介して筐体 1 の底面 1 b 側に屈折することが可能である。

【 0 0 4 8 】

また、間接光の被照射面 8 c に対する照射光の配光分布のうち光度が最大である入射角が、直接光の被照射面 8 c に対する照射光の配光分布のうち光度が最大である入射角に比べて小さくなるようなリフレクタ 7 の形状とすることで、光源からの間接光をさらに効率よく屈折素子 8 を介して筐体 1 の底面 1 b 側に屈折させることが可能である。

【 0 0 4 9 】

図 6 に示すように、リフレクタ 7 の断面形状を、点状光源 3 を配設した平面の断面である直線部 7 a と、LED 素子を焦点とする放物線の軸を直線部 7 a に対して角度 θ 傾けた放物線の一部である曲線部 7 b とから構成する。なお、直接光のうち光度が最大となる角度を θ_1 ($0 < \theta_1 < 90^\circ$) とすると、間接光の被照射面 8 c に対する照射光の配光分布のうち光度が最大である入射角が、直接光の被照射面 8 c に対する照射光の配光分布のうち光度が最大である入射角に比べて小さくなるのは、放物線の軸と直線部 7 a とのなす角 θ が、 $90^\circ - \theta_1$ である。特に、直接光の被照射面 8 c に対する照射光の配光分布のうち光度が最大である入射角と、間接光の被照射面 8 c に対する照射光の配光分布のうち光度が最大である入射角とが一致するのは、 $\theta = 90^\circ - \theta_1$ である。

【 0 0 5 0 】

ここで、点状光源 3 である LED は、LED 素子をレンズ形状の樹脂で封止することで放射光の指向性を制御している。例えば、図 5 に示すように、LED 素子の配列方向の中心軸に対して鉛直上方から右回りを正として、LED からの放射光の角度が $\pm 80^\circ$ において光度が最大となる配光分布を有する LED を点状光源 3 として用いた場合には、放物線の軸と直線部 7 a とのなす角 θ を 10° に設定する。これにより、図 7 に示すように、リフレクタ側から見た屈折素子 8 の被照射面 8 c に対して鉛直上方から左回りを正として、屈折素子 8 の被照射面 8 c に対する照射光の配光分布は入射角が 10° で鋭いピークを持ち、屈折素子 8 による制御性をさらに向上することが可能である。図 6 は本発明の実施の形態 1 にかかわる他のリフレクタの部分断面図、図 7 は本実施の形態 1 にかかわる他のリフレクタを用いた場合の屈折素子の被照射面に対する照射光の配光分布を示した配光分布図である。

【 0 0 5 1 】

なお、放物線の軸と直線部 7 a とのなす角 θ を 10° より小さくすると、屈折素子 8 の被照射面 8 c に対する照射光の配光分布が広がるため、屈折素子 8 による制御性は低下するが、間接光は直接光に比べ筐体 1 の底面 1 b 側に向けて屈折素子 8 から放射することになるため、光源近傍の明部を低減し、輝度分布を改善する効果を得ることができる。

【 0 0 5 2 】

また、指向性を持たない冷陰極管などを光源として用いた場合（図 8）を、指向性を有する点状光源を光源として用いた場合（図 7）と比較する。冷陰極管は発光面が柱状をなしているため、冷陰極管の中心軸を焦点とする放物線の軸を筐体 1 の底面 1 b に対して角度 10° 傾けた放物線の一部である曲線部のみで構成するリフレクタを用いた場合においては、反射光が十分な平行光とならないうえに、リフレクタで反射せずに被照射面 8 c に直接到達する光が指向性をもたないために、配光分布が広がることとなる。図 8 に示すように、被照射面 8 c に対する入射角の角度範囲は広く、屈折素子 8 の放射面 8 d からの放射光も放射面 8 d に対して広がりを持ってしまう。このため、光源近傍で屈折素子 8 から散乱板 2 に直接到達する光を抑制することができず、指向性を有する点状光源を光源として用いた場合と比較して光源近傍の明部を低減することができない。図 8 は従来の指向性を持たない光源と本実施の形態 1 にかかわる他のリフレクタを用いた場合の屈折素子の被照射面に対する照射光の配光分布を示した配光分布図である。

【 0 0 5 3 】

また、本実施の形態 1 においては、筐体 1 の底面 1 b または散乱板 2 にほぼ平行な反射板 5 を用いているが、図 9 に示すように、対向する屈折素子 8 から筐体 1 の開口部 1 d の中央までに散乱板 2 と反射板 5 との間隙が増加する第 1 の傾斜部 5 a を反射板 5 が有してもよい。これにより、第 1 の傾斜部 5 a における光の入射角は、筐体 1 の底面 1 b または散乱板 2 にほぼ平行な反射板における入射角と比較して大きくなり、反射板により反射する光を光源から遠方に反射することが可能である。図 9 は反射板に第 1 の傾斜部を有する本実施の形態 1 にかかわる他の面状光源装置の部分断面図、図 10 は第 1 の傾斜部と屈折素子との距離の関係を説明するための説明図、図 11 は平坦部の距離 x に対する表示面周辺部と表示面中央部との輝度の比を示した説明図である。

【 0 0 5 4 】

図 10 および図 11 に示すように、第 1 の傾斜部 5 a を有すること、すなわち、屈折素子 8 の第 2 の稜 8 d から第 1 の傾斜部 5 a までの平坦部の距離 x [mm] を減少させることは、光源近傍である表示面周辺部の輝度に対する表示面中央部の輝度の比を高めるうえで好ましい。

【 0 0 5 5 】

一般に、表示面中央部が表示面周辺部と比較して輝度が高いことが好ましく、平坦部の距離 x が 2 . 5 mm 以下であれば、表示面周辺部の輝度に対する表示面中央部の輝度の比が 1 以上であるので好ましい。

【 0 0 5 6 】

また、第 1 の傾斜部 5 a は、対向する屈折素子 8 から筐体 1 の開口部 1 d の中央までに、筐体 1 の底面 1 b または散乱板 2 とのなす角が段階的に 0° に近づくように、複数の傾斜面で構成されてもよく、曲面で形成されてもよい。これにより、第 1 の傾斜部 5 a を単一の傾斜面で形成する場合と比較して、より精細に輝度分布を制御することが可能となる。

【 0 0 5 7 】

また、本実施の形態 1 においては、反射板 5 としては光を正反射する機能を有する正反射材を用いているが、図 12 に示すように、筐体 1 の底面 1 b の正反射材の一部の表面を屈折素子 8 の長手方向に沿って荒らす、または筐体 1 の底面 1 b の一部に白色の樹脂製シートもしくは金属板を白色に塗装したものを、屈折素子 8 の長手方向に沿って配設することで、散乱反射部 9 を設けてもよい。図 12 は反射板に散乱反射部を有する本実施の形態 1 にかかわる他の面状光源装置の部分断面図である。

【 0 0 5 8 】

散乱反射部 9 は、筐体 1 の底面 1 b に対する光の角度が水平に近い場合であっても、散乱反射部 9 に照射された光を散乱させることで、光の伝播方向を乱し、散乱板 2 側に反射することができる。特に、筐体 1 の底面 1 b の中央に散乱反射部 9 を有することで、表示中央部の輝度を高めることができるので好ましい。なお、散乱反射部の反射率は、反射面での反射口スを抑えるために 90% 以上であることが好ましい。

【0059】

また、図 12 に示すように、屈折素子 8 の被照射面 8 c に対する照射光の配光分布のうち光度が最大である照射光が、屈折素子 8 で屈折され放射面 8 e から放射する位置 S を基準に筐体 1 の開口部 1 d の中心 O までの水平距離を L、筐体 1 の開口部 1 d の中心 O から筐体 1 の底面 1 b 側に配置された反射板 5 までの垂直距離を d とする。ここで、次式 (5) を満たすことで、位置 S から放射する放射光を筐体 1 の底面 1 b の中央の反射板 5 で最初に反射させることができ、点状光源近傍と比較して表示面中央の輝度を高めることができるので好ましい。

【0060】

$$\begin{aligned} \tan^{-1}(d/L) = & \\ = & \sin^{-1}(n \times \sin(180^\circ - \theta_1 - \theta_2) \\ & - \sin^{-1}((1/n) \times \sin(\theta_1))) - 90^\circ \\ & + \theta_2 \end{aligned} \quad (5)$$

【0061】

また、本実施の形態 1 においては、筐体 1 の底面 1 b または散乱板 2 にほぼ平行な反射板 5 を用いているが、図 13 に示すように、反射板 5 が、対向する屈折素子 8 から筐体 1 の開口部 1 d の中央までに散乱板 2 と反射板 5 との間隙が減少する第 2 の傾斜部 5 b を有してもよい。さらに、第 2 の傾斜部 5 b が筐体 1 の底面 1 b の中央で連結している構造としてもよい。図 13 は反射板に第 2 の傾斜部 5 b を有する本実施の形態 1 にかかわる他の面状光源装置の部分断面図、図 14 は反射板に第 2 の傾斜部 5 b に散乱反射部 9 を有する本実施の形態 1 にかかわる他の面状光源装置の部分断面図である。

【0062】

第 2 の傾斜部 5 b は、筐体 1 の底面 1 b に対する光の角度が水平に近い場合であっても、第 2 の傾斜部 5 b に照射された光を、散乱板 2 側に反射するために十分な反射角を得ることができる。特に、筐体 1 の開口部 1 d の中央に第 2 の傾斜部 5 b を有することで、表示中央部の輝度を高めることができるので好ましい。また、図 14 に示すように、第 2 の傾斜部 5 b に散乱反射部 9 を有していてもよい。

【0063】

また、第 2 の傾斜部 5 b は、対向する屈折素子 8 から筐体 1 の開口部 1 d の中央までに、筐体 1 の底面 1 b または散乱板 2 とのなす角が段階的に大きくなるように、複数の傾斜面で構成されてもよく、曲面で形成されてもよい。これにより、第 2 の傾斜部 5 b を単一の傾斜面で形成する場合と比較して、より精細に輝度分布を制御することが可能となる。

【0064】

さらに、本実施の形態 1 においては、点状光源 3 の中心軸 1 4 に対して垂直な平面 1 5 と筐体 1 の底面 1 b または散乱板 2 とを平行にしているが、図 18 に示すように、点状光源 3 の中心軸 1 4 に対して垂直な平面 1 5 と散乱板 2 とが角度 θ をなすように、点状光源基板 4 を散乱板 2 に対して中空領域側に傾けて配設させてもよい。図 18 は点状光源基板を散乱板に対して角度 θ だけ傾けた本実施の形態 1 にかかわる他の面状光源装置の部分断面図である。

【0065】

このように、点状光源基板 4 を散乱板 2 に対して角度 θ だけ中空領域側に傾けることで、点状光源 3 から放射し屈折素子 8 に到達する光は、点状光源基板 4 を散乱板 2 に平行に配設した場合に比べ角度 θ だけ底面側に傾くこととなる。このため、屈折素子 8 で屈折し放射された光も角度 θ だけ底面側に傾くこととなり、光源近傍の明部をさらに軽減し、輝度ムラおよび色度ムラを改善することができる。

10

20

30

40

50

【0066】

また、図19に示すように、点状光源基板4の傾きに合わせ、リフレクタ7および屈折素子8も傾けて配置してもよく、この場合においても、図18に示した面状光源装置と同様に、輝度および色度の均一性を改善することができる。図19は点状光源基板および屈折素子を散乱板に対して角度 θ だけ傾けた本実施の形態1にかかわる他の面状光源装置の部分断面図である。

【0067】

さらに、本実施の形態1においては、リフレクタ7の上面の中空領域6側の先端部は筐体1の開口部1dまで延在していないが、図23に示すように、リフレクタ7の先端部7bを有効表示領域17の端部17aより中空領域6側に延在させてもよい。この場合に、
10
リフレクタ7の上面7aと筐体1の上面1aとの間に空間を設け、この空間に中空領域6側からの光を中空領域6へ反射するための第2のリフレクタ16を設けている。ここで、有効表示領域17とは、図示しない表示部のうち面状光源装置からの光を照射したい領域であり、液晶表示素子においては、マトリクス状に配置した複数の画素からなる表示領域である。図23はリフレクタの先端部が有効表示領域まで延在している本発明の実施の形態1にかかわる他の面状光源装置の部分断面図である。

【0068】

点状光源3からは広い範囲の放射光が存在するが、リフレクタ7により放射光の方向は整えられ、屈折素子8を介してリフレクタ7の開口部から中空領域6へと放射する。ここで、リフレクタ7の上面7aと筐体1の上面1aとの間を広くすることで、リフレクタ7
20
の開口部の大きさは制限され、直接、点状光源3から散乱板2に到達する光の角度 θ の最大値も制限されることとなる。角度 θ が小さくなれば、散乱板2に到達する光は点状光源3から離れることとなり、光源近傍の散乱板2からの放射光を低減し、光源近傍の明部を改善することができる。

【0069】

また、リフレクタ7の上面7aと筐体1の上面1aとの間に第2のリフレクタ16を設けることで、本来、中空領域6側からこの間に到達するであろう光を中空領域6側に反射することで、光の利用効率を高めることができる。

【0070】

さらに、第2のリフレクタ16は、リフレクタ7の上面7aから筐体1の上面1aに向けて反射面が中空領域6側に傾く形状とすることにより、中空領域6側からの光を筐体1の底面1b側に反射することができ、光源近傍の散乱板2からの放射光を低減し、光源近傍の明部を改善することができるため好ましい。

【0071】

なお、第2のリフレクタ16は、リフレクタ7と同様に、銀もしくはアルミニウムなどで形成される反射層を有する金属板、または白色の樹脂製シートなど反射率90%以上の材料からなることが好ましい。

【0072】

また、リフレクタ7の先端部7bが有効表示領域17の端部17aより中空領域6側に延在しているため、直接、点状光源3から散乱板2に到達する光の角度 θ の最大値がさら
40
に小さくなり、光源近傍の散乱板2からの放射光を低減し、光源近傍の明部を改善することができる。

【0073】

なお、リフレクタ7の先端部7bが有効表示領域17内に延在することにより、光源近傍の散乱板2にリフレクタ7の影が生じることが懸念されるが、中空領域6内で、対象とする先端部7bに対向する先端部7b側の点状光源3と、対象とする先端部7b側の有効表示領域17の端部17aと散乱板2の裏面2aとがなす接線と、を結ぶ領域より、筐体1の底面1b側の領域内に、対象とするリフレクタ7の先端部7bを収める。これにより、本来、対象とする先端部7bによる影となるべき散乱板2の部分に、対象とする先端部7bに対向する先端部7b側の点状光源3からの光を到達させることができるため、明暗
50

ムラのない良好な輝度分布を得ることができる。

【0074】

このように、点状光源3からの光を屈折素子8で反射板5側に屈折し、かつ、直接、屈折素子8から散乱板2の光源近傍に到達する光をリフレクタ7の上面7aで反射できるため、さらに効果的に散乱板2の光源近傍に到達する光を軽減でき光源近傍の明部を改善することができる。なお、図23においては、屈折素子8の底面を反射板5の第1の傾斜部5aに沿って傾斜させている。屈折素子8をこのような形状とすることにより、屈折素子8の底面で反射する光を光源から離れた位置で散乱板2に到達させることが可能となる。

