

(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2018-73668

(P2018-73668A)

(43) 公開日 平成30年5月10日(2018.5.10)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
F 2 1 S 2/00 (2016.01)	F 2 1 S 2/00 4 8 1	2 H 0 4 2
F 2 1 V 3/00 (2015.01)	F 2 1 V 3/00 5 3 0	2 H 3 9 1
F 2 1 V 3/04 (2018.01)	F 2 1 V 3/00 3 2 0	3 K 2 4 4
G 0 2 B 5/02 (2006.01)	F 2 1 V 3/04 3 0 0	
G 0 2 B 3/00 (2006.01)	G 0 2 B 5/02 C	

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 22 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2016-213250 (P2016-213250)
 (22) 出願日 平成28年10月31日 (2016.10.31)

(71) 出願人 000001085
 株式会社クラレ
 岡山県倉敷市酒津1621番地
 (74) 代理人 100103894
 弁理士 冢入 健
 (72) 発明者 高橋 朋宏
 茨城県神栖市東和田36番地 株式会社クラレ内
 (72) 発明者 内田 厚
 茨城県神栖市東和田36番地 株式会社クラレ内
 (72) 発明者 唐井 賢
 茨城県神栖市東和田36番地 株式会社クラレ内
 Fターム(参考) 2H042 BA04 BA20

最終頁に続く

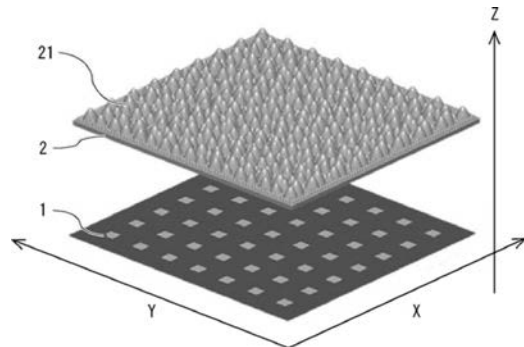
(54) 【発明の名称】 面光源素子

(57) 【要約】

【課題】 高く均一な輝度特性が得られるシート状の光制御部材を有する面光源素子を提供する。

【解決手段】 複数の点状光源 1 と、複数のレンズ 2 1 がランダムに配置された光制御部材と、を備え、複数のレンズ 2 1 は基準レンズおよびその相似形状レンズから構成されており、点状光源 1 の X 軸及び Y 軸方向の 1 周期の長さを D_x 、 D_y 、点状光源 1 と光制御部材との距離を H、任意に選択した点状光源の中心位置を原点とした X 軸及び Y 軸方向の位置座標を X、Y とした場合、基準レンズ 2 1 の X 軸方向の断面形状が D_x 、H、X で表される $(2N_x + 1)$ 個の傾きの異なる領域 $-N_x \sim N_x$ からなり、基準レンズの Y 軸方向の断面形状が D_y 、H、Y で表される $(2N_y + 1)$ 個の傾きの異なる領域 $-N_y \sim N_y$ からなり、X 軸方向、Y 軸方向で隣接する点状光源 1 の 3 周期分の Z 軸方向への出射光強度の和の最大値と最小値との比が 0.8 以上である、面光源素子。

【選択図】 図 5



【特許請求の範囲】

【請求項1】

X軸と、X軸に直交するY軸とに平行なX-Y平面の法線の一方をZ軸方向として、少なくとも、複数の点状光源と、1枚のシ-ト状、またはフィルム状の光制御部材と、を備え、

前記複数の点状光源は前記X-Y平面に平行な仮想平面内にX軸及びY軸方向に周期的に配置され、前記光制御部材はX-Y平面に平行に、かつ、前記複数の点状光源のZ軸方向側に配置され、前記光制御部材の主に光が出射する面に複数のレンズがランダムに配置され、前記複数のレンズは少なくとも1種類の基準レンズおよびその相似形状レンズから構成されており、

10

前記基準レンズは、

前記複数の点状光源の、X軸方向の1周期の長さを D_x 、Y軸方向の1周期の長さを D_y として、

任意に選択した点状光源の中心位置を原点、X軸方向の位置座標をX、Y軸方向の位置座標をYとした場合、

X軸とZ軸とに平行なX-Z平面に平行な仮想平面内において、

前記選択した点状光源と前記光制御部材との距離をH、前記選択した点状光源から光制御部材に入射した光の位置Xにおける出射面のZ軸方向への出射光強度を表した関数を $f_x(X)$ とし、

$g_x(X) = f_x(X - D_x) + f_x(X) + f_x(X + D_x)$ としたとき、
- $D_x/2 \leq X \leq D_x/2$ の範囲で、

20

$g_x(X)$ の最小値である $g_x(X)_{\min}$ と、最大値である $g_x(X)_{\max}$ との比 $g_x(X)_{\min} / g_x(X)_{\max}$ が0.8以上であり、

Xの最小値 X_{\min} が $-3.0D_x \leq X_{\min} \leq -0.5D_x$ の範囲であり、Xの最大値 X_{\max} が $0.5D_x \leq X_{\max} \leq 3.0D_x$ の範囲であり、(X_{\min} および X_{\max} は $f_x(X)$ の値が $X=0$ である任意に選択した点状光源付近を中心に減衰し、実質0になる両端の座標)、

前記基準レンズのX軸方向の断面形状が、下記の式で表される $(2N_x + 1)$ 個の傾きの異なる領域 $-N_x \sim N_x$ からなり、

$$X = (X_{\max} - X_{\min}) / (2N_x + 1)$$

30

$$X_i = i \times X$$

$$x_i = \tan^{-1}(X_i / H)$$

$$x_i = \sin^{-1}((1/n) \sin x_i)$$

$$x_i = \sin^{-1}((1/n_s) \sin x_i)$$

$$a_{x_i} = f_x(X + T \times \tan x_i) \times \cos x_i \times \cos x_i / \{ I_i(x_i) \times \cos(x_i) \times \cos(x_i - x_i) \}$$

$$x_i = \tan^{-1}((n \times \sin x_i) / (n \times \cos x_i - 1))$$

(ただし、 N_x ：自然数

i ： $-N_x$ から N_x の整数

n ：光制御部材のレンズ部の屈折率

n_s ：光制御部材の基材の屈折率

a_{x_i} ：領域 i のX軸方向の幅

x_i ：領域 i の出射面に対する傾き

T：光制御部材の入射面からレンズ部の底部までの厚み

$I_i(x_i)$ ：任意に選択した点状光源からX軸方向に沿って x_i の方向へ単位角度あたりに放射する光の強度)

40

かつ、

Y軸とZ軸とに平行なY-Z平面に平行な仮想平面内において、前記選択した点状光源から光制御部材に入射した光の位置Yにおける出射面のZ軸方向への出射光強度を表した関数を $f_y(Y)$ とし、

50

$g_Y(Y) = f_Y(Y - D_Y) + f_Y(Y) + f_Y(Y + D_Y)$ としたとき、
 $-D_Y/2 \leq Y \leq D_Y/2$ の範囲で、

$g_Y(Y)$ の最小値である $g_Y(Y)_{\min}$ と、最大値である $g_Y(Y)_{\max}$ との比
 $g_Y(Y)_{\min} / g_Y(Y)_{\max}$ が0.8以上であり、

Y の最小値 Y_{\min} が $-3.0D_Y \leq Y_{\min} \leq 0.5D_Y$ の範囲であり、 Y の最大
 値 Y_{\max} が $0.5D_Y \leq Y_{\max} \leq 3.0D_Y$ の範囲であり、(Y_{\min} および Y_{\max}
 x は $f_Y(Y)$ の値が $Y = 0$ である任意に選択した点状光源付近を中心に減衰し、実質0
 になる両端の座標)、

前記基準レンズの Y 軸方向の断面形状が、下記の式で表される $(2N_Y + 1)$ 個の傾き
 の異なる領域 $-N_Y \sim N_Y$ からなることを特徴とする面光源素子。 10

$$Y = (Y_{\max} - Y_{\min}) / (2N_Y + 1)$$

$$Y_j = j \times Y$$

$$Y_j = \tan^{-1}(Y_j / H)$$

$$Y_j = \sin^{-1}((1/n) \sin Y_j)$$

$$Y_j = \sin^{-1}((1/n_s) \sin Y_j)$$

$$a_{Y_j} = f_Y(Y_j + T \times \tan Y_j) \times \cos Y_j \times \cos Y_j / \{I_j(Y_j) \times \cos(Y_j) \times \cos(Y_j - Y_j)\}$$

$$Y_j = \tan^{-1}((n \times \sin Y_j) / (n \times \cos Y_j - 1))$$

(ただし、 N_Y : 自然数

j : $-N_Y$ から N_Y の整数 20

a_{Y_j} : 領域 j の Y 軸方向の幅

Y_j : 領域 j の出射面に対する傾き

$I_j(Y_j)$ は任意に選択した点状光源から Y 軸方向に沿って Y_j の方向
 へ単位角度あたりに放射する光の強度)

【請求項2】

請求項1に記載の面光源素子であって、

前記基準レンズの X 軸方向の断面形状を表す領域 $-N_X \sim N_X$ が X 軸の位置座標順に並
 んでおり、

かつ、

前記基準レンズの Y 軸方向の断面形状を表す領域 $-N_Y \sim N_Y$ が Y 軸の位置座標順に並
 んでいることを特徴とする面光源素子。 30

【請求項3】

請求項1又は2に記載の面光源素子であって、

前記基準レンズの X 軸方向の断面形状が $(2N_X + 1)$ 個の傾きの異なる領域のうち少
 なくとも1組の隣接する2つの領域の形状を曲線で近似した形状であり、

かつ、

前記基準レンズの Y 軸方向の断面形状が $(2N_Y + 1)$ 個の傾きの異なる領域のうち少
 なくとも1組の隣接する2つの領域の形状を曲線で近似した形状であることを特徴とする
 面光源素子。

【請求項4】

請求項1～3のいずれかに記載の面光源素子であって、

前記光制御部材における $X-Z$ 平面内において、 Z 軸方向に対して角度30度以内に出
 射する光の割合が $X-Z$ 平面内の Z 軸方向に出射する光の50%以上であり、

