

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2008年3月13日 (13.03.2008)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2008/029911 A1

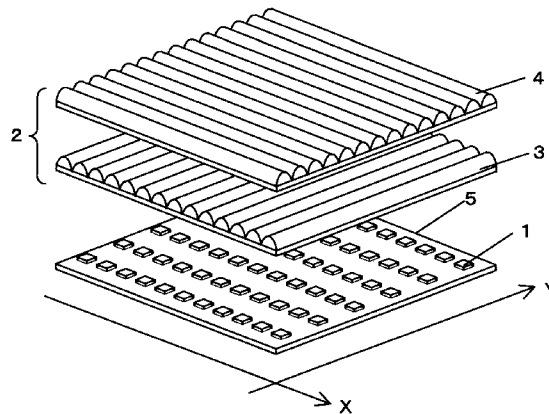
- (51) 国際特許分類:
F21S 2/00 (2006.01) G02F 1/13357 (2006.01)
F21V 5/04 (2006.01) F21Y 101/02 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2007/067490
- (22) 国際出願日: 2007年9月7日 (07.09.2007)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願2006-244177 2006年9月8日 (08.09.2006) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 株式会社クラレ (KURARAY CO., LTD.) [JP/JP]; 〒7108622 岡山県倉敷市酒津1621番地 Okayama (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 大田 佳実 (OHTA,

- Yoshimi) [JP/JP]; 〒3050841 茨城県つくば市御幸が丘41番地 株式会社クラレ内 Ibaraki (JP). 大西 伊久雄 (ONISHI, Ikuo) [JP/JP]; 〒3050841 茨城県つくば市御幸が丘41番地 株式会社クラレ内 Ibaraki (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY,

[続葉有]

(54) Title: PLANAR LIGHT SOURCE ELEMENT, LIGHT CONTROL MEMBER USING THE SAME, AND IMAGE DISPLAY DEVICE USING THE SAME

(54) 発明の名称: 面光源素子並びにこれに用いる光制御部材およびこれを用いた画像表示装置



(57) Abstract: A planar light source element includes a light control member having a first light control unit formed by a plurality of ribbed convex portions (1) and a second light control unit formed by a plurality of ribbed convex portions (2). It is assumed that the length of one cycle of point-shaped light sources in the X-axis direction is D_1 , the length of one cycle of the point-shaped light source in the Y-axis direction is D_2 , the distance between the point-shaped light sources and the first light control unit is H_1 , the distance between the point-shaped light sources and the second light control unit is H_2 , the center position of an arbitrarily selected point-shaped light source is an origin, the position coordinate in the X-axis direction is X, and the position coordinate in the Y-axis direction is Y. The ratio of the maximum value against the minimum value of the light emission intensity of the light incident into the first light control unit in the direction toward the front surface at X and the light emission intensity of the light incident into the second light control unit in the direction toward the front surface at Y in three cycles is not smaller than 0.8. The cross section of the ribbed convex portions (1) in the X direction has a shape formed having different inclinations expressed by D_1, H_1, X and the cross section of the ribbed convex portions (2) in the Y direction has a shape formed having different inclinations expressed by D_2, H_2, Y .

(57) 要約: 複数の畝状凸部1からなる第1の光制御部と、複数の畝状凸部2からなる第2の光制御部とを備えた光制御部材を有した面光源素子であって、点状光源のX軸方向の1周期の長さを D_1 、Y軸方向の1周期の長さを D_2 、点状光源と第1の光制御部との距離を H_1 、第2の光制御部との距離を H_2 、任意に選択した点状光源の中心

[続葉有]

WO 2008/029911 A1



KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:
— 国際調査報告書

位置を原点としたX軸方向の位置座標X、Y軸方向の位置座標Yとして、第1の光制御部に入射した光のXにおける正面方向への出光強度、および第2の光制御部に入射した光のYにおける正面方向への出射光強度の3周期分での最大値と最小値の比が0.8以上であり、畝状凸部1のX軸方向の断面形状が、 D_1 、 H_1 、Xによって表される傾きの異なる領域からなり、畝状凸部2のY軸方向の断面形状が、 D_2 、 H_2 、Yによって表される傾きの異なる領域からなることを特徴とする面光源素子。