【0075】

なお、図23では、リフレクタ7と第2のリフレクタ16を別部材で構成しているが、リフレクタ7と第2のリフレクタ16を同一の部材で一体に形成することで、部材点数を減らし、組み立て作業性を向上させることができる。

【0076】

また、図15に示すように、散乱板2に、屈折素子8の近傍に点状光源3から離れるにつれ、光の通過量が増加するような遮光パターン10を施すことにより、光源近傍の散乱板2に照射される光の一部が反射されるので、光源近傍の明部を軽減するので好ましい。なお、遮光パターン10は、白色のドット印刷または銀もしくはアルミニウムなどを蒸着することで形成し、散乱板2に反射機能を付加している。図15(a)は本実施の形態1にかかわる他の散乱板の側面図、図15(b)は本実施の形態1にかかわる他の散乱板の平面図である。

【0077】

また、本実施の形態1においては、複数の点状光源3が実装された点状光源基板4が筐体1の対向する2つの側面1cに沿って並設されているが、十分な輝度が得られるのであれば、図16に示すように、筐体1の4つの側面1cのうちの1つの側面1cに沿って点状光源3を配設してもよい。この場合、表示面の輝度が均一になるように、反射板5は、点状光源3から反光源側に向かって反射板5と散乱板2との間隙を減少させるような曲面を有している。図16は点状光源3を筐体の1つの側面1cのみに配設させた本実施の形態1にかかわる他の面状光源装置の部分断面図である。

【0078】

さらにまた、図20に示すように、反射板5が、点状光源3から反光源側に向かって反射板5と散乱板2との間隙が増加する第1の傾斜部5aと、点状光源3から反光源側に向かって反射板5と散乱板2との間隙を減少させるような曲面とを有している。図20は点状光源3を筐体の1つの側面1cのみに配設させ反射板5が第1の傾斜部5aを有する本実施の形態1にかかわる他の面状光源装置の部分断面図である。

【0079】

また、本実施の形態1においては、屈折素子8として断面が台形状の四角柱を用いているが、屈折素子への照射光の配光分布のうち光度が最大である入射角の照射光による屈折素子からの放射光を、筐体1の底面1b側に屈折させることができれば、この台形状に限られるものではない。

【0080】

ここで、図17の紙面上方を筐体1の上面1a側、左方を点状光源3側とすると、例えば、図17(a)に示すように、屈折素子8は、屈折素子8の断面の下辺が上辺より長い台形状であって、被照射面および放射面をともに傾斜させる形状であることにより、被照射面における表面反射が増加し、光源近傍の散乱板2からの放射光を低減し、光源近傍の明部、色ムラを低減することが可能である。また、被照射面を下辺に対して右方に傾斜し、被照射面での表面反射を増加させることで、点状光源3の配列方向における屈折素子8からの放射光の輝度ムラおよび色度ムラを一層低減することが可能である。

【0081】

また、図17(b)に示すように、屈折素子8の断面形状を、被照射面および放射面を曲面で構成することにより、屈折素子へ照射される光の角度にあわせ、精細に制御するこ

10

20

30

40

50

とが可能である。例えば、屈折素子 8 への照射光の入射位置が高くなるほど点状光源からの入射角が大きくなるので、被照射面の傾き角 θ_1 および放射面の傾き角 θ_2 が小さくなるのが望ましく、傾き角 θ_1 および θ_2 と等価な作用をする曲面の接線角度が、入射位置が高くなるほど小さくなるような曲線とすることが望ましい。屈折素子 8 は、理想的には点状光源 3 の像を中空領域 6 の中央下部に結ぶ柱状レンズであればよい。

【 0 0 8 2 】

図 1 7 (c) に示すように、屈折素子 8 は、屈折素子 8 の断面の下辺が上辺より長い台形形状であって、被照射面を傾斜させ、放射面は下辺に対して垂直な形状であることにより、被照射面における表面反射が増加し、光源近傍の散乱板 2 からの放射光を低減し、光源近傍の明部、色ムラを低減することが可能である。また、被照射面を下辺に対して右方に傾斜し、被照射面での表面反射を増加させることで、点状光源 3 の配列方向における屈折素子 8 からの放射光の輝度ムラおよび色度ムラを一層低減することが可能である。また、被照射面に照射された光のうち屈折素子 8 の底面 8 a または底面 8 a 側のリフレクタによって反射された光が放射面に照射される場合には、放射面が下辺に対して傾斜している場合と比較して、放射面に対する入射角が大きくなり、放射面で全反射を起こしやすくなる。これにより、光源近傍の散乱板からの放射光を低減し、光源近傍の明部、色ムラを低減することが可能である。

【 0 0 8 3 】

図 1 7 (d) に示すように、屈折素子 8 は、屈折素子 8 の断面の下辺が上辺より長くほぼ平行である五角形形状であって、被照射面を傾斜させ、放射面は下辺に対して垂直な第 1 の面と下辺に対して傾斜した第 2 の面から構成する形状である。この形状により、被照射面における表面反射が増加するうえ、屈折素子 8 内を通過する屈折素子 8 の底面に平行な光のうち、放射面の第 2 の面から放射する光は第 1 の面から放射する光に比べ放射面の底面側への放射角が大きくなる。このため、光源近傍の散乱板 2 からの放射光を低減し、光源近傍の明部、色ムラを低減することが可能である。

【 0 0 8 4 】

このように、点状光源の指向性や屈折素子と屈折素子を取り巻く周囲の媒体との屈折率比により、屈折素子の形状を選択することが好ましい。図 1 7 は本実施の形態 1 にかかわる他の屈折素子の部分断面図である。

【 0 0 8 5 】

ここで、図 2 1 (a) は屈折素子を備えていない場合の図 1 に示す面状光源装置の II - II 線の部分断面における輝度分布図、図 2 1 (b) は図 2 に示す形状の屈折素子を備えた場合の図 1 に示す面状光源装置の II - II 線の部分断面における輝度分布図、図 2 1 (c) は図 1 7 (c) に示す形状の屈折素子を備えた場合の図 1 に示す面状光源装置の II - II 線の部分断面における輝度分布図である。図 2 1 (a) と図 2 1 (b) または (c) とを比較すると、屈折素子 8 を用いることにより、点状光源 3 近傍の明部が大幅に軽減されていることがわかる。また、図 2 1 (b) と図 2 1 (c) とを比較すると、屈折素子 8 の被照射面 8 c を筐体 1 の底面 1 b から上面 1 a に向けて中空領域 6 側に傾斜している形状とすることにより、点状光源 3 近傍の明部が一層軽減されていることがわかる。さらに、屈折素子 8 を用いない場合は、点状光源 3 近傍に色ムラが視認されたが、図 2 に示す形状の屈折素子 8 を用いた場合は大幅に色ムラが軽減され、図 1 7 (c) に示す形状の屈折素子 8 を用いた場合には視認されなかった。

【 0 0 8 6 】

なお、屈折素子 8 は成型などで作製されるが、屈折素子 8 の長さが長くなると反りや伸縮が大きくなるために、屈折素子 8 の長手方向を横切るように屈折素子 8 を複数に分割してもよい。例えば、図 2 2 (a) に示すように、屈折素子 8 の長手方向に垂直な面で分割してもよい。また、図 2 2 (b) に示すように、屈折素子 8 の長手方向に対して傾いた面で分割してもよい。また、図 2 2 (c) に示すように、屈折素子 8 の断面が複数の面で形成されるように分割してもよい。

【 0 0 8 7 】

ただし、分割した屈折素子のそれぞれ分割面間に空間が生じた場合に、図 22 (a) または (b) に示すような屈折素子 8 の分割では、点状光源 3 からの光のうち、屈折素子 8 内に一度も照射されずこの空間を通過し、中空領域 6 に達してしまう光が存在してしまうので、図 22 (c) に示すように屈折素子 8 を分割することが好ましい。図 22 (a) は図 17 (a) に示す屈折素子の長手方向に垂直な面で分割する場合を説明するための説明図、図 22 (b) は図 17 (a) に示す屈折素子の長手方向に対して傾いた面で分割する場合を説明するための説明図、図 22 (c) は図 17 (a) に示す屈折素子の断面が複数の面で形成されるように分割する場合を説明するための説明図である。

【0088】

なお、以上の説明では、点状光源 3 を筐体 1 の側面 1c に沿って筐体 1 の底面 1b 上に配設しているが、これに限られたものではなく、例えば、図 24 に示すように、筐体 1 の側面 1c に配設させてもよい。この場合には、図 25 に示すように、点状光源 3 として、点状光源 3 の列設方向への配光分布が広く、点状光源 3 の列設方向に垂直な方向であり LED の中心軸において指向性が高い配光特性を有することが好ましい。点状光源 3 の列設方向への配光分布が広いことにより、点状光源 3 が点在することによる輝度ムラおよび色ムラを低減することが可能である。また、点状光源 3 の列設方向に垂直な方向に指向性が高いことにより、屈折素子で制御性よく点状光源 3 近傍の散乱板 2 から放射する光を軽減することができる。図 24 は点状光源を筐体の側面に配設させた本実施の形態 1 にかかわる他の面状光源装置の部分断面図、図 25 は本発明の実施の形態にかかわる点状光源に用いる他の LED からの放射光の配光分布を示した配光分布図である。

【0089】

また、点状光源 3 を筐体 1 の短辺に沿って配設しているが、筐体 1 の長辺側に配設させてもよい。

【0090】

以上のように、本発明の実施の形態 1 にかかわる面状光源装置によれば、点状光源 3 と中空領域 6 とのあいだに複数の点状光源 3 の配列方向に延在する屈折素子 8 が、屈折素子 8 の被照射面に対する照射光の配光分布のうち光度が最大である入射角の光を筐体 1 の底面 1b 側に屈折させる。より好ましくは、屈折素子 8 の被照射面に対する照射光の配光分布のうち光度が最大である入射角の光を筐体 1 の底面 1b に向けて放射するように屈折させることで、屈折素子 8 からの放射光のうち、多くの光を筐体 1 の底面 1b 側に放射することができるため、点状光源近傍における輝度が、点状光源から遠方の位置の輝度に比べて高くなることなく、表示面の輝度ムラを抑制することができる。

【0091】

実施の形態 2

図 26 は本発明の実施の形態 2 にかかわる面状光源装置の部分断面図、図 27 は本実施の形態 2 にかかわる他の屈折素子の部分断面図である。図 26 において、図 1 ~ 25 と同じ符号は、同一または相当部分を示し、その説明を省略する。屈折素子 11 は、筐体 1 の底面 1b または散乱板 2 に対してほぼ平行な底面 11a と、点状光源 3 側に底面 11a の第 1 の稜 11b を通り底面 11a に対して第 1 の稜 11b から筐体 1 の底面 1b と反対側に所定の傾き角 θ_1 をなす被照射面 11c と、底面 11a に対して複数のほぼ平行な面 11g と、複数の平行な面 11g のそれぞれの稜 11d を通り平行な面 11g に対して稜 11d から筐体 1 の底面 1b と反対側に所定の傾き角 θ_2 をなす放射面 11e と、底面 11a と平行に対向する対向面 11f とを有している。なお、この屈折素子 11 が複数の平行な面 11g および放射面 11e から構成されるところのみが実施の形態 1 と異なるところであり、後述する屈折素子 11 による作用効果以外は、実施の形態 1 と同様の作用効果を奏する。

【0092】

実施の形態 1 においては、図 2 のように単一のプリズムである屈折素子 8 で構成しているので、小さな傾き角 θ_2 を必要とする場合には屈折素子 8 の厚さが厚くなり、装置として小型化や軽量化が難しくなる。しかし、本実施の形態 2 においては、図 26 に示すよう

10

20

30

40

50

に、屈折素子 1 1 を、多数のプリズムを繰り返し配置したプリズムアレイを有する構成とすることにより、屈折素子 1 1 を薄くすることができ、装置として小型化および軽量化が可能になる。

【 0 0 9 3 】

なお、本実施の形態 2 においては、点状光源 3 からの光が屈折素子 1 1 の平行な面 1 1 g に照射されると、放射面 1 1 e に照射される場合とは異なった方向へ放射されるために損失となる。この損失をなるべく小さく抑えるため、平行な面 1 1 g に照射される光を減らすように、放射面 1 1 e の面積を大きくする。すなわち平行な面 1 1 g は筐体の底面 1 b または屈折素子 1 1 の底面 1 1 a に平行に近い角度としている。

【 0 0 9 4 】

また、本実施の形態 2 において、屈折素子 1 1 のそれぞれの放射面 1 1 e は、傾き角 θ_2 が一致した平面で構成されているが、屈折素子 1 1 への照射光の配光分布のうち光度が最大である入射角の照射光による屈折素子 1 1 からの放射光を、筐体 1 の底面 1 b 側に屈折させることができれば、この形状に限られるものではない。

【 0 0 9 5 】

ここで、図 2 7 の紙面上方を筐体 1 の上面 1 a 側、左方を点状光源 3 側とすると、例えば、図 2 7 (a) に示すように、放射面側に傾き角 θ_2 が変化する曲面を有することにより、屈折素子 1 1 への照射光にあわせ、放射光の方向をより精細に制御することが可能である。

【 0 0 9 6 】

また、図 2 7 (b) に示すように、屈折素子 1 1 は、筐体 1 の上面 1 a から底面 1 b の方向に向かって徐々に放射面の傾き角 θ_2 が大きくなる形状とすることにより、上面 1 a 側の照射光と、底面 1 b 側の照射光に対して放射光の方向を独立に制御でき、より精細な放射光の制御が可能である。

【 0 0 9 7 】

また、図 2 7 (c) に示すように、図 2 7 (a) における被照射面側を傾斜する形状にすることで、被照射面における表面反射が増加し、光源近傍の散乱板 2 からの放射光を低減し、光源近傍の明部、色ムラを低減することが可能である。また、被照射面での表面反射を増加させることで、点状光源 3 の配列方向における屈折素子 1 1 からの放射光の輝度ムラおよび色度ムラを一層低減することが可能である。

【 0 0 9 8 】

このように、点状光源の指向性や屈折素子と屈折素子を取り巻く周囲の媒体との屈折率比により、屈折素子の形状を選択することが好ましい。

【 0 0 9 9 】

実施の形態 3

図 2 8 は本発明の実施の形態 3 にかかわる面状光源装置の部分断面図、図 2 9 は本実施の形態 3 にかかわる屈折素子を示した展開図であり、図 2 9 (a) は筐体の上面側から見た上面図、図 2 9 (b) は中空領域側から見た正面図、図 3 0 は屈折素子内を通過する光が放射面で全反射する場合に起こり得る光路を示した説明図である。図 2 8 ~ 図 3 0 において、図 1 ~ 2 7 と同じ符号は、同一または相当部分を示し、その説明を省略する。