かつ、

前記光制御部材における $Y-Z$ 平面内において、 Z 軸方向に対して角度30度以内に出
 射する光の割合が $Y-Z$ 平面内の Z 軸方向に出射する光の50%以上であることを特徴とす
 る面光源素子。

【請求項5】

請求項1～4のいずれかに記載の面光源素子であって、

前記光制御部材の主に光を出射する側に形成した複数のレンズ以外の平坦部の面積を前 50

記光制御部材の面積で除した空隙率は1.0%以下であることを特徴とする面光源素子。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は複数の点状光源とシート状の光制御部材からなる面光源素子に関するものであり、特に大型で、高い正面輝度と輝度均一性が要求される照明看板装置や液晶ディスプレイ装置などに用いられる直下方式の面光源素子に関するものである。

【背景技術】

【0002】

直下方式の面光源素子に要求される性能には、高い正面輝度、輝度均一性、薄型化、低消費電力化などが挙げられる。その中でも特に輝度均一性は、光源像による画面中の明暗差の解消が挙げられ、画像表示装置、照明看板などの照射面を観察する用途では重要な性能である。

一般的な直下方式の面光源素子は、光源、反射板、拡散板、および拡散シートから構成される。光源としては蛍光灯などの線状光源よりも消費電力が低く水銀を使用しない発光ダイオード(LED)などの点状光源を使用し、LEDを平面内に配置した面光源素子として利用する方法が提案されている(非特許文献1)。しかし点状光源を平面内に配置すると、光源像による明暗差は2次元的に生じ、更に、LEDの発光は指向性が強いので、線状光源を用いるよりも高い輝度均一性を得ることは困難となる。これを解決するために様々な提案がされている。

【0003】

例えば、LEDのパッケージに独自形状を持たせることで発光の指向性を低下させる方法が提案されている(特許文献1)。しかしパッケージを用いると面光源素子の薄型化が阻害されるため好ましくない。

【0004】

また、LED光源の発光を均一化するために導光部を設ける方法も提案されている。しかし面光源素子の重量増加や生産性が低下するため好ましくない(特許文献2)。

【0005】

一方、LED光源の配列に合わせて、光を拡散させる微粒子を分散させた拡散板にパターンを設ける方法も提案されている(特許文献3)。しかし、LED光源との厳密な位置合わせを必要とすることから、生産性が低下するため好ましくない。

【0006】

さらには、LED光源の配置周期と、LED光源から拡散板までの距離とから求まるマクロレンズを用いて正面輝度を均一化する方法も提案されている(特許文献4)。しかし、1種類のマイクロレンズを短い周期で規則的に面内に配置すると出射光が回折するため、高い輝度均一性を得ることは困難である。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【特許文献1】特開2005-340750号公報

【特許文献2】特開2005-327682号公報

【特許文献3】特開2005-38643号公報

【特許文献4】国際公開第2008/029911号

【0008】

【非特許文献1】“flat-panel display 2004実務編”、日本、日経BP社、2013年12月26日、p.170

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

本発明では直下方式の面光源素子であって、薄型化を阻害せず、LED光源との厳密な

10

20

30

40

50

位置合わせの必要が無く、大型化に伴う光制御部材の光学設計の変更が無く、高く均一な輝度特性が得られるシート状の光制御部材を有する面光源素子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】

【0010】

本発明に係る第1の態様は、

X軸と、X軸に直交するY軸とに平行なX-Y平面の法線の一方をZ軸方向として、少なくとも、複数の点状光源と、1枚のシート状、またはフィルム状の光制御部材と、を備え、

前記複数の点状光源は前記X-Y平面に平行な仮想平面内にX軸及びY軸方向に周期的に配置され、前記光制御部材はX-Y平面に平行に、かつ、前記複数の点状光源のZ軸方向側に配置され、前記光制御部材の主に光が出射する面に複数のレンズがランダムに配置され、前記複数のレンズは少なくとも1種類の基準レンズおよびその相似形状レンズから構成されており、

前記基準レンズは、

前記複数の点状光源の、X軸方向の1周期の長さを D_x 、Y軸方向の1周期の長さを D_y として、

任意に選択した点状光源の中心位置を原点、X軸方向の位置座標をX、Y軸方向の位置座標をYとした場合、

X軸とZ軸とに平行なX-Z平面に平行な仮想平面内において、

前記選択した点状光源と前記光制御部材との距離をH、前記選択した点状光源から光制御部材に入射した光の位置Xにおける出射面のZ軸方向への出射光強度を表した関数を $f_x(X)$ とし、

$g_x(X) = f_x(X - D_x) + f_x(X) + f_x(X + D_x)$ としたとき、
- $D_x/2 \leq X \leq D_x/2$ の範囲で、

$g_x(X)$ の最小値である $g_x(X)_{min}$ と、最大値である $g_x(X)_{max}$ との比 $g_x(X)_{min} / g_x(X)_{max}$ が0.8以上であり、

Xの最小値 X_{min} が $-3.0D_x \leq X_{min} \leq -0.5D_x$ の範囲であり、Xの最大値 X_{max} が $0.5D_x \leq X_{max} \leq 3.0D_x$ の範囲であり、(X_{min} および X_{max} は $f_x(X)$ の値が $X=0$ である任意に選択した点状光源付近を中心に減衰し、実質0になる両端の座標)、

前記基準レンズのX軸方向の断面形状が、下記の式で表される $(2N_x + 1)$ 個の傾きの異なる領域 $-N_x \sim N_x$ からなり、

$$x = (X_{max} - X_{min}) / (2N_x + 1)$$

$$X_i = i \times x$$

$$x_i = \tan^{-1}(X_i / H)$$

$$x_i = \sin^{-1}\{(1/n) \sin x_i\}$$

$$x_i = \sin^{-1}\{(1/n_s) \sin x_i\}$$

$$a_{x_i} = f_x(X + T \times \tan x_i) \times \cos x_i \times \cos x_i / \{I_i(x_i) \times \cos(x_i) \times \cos(x_i - x_i)\}$$

$$x_i = \tan^{-1}\{(n \times \sin x_i) / (n \times \cos x_i - 1)\}$$

N_x : 自然数

i: $-N_x$ から N_x の整数

n: 光制御部材のレンズ部の屈折率

n_s : 光制御部材の基材の屈折率

a_{x_i} : 領域 i の X 軸方向の幅

x_i : 領域 i の出射面に対する傾き

T: 光制御部材の入射面からレンズ部の底部までの厚み

$I_i(x_i)$: 任意に選択した点状光源からX軸方向に沿って x_i の方向へ単位角度あたりに放射する光の強度

10

20

30

40

50

かつ、

Y軸とZ軸とに平行なY-Z平面に平行な仮想平面内において、前記選択した点状光源から光制御部材に入射した光の位置Yにおける出射面のZ軸方向への出射光強度を表した関数を $f_Y(Y)$ とし、

$g_Y(Y) = f_Y(Y - D_Y) + f_Y(Y) + f_Y(Y + D_Y)$ としたとき、
- $D_Y/2 \leq Y \leq D_Y/2$ の範囲で、

$g_Y(Y)$ の最小値である $g_Y(Y)_{\min}$ と、最大値である $g_Y(Y)_{\max}$ との比
 $g_Y(Y)_{\min} / g_Y(Y)_{\max}$ が0.8以上であり、

Yの最小値 Y_{\min} が $-3.0D_Y \leq Y_{\min} \leq -0.5D_Y$ の範囲であり、Yの最大値 Y_{\max} が $0.5D_Y \leq Y_{\max} \leq 3.0D_Y$ の範囲であり、(Y_{\min} および Y_{\max} は $f_2(Y)$ の値が $Y = 0$ である任意に選択した点状光源付近を中心に減衰し、実質0になる両端の座標)、

前記基準レンズのY軸方向の断面形状が、下記の式で表される $(2N_Y + 1)$ 個の傾きの異なる領域 $-N_Y \sim N_Y$ からなることを特徴とする面光源素子である。

$$Y = (Y_{\max} - Y_{\min}) / (2N_Y + 1)$$

$$Y_j = j \times Y$$

$$Y_j = \tan^{-1}(Y_j / H)$$

$$Y_j = \sin^{-1}\{(1/n) \sin Y_j\}$$

$$Y_j = \sin^{-1}\{(1/n_s) \sin Y_j\}$$

$$a_{Y_j} = f_Y(Y_j + T \times \tan Y_j) \times \cos Y_j \times \cos Y_j / \{I_j(Y_j) \times \cos(Y_j) \times \cos(Y_j - Y_j)\}$$

$$Y_j = \tan^{-1}\{(n \times \sin Y_j) / (n \times \cos Y_j - 1)\}$$

N_Y : 自然数

j : $-N_Y$ から N_Y の整数

a_{Y_j} : 領域 j の Y 軸方向の幅

Y_j : 領域 j の出射面に対する傾き

$I_j(Y_j)$ は任意に選択した点状光源から Y 軸方向に沿って Y_j の方向へ単位角度当たりに放射する光の強度

【0011】

本発明に係る第2の態様は、前記第1の態様の面光源素子であって、

前記基準レンズのX軸方向の断面形状を表す領域 $-N_X \sim N_X$ がX軸の位置座標順に並んでおり、

かつ、

前記基準レンズのY軸方向の断面形状を表す領域 $-N_Y \sim N_Y$ がY軸の位置座標順に並んでいることを特徴とする面光源素子である。

【0012】

本発明に係る第3の態様は、前記第1又は第2の態様の面光源素子であって、

前記基準レンズのX軸方向の断面形状が $(2N_X + 1)$ 個の傾きの異なる領域のうち少なくとも1組の隣接する2つの領域の形状を曲線で近似した形状であり、

かつ、

前記基準レンズのY軸方向の断面形状が $(2N_Y + 1)$ 個の傾きの異なる領域のうち少なくとも1組の隣接する2つの領域の形状を曲線で近似した形状であることを特徴とする面光源素子。