明 細 書

面光源素子並びにこれに用いる光制御部材およびこれを用いた画像表示装置

技術分野

[0001] 本発明は、複数の点状光源を有する面光源素子と、これが備えるシート状の光制御部材およびこれを用いた画像表示装置に関するものであり、特に、大型で高輝度と輝度均一性が要求される照明看板装置、液晶ディスプレイ装置等に用いられる直下方式の面光源素子と、これが備える光制御部材およびこれを用いた画像表示装置に関するものである。

背景技術

[0002] 例えば、画像表示装置に用いられる面光源素子では、エッジライト方式と直下方式がある。エッジライト方式は、導光板の端面に配置した光源からの光を、導光板によって端面と直交する主面から正面方向に取り出す方式であり、直下方式は、複数の光源を装置の背面に並べ、拡散板に光を入射し、拡散板で光を均一化して入射面と対向する出射面に光を取り出す方式である。

[0003] 携帯電話やモバイルパソコンに用いられる画像表示装置では、装置の薄さが要求される為、光源を装置の側端に備えることで薄型に対して有利なエッジライト方式が主流である。一方で、テレビやパソコンのモニタでは、画像表示装置の大型化、高輝度化、低消費電力化の要求が高まっている。大型の画面では、画面面積に対する周辺部の長さの割合が減少し、十分な輝度を得ることが出来ない。また、導光板が厚くなり、重量が増加する。従って、大型の面光源素子では直下方式が主流となっている。

[0004] 直下方式の面光源素子においては、輝度均一性の向上、正面輝度の向上、薄型化、低消費電力化即ち省エネルギー化が要求される。輝度均一性は、特に、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、照明看板等の照射面を観察する用途では重要である。

[0005] 直下方式の面光源素子は、光源、反射板、拡散板、拡散シート等を備えている。反

射板は光源から背面側に出射した光を正面方向に反射させ、拡散板は光を拡散させる微粒子が分散されており、光源の像を低減する機能を有している。

[0006] 光源としては、線状光源である蛍光灯が用いられてきたが、色の再現性が悪い、また水銀を使用している為に環境に負荷がかかる等の問題があった。そこで、色の再現性の良い、水銀を使用しない発光ダイオード(LED)等の点状光源を平面内に配置し、面状光源として用いることが提案されている(例えば、非特許文献1参照)。

[0007] 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次元的に生じる。更に、LEDの発光は指向性が強く、高い輝度均一性を得ることが線状光源を用いる場合よりも困難となる。また、色座標を広くする為に、赤、青、緑等の各色のLEDを用いる場合には、色の均一性を得ることが困難である。拡散板の微粒子を増加させることで輝度均一性と色の均一性とを上げることが可能であるが、光の吸収や、不要な方向へ出射する光が増加し、光の利用効率が低下する為、省エネルギーの観点から好ましくない。

[0008] 一方LEDのパッケージに独特の形状を持たせて、LEDからの光を分散させて光源像を消去する方法も提案されている(例えば、特許文献1参照)。しかし、パッケージにより面光源素子の薄型化が阻害されること、生産性が低下することなどから好ましくない。

[0009] 更に、LEDの光を均一にさせる導光部を設ける方法も提案されている(例えば、特許文献2参照)が、生産性が低下すること、面光源素子の重量が増加することなどから好ましくない。

[0010] また、点状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(例えば、特許文献3参照)。しかし、点状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こと、面光源素子のサイズの変更により大幅に輝度の均一性と色の均一性が低下することなどから好ましくない。