【 0 1 0 0 】

屈折素子 1 2 は、筐体 1 の底面 1 b または散乱板 2 に対してほぼ平行な底面 1 2 a と、点状光源 3 側に底面 1 2 a の第 1 の稜 1 2 b を通り底面 1 2 a に対して第 1 の稜 1 2 b から筐体 1 の底面 1 b と反対側に所定の傾き角 θ_1 をなす被照射面 1 2 c と、底面 1 2 a に対して複数のほぼ平行な面 1 2 g と、複数の平行な面 1 2 g のそれぞれの稜 1 2 d を通り平行な面 1 2 g に対して稜 1 2 d から筐体 1 の底面 1 b と反対側に所定の傾き角 θ_2 をなす放射面 1 2 e と、底面 1 2 a と平行に対向する対向面 1 2 f とを有している。さらに、屈折素子 1 2 の被照射面 1 2 c が、筐体 1 の厚み方向に延在する凹部 1 2 h を有している。なお、本実施の形態 3 においては、凹部 1 2 h は 2 つの平面を組み合わせて構成し、隣接する凹部 1 2 h により頂角 θ_3 ($0^\circ < \theta_3 < 180^\circ$) の凸部をなしている。

10

20

30

40

50

【0101】

なお、この屈折素子12が被照射面12cに筐体1の厚み方向に延在する凹部12hを有しているところのみが実施の形態1および2と異なるところであり、後述する屈折素子12の凹部12hによる作用効果以外は、実施の形態1および2と同様の作用効果を奏する。

【0102】

実施の形態3においては、図29に示すように、光源側にある屈折素子12の被照射面12cに、筐体1の厚み方向に延在する凹部12hを形成することにより、被照射面12c全体に対して離散的となっている複数の点状光源3からの光の集合を、被照射面12cに照射された光に屈折素子12内部で長手方向に広がりを持たせることで、屈折素子12の放射面全体における明暗ムラを低減することが可能になる。また、赤色、緑色および青色からなる単色光を混色することができるために、色度ムラの発生を抑制することが可能である。

10

【0103】

ここで、屈折素子12の屈折率を n (n は空気の屈折率1より大)、屈折素子12の隣接する凹部12hによりなされる頂角を θ_3 ($0^\circ < \theta_3 < 180^\circ$)、点状光源3からの前記屈折素子12の被照射面12cへの入射角を θ_2 ($-90^\circ < \theta_2 < 90^\circ$)とすると、屈折素子12の放射面12eにおける全反射によるロスを防ぐために、次の不等式(6)を満たすことが好ましい。

【0104】

$$\begin{aligned} 1 > n \times \sin \theta_1 &= n \times \sin (90^\circ - \theta_3 / 2 - \theta_1) \\ &= n \times \sin (90^\circ - \theta_3 / 2 - \sin^{-1} \\ &\quad ((1/n) \times \sin \theta_2)) \end{aligned} \quad (6)$$

20

【0105】

また、本実施の形態3において、屈折素子12は、凹部12hが2つの平面を組み合わせ構成し、隣接する凹部12hにより頂角 θ_3 ($0^\circ < \theta_3 < 180^\circ$)の凸部をなして構成されているが、被照射面12cに照射された光を屈折素子12内部で長手方向に広がりを持たせることができれば、この形状に限られるものではない。

【0106】

例えば、図31に示すように、凹部が凹レンズをなす曲面であり、隣接する凹部により頂角の凸部をなしている形状であることにより、凹部の位置により屈折角の調整が可能であり、より精細に制御することが可能である。なお、図31は本実施の形態3にかかわる他の屈折素子を示した展開図であり、図31(a)は筐体の上面側から見た上面図、図31(b)は中空領域側から見た正面図、図31(c)は屈折素子の長手方向から見た側面図である。

30

【0107】

また、屈折素子の被照射面または放射面に、筐体の厚み方向に凹部が延在するプリズムシートや屈折素子の長手方向に対する散乱度が短手方向に対する散乱度に比べて大きい異方性散乱機能を有するシートを貼り合わせることにより、屈折素子の長手方向に広がりを持たせてもよい。

40

【0108】

このように、点状光源の指向性や屈折素子と屈折素子を取り巻く周囲の媒体との屈折率比により、屈折素子の形状を選択することが好ましい。

【0109】

実施の形態4

図32は本発明の実施の形態4にかかわる面状光源装置の断面図、図33は屈折素子の作用を説明する図であり、図33(a)は本実施の形態における屈折素子の近傍の拡大図、図33(b)は図17(a)の屈折素子の近傍の拡大図である。図32~33において、図1~31と同じ符号は、図1~31に示されるものと同一または相当部分を示し、その説明を省略する。本実施の形態4は、後述する屈折素子48の形状および屈折素子48

50

の底面48aを粗面としたことのみが実施の形態1と異なっており、屈折素子48による作用効果以外は、実施の形態1と同様の作用効果を奏する。

【0110】

本実施の形態4における屈折素子48は、点状光源3と中空領域6とのあいだにおいて、複数の点状光源3の配列方向に沿って設けられ、筐体1の底面1bに対してほぼ平行な底面48aと、該底面48aと平行に対向する対向面48fと、前記底面48aと対向面48fに接し、中空領域6側に傾いた被照射面48cと、前記底面48aと対向面48fに接し、点状光源3側に傾いた放射面48eとを有している。また、前記底面48aは、光散乱手段として微細な凹凸を設けた粗面にされている。なお、該屈折素子48はアクリルなどの透明樹脂またはガラスから作製されている。

10

【0111】

前記屈折素子48は、点状光源3から直接またはリフレクタ7を介して照射された光を筐体1の底面1b側に屈折させ放射する。なお、被照射面48cに対する照射光のうち、光度が最大である入射角の光を筐体1の開口部1d側より底面1b側に屈折して放射するように、被照射面48cおよび放射面48eの傾きを調整するのがより好ましい。

【0112】

本実施の形態4においては、図33(a)に示されるように、屈折素子48の底面48aを粗面としているため、図33(b)に示す図17(a)のように屈折素子108の底面に到達して反射し点状光源3の近傍の散乱板2から放射していた光を広げることができ、散乱板2からの放射光の輝度ムラを改善することができる。また、底面48aで散乱反

20

【0113】

射することにより、屈折素子48の長手方向に対しても光が広がるため、点状光源3が離散的に配置されたことに起因する輝度ムラや色ムラも改善することができる。なお、一部の光は底面48aから放射するが、リフレクタ7で反射され、再度屈折素子48内に戻り利用される。

【0114】

なお、本実施の形態4において、屈折素子48の底面48aは光散乱手段として粗面しているが、本発明では、これに限られるものではない。

たとえば、図34に示されるように、屈折素子48の底面48aに屈折素子48の短手方向に沿って伸びる溝を形成することにより、底面48aで反射した光の屈折素子の長手方向に対する広がりを選択的に制御することができる。このため、点状光源3が離散的に配置されたことに起因する輝度ムラや色ムラを改善することができる。なお、図34(a)は屈折素子の断面図であり、図34(b)は屈折素子を中空領域側から見た図である。

30

【0115】

また、図35に示されるように、屈折素子48の底面48aに長手方向に沿って伸びる溝を形成することにより、底面48aで反射した光の屈折素子の短手方向に対する広がりを選択的に制御することができる。このため、点状光源3の近傍で輝度が高くなることを緩和することができ、輝度ムラを改善することができる。なお、図35(a)は屈折素子の断面図であり、図35(b)は屈折素子を中空領域側から見た図である。

【0116】

また、前記光散乱手段として、屈折素子48の底面48aに散乱シートや白色などの散乱反射シートを貼り付けることができる。さらには、直交する方向で散乱度合いの異なる異方性散乱シートを貼り付けることもできる。この異方性散乱シートを用いることにより、屈折素子の長手方向と短手方向で光の広がりを独立に制御することが可能となり、効果的に入光近傍の輝度ムラおよび色ムラを改善することができる。

40

【0117】

なお、本実施の形態4においては、屈折素子48の底面48aに光散乱手段を設けることにより、入光近傍の輝度ムラおよび色ムラを改善しているが、本発明においては、屈折素子の形状はこれに限られるものではなく、たとえば実施の形態1~3に示した形状の屈折素子の底面に光散乱手段を設けることにより、実施の形態1~3に示した効果と本実施

50

の形態4の効果によって、さらに散乱板2からの放射光の輝度ムラおよび色ムラを改善することができる。

【0118】

以上説明した実施の形態においては、複数の点状光源3が実装された点状光源基板4が筐体1の対向する2つの側面1cに沿って並設されているが、十分な輝度が得られるのであれば、筐体1の4つの側面1cのうちの1つの側面1cに沿って点状光源3を配設することができる。また、輝度が不足するのであれば3つまたは4つの側面1cに沿って点状光源3を配設してもよい。

【0119】

また、以上説明した実施形態においては、反射板5として光を正反射する機能を有する正反射材を用いているが、正反射材の表面の一部を荒らす、または反射板の一部に白色の樹脂製シートもしくは金属板を白色に塗装した散乱反射部を設けたものを用いることもできる。とくに筐体1の底面1bの中央近傍などの点状光源3から離れた位置に散乱反射部を設けることにより、点状光源3から離れた位置の輝度を高めることができる。

【0120】

実施の形態5

図36は本発明の実施の形態5にかかわる面状光源装置の部分断面図である。図36において、図1～35と同じ符号は、同一または相当部分を示し、その説明を省略する。屈折素子13は、被照射面13aと放射面13bとをつなぐ少なくとも1つの側面13dを有し、側面13dが点状光源3から屈折素子13への照射光を全反射する。特に、図5に示すような、LEDの中心軸に対して十分な角度において光度が最大となる配光分布を有するLEDを点状光源3として用いた場合には、側面13dが点状光源3から屈折素子13への照射光の配光分布のうち光度が最大である方向の光を全反射することが好ましい。また、図25に示すような、LEDの中心軸において光度が最大となる配光分布を有するLEDを点状光源3として用いた場合には、点状光源3から屈折素子13への照射光の配光分布のうち光度が最大である方向の光は側面13dに照射されることなく放射面13bに到達することとなる。

【0121】

なお、本実施の形態5における屈折素子13の側面は、屈折素子13の長手方向に垂直な筐体1の側面1cに対して平行である対向する2つの平面13cと、対向する2つの平面をつなぐ対向する2つの曲面13dから構成される。

【0122】

また、点状光源3であるLEDからのあらゆる方向の光を被照射面13aに対してほぼ垂直に照射されるように、被照射面13aは、LED素子を封止した樹脂のレンズ形状に合わせてLEDを包囲するように半球形状とする。これにより、被照射面13aにおける入射角を小さくする(直角入射)ことができ、被照射面13aへ照射された光を効率よく曲面13dまたは放射面13bに照射されることができる。

【0123】

また、屈折素子13の放射面13bは曲面であり、筐体1の上面1aから底面1bに向かって徐々に曲面の接線の傾きが筐体1の底面1bに対して大きくなるような形状であることで、放射面13bのいずれの位置から放射した光も中空領域6の中央下部、すなわち、反光源側の遠方に到達することとなる。

【0124】

なお、本実施の形態5においては、点状光源3から屈折素子13への照射光を全反射するような屈折素子13の側面13dを設けているところだけが実施の形態1～3と異なっており、後述する屈折素子13の側面による作用効果以外は、実施の形態1～3と同様の作用効果を奏する。

【0125】

本実施の形態5においては、屈折素子13の側面である曲面13dで、光を全反射させることにより、光を側面から屈折素子13の外部に放射することなく、効率よく光の指向

10

20

30

40

50

性を整えたうえで、放射面 1 3 d で光の方向を筐体 1 の底面 1 b 側に屈折して放射することができるので、光源近傍の明部を軽減することが可能となる。

【 0 1 2 6 】

また、本実施の形態 5 において、屈折素子 1 3 は、屈折素子 1 3 の長手方向に垂直な筐体 1 の側面 1 c に対して平行である対向する 2 つの平面 1 3 c と、対向する 2 つの平面をつなぐ対向する 2 つの曲面 1 3 d から構成されているが、点状光源 3 から屈折素子 1 3 への照射光を側面で全反射することができれば、この形状に限られるものではない。

【 0 1 2 7 】

例えば、図 3 7 に示すように、屈折素子 1 3 は、被照射面と放射面とをつなぐ側面が、屈折素子 1 3 の長手方向に垂直な筐体 1 の側面 1 c に対して平行である対向する 2 つの平面と、対向する 2 つの平面をつなぐ対向する 2 つの傾斜曲面からなる。2 つの傾斜曲面は被照射面から放射面に向かって筐体 1 の上面 1 a または底面 1 b との間隙をそれぞれ減少させるように筐体 1 の底面 1 b に対して傾斜し、上面 1 a 側の傾斜曲面が底面 1 b 側の傾斜曲面に比べ放射面となす角が大きい。これにより、傾斜曲面で反射する光を底面側へ揃えることができ、放射面を筐体 1 の底面 1 b または散乱板 2 に対して垂直な平面とできるために、屈折素子 1 3 を薄型化することが可能である。図 3 7 は本実施の形態 5 にかかわる他の屈折素子を示した展開図であり、図 3 7 (a) は中空領域 6 側から見た正面図、図 3 7 (b) は屈折素子の長手方向から見た側面図である。

【 0 1 2 8 】

なお、屈折素子 1 3 の側面 1 3 d に蒸着等によって銀やアルミニウムなどの反射層を形成し、側面 1 3 d からの漏れ光を低減してもよい。

【 0 1 2 9 】

このように、点状光源の指向性や屈折素子と屈折素子を取り巻く周囲の媒体との屈折率比により、屈折素子の形状を選択することが好ましい。

【 0 1 3 0 】

また、複数の点状光源 3 を実装した点状光源基板 4 を、筐体 1 の 1 つの側面 1 c の近傍にのみ配設した場合には、点状光源 3 からの光を効率よく中空領域 6 に導く必要がある。このため、図 3 8 に示すように、筐体 1 の 1 つの側面 1 c の近傍にのみ点状光源 3 を配設した場合には、本実施の形態 5 における屈折素子 1 3 を用いることで、放射面 1 3 b 以外の面からの放射を抑制することができるので好ましい。図 3 8 は本発明の実施の形態 5 にかかわる他の面状光源装置の部分断面図である。

【 0 1 3 1 】

実施の形態 6

図 3 9 は本発明の実施の形態 6 にかかわる面状光源装置の断面図、図 4 0 は屈折素子の作用を説明する図であり、図 4 0 (a) は本実施の形態 6 における屈折素子の近傍の拡大図、図 4 0 (b) は図 1 7 (a) の屈折素子の近傍の拡大図、図 4 1 は屈折素子の形状を説明するための説明図である。図 3 9 ~ 4 1 において、図 1 ~ 3 8 と同じ符号は、図 1 ~ 3 8 に示されるものと同様または相当部分を示し、その説明を省略する。本実施の形態 6 は、後述する屈折素子 8 の形状に特徴を有することのみが実施の形態 1 と異なっており、屈折素子 8 による作用効果以外は、実施の形態 1 と同様の作用効果を奏する。