【0013】

本発明に係る第4の態様は、前記第1～3の態様の面光源素子であって、

前記光制御部材におけるX-Z平面内において、Z軸方向に対して角度30度以内に出射する光の割合がX-Z平面内のZ軸方向に出射する光の50%以上であり、

かつ、

前記光制御部材におけるY-Z平面内において、Z軸方向に対して角度30度以内に出射する光の割合がY-Z平面のZ軸方向に出射する光の50%以上であることを特徴とす

10

20

30

40

50

る面光源素子。

【0014】

本発明に係る第5の態様は、前記第1～4の態様の面光源素子であって、前記光制御部材の主に光を出射する側に形成した複数のレンズ以外の平坦部の面積を前記光制御部材の面積で除した空隙率は1.0%以下であることを特徴とする面光源素子。

【発明の効果】

【0015】

以下に、本発明の効果について詳細に説明する。

本発明では、複数の点状光源の周期と、光源から光制御部材までの距離と、点状光源の単位角度あたりの強度と、光制御部材の基材厚みと、光制御部材の基材の屈折率と、光制御部材のレンズの屈折率とから少なくとも1種類の基準レンズの形状を求める。そして、本発明は、その基準レンズと、当該基準レンズと相似な形状を有する相似形状レンズと、をランダム配置した光制御部材を提供する。基準レンズは、光制御部材の入射面上の全ての点で、入射した光が出射する方向を同様に制御する一様な性質を持たせることで、サイズ変更により有利だけでなく、光源との位置合わせも不要となる。また、Z軸方向への出射光の強度分布を一定にすることで輝度均一性を得ることができる。更に光制御部材の持つ輝度均一性、輝度向上効果などの複合的な機能により、他の機能性光学フィルムの利用の解消もしくは削減が可能となり、生産性や薄型化にも有利となる。加えてこれらの面光源素子の出射面側に透過型表示装置を配置することによって、高輝度でかつ輝度均一性が高い画像表示装置が得られる。

10

20

【0016】

本発明の提供する面光源素子は、X-Y平面に平行な出射面を持つ面光源素子であって、当該面光源素子は複数の点状光源と1枚のシート状の光制御部材とを備えており、当該光制御部材によってZ軸方向への高い輝度と輝度均一性を得ることができる。

【0017】

本発明の提供する面光源素子が備える光制御部材は、出射面におけるZ軸方向への出射光の強度分布をほぼ一定にすることによりZ軸方向への輝度均一性を得る。

【0018】

本発明に係る第1の態様は、

複数の点状光源と光制御部材とを平行に配置することによって、当該点状光源から当該光制御部材までの距離が一樣となるため、それぞれの点状光源から当該光制御部材に入射する光の強度分布が均等になる。更に点状光源の配置がX軸方向およびY軸方向に沿って周期的であることによって、全体の入射する光の強度分布は、点状光源の配列方向であるX軸方向およびY軸方向に沿って周期的な分布となるため、輝度の均一性の向上が容易である。

30

【0019】

当該光制御部材の主に光が入射する面には、当該複数の点状光源からの光が入射する。当該光制御部材は、当該複数の点状光源の、X軸方向に沿った1周期の長さを D_x 、任意に選択した点状光源の中心位置を原点、X軸方向の位置座標を X 、当該光制御部材の出射面における X のZ軸方向への出射光の強度を表した関数を $f_x(X)$ とし、

40

【数1】

$$g_x(X) = f_x(X - D_x) + f_x(X) + f_x(X + D_x) \quad (1)$$

としたとき、

- $D_x / 2 \leq X \leq D_x / 2$ の範囲で、

$g_x(X)$ の最小値である $g_x(X)_{\min}$ と $g_x(X)$ の最大値である $g_x(X)_{\max}$ との比 $g_x(X)_{\min} / g_x(X)_{\max}$ が 0.8 以上であることを特徴とする。

【0020】

また、当該光制御部材は、当該複数の点状光源の、Y軸方向に沿った1周期の長さを D_y 、任意に選択した点状光源の中心位置を原点、Y軸方向の位置座標を Y 、当該光制御部材の出射面における Y のZ軸方向への出射光の強度を表した関数を $f_y(Y)$ とし、

50

【数 2】

$$g_Y(Y) = f_Y(Y - D_Y) + f_Y(Y) + f_Y(Y + D_Y) \quad (2)$$

としたとき、

- $D_Y / 2 \leq Y \leq D_Y / 2$ の範囲で、

$g_Y(Y)$ の最小値である $g_Y(Y)_{\min}$ と $g_Y(Y)$ の最大値である $g_Y(X)_{\max}$ との比 $g_Y(Y)_{\min} / g_Y(X)_{\max}$ が 0.8 以上であることを特徴とする。

【0021】

当該複数の点状光源に、X 軸または Y 軸に平行に沿った 1 周期とは、X 軸方向または Y 軸方向に繰り返し配列されている光源の配置の単位を指し、X 軸方向または Y 軸方向に沿っての各光源の強度、相対位置、輝度の均一性に関する全ての要素を含めて、この単位の繰り返しで点状光源の配列が再現される。ただし、X 軸方向の配列と Y 軸方向の配列は互いに独立であっても良い。

10

【0022】

当該関数 $g_X(X)$ 、 $g_Y(Y)$ はそれぞれ X 軸方向、Y 軸方向で隣接する点状光源の 3 周期分の Z 軸方向への出射光の強度の和を表す関数であり、同じ種類の点状光源のみが等間隔で配置された構成では、隣接する点状光源 3 個についての和である。- $D_X / 2 \leq X \leq D_X / 2$ の範囲、- $D_Y / 2 \leq Y \leq D_Y / 2$ の範囲は原点となる任意に選択した点状光源を中心としてそれぞれ X 軸方向、Y 軸方向の 1 周期を表し、点状光源の配列の 1 周期の範囲において高い輝度を実現することによって、面光源素子の出射面全体においても輝度均一性を得ることが可能である。

20

【0023】

点状光源の光の強度は距離に反比例するため、離れた光源からの光の影響は小さい。従って、隣接する 3 周期の点状光源からの出射光の強度のみを考慮した関数 $g_X(X)$ 、 $g_Y(Y)$ を好適な分布とすることによって、Z 軸方向の出射光の強度を制御でき、Z 軸方向への輝度均一性を得ることができる。 $g_X(X)$ の最小値である $g_X(X)_{\min}$ と最大値である $g_X(X)_{\max}$ との比 $g_X(X)_{\min} / g_X(X)_{\max}$ を 0.8 以上、かつ $g_Y(Y)$ の最小値である $g_Y(Y)_{\min}$ と最大値である $g_Y(Y)_{\max}$ との比 $g_Y(Y)_{\min} / g_Y(Y)_{\max}$ を 0.8 以上とすることによって、面光源素子の出射面の任意の位置についての Z 軸方向への出射光の強度分布がほぼ一定となり、輝度均一性を得ることができる。

30

【0024】

$f_X(X)$ と $f_Y(Y)$ は中心位置を原点とした線対称である必要はなく、また互いに同一の分布である必要はない。

【0025】

さらに、Z 軸方向への出射光の強度分布をほぼ均一にするための基準レンズの形状の算出方法を見出している。

即ち、本発明では、X の最小値 X_{\min} が $-3.0 D_X \leq X_{\min} \leq -0.5 D_X$ の範囲であり、最大値 X_{\max} が $0.5 D_X \leq X_{\max} \leq 3.0 D_X$ の範囲であり、基準レンズの X 軸方向の断面形状が下記の式 (3) ~ (9) で表される $(2N_X + 1)$ 個の傾きの異なる領域 $-N_X \sim N_X$ からなり、かつ Y の最小値 Y_{\min} が $-3.0 D_Y \leq Y_{\min} \leq -0.5 D_Y$ の範囲であり、最大値 Y_{\max} が $0.5 D_Y \leq Y_{\max} \leq 3.0 D_Y$ の範囲であり、基準レンズの Y 軸方向の断面形状が、下記の式 (10) ~ (16) で表される $(2N_Y + 1)$ 個の傾きの異なる領域 $-N_Y \sim N_Y$ からなることを特徴とする。

40

【0026】

【数 3】

$$\delta_X = (X_{\max} - X_{\min}) / (2N_X + 1) \quad (3)$$

【数 4】

$$X_i = i \times \delta_X \quad (4)$$

【数 5】

$$\alpha_{X_i} = \tan^{-1} (X_i / H) \quad (5)$$

50

【数 6】

$$\beta_{X_i} = \sin^{-1} \{ (1/n) \sin \alpha_{X_i} \} \quad (6)$$

【数 7】

$$\gamma_{X_i} = \sin^{-1} \{ (1/n_s) \sin \alpha_{X_i} \} \quad (7)$$

【数 8】

$$a_{X_i} \propto f_X (X_i + T \times \tan \gamma_{X_i}) \times \cos \Phi_{X_i} \times \cos \beta_{X_i} / \{ I_j (\alpha_{X_i}) \times \cos (\alpha_{X_i}) \times \cos (\Phi_{X_i} - \beta_{X_i}) \} \quad (8)$$

【数 9】

$$\Phi_{X_i} = \tan^{-1} \{ (n \times \sin \beta_{X_i}) / (n \times \cos \beta_{X_i} - 1) \} \quad (9)$$

 N_X : 自然数 i : $-N_X$ から N_X の整数 n : 光制御部材の凸部の屈折率 n_s : 光制御部材の基材の屈折率 a_{X_i} : 領域 i の X 軸方向の幅 α_{X_i} : 領域 i の出射面に対する傾き T : 光制御部材の入射面から凸部底部までの厚み

$I_j (\alpha_{X_i})$: 任意に選択した点状光源から X 軸方向に沿って a_{X_i} の方向へ単位角度当たりに放射する光の強度

【0027】

【数 10】

$$\delta_Y = (Y_{max} - Y_{min}) / (2N_Y + 1) \quad (10)$$

【数 11】

$$Y_j = j \times \delta_Y \quad (11)$$

【数 12】

$$\alpha_{Y_j} = \tan^{-1} (Y_j / H) \quad (12)$$

【数 13】

$$\beta_{Y_j} = \sin^{-1} \{ (1/n) \sin \alpha_{Y_j} \} \quad (13)$$

【数 14】

$$\gamma_{Y_j} = \sin^{-1} \{ (1/n_s) \sin \alpha_{Y_j} \} \quad (14)$$

【数 15】

$$a_{Y_j} \propto f_Y (Y_j + T \times \tan \gamma_{Y_j}) \times \cos \Phi_{Y_j} \times \cos \beta_{Y_j} / \{ I_j (\alpha_{Y_j}) \times \cos (\alpha_{Y_j}) \times \cos (\Phi_{Y_j} - \beta_{Y_j}) \} \quad (15)$$