[0011] 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

非特許文献1: flat-panel display2004 実務編p170 日経BP社刊

発明の開示

発明が解決しようとする課題

- [0012] そこで、本発明では、例えば画像表示装置等に用いられる直下型の面光源素子であって、LED等の点状光源を用いて高い色再現性を可能とし、光の利用効率が高いために高輝度でかつ輝度の均一性と色の均一性とが高く、大型化に伴う光制御部材の光学設計の変更や輝度低下や輝度の均一性と色の均一性の低下がないことから大型化への対応が容易で、光源と他の部材との厳密な位置合わせなく正面方向の高い輝度と色の均一性が得られ、生産性や薄型化にも有利な面光源素子と、これが備えるシート状の光制御部材およびこれを用いた画像表示装置と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

- [0013] 即ち、本発明は、以上の課題を解決すべく、以下の手段を提供する。

本発明の第1の発明は、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正面方向として、少なくとも、X-Y平面に平行な出射面と、複数の点状光源と、2枚のシート状の光制御部材を備え、
前記複数の点状光源が、前記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、前記X-Y平面に平行な発光面を備え、
前記光制御部材が、前記X-Y平面に平行に、かつ、前記複数の点状光源の正面方向に配置され、前記出射面が、前記光制御部材の正面方向側に配置されている面光源素子であって、
前記2枚のうち、一方の光制御部材の出射面側に、X軸方向に直交しかつY軸方向に平行な複数の畝状凸部1からなる第1の光制御部を備え、
かつ、
前記2枚の光制御部材のうち、別の一方の出射面側に、X軸方向に平行かつY軸方向に直交する複数の畝状凸部2からなる第2の光制御部を備えており、
前記複数の点状光源の、X軸に平行に沿った1周期の長さを D_1 、Y軸に平行に沿った1周期の長さを D_2 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として、X軸方向に平行かつY軸方向に直交する平面内において、前記選択した点状光源の前記発光面と、前記第1の光制御部との距離を H_1 、前記選択した点状光源から前記第1の光制御部に入射した光の、Xにおける出射面の正面方向への出光強度を表した関数を $f_1(X)$ とし、

$$g_1(X) = f_1(X - D_1) + f_1(X) + f_1(X + D_1)$$

としたとき、

$-D_1/2 \leq X \leq D_1/2$ の範囲で、

$g_1(X)$ の最小値である $g_{1\min}(X)$ と、最大値である $g_{1\max}(X)$ の比、 $g_{1\min}(X)/g_{1\max}(X)$ が0.8以上であり、

Xの最小値 $X_{1\min}$ が $-3.0D_1 \leq X_{1\min} \leq -0.5D_1$ の範囲であり、

Xの最大値 $X_{1\max}$ が $0.5D_1 \leq X_{1\max} \leq 3.0D_1$ の範囲であり

($X_{1\min}$ および $X_{1\max}$ は、 $f_1(X)$ 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)、

任意の畝状凸部1のX軸方向の断面形状が、下記の式で表される($2N_1 + 1$)個の傾きの異なる領域 $-N_1 \sim N_1$ からなり、

$$\delta_1 = (X_{1\max} - X_{1\min}) / (2N_1 + 1)$$

$$X_i = i \times \delta_1$$

$$\alpha_{1i} = \tan^{-1}(X_i / H_1)$$

$$\beta_{1i} = \sin^{-1}((1/n_1) \sin \alpha_i)$$

$$\gamma_{1i} = \sin^{-1}(1/n_{1s} \sin \alpha_i)$$

$$a_{1i} \propto f_1(X_i + T_1 \cdot \tan \gamma_{1i}) \cdot \cos \Phi_{1i} \cdot \cos \beta_{1i} / I_1(\alpha_{1i}) / \cos(\alpha_{1i}) / \cos(\Phi_{1i} - \beta_{1i})$$

$$\Phi_{1i} = \tan^{-1}((n_1 \cdot \sin \beta_{1i}) / (n_1 \cdot \cos \beta_{1i} - 1))$$