【 0 1 3 2 】

本実施の形態 6 における屈折素子 8 は、点状光源 3 と中空領域 6 とのあいだにおいて、複数の点状光源 3 の配列方向に沿って設けられ、前記屈折素子 8 の点状光源 3 に対向する被照射面 8 c は、筐体 1 の底面 1 b から上面 1 e に向けて前記屈折素子の底面に対し中空領域側への傾斜角度が小さくなる形状を有しており、屈折素子 8 に照射された光を筐体 1 の底面 1 b 側に屈折させ放射する。さらに言えば、被照射面 8 c に対する照射光のうち、光度が最大である入射角の光を筐体 1 の開口部 1 d 側より底面 1 b 側に屈折して放射させる形状であることがより好ましい。

【 0 1 3 3 】

前記屈折素子 8 は、筐体 1 の底面 1 b に対してほぼ垂直な第 1 面 8 c 1 および第 1 面 8

10

20

30

40

50

c 1 に連続し中空領域 6 側に傾斜した第 2 面 8 c 2 とからなる被照射面 8 c と、筐体 1 の底面 1 b に対してほぼ平行な底面 8 a と、該底面 8 a の中空領域 6 側の稜 8 d を通り点状光源 3 側に傾斜する放射面 8 e と、前記底面 8 a と平行に対向する対向面 8 f とを有している。前記屈折素子 8 はアクリルなどの透明樹脂またはガラスから作製されている。なお、本実施の形態 6 においては、被照射面 8 c は 2 つの平面だけで構成されているので、加工が容易である。

【 0 1 3 4 】

ここで、図 4 0 (a) に示されるように、本実施の形態においては、被照射面 8 c に底面 1 b にほぼ垂直な第 1 面 8 c 1 を設けているため、図 4 0 (b) に示すように屈折素子 1 0 8 の底面に到達する光を抑制できる。このため、底面 8 a で反射し、点状光源 3 の近傍の散乱板 2 から放射する光が低減し、散乱板 2 からの放射光の輝度ムラを改善することができる。また、被照射面 8 c に第 2 面 8 c 2 として、第 1 面 8 c 1 に連続し中空領域 6 側に傾斜した面を設けているため、第 2 面 8 c 2 に到達した光のうち表面反射し、リフレクタ 7 側に戻り再利用される光 L 1 が増加する。このため、点状光源 3 の近傍の散乱板 2 からの放射光が低減し、散乱板 2 からの放射光の輝度ムラを改善することができる。

【 0 1 3 5 】

ここで、被照射面 8 c を構成する第 1 面 8 c 1 は前述の通り点状光源 3 を発し被照射面 8 c で屈折し底面 8 a に到達する光を低減させるために設けるものである。したがって、第 1 面 8 c 1 の高さは、点状光源から放射した光の配光分布において点状光源の中心軸に対する角度が最大となる角度（以下、最大配光角という）の放射光のうち被照射面 8 c で屈折し稜 8 d に到達する光が、被照射面 8 c に照射される高さ以下でよい。図 4 1 を用いて本実施の形態における第 1 面 8 c 1 の高さを説明する。図 4 1 において、紙面左側が点状光源 3 側であり、右側が中空領域 6 側である。本実施の形態において点状光源 3 の最大配光角は図 5 に示すようにほぼ 9 0 度であるから、底面 8 a にほぼ平行な光が最大配光角の光となる。ここで、点状光源 3 を発し第 2 面 8 c 2 で屈折し稜 8 d に到達する平行な光が、第 2 面 8 c 2 に照射される点を P とする。この点 P より底面 8 a 側で第 2 面 8 c 2 に到達した光の一部は底面 8 a に到達するが、点 P より対向面 8 f 側で第 2 面 8 c 2 に達した光は底面 8 a には到達せずに放射面 8 e から放射する。すなわち点 P より底面 8 a 側の範囲に第 1 面 8 c 1 を設ければよい。よって、第 2 面 8 c 2 の傾斜角度を θ 、屈折素子 8 の屈折率を n_1 、屈折素子の幅を w_1 および第 1 面 8 c 1 の高さを h_1 とすると、つぎの式 (7) を満たす範囲とすればよい。

【 0 1 3 6 】

$$0 < h_1 \leq w_1 / (\tan(\theta) + \sin^{-1}(\sin(\theta) / n_1)) \quad (7)$$

【 0 1 3 7 】

なお、本実施の形態 6 において、屈折素子 8 の被照射面 8 c は 2 つの平面で構成されているが、本発明においては、被照射面 8 c が筐体 1 の底面 1 b から上面 1 a に向けて前記屈折素子の底面に対し中空領域側への傾斜角度が小さくなる形状であれば、この形状に限られるものではない。

【 0 1 3 8 】

たとえば、図 4 2 に示されるように、屈折素子 8 の被照射面 8 c を多面で形成することができる。または図 4 3 に示されるように、屈折素子 8 の被照射面 8 c を曲面で形成することもできる。このように、被照射面を多面または曲面で形成することによって、より精細に光の方向を制御することができる。

【 0 1 3 9 】

実施の形態 7

図 4 4 は本発明の実施の形態 7 にかかわる面状光源装置の断面図、図 4 5 は屈折素子の作用を説明する部分断面図であり、図 4 5 (a) は本実施の形態 7 における屈折素子の近傍の拡大図、図 4 5 (b) は図 1 7 (a) の屈折素子の近傍の拡大図、図 4 6 は屈折素子の形状を説明するための説明図である。図 4 4 ~ 4 6 において、図 1 ~ 4 3 と同じ符号は

10

20

30

40

50

、図1～43に示されるものと同じまたは相当部分を示し、その説明を省略する。本実施の形態7は、後述する屈折素子18の形状のみが実施の形態1と異なっており、該屈折素子18による作用効果以外は、実施の形態1と同様の作用効果を奏する。

【0140】

本実施の形態7における屈折素子18は、点状光源3と中空領域6とのあいだにおいて、複数の点状光源3の配列方向に沿って設けられ、該屈折素子18の中空領域6に対向する放射面18eは、前記筐体1の底面1bから上面1aに向けて前記屈折素子の底面に対し点状光源側への傾斜角度が大きくなる形状を有し、屈折素子18に照射された光を筐体1の底面1b側に屈折させ放射する。さらに言えば、被照射面18cに対する照射光のうち、光度が最大である入射角の光を筐体1の開口部1d側より底面1b側に屈折して放射する形状であることがより好ましい。

10

【0141】

前記屈折素子18は、点状光源3側に傾斜した第1面18e1および該第1面18e1に連続し筐体1の底面1bに対してほぼ垂直な第2面18e2からなる中空領域6側の放射面18eと、筐体1の底面1bに対してほぼ平行な底面18aと、該底面18aの点状光源3側の稜18bを通り中空領域6側に傾斜する被照射面18cと、前記底面18aと平行に対向する対向面18fとを有している。該屈折素子18はアクリルなどの透明樹脂またはガラスから作製されている。なお、本実施の形態7においては、放射面18eは2つの平面だけで構成されているので、加工が容易である。

【0142】

本実施の形態7においては、放射面18eを図45(a)に示されるように、点状光源3側に傾いた第1面18e1と底面1bにほぼ垂直な第2面18e2で構成しているため、図45(b)に示す屈折素子108と同等の厚さにおいて放射面18eの底面1b側の傾斜角度を小さくすることができる。このため、底面18aで反射した光を図45(b)に示す従来の屈折素子108に比べ底面1b側に強く屈折させることができ、点状光源3の近傍の散乱板2から放射する光が低減し、散乱板2からの放射光の輝度ムラを改善することができる。

20

【0143】

なお、底面18aで反射した光のうち、底面18aから一定の高さ以上の位置で第2面18e2に到達した光は全て全反射し、リフレクタ7側に戻され再利用される。よって、第1面18e1は底面18aで反射した光が第2面18e2で全て全反射する高さ以下の範囲に設ければよい。図46を用いて本実施の形態における第1面18e1の高さを説明する。図46において紙面左側が点状光源3側であり、右側が中空領域6側である。底面18aで反射され第2面18e2に到達した光と第2面18e2の法線がなす角度を、屈折素子18の屈折率をn2とすると、つぎの式(8)を満たす光は第2面18e2で全反射する。

30

【0144】

$$\sin^{-1}(1/n) \quad (8)$$

【0145】

ここで、 $\sin^{-1}(1/n)$ の反射光のうち、第2面18e2での到達点の最大高さをh3、屈折素子18の稜18bと第2面18e2の幅をw2とすると、高さh3はつぎの式(9)で表される。すなわち、底面18aで反射され第2面18e2にh3以上の高さで到達した光は全て全反射する。

40

【0146】

$$\begin{aligned} h_3 &= w_2 \times \tan \\ &= w_2 \times \tan(\sin^{-1}(1/n)) \end{aligned} \quad (9)$$

【0147】

よって、第1面18e1の高さをh2とすると、h2はh3以下でよく、つぎの式(10)で示す範囲となる。

【0148】

50

$$0 < h_2 \leq w_2 \times \tan(\sin^{-1}(1/n)) \quad (10)$$

なお、本実施の形態 7 において、屈折素子 18 の放射面 18 e は 2 つの平面で構成されているが、本発明においては、放射面 18 e が筐体 1 の底面 1 b から上面 1 a に向けて前記屈折素子の底面に対し点状光源側への傾斜角度が大きくなる形状であれば、この形状に限られるものではない。

【0149】

たとえば、図 47 に示されるように、屈折素子 18 の放射面 18 e を多面で形成することができる。または図 48 に示されるように、屈折素子 18 の放射面 18 e を曲面で形成することもできる。このように、放射面を多面または曲面で形成することによって、より精細に光の方向を制御することができる。

10

【0150】

実施の形態 8

図 49 は本発明の実施の形態 8 にかかわる面状光源装置の断面図、図 50 は屈折素子の作用を説明する部分断面図であり、図 50 (a) は本実施の形態 8 における屈折素子の近傍の拡大図、図 50 (b) は図 17 (a) の屈折素子の近傍の拡大図である。図 49 ~ 50 において、図 1 ~ 48 と同じ符号は、図 1 ~ 48 に示されるもの同一または相当部分を示し、その説明を省略する。本実施の形態 8 は、後述する屈折素子 28 の形状のみが実施の形態 1 と異なっており、該屈折素子 28 による作用効果以外は、実施の形態 1 と同様の作用効果を奏する。

【0151】

本実施の形態 8 における屈折素子 28 は、点状光源 3 と中空領域 6 とのあいだにおいて、複数の点状光源 3 の配列方向に沿って設けられ、点状光源 3 に対向する被照射面 28 c は筐体 1 の底面 1 b から上面 1 a に向けて前記屈折素子の底面に対し中空領域側への傾斜角度が小さくなり、中空領域 6 に対向する放射面 28 e は筐体 1 の底面 1 b から上面 1 a に向けて前記屈折素子の底面に対し点状光源側への傾斜角度が大きくなる形状を有し、屈折素子 28 に照射された光を筐体 1 の底面 1 b 側に屈折させ放射する。さらに言えば、被照射面 28 c に対する照射光のうち、光度が最大である入射角の光を筐体 1 の開口部 1 d 側より底面 1 b 側に屈折して放射する形状であることがより好ましい。

20

【0152】

前記屈折素子 28 は、筐体 1 の底面 1 b に対してほぼ垂直な第 1 面 28 c 1 および第 1 面 28 c 1 に連続し中空領域 6 側に傾斜した第 2 面 28 c 2 からなる点状光源 3 側の被照射面 28 c と、中空領域 6 側の放射面 28 e が点状光源 3 側に傾斜した第 1 面 28 e 1 と、該第 1 面 28 e 1 に連続し筐体 1 の底面 1 b に対してほぼ垂直な第 2 面 28 e 2 とからなる。さらに筐体 1 の底面 1 b に対してほぼ平行な底面 28 a と、該底面 28 a と平行に対向する対向面 28 f とを有している。該屈折素子 28 はアクリルなどの透明樹脂またはガラスから作製されている。なお、本実施の形態 8 においては、被照射面 28 c および放射面 28 e は、それぞれ 2 つの平面だけで構成されているので、加工が容易である。

30

【0153】

本実施の形態 8 においては、被照射面 28 c に図 50 (a) に示されるように、底面 1 b にほぼ垂直な第 1 面 28 c 1 を設けているため、図 50 (b) に示すように屈折素子 108 の底面に到達する光を抑制することができる。このため、底面 28 a で反射し、点状光源 3 の近傍の散乱板 2 から放射する光が低減し、散乱板 2 からの放射光の輝度ムラを改善することができる。また、被照射面 28 c として、第 1 面 28 c 1 に連続し中空領域 6 側に傾斜した第 2 面 28 c 2 を設けているため、光源から第 2 面 28 c 2 に到達した光のうち表面反射し、リフレクタ 7 側に戻り再利用される光 L1 が増加する。このため、点状光源 3 の近傍の散乱板 2 からの放射光が低減し、散乱板 2 からの放射光の輝度ムラを改善することができる。

40

【0154】

さらに放射面 28 e に点状光源 3 側に傾斜した第 1 面 28 e 1 を設けているため、被照射面 28 c を構成する第 1 面 28 c 1 から照射された光を底面 1 b 側に屈折することがで

50

き、点状光源 3 の近傍の散乱板 2 から放射する光がさらに低減し、散乱板 2 からの放射光の輝度ムラを改善することができる。また、放射面 2 8 e に底面 1 b にほぼ垂直な第 2 面 2 8 e 2 を設けているため、屈折素子 2 8 を薄く構成することができる。なお、被照射面 2 8 c を構成する第 1 面 2 8 c 1 から照射された光が放射面 2 8 e を構成する第 1 面 2 8 e 1 に到達し屈折するために、被照射面 2 8 c の第 1 面 2 8 c 1 と第 2 面 2 8 c 2 の境界線 2 8 c 3 が放射面 2 8 e の第 1 面 2 8 e 1 と第 2 面 2 8 e 2 の境界線 2 8 e 3 に比べ底面 1 b 側にあるのが好ましい。

【 0 1 5 5 】

なお、本実施の形態 8 おいて、屈折素子 2 8 の被照射面 2 8 c および放射面 2 8 e はそれぞれ 2 つの平面を組み合わせられて構成されているが、被照射面 2 8 c が筐体 1 の底面 1 b から上面 1 a に向けて前記屈折素子の底面に対し中空領域側への傾斜角度が小さくなる形状であり、放射面 2 8 e が筐体 1 の底面 1 b から上面 1 a に向けて前記屈折素子の底面に対し点状光源側への傾斜角度が大きくなる形状であれば、この形状に限られるものではない。