【数 16】

$$\Phi_{Y_j} = \tan^{-1} \{ (n \times \sin \beta_{Y_j}) / (n \times \cos \beta_{Y_j} - 1) \} \quad (16)$$

 N_Y : 自然数 j : $-N_Y$ から N_Y の整数 a_{Y_j} : 領域 j の Y 軸方向の幅 α_{Y_j} : 領域 j の出射面に対する傾き

$I_j (\alpha_{Y_j})$: 任意に選択した点状光源から Y 軸方向に沿って a_{Y_j} の方向へ単位角度当たりに放射する光の強度

ここで、 α_{X_i} 、 β_{X_i} 、 γ_{X_i} 、 Φ_{X_i} 、 α_{Y_j} 、 β_{Y_j} 、 γ_{Y_j} 、 Φ_{Y_j} などの角度はいずれも絶対値が 90° 未満で、基準線に対して、右回りに成す角度を正、左回りに成す角度を負とする。

【0028】

まず、図 1 を用いて式 (8) について説明する。

X_{min} と X_{max} は、任意に選択した点状光源の位置座標を原点としたとき、実質 $f_X (X) = 0$ となるとき両端の座標である。 $X_{min} \sim X_{max}$ の間を等分に $(2N_X + 1)$ 分割すると、分割した各要素の幅 a_X は式 (3) で示される。このとき、任意の要素の中心座標 X_i は式 (4) で示される。 $X = 0$ の位置にある点状光源から座標 X_i の光制御部材への入射角度 α_{X_i} は、入射面の法線方向に対して式 (5) で示される。

10

20

30

40

50

【0029】

点状光源から出射した光は $X = X_i$ で光制御部材に入射し、法線方向に対して式(7)で示される角度 α_{xi} で屈折して光制御部材内部へ進行する。基準レンズの底部に達すると再び屈折し、式(6)で示される角度 α_{xi} で基準レンズの内部へ進行する。なお、光制御部材を構成する基材と基準レンズの屈折率が同じであっても良い。この場合、基準レンズの底部で光は屈折せず、 $\alpha_{xi} = \alpha_{xi}$ となる。基準レンズの内部を進行する光のうち、式(9)で示される出射面に対する傾き α_{xi} の斜面に到達した光のみがZ軸方向に進行する。

【0030】

傾き α_{xi} の斜面が占める領域 i の斜面の長さを b_{xi} とし、領域 i の斜面から基準レンズ内での光線方向に垂直な方向への射影の長さを e_{xi} とすると、X軸方向と基準レンズの主面の法線方向に平行な断面内における領域 i の斜面の角度が、基準レンズ内での光線方向と垂直な角度に対して成す角度 α_{xi} は $\alpha_{xi} - \alpha_{xi}$ となるので、

$$e_{xi} = b_{xi} \times \cos(\Phi_{xi} - \beta_{xi}) \quad (17)$$

となる。

【0031】

また、角度 α_{xi} の斜面が占める領域 i の入射面と平行な面への射影の長さ、即ち領域 i のX軸方向の幅を a_{xi} とすると、

$$b_{xi} = a_{xi} / \cos \Phi_{xi} \quad (18)$$

である。

【0032】

式(17)と式(18)から、

【数19】

$$e_{xi} = a_{xi} / \cos \Phi_{xi} \times \cos(\Phi_{xi} - \beta_{xi}) \quad (19)$$

となる。

ここで基準レンズのX軸方向の幅、即ち a_{xi} の総和を P_x とすると、角度 α_{xi} で光制御部材の基材に入射して基準レンズに向かう光のうち、領域 i に向かう光の割合は、 $e_{xi} / (P_x \times \cos \alpha_{xi})$ となる。

【0033】

ここで図2を用いて光制御部材への入射角度と入射強度の関係について説明する。点状光源から光制御部材への入射角 θ を中心に微小角度 $\Delta\theta$ を考慮すると、 θ が十分小さい場合には、式(20)、式(21)、式(22)が成立する。

【数20】

$$U = H' \times \Delta\theta \quad (20)$$

【数21】

$$H' = H / \cos \theta \quad (21)$$

【数22】

$$V = U / \cos \theta \quad (22)$$

従って、

【数23】

$$V = H \times \Delta\theta / \cos^2 \theta \quad (23)$$

つまり、 V は $1 / \cos^2 \theta$ に比例するため、光源からの θ 内の出射光の強度を $I(\theta)$ とすると、単位面積あたりの入射光の強度、即ち照度は $I(\theta) \times \cos^2 \theta$ に比例する。

【0034】

一方、図3に示すように、座標 X_i における光源を見込む角度 α_{xi} は、 $\cos \alpha_{xi}$ に比例する。単位面積あたりの入射光の強度は $I(\alpha_{xi}) \times \cos^2 \alpha_{xi}$ に比例するため、座標 X_i に入射する単位面積、単位角度あたりの光の強度は $I_x(X_i) \times \cos \alpha_{xi}$

10

20

30

40

50

θ_i に比例する。つまり点状光源からの光が $X = 0$ の点で基準レンズに入射する光の単位角度あたりの強度に対し、座標 X_i で基準レンズに入射する光の単位角度あたりの強度の割合は $I_X(\theta_i) \times \cos \theta_i$ である。

従って、Z軸方向に出射する光は、式(19)より、

$$I_X(\theta_i) \times \cos \theta_i \times \{ e_{X_i} / (P_X \times \cos \theta_i) \}$$

$$= a_{X_i} / \cos \theta_i \times \cos(\theta_i - \theta_i) \times I_X(\theta_i) \times \cos \theta_i / (P_X \times \cos \theta_i)$$

である。

【0035】

座標 X_i に入射した光は、光制御部材の基材の厚さが T であるとき、座標 $(X_i + T \times \tan \theta_i)$ に出射するため、そのときのZ軸方向への出射光の強度分布は $f_X(X_i + T \times \tan \theta_i)$ である。

よって、Z軸方向への出射光強度は、点状光源の発光強度とZ軸方向への出射割合とに比例するため、

【数24】

$$f_X(X_i + T \times \tan \theta_i) \propto a_{X_i} / \cos \Phi_{X_i} \times \cos(\Phi_{X_i} - \beta_{X_i}) \times I_X(\alpha_{X_i}) \times \cos \alpha_{X_i} / (P_X \times \cos \beta_{X_i}) \quad (24)$$

である。

従って、

【数25】

$$a_{X_i} \propto P_X \times f_X(X_i + T \times \tan \theta_i) \times \cos \Phi_{X_i} \times \cos \beta_{X_i} / \{ I_X(\alpha_{X_i}) \times \cos \alpha_{X_i} \times \cos(\Phi_{X_i} - \beta_{X_i}) \} \quad (25)$$

となる。

【0036】

ここで a_{X_i} の総和は、基準レンズの幅を P_X とすることが可能であり、

【数26】

$$a_{X(-N)} + a_{X(-N+1)} + a_{X(-N+2)} + \dots + a_{X(N-2)} + a_{X(N-1)} + a_{X(N)} = P_X \quad (26)$$

となる。

【0037】

式(25)において P_X は定数であるため式(26)から除くと式(8)が成立する。

基準レンズの断面形状は、式(8)の関係を満足するような幅 a_{X_i} の領域 i からなる形状である。既に知られている通り、比例縮小光学系はほぼ同一の指向特性を示すので、基準レンズの幅は自由に選定することができる。

【0038】

次に式(9)について説明する。

図4に本発明の面光源素子に用いる光制御部材で光をZ軸方向に向ける原理を示す。点状光源から、屈折率 n_s の光制御部材に角度 θ_i で入射する光は、光制御部材の入射面で屈折し、光制御部材の内部を通過し、出射面側のレンズで屈折して出射面側に出射する。このとき出射光がZ軸方向に出射するのは、レンズの傾きが望ましい角度 θ_i である場合である。本発明では配置に基づく θ_i の分布と入射光の強度を考慮し、角度 θ_i の割合を調節することでZ軸方向への出射光の強度分布を調節できる。

【0039】

光制御部材から出射した光をZ軸方向に偏向させるためのレンズの傾き θ_i は、レンズの屈折率と、光制御部材への光の入射角度によって決定される。入射角度を θ_i 、入射面で屈折してレンズの内部を通過する光が入射面の法線に対して成す角度を θ_i 、レンズの内部を進行する光がレンズの出射側斜面の法線に対して成す角度を θ_i 、光が出射側斜面で屈折し、出射面に向かう光の斜面の法線に対して成す角度を θ_i 、レンズの屈折率を n とする。このとき、レンズから出射した光がZ軸方向に進むようなレンズの斜面の角度を θ_i とする。

10

20

30

40

50

【0040】

このとき、次の関係が成立する。

【数27】

$$\beta_{x_i} = \sin^{-1} (1/n \times \sin \alpha_{x_i}) \quad (6)$$

【数28】

$$\Phi_{x_i} = \beta_{x_i} - \varepsilon_{x_i} \quad (27)$$

【数29】

$$-n \times \sin \varepsilon_{x_i} = -\sin \omega_{x_i} = \sin \Phi_{x_i} \quad (28)$$

式(27)および式(28)より、

【数30】

$$-n \times \sin (\beta_{x_i} - \Phi_{x_i}) = \sin \Phi_{x_i} \quad (29)$$

式(29)の両辺を $\cos x_i$ で除すると

【数31】

$$n \times (\tan \Phi_{x_i} \times \cos \beta_{x_i} - \sin \beta_{x_i}) = \tan \Phi_{x_i} \quad (29)'$$

従って、 x_i は次の式で表現される。

【数32】

$$\Phi_{x_i} = \tan^{-1} \{ (n \times \sin \beta_{x_i}) / (n \times \cos \beta_{x_i} - 1) \} \quad (9)$$

式(6)、式(9)より、

【数33】

$$\Phi_{x_i} = \tan^{-1} \{ \sin \alpha_{x_i} / (n \times \cos (\sin^{-1} (1/n \times \sin \alpha_{x_i})) - 1) \} \quad (29)'' \quad 20$$