N_1 : 自然数

i : $-N_1$ から N_1 の整数

n_1 : 第1の光制御部の畝状凸部1の屈折率

n_{1s} : 第1の光制御部の基材の屈折率

a_{1i} : 領域 i のX軸方向の幅

Φ_{1i} : 領域*i*の出射面に対する斜面の傾き

T_1 : 第1の光制御部の入射面から畝状凸部1の底部までの厚み

$I_1(\alpha_{1i})$: 任意に選択した点状光源からX軸方向に沿って α_{1i} の方向へ単位角度あたりに放射する光の強度

かつ、

X軸方向に直交かつY軸方向に平行な平面内において、

前記選択した点状光源の前記発光面と、前記第2の光制御部との距離を H_2 、

前記選択した点状光源から前記第2の光制御部に入射した光の、Y軸方向の位置座標Yにおける出射面の正面方向への出光強度を表した関数を $f_2(Y)$ とし、

$$g_2(Y) = f_2(Y - D_2) + f_2(Y) + f_2(Y + D_2)$$

としたとき、

$-D_2/2 \leq Y \leq D_2/2$ の範囲で、

$g_2(Y)$ の最小値である $g_{2\min}(Y)$ と、最大値である $g_{2\max}(Y)$ の比、 $g_{2\min}(Y)/g_{2\max}(Y)$ が0.8以上であり、

Yの最小値 Y_{\min} が $-3.0D_2 \leq Y_{\min} \leq -0.5D_2$ の範囲であり、

Yの最大値 Y_{\max} が $0.5D_2 \leq Y_{\max} \leq 3.0D_2$ 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)、

任意の畝状凸部2のY軸方向の断面形状が、下記の式で表される $(2N_2 + 1)$ 個の傾きの異なる領域 $-N_2 \sim N_2$ からなることを特徴とする面光源素子である。

$$\delta_2 = (Y_{\max} - Y_{\min}) / (2N_2 + 1)$$

$$Y_j = j \times \delta_2$$

$$\alpha_{2j} = \tan^{-1}(Y_j / H_2)$$

$$\beta_{2j} = \sin^{-1}((1/n_2) \sin \alpha_{2j})$$

$$\gamma_{2j} = \sin^{-1}(1/n_{2s} \sin \alpha_{2j})$$

$$a_{2j} \propto f_2(Y_j + T_2 \cdot \tan \gamma_{2j}) \cdot \cos \Phi_{2j} \cdot \cos \beta_{2j} / I_2(\alpha_{2j}) / \cos(\alpha_{2j}) / \cos(\Phi_{2j} - \beta_{2j})$$

$$\Phi_{2j} = \tan^{-1}((n_2 \cdot \sin \beta_{2j}) / (n_2 \cdot \cos \beta_{2j} - 1))$$

N_2 : 自然数

j : $-N_2$ から N_2 の整数

n_2 : 第2の光制御部の畝状凸部2の屈折率

n_{2s} : 第2の光制御部の基材の屈折率

a_{2j} : 領域 j のY軸方向の幅

Φ_{2j} : 領域 j の出射面に対する斜面の傾き

T_2 : 第2の光制御部の入射面から畝状凸部2の底部までの厚み

$I_2(\alpha_{2j})$: 任意に選択した点状光源から第1の光制御部を通過し、Y軸方向に沿って α_{2j} の方向へ単位角度あたりに放射する光の強度

[0014] また、第2の発明は、前記第1の発明の面光源素子であって、

前記畝状凸部1のX軸方向の断面形状を表す領域 $-N_1 \sim N_1$ が、X軸の位置座標の順に並んでおり、

かつ、

前記畝状凸部2のY軸方向の断面形状を表す領域 $-N_2 \sim N_2$ 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。