【 0 1 5 6 】

たとえば、図 5 1 に示されるように、屈折素子 2 8 の被照射面 2 8 c や放射面 2 8 e を多面で形成することができる。または図 5 2 に示されるように、屈折素子 2 8 の被照射面 2 8 c や放射面 2 8 e を曲面で形成することもできる。このように被照射面 2 8 c や放射面 2 8 e を多面または曲面で形成することによって、より精細に光の方向を制御することができる。

【 0 1 5 7 】

実施の形態 9

図 5 3 は本発明の実施の形態 9 にかかわる面状光源装置の断面図、図 5 4 は屈折素子の作用を説明する部分断面図であり、図 5 4 (a) は本実施の形態 9 における屈折素子の近傍の拡大図、図 5 4 (b) は図 1 7 (a) の屈折素子の近傍の拡大図、図 5 5 は屈折素子の形状を説明するための説明図である。図 5 3 ~ 5 5 において、図 1 ~ 5 2 と同じ符号は、図 1 ~ 5 2 に示されるものと同様または相当部分を示し、その説明を省略する。本実施の形態 9 は、後述する屈折素子 5 8 の形状のみが実施の形態 1 と異なっており、該屈折素子 5 8 による作用効果以外は、実施の形態 1 と同様の作用効果を奏する。

【 0 1 5 8 】

本実施の形態 9 における屈折素子 5 8 は、点状光源 3 と中空領域 6 とのあいだにおいて、複数の点状光源 3 の配列方向に沿って設けられ、該屈折素子 5 8 の点状光源 3 に対向する被照射面 5 8 c と中空領域 6 に対向する放射面 5 8 e を結ぶ底面 5 8 a は、被照射面 5 8 c から放射面 5 8 e に向けて前記筐体 1 の底面 1 b へ近づく方向に傾斜する形状を有し、屈折素子 5 8 に照射された光を筐体 1 の底面 1 b 側に屈折させ放射する。さらに言えば、被照射面 5 8 c に対する照射光のうち、光度が最大である入射角の光を筐体 1 の開口部 1 d 側より底面 1 b 側に屈折して放射する形状である。

【 0 1 5 9 】

前記屈折素子 5 8 は、点状光源 3 側に位置し中空領域 6 側に傾斜した被照射面 5 8 c と、中空領域 6 側に位置し点状光源 3 側に傾斜した放射面 5 8 e と、被照射面 5 8 c と放射面 5 8 e を結び被照射面 5 8 c から放射面 5 8 e に向けて前記筐体 1 の底面 1 b 側へ傾斜する底面 5 8 a と、被照射面 5 8 c と放射面 5 8 e を結び筐体 1 の底面 1 b に対してほぼ平行な対向面 5 8 f とを有している。該屈折素子 5 8 はアクリルなどの透明樹脂またはガラスから作製されている。

【 0 1 6 0 】

本実施の形態 9 においては、底面 5 8 a を図 5 4 (a) に示されるように、筐体 1 の底面 1 b に対し傾いた形状としているため、被照射面 5 8 c から照射され底面 5 8 a に到達した光を、図 5 4 (b) に示す図 1 7 (a) の屈折素子 1 0 8 の底面に到達した光に比べ底面 1 b 側に反射させることができ、点状光源 3 の近傍の散乱板 2 から放射する光が低減し、散乱板 2 からの放射光の輝度ムラを改善することができる。

10

20

30

40

50

【0161】

なお、底面58aの傾斜角度は底面58aで反射し放射面58eで屈折した光が筐体1の開口部1d側より底面1b側に放射するように定めることが好ましい。

【0162】

以下、図55を用いて説明するように、点状光源3から放射する最大配光角の光を屈折素子58により筐体1の開口部1d側より底面1b側に放射するように制御した。ここで、屈折素子58の屈折率を n (n は空気の屈折率1より大)、屈折素子58の被照射面58cと底面58aとのなす角を θ_1 、屈折素子58の放射面58eと底面58aとのなす角を θ_2 、底面58aの筐体1の底面1bに対する傾斜角度を θ_0 、屈折素子58の放射面58eからの放射光の筐体1の底面1bに対する角度を θ とする。

10

【0163】

屈折素子58の被照射面58cに入射角 θ_i ($-90^\circ < \theta_i < 90^\circ$)で照射された光は、スネルの法則により、つぎの式(11)の屈折角 θ_1 で屈折される。

【0164】

$$\theta_1 = \text{Sin}^{-1} \left(\left(1/n \right) \times \text{Sin} \theta_i \right) \quad (11)$$

【0165】

また、屈折素子58内を通過する光の一部は、底面58aで全反射(入射角=反射角= $\theta_1 + \theta_1$)し、入射角 θ_2 ($= \theta_1 + \theta_1 - \theta_2$)で放射面58eに照射され、スネルの法則により、つぎの式(12)の屈折角 θ_0 で屈折素子58の放射面58eで屈折され放射することとなる。

20

【0166】

$$\begin{aligned} \theta_0 &= \text{Sin}^{-1} (n \times \text{Sin} \theta_2) \\ &= \text{Sin}^{-1} (n \times \text{Sin} (\theta_1 + \theta_1 - \theta_2)) \\ &= \text{Sin}^{-1} (n \times \text{Sin} (\text{Sin}^{-1} ((1/n) \times \text{Sin} \theta_i) + \theta_1 - \theta_2)) \end{aligned} \quad (12)$$

【0167】

屈折素子58の放射面58eからの放射光を筐体1の底面1b側に放射するには、筐体1の底面1bに対する角度($= (\theta_1 + \theta_2) + \theta_0 - 90^\circ$)が 0° 以上であればよい。

【0168】

すなわち、つぎの不等式(13)を満たせばよいことになる。

30

【0169】

$$\begin{aligned} 0^\circ &= (\theta_1 + \theta_2) + \theta_0 - 90^\circ \\ &= \theta_1 + \theta_2 + \text{Sin}^{-1} (n \times \text{Sin} (\text{Sin}^{-1} ((1/n) \times \text{Sin} \theta_i) \\ &\quad + \theta_1 - \theta_2)) - 90^\circ \end{aligned} \quad (13)$$

【0170】

ここで、不等式(13)より入射角 θ_i が小さくなるにしたがい、角度 θ も小さくなる。よって、点状光源3からの放射光のうち入射角 θ_i が最も小さくなる光、すなわち、最大配光角の光において不等式(13)を満たすように θ_0 を設定すれば底面58aで反射する光はすべて筐体1の開口部1d側より底面1b側に放射するため好ましい。たとえば、図5に示されるように、LED素子の中心軸に対して鉛直上方から右回りを正として、LEDからの放射光の最大配光角が 90° のLEDを点状光源3として用いた場合には、最大配光角の光が屈折素子58の被照射面58cに照射される入射角 θ_i は、 $\theta_i = 90^\circ - (\theta_1 - \theta_2)$ であり、不等式(13)より、つぎの不等式(14)を満たすことにより、底面58aで反射する光はすべて筐体1の開口部1d側より底面1b側に放射することができ、点状光源3の近傍で散乱板2からの放射光が低減し、散乱板2からの放射光の輝度ムラを改善することができる。

40

【0171】

$$0^\circ = (\theta_1 + \theta_2) + \text{Sin}^{-1} (n \times \text{Sin} (\text{Sin}^{-1} ((1/n) \times \text{Sin} (90^\circ - (\theta_1 - \theta_2))) + \theta_1 - \theta_2)) - 90^\circ \quad (14)$$

【0172】

50

実施の形態 10

図56は本発明の実施の形態9にかかわる面状光源装置の断面図、図57は屈折素子の作用を説明する図であり、図57(a)は本実施の形態における屈折素子の近傍の拡大図、図57(b)は図17(a)の屈折素子の近傍の拡大図である。図56～57において、図1～55と同じ符号は、図1～55に示されるものと同一または相当部分を示し、その説明を省略する。本実施の形態10は、後述する屈折素子38の形状および屈折素子38の底面38aに光吸収部材を設けたことのみが実施の形態1と異なっており、屈折素子38による作用効果以外は、実施の形態1と同様の作用効果を奏する。

【0173】

本実施の形態10における屈折素子38は、点状光源3と中空領域6とのあいだにおいて、複数の点状光源3の配列方向に沿って設けられ、筐体1の底面1bに対してほぼ平行な底面38aと、該底面38aと平行に対向する対向面38fと、前記底面38aと対向面38fに接し、中空領域6側に傾いた被照射面38cと、前記底面38aと対向面38fに接し、点状光源3側に傾いた放射面38eとを有している。また、前記底面38aには、光吸収部材39として黒色シートが貼り付けられている。なお、該屈折素子38はアクリルなどの透明樹脂またはガラスから作製されている。

【0174】

前記屈折素子38は、点状光源3から直接またはリフレクタ7を介して照射された光を筐体1の底面1b側に屈折させ放射する。なお、被照射面38cに対する照射光のうち、光度が最大である入射角の光を筐体1の開口部1d側より底面1b側に屈折して放射するように、被照射面38cおよび放射面38eの傾きを調整するのがより好ましい。

【0175】

本実施の形態10においては、図57(a)に示されるように、屈折素子38の底面38aに光吸収部材39を貼り付けているため、屈折素子38の底面38aに到達した光を吸収でき、図57(b)に示すように屈折素子108の底面に到達して反射し、点状光源3の近傍の散乱板2から放射する光を抑制し、散乱板2からの放射光の輝度ムラを改善することができる。

【0176】

なお、本実施の形態10においては、光吸収部材39に黒色シートを用いているが、本発明では、少なくとも一部の光を吸収する機能を有していれば、これに限られるものではなく、たとえば灰色のシートを用いることができる。または屈折素子38の底面に灰色や黒色の塗装を施してもよい。

【0177】

なお、本実施の形態10においては、屈折素子38の底面38aに光吸収部材39を用いて、点状光源3の近傍の散乱板2から放射する光を抑制し、散乱板2からの放射光の輝度ムラを改善しているが、本発明においては、屈折素子の形状はこれに限られるものではなく、たとえば実施の形態1～9に示した形状の屈折素子の底面に光吸収部材を用いることにより、実施の形態1～9に示した効果と本実施の形態10の効果によって、さらに散乱板2からの放射光の輝度ムラを改善することができる。

【0178】

実施の形態 11

図58は本発明の実施の形態11にかかわる面状光源装置の部分断面図、図59は本実施の形態11にかかわる点状光源基板4と筐体の底面との位置関係を説明するための説明図である。図58および図59において、図1～図57と同じ符号は、同一または相当部分を示し、その説明を省略する。点状光源基板4は、点状光源3の中心軸14に垂直な平面15と筐体1の底面1bとが角度 θ をなすように、筐体1に配設している。

【0179】

なお、本実施の形態11においては、面状光源装置に屈折素子を設けず、点状光源3の中心軸14に垂直な平面15と筐体1の底面1bとが角度 θ をなすように、点状光源基板4を筐体1の底面1bまたは散乱板2に対して傾けるところだけが実施の形態1～4と異

10

20

30

40

50

なっており、後述する点状光源基板 4 による作用効果以外は、実施の形態 1 ~ 4 と同様の作用効果を奏する。

【 0 1 8 0 】

点状光源 3 からはあらゆる方向への放射光が存在するが、点状光源 3 の中心軸 1 4 に対する点状光源 3 からの放射光の配光分布のうち光度が最大となる角度 θ_3 (-90° ~ 90°) の放射光を、筐体 1 の底面 1 b 側に放射させることにより、光源近傍の散乱板 2 からの放射光を低減し、光源近傍の明部を改善することができる。特に、点状光源 3 からの放射光の配光分布のうち光度が最大となる光を筐体 1 の底面 1 b に向ける、すなわち、光度が最大となる光が水平以下となるように点状光源基板 4 を傾けることにより、多くの光は反射板 5 を介して散乱板 2 から放射することとなり、さらに効果的に、光源近傍の散乱板 2 からの放射光を低減できる。また、中空領域 6 内での光の伝播距離が増加するために、光の混色および混合が促進され、輝度ムラおよび色度ムラを大幅に低減できるために好ましい。

10

【 0 1 8 1 】

以下、図 5 9 に示すように、点状光源 3 の中心軸 1 4 に対する点状光源 3 からの放射光の配光分布のうち光度が最大となる角度 θ_3 の放射光が、筐体 1 の底面 1 b に対して水平となる場合を用いて説明する。

【 0 1 8 2 】

点状光源 3 から放射角 θ_3 で放射した光が、筐体 1 の底面 1 b に対して水平であるためには、次式 (1 5) を満たす。

20

【 0 1 8 3 】

$$\theta_3 + \theta_3 = 90^\circ \quad (15)$$

【 0 1 8 4 】

点状光源 3 から放射角 θ_3 で放射した光を、筐体 1 の底面 1 b に向けて放射するには、式 (1 5) により、次の不等式 (1 6) を満たせばよいことになる。

【 0 1 8 5 】

$$\theta_3 + \theta_3 > 90^\circ \quad (16)$$

【 0 1 8 6 】

ここで、点状光源 3 である LED は、LED 素子をレンズ形状の樹脂で封止することで放射光の指向性を制御している。例えば、図 5 に示すように、LED 素子の配列方向の中心軸に対して鉛直上方から右回りを正として、LED からの放射光の角度が $\pm 80^\circ$ において光度が最大となる配光分布を有する LED を点状光源 3 として用いた場合には、放射角 θ_3 は 80° であり、点状光源 3 の LED 単体の中心軸 1 4 に垂直な平面 1 5 と筐体 1 の底面 1 b とのなす角 θ は、不等式 (1 6) より、 $\theta > 10^\circ$ を満たすことにより、光源近傍の明部を低減し、輝度分布を改善できる。

30

【 0 1 8 7 】

また、図 5 8 に示すように、点状光源 3 の中心軸 1 4 に対する点状光源 3 からの放射光の配光分布のうち光度が最大である放射光の放射する位置 S_1 を基準に筐体 1 の開口部 1 d の中心 O_1 までの水平距離を L_1 、筐体 1 の開口部 1 d の中心 O_1 から筐体 1 の底部 1 b 側に配置された反射板 5 までの垂直距離を d_1 とする。ここで、次式 (1 7) を満たすことで、位置 S_1 から放射する放射光を筐体 1 の底面 1 b 中央の反射板 5 で最初に反射させることができ、点状光源近傍と比較して表示面中央の輝度を高めることができるので好ましい。

40

【 0 1 8 8 】

$$\tan^{-1}(d_1 / L_1) = \theta_3 - 90^\circ \quad (17)$$

【 0 1 8 9 】

なお、点状光源 3 から中空領域 6 に直接到達する光で、リフレクタ 7 によって囲まれた領域と中空領域との境界である仮想面に対する照射光の配光分布のうち光度が最大である入射角と、点状光源 3 からリフレクタ 7 で反射され中空領域 6 に到達する光で、リフレクタ 7 によって囲まれた領域と中空領域との境界である仮想面に対する照射光の配光分布の