【0041】

x_i 、 n 、 x_i は式(29)'' に示す関係となり、レンズの屈折率 n と、レンズの斜面の傾き x_i によって、入射角 x_i の光を Z 軸方向に出射させることができる。レンズ部の各領域 i について式(9)を満足することで、角度 x_i で光制御部材に入射した光をレンズの領域 i から Z 軸方向に出射させることができる。

【0042】

基準レンズの X 軸方向の断面形状と Y 軸方向の断面形状とは同じ理論が適用可能であるため、式(10)～式(16)に関しても同様に導出可能である。

【0043】

基準レンズは X 軸方向の断面形状が式(8)と式(9)に従い、かつ、Y 軸方向の断面形状が式(15)と式(16)に従う 1 種類のレンズを用いても良いし、X 軸方向のみと Y 軸方向のみに従う 2 種類のレンズを基準レンズとしても良い。

【0044】

当該光制御部材の出射面に配置する複数のレンズは、少なくとも 1 種類の基準レンズの相似形状レンズを使用する。既に知られている通り、比例縮小光学系はほぼ同一の指向特性を示すので、基準レンズの相似形状レンズを光制御部材に配置しても基準レンズのみと同じ拡散特性を示す。更に、複数の相似形状レンズを用いることで回折光の影響を軽減することができ、Z 軸方向の輝度均一化に有利である。

【0045】

当該光制御部材の出射面には、少なくとも 1 種類の基準レンズの相似形状レンズをランダム配置する。ランダム配置とは、複数種の相似形状レンズを互いに重ならない様に配置した後、各レンズ間の隙間を他の相似形状レンズで埋める配置方法である。レンズの配置に周期性がなくなるため回折光の影響を軽減することができ、Z 軸方向の輝度均一化に有利である。

【0046】

本発明に係る第 2 の態様は第 1 の態様の面光源素子であって、基準レンズの X 軸方向の断面形状をあらわす領域 - $N_x \sim N_x$ が X 軸の位置座標の順に並んでおり、かつ、基準レンズの Y 軸方向の断面形状をあらわす領域 - $N_y \sim N_y$ が Y 軸の位置座標の順に並んでいることを特徴とする面光源素子である。

10

30

40

50

このとき基準レンズのX軸方向の断面形状とY軸方向の断面形状には変曲点がなく、基準レンズが略凸状を成す。変曲点が多いと、光が所望の凸部上の領域に到達する前に別の凸部上の領域に到達して、反射や屈折によって光線の方向が変化し、光の出射方向の制御が困難である場合がある。また、変曲点を持たない形状は変曲点を持つ形状と比較して形状が単純であるため、賦形しやすく生産上有利である。

【0047】

本発明に係る第3の態様は第1又は第2の態様の面光源素子であって、基準レンズのX軸方向の断面形状が $(2N_x + 1)$ 個の傾きの異なる領域のうち、少なくとも1組の隣接する2つの領域の形状を曲線で近似した形状であり、かつ、基準レンズのY軸方向の断面形状が $(2N_y + 1)$ 個の傾きの異なる領域のうち、少なくとも1組の隣接する2つの領域の形状を曲線で近似した形状であることを特徴とする面光源素子である。

第1の発明における基準レンズは $(2N_x + 1)$ 個の角度 α_{xi} の斜面よりなるが、第3の発明における基準レンズは、このうち少なくとも1組の隣接する2つの領域の形状を曲線で近似した形状を示し、また、第1の発明の基準レンズは $(2N_y + 1)$ 個の角度 α_{yj} の斜面よりなるが、第3の発明の基準レンズは、このうち少なくとも1組の隣接する2つの領域の形状を曲線で近似した形状を示している。

曲線で近似することによって、Z軸方向への出射光の強度分布や出射光の角度分布がより滑らかになるため望ましい。またより賦形がしやすいために生産上有利となり望ましい。更に領域の接合部が鋭い形状ではないことで破損が生じにくいため、領域の接合部の破損による光の出射方向の変化や、不必要な散乱が生じにくく、望ましい。

【0048】

本発明に係る第4の態様は、第1～3の態様のいずれかの面光源素子であって、当該光制御部材において、X-Z平面内においてZ軸方向に対して角度30度以内に出射する光の割合が、X-Z平面内での全出射光の50%以上であり、Y-Z平面内においてZ軸方向に対して角度30度以内に出射する光の割合が、Y-Z平面内での全出射光の50%以上であることを特徴とする面光源素子である。当該面光源素子は、Z軸方向へ出射する割合が比較的大きいため、テレビやパソコンモニタなど主として正面方向から出射面を観察する用途において、効率良く明るい照明を得ることができる。また当該光制御部材において、X-Z平面の断面内においてZ軸方向に対して角度30度以内の範囲に出射する光の割合と、Y-Z平面の断面内においてZ軸方向に対して角度30度以内の範囲に出射する光の割合とは、基準レンズの斜面の角度で調整することが可能である。当該基準レンズの斜面の角度は、 $X_{max} \sim X_{min}$ の幅と $Y_{max} \sim Y_{min}$ の幅で調整することが可能である。

【0049】

本発明に係る第5の態様は、第1～4の態様のいずれかの面光源素子であって、基準レンズの相似形状レンズの面積以外の面積を光制御部材の面積で除した空隙率が1.0%以下であることを特徴とする面光源素子である。

光制御部材におけるレンズの空隙率が1.0%以上の場合、Z軸方向に進行する出射光が減少するため輝度均一性の低下に繋がる。そのため、空隙部を少なくすることは輝度均一性の向上に有利である。

【図面の簡単な説明】

【0050】

【図1】X軸に平行かつY軸に直交する平面における、点状光源からの光の入射角度 α_{xi} と、レンズ部における領域iの斜面の傾き α_{xi} と、領域iのX軸方向の幅 a_{xi} との関係を示す図である。

【図2】光制御部材への光の入射角度と入射強度の関係を示す図である。

【図3】X軸に平行かつY軸に直交する断面における、座標 X_i の点における点状光源を見込む角度 α_{xi} を示す図である。

【図4】本発明の面光源素子で、光を正面方向に偏向させる原理を示す図である。

【図5】本発明の面光源素子の、好適な一例を示す図である。

【図 6】X 軸に平行かつ Y 軸に直交する断面における、点状光源から Z 軸方向への出射光の強度分布を示す図である。

【図 7】図 5 の面光源素子の、X 軸に平行かつ Y 軸に直交する平面における点状光源の位置と、Z 軸方向への出射光の強度分布との関係を示す図である。

【図 8】X 軸に平行かつ Y 軸に直交する断面における、1 個の点状光源からの光の、Z 軸方向への出射光の X 軸方向への強度分布の一例を示す図である。

【図 9】図 8 で示した面光源素子の $f_x(X)$ と、それに対応する $g_x(X)$ を示す図である。

【図 10】実施例 1 と比較例 1 で示したレンズの配置方法の違いによる、出射光の角度と強度の関係を示す図である。

10

【発明を実施するための形態】

【0051】

実施の形態 1

以下、本発明を適用した具体的な実施の形態について、図面を参照しながら詳細に説明する。ただし、本発明が以下の実施の形態に限定される訳ではない。また、説明を明確にするため、以下の記載及び図面は、適宜、簡略化されている。

本発明の実施の形態 1 に係る面光源素子の一例を図 5 に示す。

X 軸と、X 軸に直交する Y 軸とに平行な X - Y 平面の法線の一方を Z 軸方向として、少なくとも、X - Y 平面に平行な複数の点状光源 1 と、1 枚のシ - ト状の光制御部材を備え、当該複数の点状光源 1 が X - Y 平面に平行な仮想平面内に X 軸および Y 軸方向に周期的に配置され、当該光制御部材が X - Y 平面に平行に、かつ、当該複数の点状光源 1 の Z 軸方向に配置した面光源素子であって、当該光制御部材の主に光を出射する面に、基準レンズ 21 の複数の相似形状レンズ 21 をランダム配置した面光源素子である。

20

【0052】

本発明の点状光源 1 としては特に制限はないが、LED などを用いることができる。LED の形態としては、白色 LED、赤、青、緑等各色の LED 等があるが、白色のみを用いる、また各色 LED を周期的に配列することなどが上げられる。また出射面で要求する色に応じて、1 周期内に複数の同一色光源を配置しても良い。当該複数の点状光源 1 の X 軸方向および Y 軸方向の周期 D_x 、 D_y は短いほうが、輝度均一性がよく、高い輝度が得られるため望ましい。しかし周期が短すぎると点状光源 1 の個数が増加し、消費電力の増加、また発熱の問題が発生する。周期 D_x と D_y は 7 mm から 70 mm が望ましい。より望ましくは 15 mm から 50 mm である。

30

【0053】

図 6 は点状光源 1 を配列した場合の、X - Z 平面における Z 軸方向への出射光の強度と点状光源 1 の位置を表す図である。ここで示したように、複数の点状光源 1 の配列を備える面光源素子にあつては、Z 軸方向への出射光の強度は、それぞれの点状光源 1 の直上部分と、直上部分と隣り合う点状光源 1 と点状光源 1 の中間位置部分とでは大きく異なる。これは本発明の面光源素子では光制御部材の主に光が入射する面への入射光の強度が、それぞれの点状光源 1 の直上部分と、斜め上の部分とでは大きく異なることを示している。また、この強度の違いは Y - Z 平面においても同様である。

40

【0054】

図 7 は図 5 に示す面光源素子の、点状光源 1 の位置と、X - Z 平面における Z 軸方向の出射光の強度との関係を示す図である。Y - Z 平面に平行な断面においても同様の強度分布を示し、このように本発明の面光源素子では Z 軸方向への出射光の強度分布がほぼ一定となるため、Z 軸方向への輝度均一性が得られる。

【0055】

図 8 に、 $D_x = 30 \text{ mm}$ として X 軸方向に点状光源 1 を配列した、本発明の面光源素子の任意の 1 個の点状光源 1 からの光による、X - Z 平面における Z 軸方向への出射光の強度分布の一例を示す。1 個の点状光源 1 からの光による Z 軸方向への出射光は、 X_{\min} ~ X_{\max} の範囲となる。図 8 に示すような緩やかに減衰を示す場合は、例えば $f_x(X)$