[0015] また、第3の発明は、前記第1または第2の発明の面光源素子であって、

前記畝状凸部1のX軸方向の断面形状が、

該凸部を形成する $(2N_1 + 1)$ 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、

前記畝状凸部2のY軸方向の断面形状が、

該凸部を形成する $(2N_2 + 1)$ 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。

[0016] また、第4の発明は、前記第1～3のいずれか1つの発明の面光源素子であって、

前記第1の光制御部において、

X軸方向に平行かつY軸方向に直交する断面内において、正面方向に対して角度30度以内に出射する光の割合が全出射光の50%以上であり、

かつ、

前記第2の光制御部において、

X軸方向に直交かつY軸方向に平行な断面内において、正面方向に対して角度30度以内に出射する光の割合が全出射光の50%以上であることを特徴とする面光源素子である。

[0017] また、第5の発明は、本発明の面光源素子が備える、X軸またはY軸に沿って光線方向を制御する光制御手段を有するシート状の光制御部材である。

[0018] また、第6の発明は、本発明の面光源素子の前記正面方向に透過型表示装置を配置することを特徴とする画像表示装置である。

発明の効果

[0019] 以下に、本発明の効果について詳細に説明する。

[0020] 本発明では、光を拡散させる微粒子を分散させた拡散板を、2枚のシート状の光制御部材に置き換えることによって、高い輝度均一性と高い色の均一性とを得る。本発明では、光制御部材の出射面に好適な形状の畝状凸部を設けることによって光を拡散させる微粒子の利用の回避もしくは大幅な削減を実現し、光の利用効率を向上させることによって高輝度化を達成できる。また、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、サイズ変更に有利なだけでなく、光源との位置合わせも不要となる。また、正面方向への出射光の強度分布を一定にすることで、正面方向の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、高い色再現性を有し、高輝度でかつ輝度の均一性と色の均一性とが高い画像表示装置が得られる。

[0021] 本発明が提供する面光源素子は、X軸と、X軸に直交するY軸とに平行なX-Y平面に平行な出射面を持つ面光源素子であって、該面光源素子は、X-Y平面に平行な発光面を持つ複数の点状光源と、2枚のシート状の光制御部材とを備えており、前記光制御部材によって、正面方向への高い輝度の均一性と色の均一性とを得ることができる。

- [0022] 面光源素子の出射面において、ある方向への光の出射光の強度の位置についての分布が一定であれば、その方向への高い輝度の均一性が達成される。また、特定の色を発光する点状光源を多種類用いる場合、それぞれの色について、上記分布を一定にすることによって、高い色の均一性が達成される。
- [0023] 本発明の面光源素子が備える光制御部材は、正面方向への出射光の強度をほぼ一定とすることによって、正面方向への輝度均一性を得る。また、それぞれの色の光を発する点状光源について、正面方向の輝度均一性を得ることによって、高い色の均一性を得る。
- [0024] 本発明の第1の発明は、複数の点状光源と、X-Y平面に平行な出射面と、2枚の光制御部材とを備え、前記複数の点状光源は、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、前記光制御部材が前記X-Y平面に平行に配置されている面光源素子である。
- [0025] 前記光制御部材の主面と、複数の点状光源が配置されている仮想平面と点状光源の発光面とが平行であることによって、点状光源から光制御部材までの距離が一樣となる為、それぞれの点状光源から光制御部材へ入射する光の強度の分布が均等となり、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の分布は、点状光源の配列方向であるX軸およびY軸方向に沿って周期的な分布となる為、輝度の均一性の向上が容易である。
- [0026] 前記2枚の光制御部材のうち、一方の主に光を出射する面は、X軸方向に直交しかつY軸方向に平行な複数の畝状凸部1からなる第1の光制御部を備え、かつ、前記2枚の光制御部材のうち、別の一方の主に光を出射する面は、X軸方向に平行かつY軸方向に直交する複数の畝状凸部2からなる第2の光制御部を備えおり、第1の光制御部および第2の光制御部によって、点状光源からの光を制御し、出射光の正面方向への分布を一樣にすることが可能となる。第1の光制御部はX軸方向に直交しかつY軸方向に平行な複数の畝状凸部1をからなり、X軸方向に沿って光線を制御し、点状光源からの光をX軸方向に沿って均一化する。一方、第2の光制御部はX軸方向に平行かつY軸方向に直交する複数の畝状凸部2からなり、Y軸方向に沿って光線を制御し、点状光源からの光をY軸方向に沿って均一化する。前記第1の光制御部