50

うち光度が最大である入射角とが一致するようなりフレクタ7の形状とすることで、光源からの光を効率よく筐体1の底面1b側に放射することが可能であるので好ましい。

【0190】

本実施の形態11においては、不等式(16)を満たすことにより、点状光源3の中心軸14に対する点状光源3からの放射光の配光分布のうち光度が最大となる放射光を筐体1の底面1b側に放射することができるため、点状光源近傍における輝度が、点状光源から遠方の位置の輝度に比べて高くなることなく、表示面の輝度ムラを抑制することができる。

【0191】

また、点状光源3と中空領域6との間に介在していた屈折素子を設けないために、屈折素子の被照射面、側面および放射面での光の反射ロスが生じず、光の利用効率が高い面状光源装置を得ることができる。

10

【0192】

また、面状光源装置に屈折素子を設ける必要がないので、部材点数の削減および部材コストの低減が可能である。

【0193】

実施の形態12

図60は本発明の実施の形態12にかかわる面状光源装置の部分断面図である。図60において、図1~59と同じ符号は、同一または相当部分を示し、その説明を省略する。点状光源基板4は、点状光源3の中心軸14に垂直な平面15と筐体1の底面1bとが角度が180°をなすように、すなわち、筐体1の上面1a側に点状光源3が位置するように、筐体1に配設している。

20

【0194】

なお、本実施の形態12においては、筐体1の上面1a側に点状光源3が位置するように、点状光源基板4を筐体1に配設しているところだけが実施の形態11と異なっており、後述する点状光源基板4による作用効果以外は、実施の形態11と同様の作用効果を奏する。

【0195】

本実施の形態12においては、筐体1の上面側1aに点状光源3が位置することにより、点状光源3からのほぼ全ての放射光は筐体1の底面1b側に放射することができるため、点状光源近傍における輝度が、点状光源から遠方の位置の輝度に比べて高くなることなく、表示面の輝度ムラを抑制することができる。

30

【0196】

また、図60に示すように、点状光源3の中心軸14に対する点状光源3からの放射光の配光分布のうち光度が最大である放射光の放射角を θ_3 ($-90^\circ < \theta_3 < 0^\circ$)、点状光源3の中心軸14に対する点状光源3からの放射光の配光分布のうち光度が最大である放射光の放射する位置 S_2 を基準に筐体1の開口部1dの中心 O_2 までの水平距離を L_2 、筐体1の開口部1dの中心 O_2 から筐体1の底面1b側に配置された反射板5までの垂直距離を d_2 とする。ここで、次式(18)を満たすことで、位置 S_2 から放射する放射光を筐体1の底面1b中央の反射板5で最初に反射させることができ、点状光源近傍と比較して表示面中央の輝度を高めることができるので好ましい。

40

【0197】

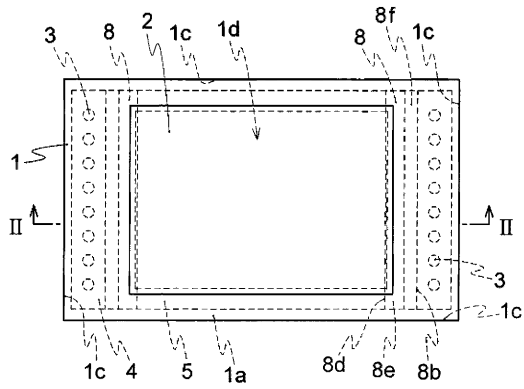
$$\tan^{-1}(d_2/L_2) = 90^\circ + \theta_3 \quad (18)$$

【0198】

以上説明したように、各実施の形態において、多様な形状の屈折素子、リフレクタ、散乱反射部、第1の傾斜部もしくは第2の傾斜部を有する反射板、または遮光パターンを有する散乱板を個別に用いることによりそれぞれの部材による効果を得ているが、複数の種類の部材を組み合わせることによりさらなる効果が期待できる。

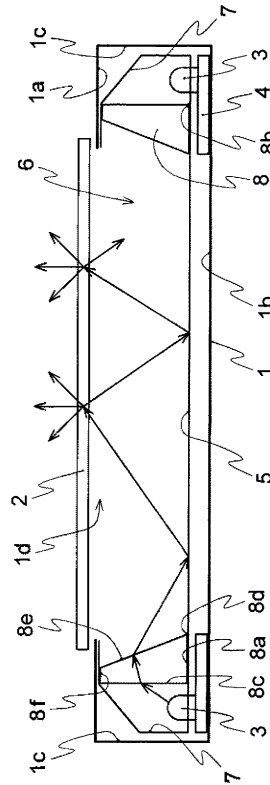
【図1】

[図1]



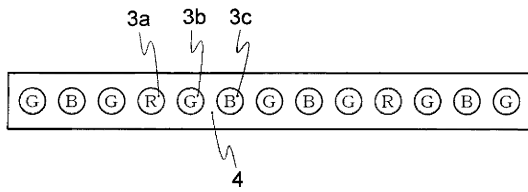
【図2】

[図2]



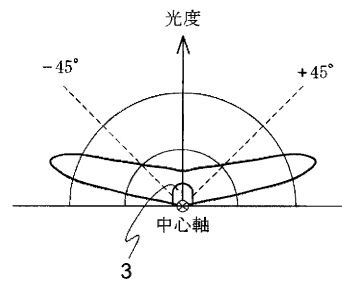
【図3】

[図3]



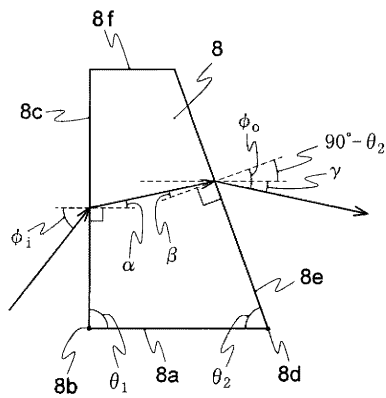
【図5】

[図5]



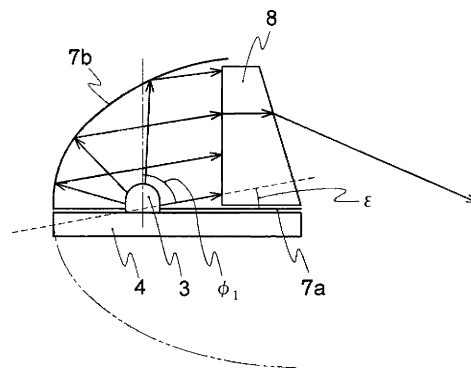
【図4】

[図4]



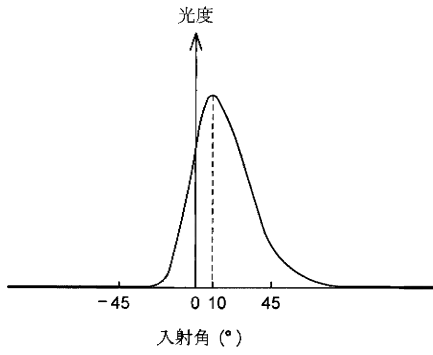
【図6】

[図6]



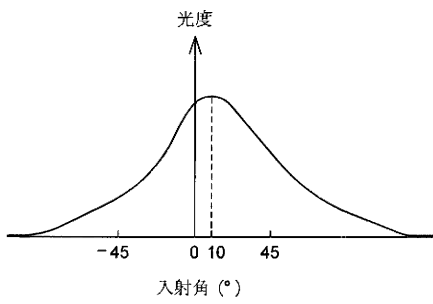
【図7】

[図7]



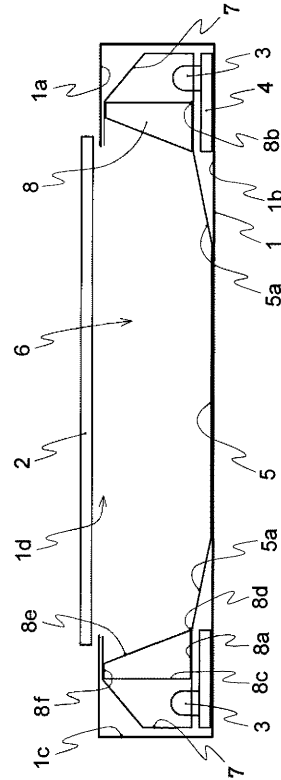
【図8】

[図8]



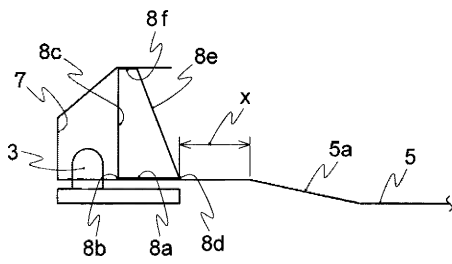
【図9】

[図9]



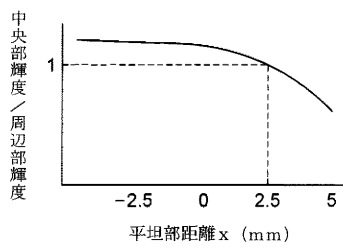
【図10】

[図10]



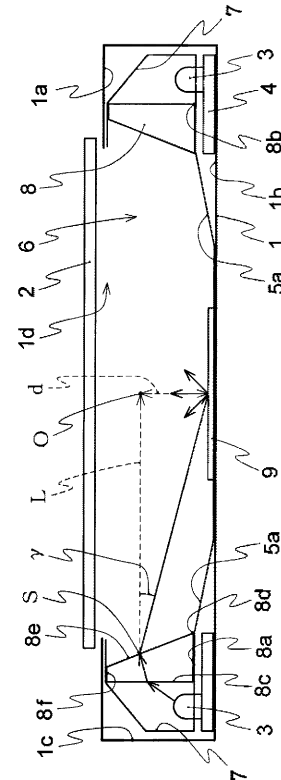
【図11】

[図11]



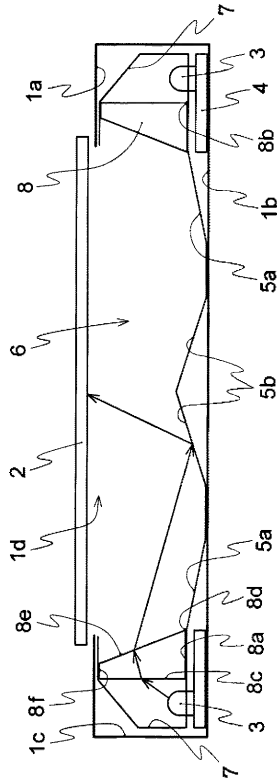
【図12】

[図12]



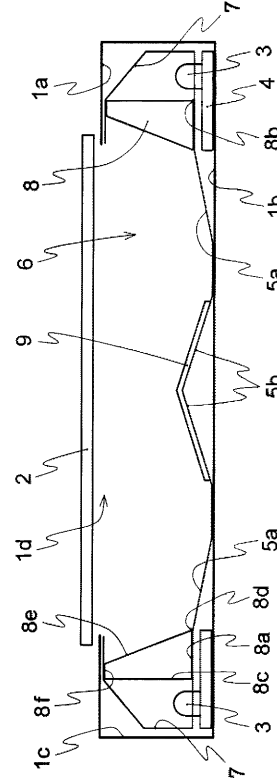
【図13】

[図13]



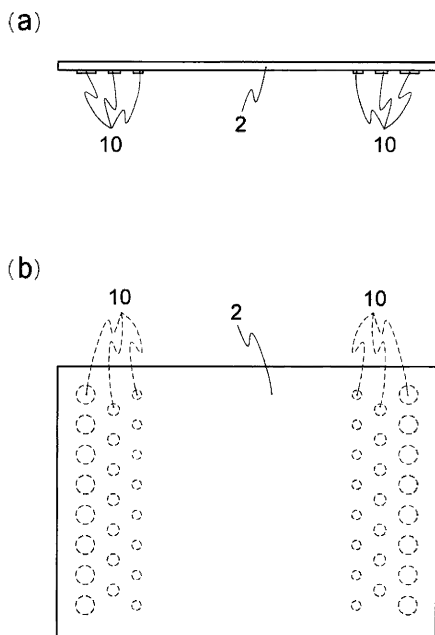
【図14】

[図14]



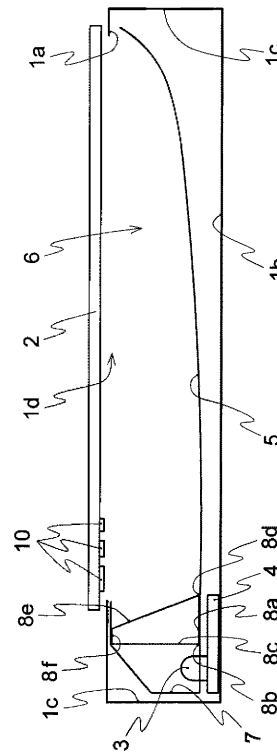
【図15】

[図15]



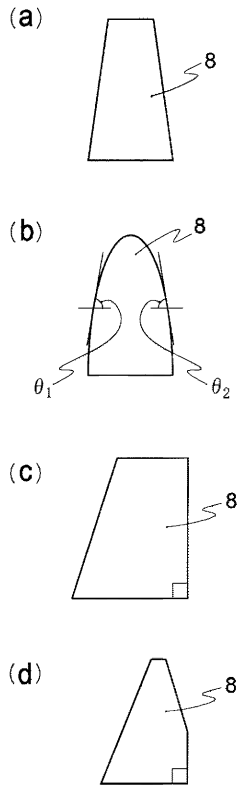
【図16】

[図16]



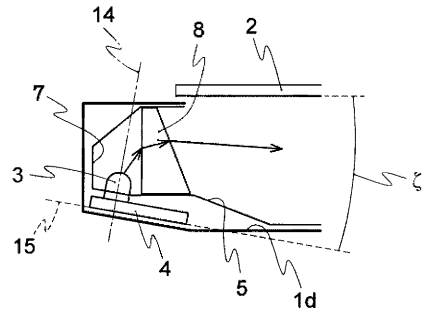
【図17】

[図17]



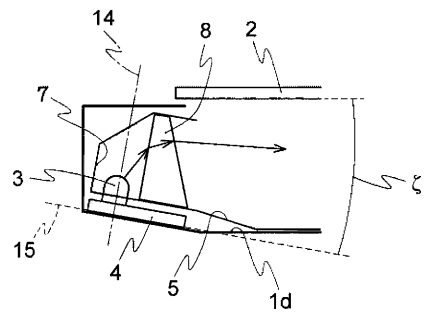
【図18】

[図18]



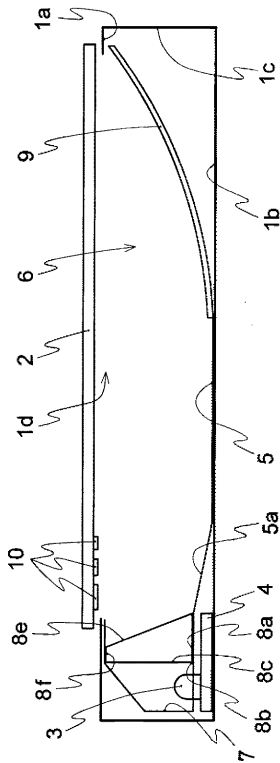
【図19】

[図19]