50

)の値が最大値の $1/100$ となる時の X の値で代用することも可能である。 X_{min} 、 X_{max} を定めるための $f_x(X)$ の値は、それぞれ同一であることが望ましく、最大値の $1/20$ 以下であれば問題なく、 $1/100$ であることが更に望ましい。図8では $X_{min} = -3D_x$ 、 $X_{max} = 3D_x$ であり、 $f_x(X_{min}) = f_x(X_{max})$ で $f_x(X)$ の最大値の $1/100$ 以下である。このような分布から求められる面光源素子の Z 軸方向への出射光の強度は、厳密には隣接する3周期分の点状光源1の総和のみでは決定されないため、 $g_x(X)$ は一定であるよりも、 $X=0$ 付近の $g_x(X)$ が周辺と比較して少し高いことが望ましい。同様に、 $Y-Z$ 平面においても、 $Y=0$ 付近の $g_y(Y)$ が周辺と比較して少し高いことが望ましい。

【0056】

また、 $g_x(X)$ の最小値である $g_x(X)_{min}$ と、最大値である $g_x(X)_{max}$ との比、 $g_x(X)_{min}/g_x(X)_{max}$ が 0.8 以上であるときに X 軸方向に沿って輝度が均一化され、かつ、 $g_y(Y)$ の最小値である $g_y(Y)_{min}$ と、最大値である $g_y(Y)_{max}$ との比、 $g_y(Y)_{min}/g_y(Y)_{max}$ が 0.8 以上であるときに Y 軸方向に沿って輝度が均一化されるために、輝度の均一性の高い面光源素子が得られる。 $g_x(X)_{min}/g_x(X)_{max}$ および $g_y(Y)_{min}/g_y(Y)_{max}$ の値は 0.85 以上がより好適であり、この場合に一層輝度の均一性が高い面光源素子を得ることができ、透過型の液晶パネル等を当該面光源素子の出射面の Z 軸方向に配置し画像表示装置とした場合に高い画面品位を得ることができる。更により高い画面品位を得るためには、 0.90 以上が望ましい。

【0057】

図9は図8で示した $f_x(X)$ から求まる面光源素子の $g_x(X)$ を示す。 $g_x(X)$ が点状光源1の1周期分である $-D_x/2 \sim D_x/2$ の範囲で一定であれば、 Z 軸方向に高い輝度均一性が得られ、また、 X_{min} 、 X_{max} が最適である場合には、点状光源1近傍のエネルギーの高い光を正面に偏向させるため、より Z 軸方向の輝度は高くなる。 $Y-Z$ 平面についても同様である。

【0058】

基準レンズ21において、領域 $-N_x \sim N_x$ の配列順序が必ずしも X 軸に沿っている必要はない。しかしこの場合、各領域の配列の順序により基準レンズ21の X 軸方向の断面形状である凸部には変曲点が存在し、角度 θ_{xi} で入射した光を正面に偏向させる角度 θ_{xi} の基準レンズ21に到達する前に、別の角度の斜面に到達し、屈折或いは反射によって光線方向が変化し、角度 θ_{xi} の斜面に到達しない、或いは望ましくない角度で角度 θ_{xi} の斜面に到達することによって、光の出射方向の制御が困難となり性能が不十分となる可能性がある。 $-N_x \sim N_x$ の領域が X 軸の位置座標の順に並んでいる場合、通常は凸部の形状は変曲点を持たず、基準レンズ21全体が略凸状を成す。このような基準レンズ21の場合、通常、光が所望の凸部上の領域に到達して反射や屈折によって光線の方向が変化することがなく、光線方向の制御が容易となり、有利である。

【0059】

基準レンズ21において、領域 $-N_y \sim N_y$ の配列順序が必ずしも Y 軸に沿っている必要はない。しかしこの場合、各領域の配列の順序により基準レンズ21の Y 軸方向の断面形状である凸部には変曲点が存在し、角度 θ_{yj} で入射した光を正面に偏向させる角度 θ_{yj} の基準レンズ21に到達する前に、別の角度の斜面に到達し、屈折或いは反射によって光線方向が変化し、角度 θ_{yj} の斜面に到達しない、或いは望ましくない角度で角度 θ_{yj} の斜面に到達することによって、光の出射方向の制御が困難となり、性能が不十分となる可能性がある。 $-N_y \sim N_y$ の領域が X 軸の位置座標の順に並んでいる場合、通常は凸部の形状は変曲点を持たず、基準レンズ21全体が略凸状を成す。このような基準レンズ21の場合、通常、光が所望の凸部上の領域に到達して反射や屈折によって光線の方向が変化することがなく、光線方向の制御が容易となり、有利である。

【0060】

また基準レンズ21の各領域 i の X 軸方向の幅 a_{xi} が $f_x(X_i + \tan \theta_{xi})$

10

20

30

40

50

$\cos \theta_i \times \cos \theta_j$ に比例することが本発明の面光源素子の特徴であるが、レンズ部の底部から表面までの高さの影響によって、好ましい幅が少しずれる場合があるが、大きな影響はない。Y 軸方向の幅 a_j についても同様である。

【0061】

光制御部材の基板 2 の厚さ T は薄いほうが望ましいが、直下方式である本発明の面光源素子では光源と光制御部材の間に空間が設けられているために、最も光源側に配置される光制御部材は撓みや変形のない強度を有する厚さであることが望ましい。最も光源側に配置される光制御部材は、面光源素子の大きさによって異なるが、厚さは 0.5 ~ 5 mm が望ましい。これより薄いと光制御部材の撓みや変形を生じ、点状光源 1 と光制御部材が接

10

【0062】

また、基準レンズ 2 1 を分割する領域の個数を決定する N_x および N_y は、2 以上であることが望ましい。 N_x および N_y が大きい場合、基準レンズ 2 1 の X 軸方向の断面形状および / または基準レンズ 2 1 の Y 軸方向の断面形状における凸部は、多くの傾きからなる複雑な形状となる。傾きの数が多いと、正面方向への出射光の制御を精度良く行うことができ、正面方向への出射光の強度分布の均一性が高い。精度の面からは N_x および N_y は大きい方がよいが、大きすぎると形状が複雑になり作製が困難となる。作製の容易さの面からは N_x および N_y が 100 以下であることが望ましく、10 以下であることが更に望ましい。

20

【0063】

基準レンズ 2 1 の X 軸方向の断面形状および / または基準レンズ 2 1 の Y 軸方向の断面形状において、凸部を形成する領域の少なくとも 1 組の隣接する領域の形状を曲線で近似しても良い。更に 3 つ以上の隣接する領域の形状を曲線で近似しても良く、凸部全体での形状を曲線で近似しても良い。多くの領域の形状を曲線で近似すると、Z 軸方向への出射光の強度分布や出射光の角度分布を滑らかにする、賦形しやすい、破損しにくい等の、隣接する領域の形状を曲線で近似することの効果が高くなり、望ましい。曲線への近似法としては、特に制限はなく、通常良く知られている最小二乗法、スプライン補間法、ラグランジュ補間法などを用いることが可能である。近似に用いる点は近似する領域から少なくとも 1 点を選び、通常近似する領域の数より多くとる。例えば、連続する複数の領域の両端と各領域の接点を選択することが可能である。また、各領域の中点を近似に用いることもできる。

30

【0064】

X - Z 平面において、Z 軸方向に対して角度 30 度以内に出射する光の割合が X - Z 平面で Z 軸方向に出射する光の 50% 以上であり、かつ、Y - Z 平面において、Z 軸方向に対して角度 30 度以内に出射する光の割合が Y - Z 平面において Z 軸方向に出射する光の 50% 以上である場合には、Z 軸方向の輝度の高い面光源素子が得られる。高い輝度を要求するパソコンモニタ等の表示装置においては、この数値は 60% 以上であればより望ましく、80% 以上であれば更に望ましい。一方、照明看板等の広視野角が要求される表示装置については、Z 軸方向への出射の割合が高すぎると、Z 軸方向のみに光が向き、視野角が狭く成り望ましくない。従って、照明看板等に用いる場合には、この数値は 60% ~ 80% が望ましい。

40

【0065】

点状光源 1 と光制御部材との距離 H は長いほうが、輝度均一性が高いために望ましい。しかし、長すぎると、装置全体の厚みが大きくなるために好ましくない。点状光源 1 と光制御部材の距離 H は 5 mm から 50 mm が望ましい。より望ましくは 10 mm から 30 mm である。また、点状光源 1 の周期との比、 D_x / H 、 D_y / H は 0.5 ~ 3 であること

50

が望ましく、1～2であることが更に望ましい。

【0066】

基準レンズ21の相似形状レンズ21の幅は1μmから300μmが望ましい。300μmより大きいと出射面からパターンそのものが視認され外観品位が低下する。また1μmより小さいとレンズ形状の形成が困難である。より好ましくは、5μmから100μmである。通常は30μmより小さいと回折現象により外観品位が低下するが、本発明の面光源素子には複数の相似形状レンズ21をランダム配置するため、回折現象による外観品位の低下を抑えることが可能である。

【0067】

本発明の光制御部材の製造方法としては、特に制限はないが、押出成型、射出成型、紫外線硬化樹脂を使用した成型が挙げられる。しかし、レンズ21を設ける場合には、レンズ21の大きさ、レンズ21の形状、量産性等を考慮して適した成型方法を選択すればよい。主面が大きい場合には押出成型が適している。

【0068】

光制御部材の材料としては、通常光学透明材料であれば用いることが可能である。例えば、メタアクリル樹脂、ポリスチレン樹脂、ポリカーボネート樹脂、シクロオレフィン樹脂、メタアクリル-スチレン共重合樹脂、シクロオレフィン-アルケン共重合樹脂等が挙げられる。

【0069】

より多くの光を利用するために、光源の-Z軸側に反射板等を用いてもよい。反射板を用いることによって、光源から-Z軸側に出射した光、光制御部材によって-Z軸側に出射した光をZ軸側に向け、より多くの光を利用することができ、高い輝度を得ることが可能である。