および前記第2の光制御部を組み合わせることによって、2次元的に輝度の均一性、色の均一性を得ることが可能である。また、光制御部材を2枚備えることで、前記第1の光制御部と前記第2の光制御部とを異なる光制御部材に備えることが可能であり、製造が容易になると共に、輝度と色の均一性を高め、輝度の向上を達成する上で有利となる。本発明の面光源素子に用いる光制御部材は、畝状凸部1および畝状凸部2の断面形状を好適なものとするすることで、正面方向の輝度の均一性と、色の均一性を高めることが可能である。

[0027] また、同様の形状の畝状凸部を平行に配置することで、光制御部材の光学的性質は一様となる為、厳密な位置合わせが不要となり、面光源素子や点状光源の本数や位置にも即座に対応でき、生産性よく面光源素子を製造可能である。

[0028] 前記光制御部材の主に光が入射する面には、点状光源からの光が入射する。前記光制御部材は、前記複数の点状光源の、X軸に平行に沿った1周期の長さを D_1 、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として、前記選択した点状光源の発光面と前記第1の光制御部との距離を H_1 、Xにおける出射面の正面方向への出光強度を表した関数を $f_1(X)$ とし、

$$g_1(X) = f_1(X - D_1) + f_1(X) + f_1(X + D_1) \quad (1)$$

としたとき、

$-D_1/2 \leq X \leq D_1/2$ の範囲で、 $g_1(X)$ の最小値である $g_{1\min}(X)$ と最大値である $g_{1\max}(X)$ の比 $g_{1\min}(X)/g_{1\max}(X)$ が0.8以上であることを特徴とする。

[0029] また、前記光制御部材は、前記複数の点状光源の、Y軸に平行に沿った1周期の長さを D_2 、前記選択した点状光源の発光面と前記第2の光制御部との距離を H_2 、Yにおける出射面の正面方向への出光強度を表した関数を $f_2(Y)$ とし、

$$g_2(Y) = f_2(Y - D_2) + f_2(Y) + f_2(Y + D_2) \quad (2)$$

としたとき、

$-D_2/2 \leq Y \leq D_2/2$ の範囲で、 $g_2(Y)$ の最小値である $g_{2\min}(Y)$ と最大値である $g_{2\max}(Y)$ の比 $g_{2\min}(Y)/g_{2\max}(Y)$ が0.8以上であることを特徴とする。

[0030] 前記複数の点状光源に、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、色等の、色や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。但し、ここで、X軸方向の配列と、Y軸方向の配列は独立であり、例えば斜方格子状に点状光源を配置する場合、周期は図4に示すようにとる。

[0031] 前記関数 $g_1(X)$ 、 $g_2(Y)$ は隣接する同じ種類の点状光源のそれぞれX軸方向、Y軸方向の3周期分の正面方向への出光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。 $-D_1/2 \leq X \leq D_1/2$ の範囲、 $-D_2/2 \leq Y \leq D_2/2$ 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周期分を表し、点状光源の配列の1周期の範囲において高い輝度と色の均一性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高い輝度と色の均一性を得ることが可能である。また、前記光制御部材は入射面の任意の点において一様に出射光の方向を制御する為、任意に選択した光源について1周期の範囲において高い輝度と色の均一性を得ることによって面光源素子の出射面全体において高い輝度と色の均一性を得ることができる。

[0032] 点状光源の光の強度は距離に反比例する為に、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光強度のみを考慮した関数 $g_1(X)$ 、 $g_2(Y)$ を好適な分布とすることによって、正面方向の出射光の強度を制御でき、正面方向への輝度均一性と、色の均一性を得ることができる。 $g_1(X)$ の最小値である $g_{1\min}(X)$ と最大値である $g_{1\max}(X)$ の比 $g_{1\min}(X)/g_{1\max}(X)$ を0.8以上、かつ $g_2(Y)$ の最小値である $g_{2\min}(Y)$ と最大値である $g_{2\max}(Y)$ の比 $g_{2\min}(Y)/g_{2\max}(Y)$ 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正面方向への出射光の強度がほぼ一定となり、輝度と色の均一性を得ることができる。