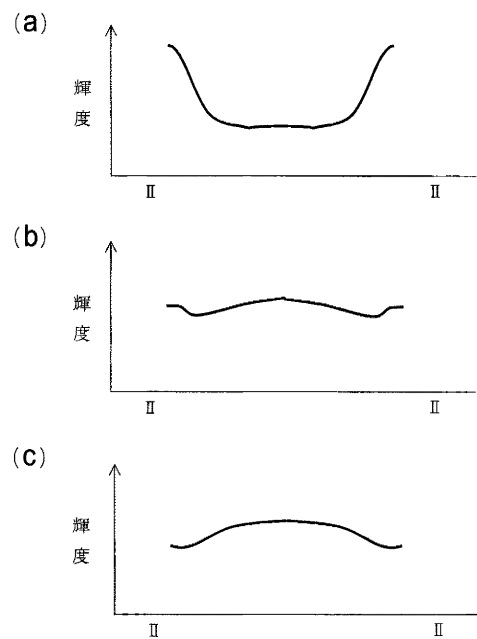
【図20】

[図20]



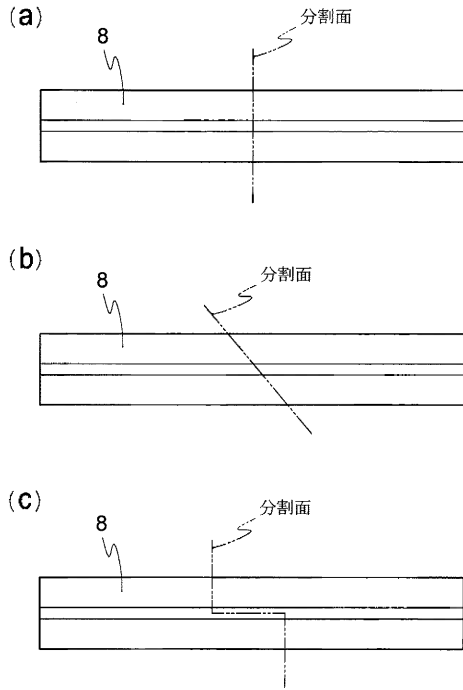
【図21】

[図21]



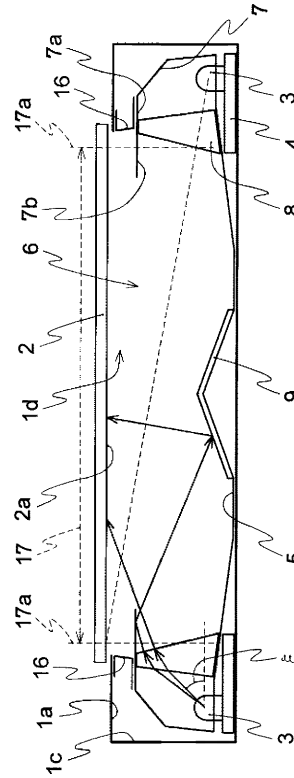
【図22】

[図22]



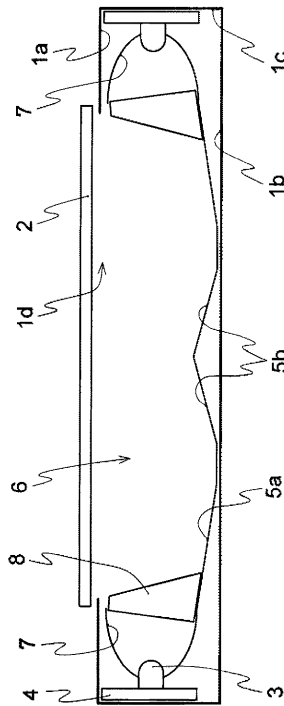
【図23】

[図23]



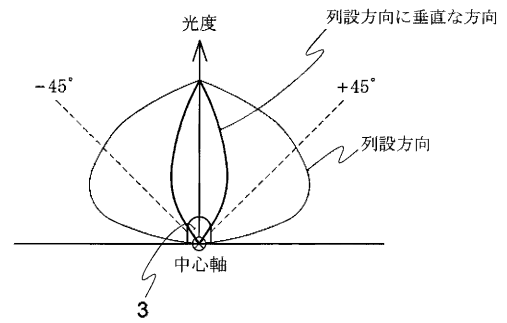
【図24】

[図24]



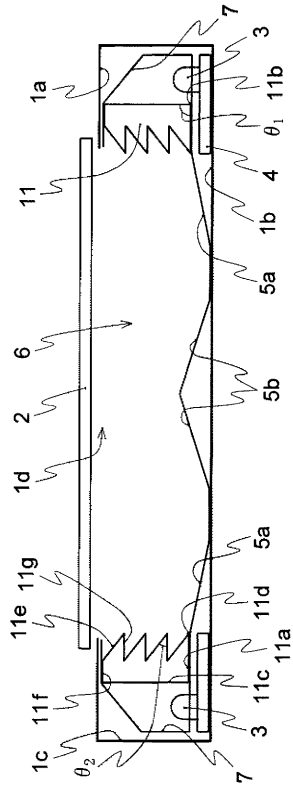
【図25】

[図25]



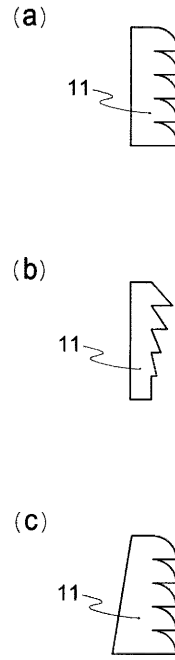
【図26】

[図26]



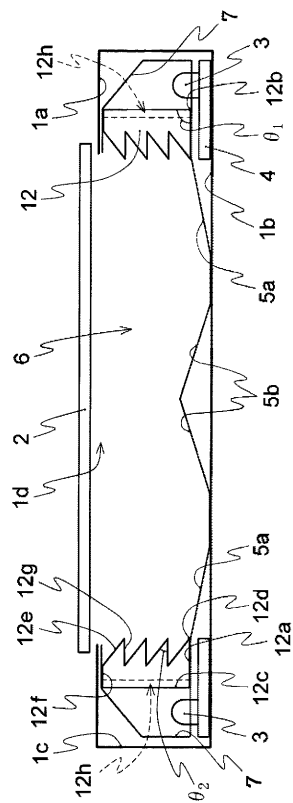
【図27】

[図27]



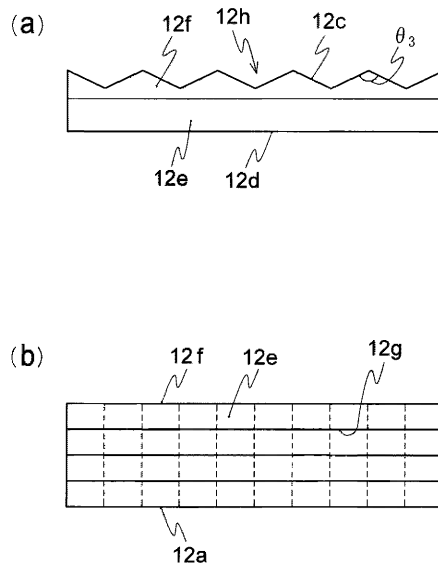
【図28】

[図28]



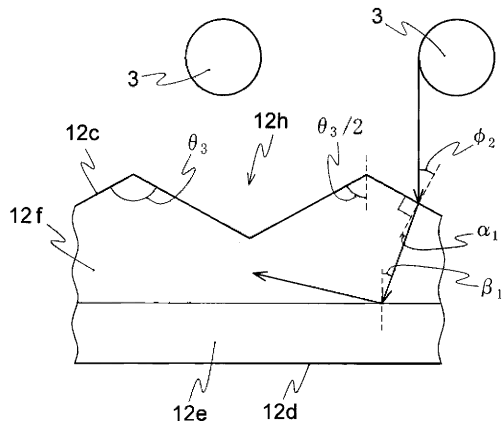
【図29】

[図29]



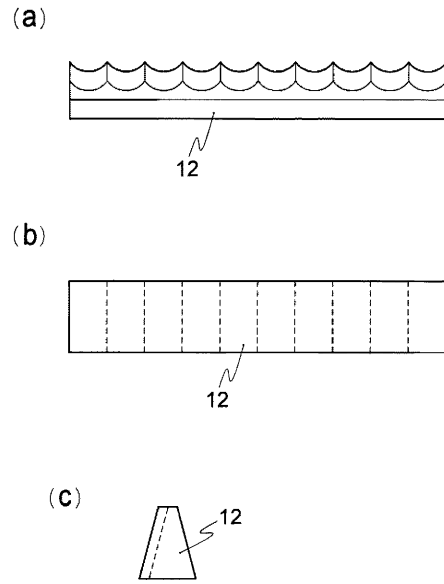
【図30】

[図30]



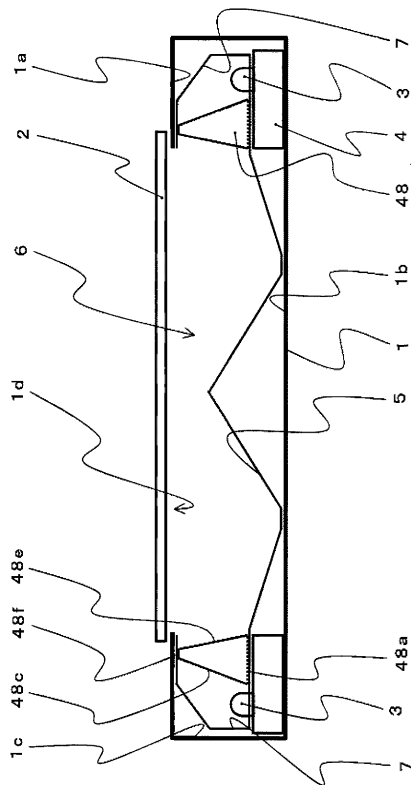
【図31】

[図31]



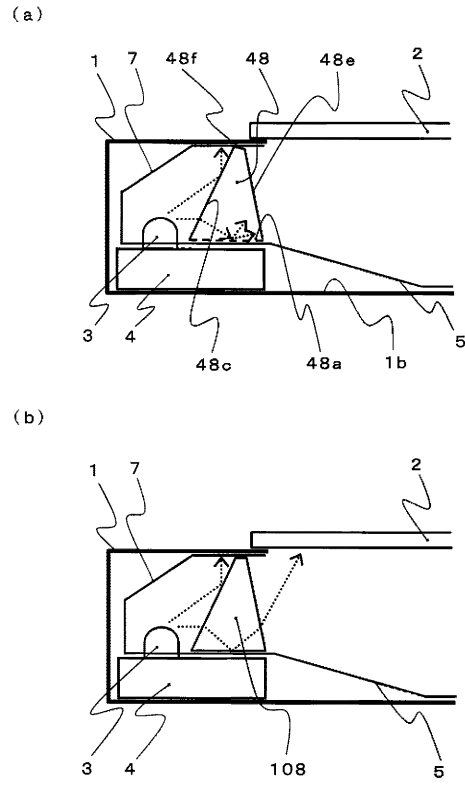
【図32】

[図32]



【図33】

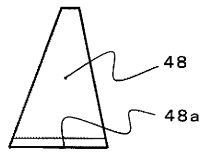
[図33]



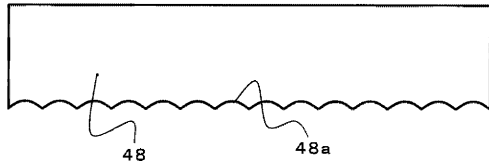
【 図 3 4 】

[図34]

(a)



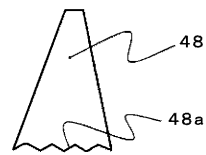
(b)



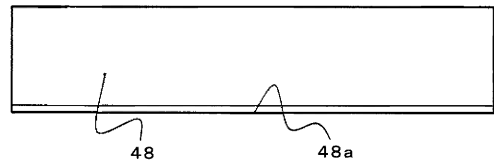
【 図 3 5 】

[図35]

(a)

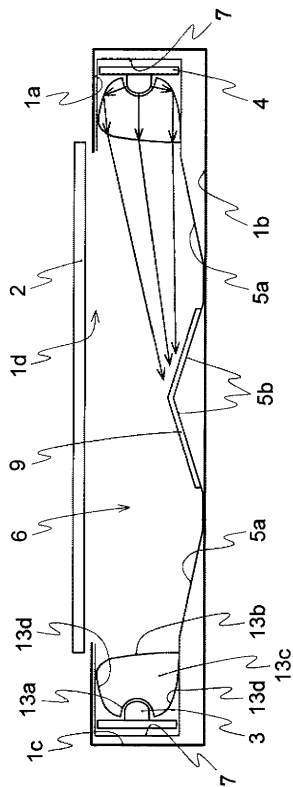


(b)



【 図 3 6 】

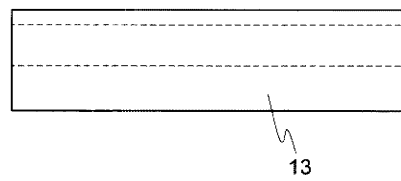
[図36]



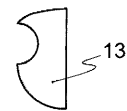
【 図 3 7 】

[図37]

(a)

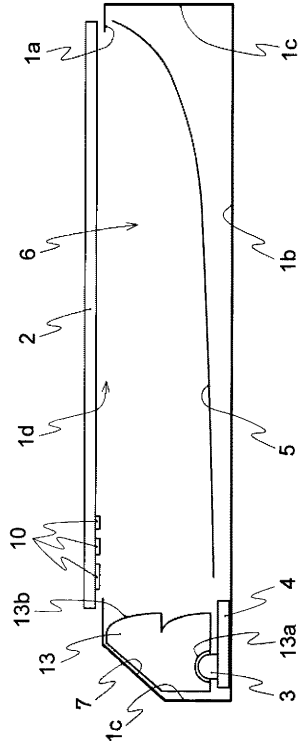


(b)



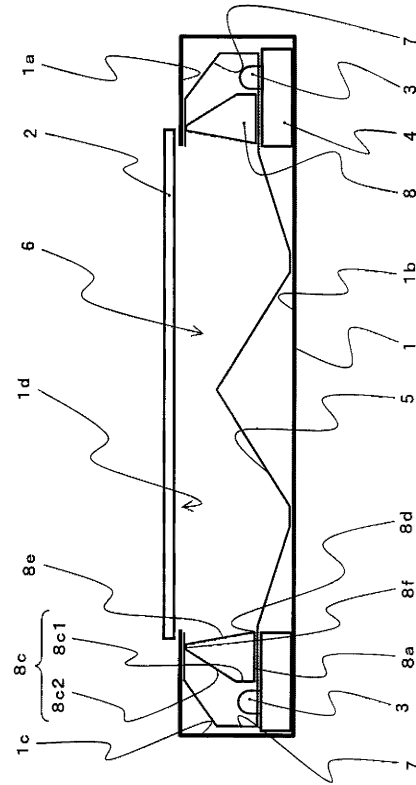
【図38】

[図38]