【0070】

反射板は、光源から-Z軸側に出射した光を正面方向に反射させる機能を持つ。反射率は95%以上のものが光の利用効率が高く望ましい。反射板の材質は、アルミ、銀、ステンレスなどの金属箔や、白色塗装、発泡PET樹脂などが挙げられる。光の利用効率を高めるためには材質の反射率が高いものが望ましい。これには銀、発泡PETなどが挙げられる。また、輝度均一性を高めるためには材質は拡散反射をするものが望ましい。これには発泡PETなどが挙げられる。

【0071】

光制御部材が最も光源側に配置されていない場合では、光制御部材自身の強度、生産性等を考慮して光制御部材の厚さを設定すればよい。通常面光源素子として用いる際には最も光源側に配置される光制御部材と共に端面付近を固定されるために薄いシートであっても撓みは生じにくい。従って、最も光源側にない光制御部材は最も光源側にある場合よりも薄くすることが可能である。最も光源側にない光制御部材は、装置全体の薄型化のためには、薄いほうが好ましい。面光源素子の大きさによって異なるが、厚さは0.05mmから1mmが望ましい。これより薄くなると、光制御部材自体の強度が低下し、変形等により品位が低下する。また、これより厚くなると面光源素子が厚くなり、また重量も増加する。更に光制御部材の熱などによる変形を防ぎ、かつ押出成形等による高い生産性を得るためには、0.1mmから0.7mmが望ましく、更には0.2mmから0.5mmが望ましい。

【0072】

また、光制御部材の光源側に重ねて、樹脂やガラス等からなる透明な支持基板を設けても良い。当該支持基板を配することによって、光制御部材を例えば0.1mmから1mmと薄くしても光制御部材を支持することが可能である。光制御部材を薄くすることによって、押出成形等による成形が更に容易になり、生産性が向上する。また、面光源素子が大型化するに従い次第に困難になる光制御部材の支持を容易にする。当該支持基板の厚さに特に制限は無いが、通常1mmから5mmであり、軽量化と強度の兼ね合いから通常2mmから4mmの範囲であることが更に望ましい。

10

20

30

40

50

【0073】

支持基板を用いる場合などで、支持基板と光制御部材と接合されている場合などで、支持基板が屈折率の異なる数種類の板となっても問題ない。この場合、ここまで示してきた考え方に沿って、式(8)に相当する式を導くことで $a \times i$ を求めることが可能である。しかしながら屈折率のばらつきが90%以内である場合、屈折率は各板厚の比に従って近似することで式(8)を導くことができる。例えば支持基板の部分が、屈折率が n' 、 n'' 、 n''' で板厚がそれぞれ T' 、 T'' 、 T''' の3枚の板によってなる場合、 n は $(n' \times T' + n'' \times T'' + n''' \times T''')$ / T の値で近似できる。

【0074】

本発明の光制御部材は、複数の点状光源1以外の光源に対しても使用できる。例えば単一の点状光源1に対して用いることによって、より広範な範囲において、均一で高い輝度を得ることが可能である。また、本発明の面光源素子が備える光制御部材は、 X - Y 平面に平行な仮想平面内に X 軸方向に平行かつ Y 軸に沿って配置された複数の線状光源、または、 Y 軸方向に平行かつ X 軸に沿って配置された複数の線状光源からの光線方向を制御することが可能であり、高い輝度均一性を実現できる。これら線状光源として、蛍光灯等や、LED等の点状光源1を狭い間隔で直線状に配列して構成した線状光源も用いることができる。

10

【0075】

また、本発明の画像表示装置としては、面光源素子上に透過型の表示装置を設けることにより実現され、表示装置としては透過型の液晶パネル等が上げられる。これにより、表示面の輝度が高く、輝度均一性に優れた画像表示装置を得ることができる。

20

【実施例】

【0076】

以下、本発明の実施例について説明するが、本発明はこれらに限定されるものではない。

【0077】

照明設計解析ソフトウェアLightTools(登録商標)を用いて、図5に示す面光源素子の輝度の均一性を解析した。点状光源1は、高さが0.5mm、直径が0.8mmの円柱の上面を発光部として、発光の角度特性をランバート分布とした。点状光源1の座標 $(X, Y) = (D_x / 2, D_y / 2)$ 、 $(-D_x / 2, D_y / 2)$ 、 $(D_x / 2, -D_y / 2)$ 、 $(-D_x / 2, -D_y / 2)$ に設置し、それぞれの光源の上面側が Z 軸方向になる様に配置した。点状光源1の下面側には拡散反射する反射板を配置し、反射板から25mm離れた位置に光制御部材の入射面を配置した。光制御部材の材質は、屈折率1.5の一般的な光学樹脂を想定した。光制御部材から Z 軸方向に出射する光の X 軸方向の強度分布 $f_x(X)$ と Y 軸方向の強度分布 $f_y(Y)$ を指定して基準レンズ21の形状を決定した。光制御部材の出射面の $-D_x / 2 \leq X \leq D_x / 2$ 、 $-D_y / 2 \leq Y \leq D_y / 2$ の範囲内に基準レンズ21の相似形状レンズ21をランダムに配置し、 Z 軸方向への輝度 $L(X, Y)$ をシミュレーションで解析した。 X 軸方向における輝度 L_x の最大値 $L_{x \text{ MAX}}$ と最小値 $L_{x \text{ MIN}}$ から最大輝度と最小輝度の比 $R_x = L_{x \text{ MAX}} / L_{x \text{ MIN}}$ を輝度の均一性の指標とした。同様に、 Y 軸方向における輝度 L_y の最大値 $L_{y \text{ MAX}}$ と最小値 $L_{y \text{ MIN}}$ から最大輝度と最小輝度の比 $R_y = L_{y \text{ MAX}} / L_{y \text{ MIN}}$ を輝度の均一性の指標とした。

30

40

【0078】

次に、回折光学素子設計解析ソフトウェアDiffRACTMOD(登録商標)を用いて、複数種の相似形状レンズ21の配置方法をランダム配置と周期配置した際に、回折現象が発生抑えられる効果を解析した。光源は波長550nmのTM偏光を用いて光制御部材の入射面に対して垂直方向に入射した。 X - Z 平面における出射光の出射角度と強度の関係を求めるため、幅15 μm の基準レンズ21と幅7.5 μm の相似形状レンズ21の1種をランダム配置した光制御部材に対してシミュレーションで解析した。

【0079】

50

実施例及び比較例で得られた R_x と R_y の値と解析条件を表 1 に示す。

【表 1】

	D_x	$f_x (X)$	基準 レンズ	R_x	配置	回折
	D_y	$f_y (Y)$		R_y		
実施例 1	1 0	ガウス分布 ^{注1}	曲線	0. 9 2	ランダム	発生せず
	3 3	ガウス分布 ^{注1}	曲線	0. 8 8	ランダム	発生せず
比較例 1	1 0	ガウス分布 ^{注1}	曲線	0. 9 2	周期	発生
	3 3	ガウス分布 ^{注1}	曲線	0. 8 8	周期	発生
実施例 2	1 0	$\cos^2 \alpha_x$	直線	0. 9 0	ランダム	発生せず
	2 5	$\cos^3 \alpha_y$	直線	0. 8 2	ランダム	発生せず
比較例 2	1 0	$\cos^2 \alpha_x$	直線	0. 9 0	周期	発生
	2 5	$\cos^3 \alpha_y$	直線	0. 8 2	周期	発生
比較例 3	2 0	$\cos^3 \alpha_x$	曲線	0. 6 8	ランダム	発生せず
	2 5	$\cos^7 \alpha_y$	曲線	0. 6 9	ランダム	発生せず

ガウス分布注 1 : $f (p) = \exp (-p^2 / \sigma^2)$ のうち、 $\sigma = 1. 2 D_x, Y$

【0080】

実施例 1 と比較例 1 では、光制御部材における基準レンズ 2 1 の、X 軸方向の断面形状の輪郭線と Y 軸方向の断面形状の輪郭線とが曲線からなる場合であり、Light Tools による計算結果では Z 軸方向の輝度均一性は $R_x = 0. 9 2$ 、 $R_y = 0. 8 8$ と高い。一方、配置方法は、実施例 1 は基準レンズ 2 1 の 1 種とその相似形状レンズ 2 1 の 1 種とをランダム配置したのに対し、比較例 1 は基準レンズ 1 種を周期配置した。ここで図 1 0 に光制御部材から出射する光の角度に対する強度分布の関係を示す。出射角度 0 度方向を Z 軸方向になる様に定義した。比較例 1 は -15° 、 0° 、 $+15^\circ$ 方向に回折光が発生して輝度均一性を低下させたが、実施例 1 は回折光がほとんど発生していないため、輝度均一性が高いことが分かる。

【0081】

実施例 2 と比較例 2 では、光制御部材における基準レンズの、X 軸方向の断面形状の輪郭線と Y 軸方向の断面形状の輪郭線とが直線からなる場合である。基準レンズの輪郭線を近似しない場合でも、レンズの配置方法を相似形状レンズでランダム配置することで回折光が発生せず、高い輝度均一性が得られた。

【0082】

比較例 3 では、基準レンズの輝度均一性が低い場合であり、こちらは複数の相似形状レンズをランダム配置すると回折光は抑制されるが、基準レンズの輝度均一性を著しく上昇する効果は無いため好ましくない。

【符号の説明】

【0083】

- 1 点状光源
- 2 光制御部材を構成する基板
- 2 1 光制御部材の出射面に配置された基準レンズとその相似形状レンズ
- L 1 点状光源から光制御部材の位置 X_i に入射にする光線
- L 2 光制御部材のレンズの中を透過する光線