【図39】

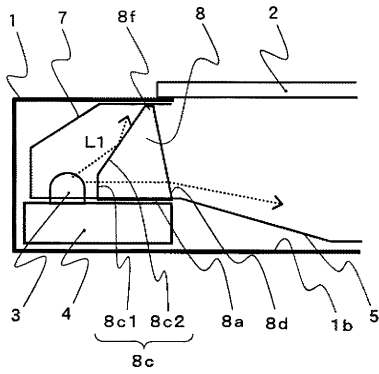
[図39]



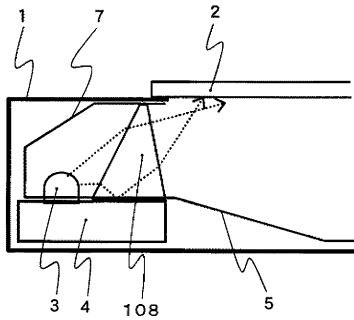
【図40】

[図40]

(a)

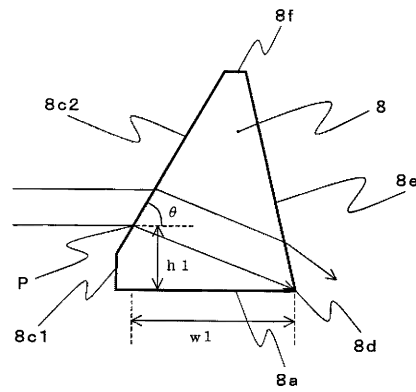


(b)



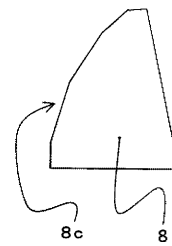
【図41】

[図41]



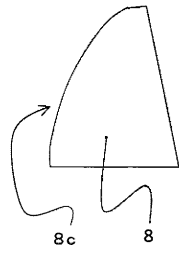
【図42】

[図42]



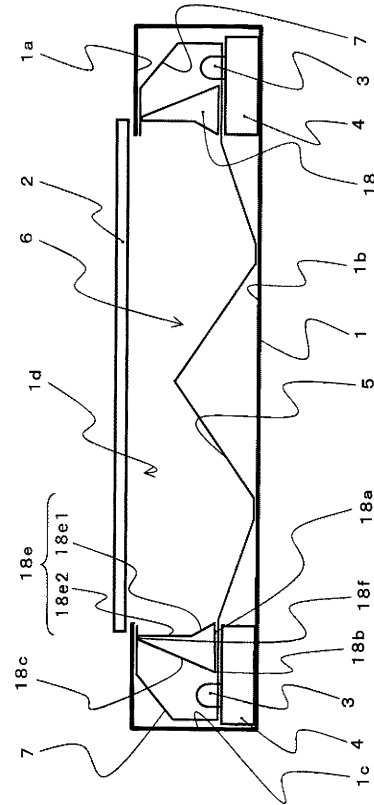
【 図 4 3 】

[図43]



【 図 4 4 】

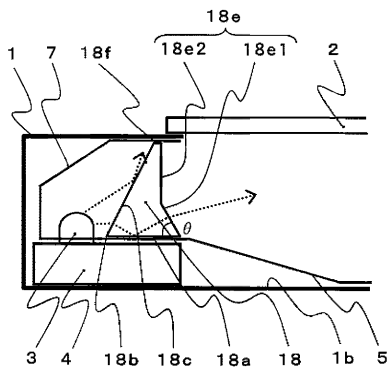
[図44]



【 図 4 5 】

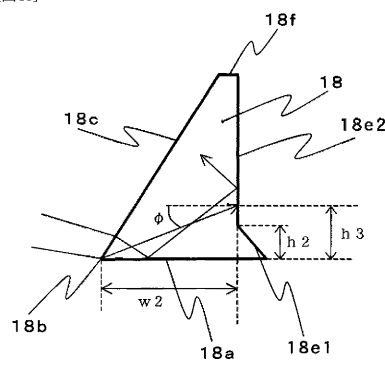
[図45]

(a)

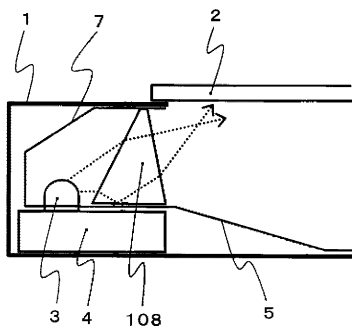


【 図 4 6 】

[図46]

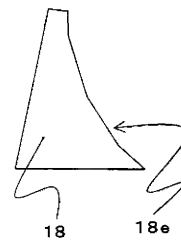


(b)



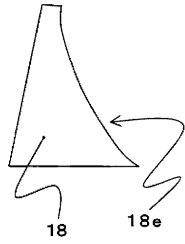
【 図 4 7 】

[図47]



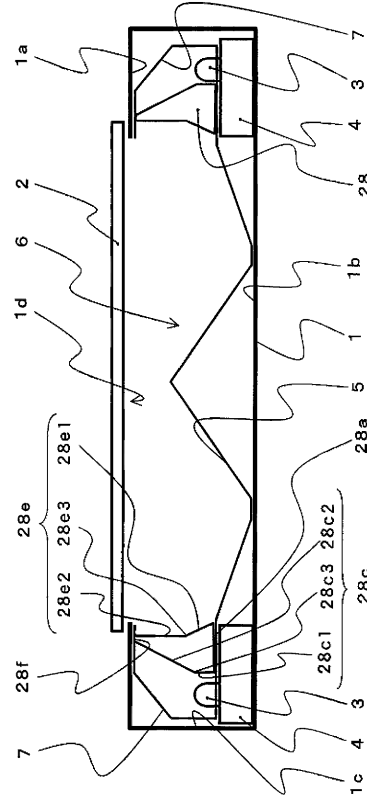
【 図 48 】

[図48]



【 図 49 】

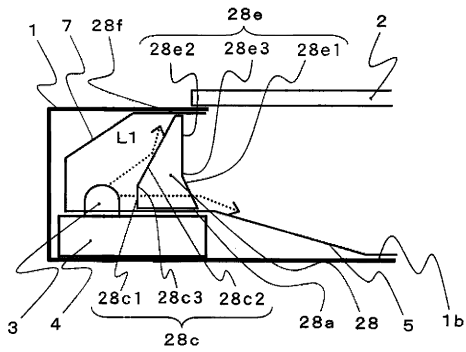
[図49]



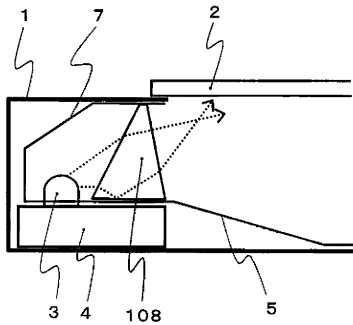
【 図 50 】

[図50]

(a)

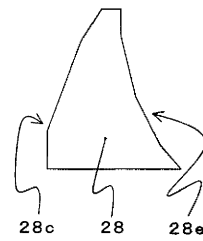


(b)



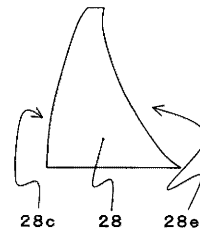
【 図 51 】

[図51]



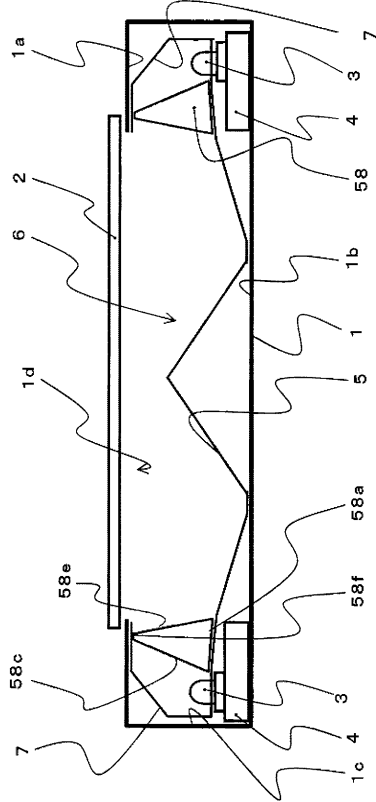
【 図 52 】

[図52]



【図53】

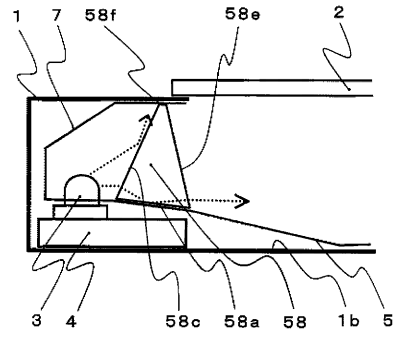
[図53]



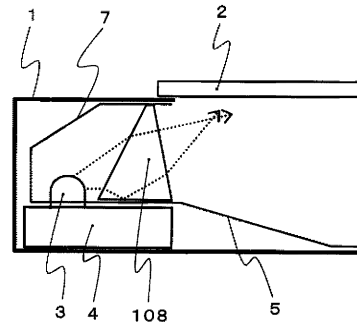
【図54】

[図54]

(a)

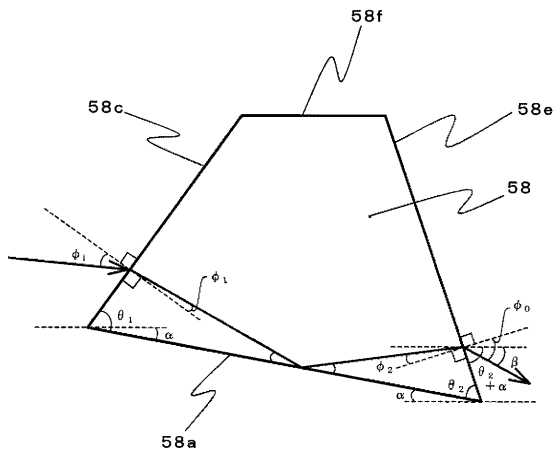


(b)



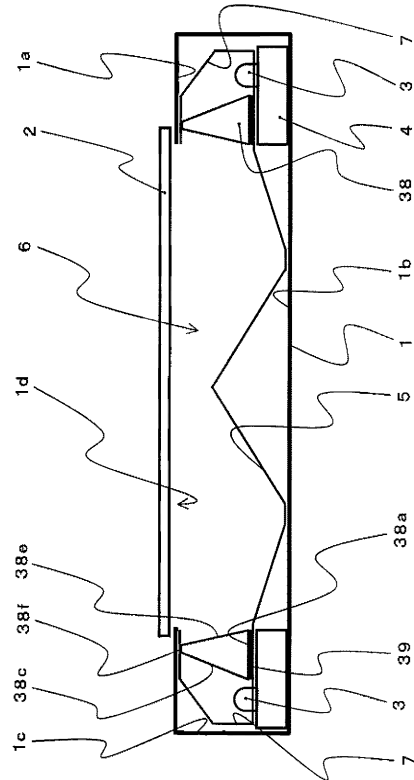
【図55】

[図55]



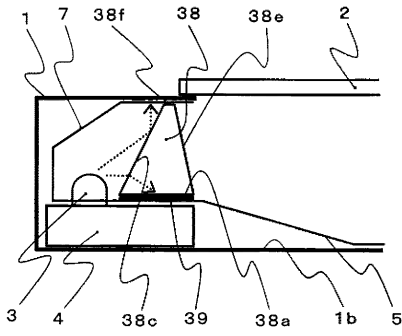
【図56】

[図56]

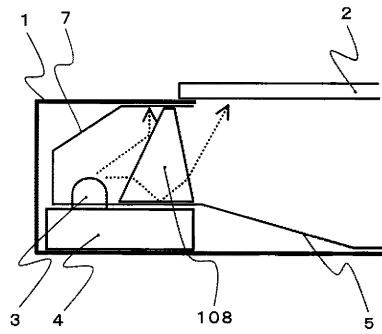


【 57 】

〔57〕
(a)

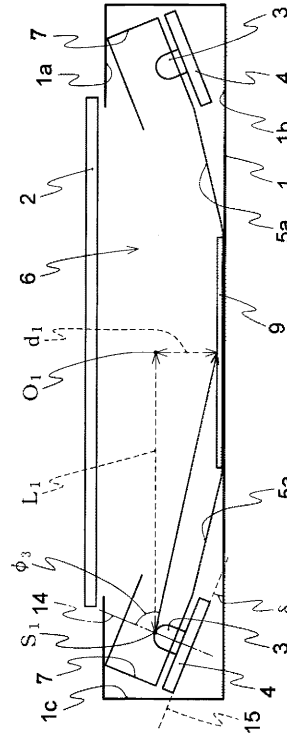


(b)



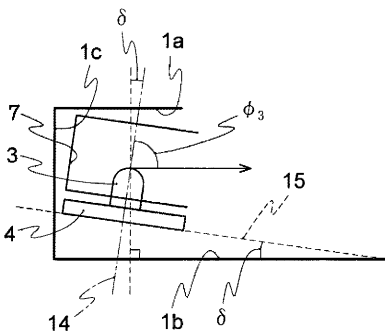
【 58 】

〔58〕



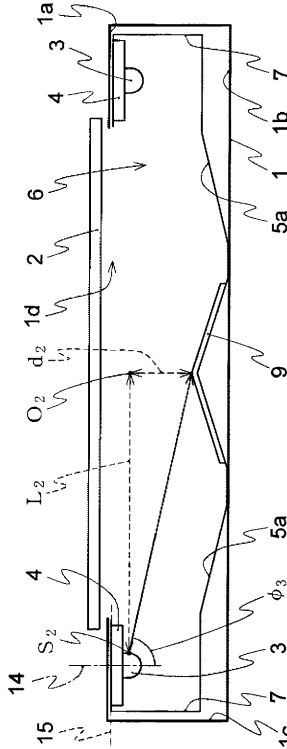
【 59 】

〔59〕



【 60 】

〔60〕



フロントページの続き

(72)発明者 森 明博

熊本県菊池郡西合志町御代志 9 9 7 番地 メルコ・ディスプレイ・テクノロジー株式会社内

(72)発明者 山口 高志

東京都千代田区丸の内二丁目 2 番 3 号 三菱電機株式会社内

(72)発明者 米田 俊之

東京都千代田区丸の内二丁目 2 番 3 号 三菱電機株式会社内

審査官 島田 信一

(56)参考文献 特開平 0 8 - 1 7 1 8 0 6 (J P , A)

特開平 0 8 - 0 4 3 8 1 9 (J P , A)

特開 2 0 0 3 - 1 3 2 7 1 9 (J P , A)

特開平 0 6 - 3 1 8 7 3 4 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

F21S 2/00

F21Y 101/02

G02F 1/13357