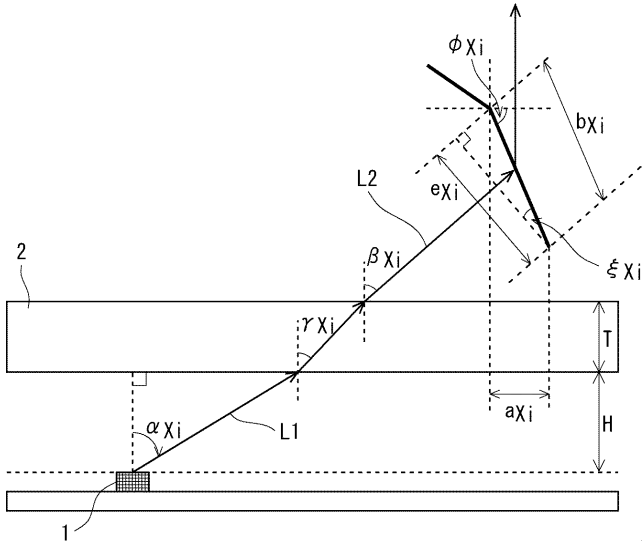
10

20

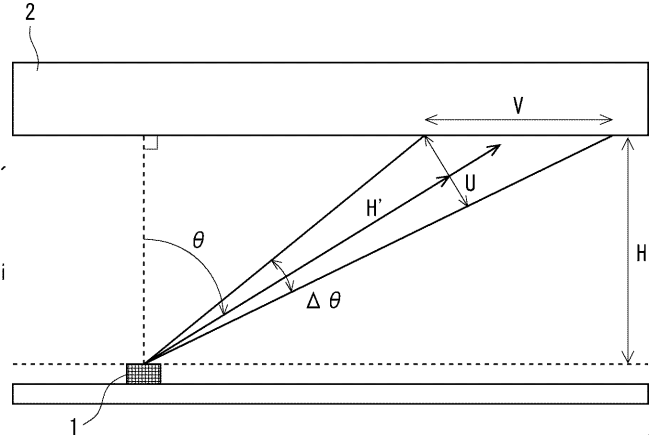
30

40

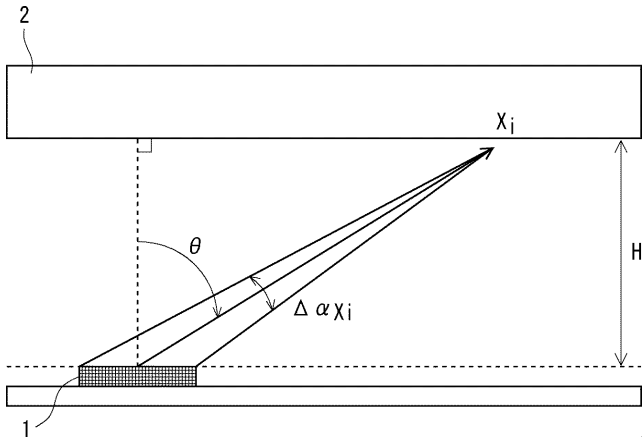
【 図 1 】



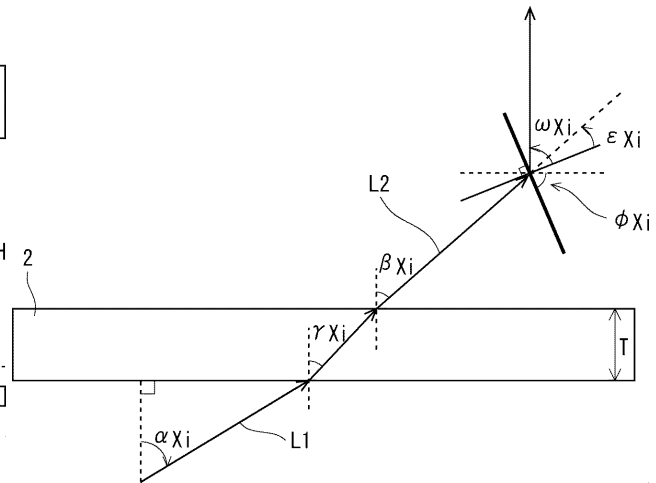
【 図 2 】



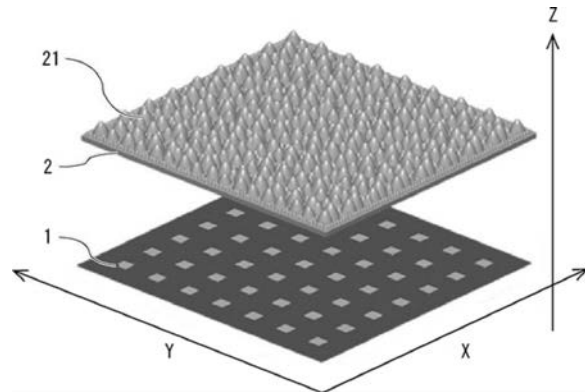
【 図 3 】

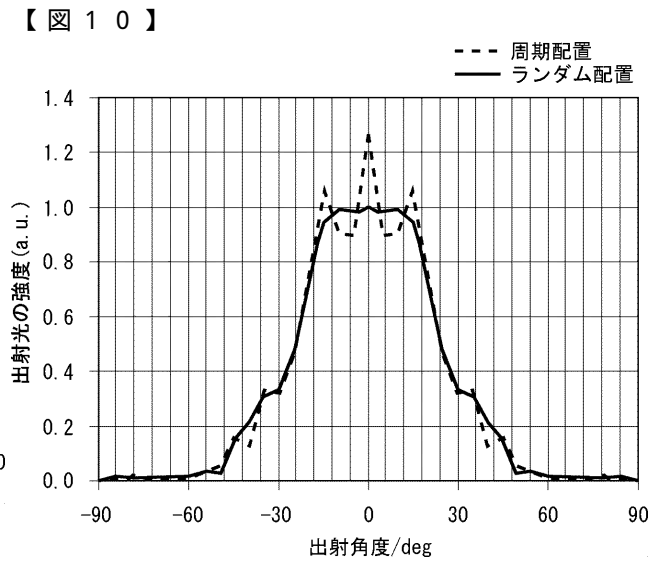
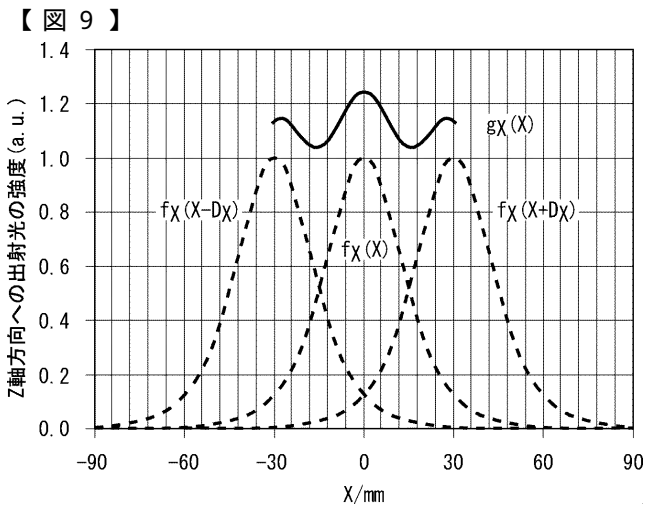
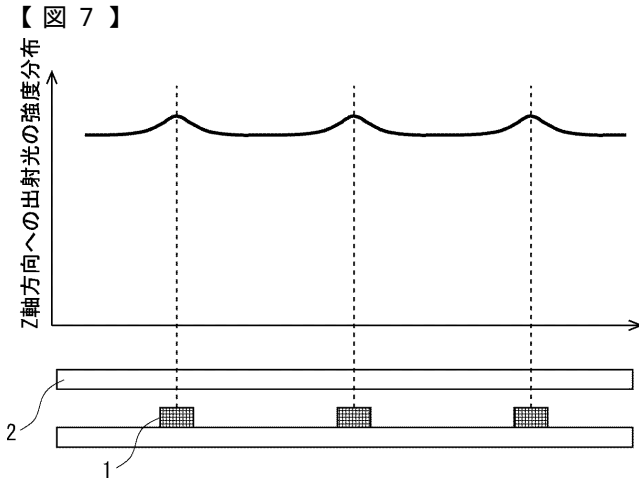
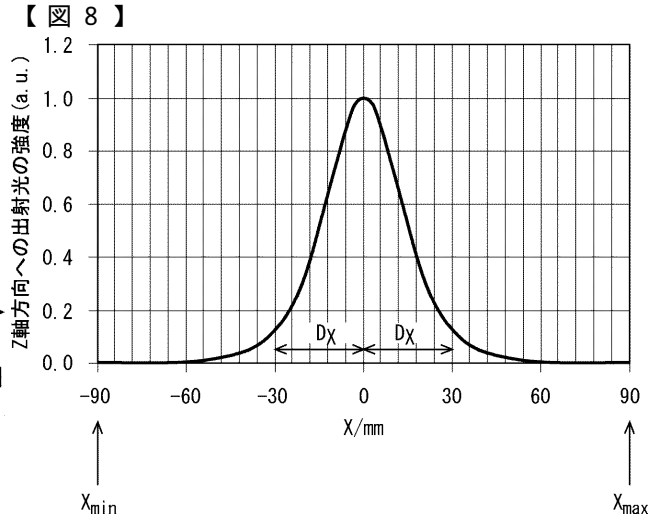
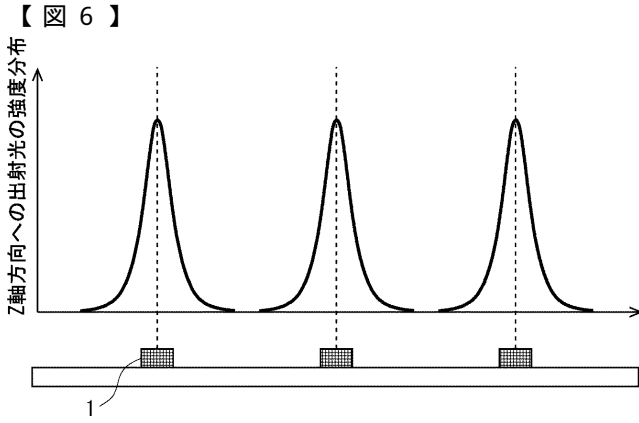


【 図 4 】



【 図 5 】





フロントページの続き

(51)Int.Cl.	F I	テーマコード(参考)
G 0 2 F 1/13357 (2006.01)	G 0 2 B 3/00	A
F 2 1 Y 115/10 (2016.01)	G 0 2 F 1/13357	
	F 2 1 Y 115:10	

Fターム(参考) 2H391 AA03 AB04 AB21 AC03
3K244 AA01 AA09 BA08 BA26 BA31 BA32 BA48 CA02 DA01 GA01
GC03 GC17