[0033] 図10は図8で $f_1(X)$ について示した、 $D_1 = 30\text{mm}$ としてX軸方向に点状光源を配列した本発明の面光源素子の $f_1(X)$ と $g_1(X)$ を示す図である。任意に選択した点状光源の中心位置を原点とし、X軸方向の距離[mm]をX座標としている。図10および

図8は、その位置座標をYとして、 $f_2(Y)$ および $g_2(Y)$ についても同様の分布を描くことが可能である。ここで、 $f_2(Y)$ は $f_1(Y)$ と同一の分布である必要はない。

[0034] 更に、本発明者らは、正面方向への出射光の強度分布をほぼ均一にする為の畝状凸部1および畝状凸部2の断面形状について見出している。即ち、本発明では、 X の最小値 $X_{\min 1}$ が $-3.0D_1 \leq X_{\min 1} \leq -0.5D_1$ の範囲であり、最大値 $X_{\max 1}$ が、 $0.5D_1 \leq X_{\max 1} \leq 3.0D_1$ の範囲であり、畝状凸部1の断面形状が、下記の式(3)~(9)で表される $(2N_1 + 1)$ 個の傾きの異なる領域 $-N_1 \sim N_1$ からなり、かつYの最小値 $Y_{\min 1}$ が $-3.0D_2 \leq Y_{\min 1} \leq -0.5D_2$ の範囲であり、最大値 $Y_{\max 2}$ が、 $0.5D_2 \leq Y_{\max 2} \leq 3.0D_2$ の範囲であり、畝状凸部2の断面形状が、下記の式(10)~(16)で表される $(2N_2 + 1)$ 個の傾きの異なる領域 $-N_2 \sim N_2$ からなることを特徴とする。このうち、畝状凸部1および畝状凸部2について領域0は傾き0、即ち光制御部材の主に光を入射する面の傾きと平行になり、直下から入射した光を効率的に正面方向に出射することができる。

[0035]
$$\delta_1 = (X_{\max 1} - X_{\min 1}) / (2N_1 + 1) \tag{3}$$

$$X_i = i \times \delta_1 \tag{4}$$

$$\alpha_{li} = \tan^{-1}(X_i / H_1) \tag{5}$$

$$\beta_{li} = \sin^{-1}((1/n_1) \sin \alpha_i) \tag{6}$$

$$\gamma_{li} = \sin^{-1}(1/n_{1s}) \sin \alpha_i \tag{7}$$

$$a_{li} \propto f_1(X_i + T_1 \cdot \tan \gamma_{li}) \cdot \cos \Phi_{li} \cdot \cos \beta_{li} / I_1(\alpha_{li}) / \cos(\alpha_{li}) / \cos(\Phi_{li} - \beta_{li}) \tag{8}$$

$$\Phi_{li} = \tan^{-1}((n_1 \cdot \sin \beta_{li}) / (n_1 \cdot \cos \beta_{li} - 1)) \tag{9}$$

N_1 : 自然数

i : $-N_1$ から N_1 の整数

n_1 : 第1の光制御部の畝状凸部1の屈折率

n_{1s} : 第1の光制御部の基材の屈折率

a_{li} : 領域 i のX軸方向の幅

Φ_{li} : 領域 i の出射面に対する斜面の傾き

T_1 : 第1の光制御部の入射面から畝状凸部1の底部までの厚み

$I_1(\alpha_{1i})$:任意に選択した点状光源からX軸方向に沿って α_{1i} の方向へ単位角度あたりに放射する光の強度

[0036] $\delta_2 = (Y_{\max} - Y_{\min}) / (2N_2 + 1)$ (10)

$Y_j = j \times \delta_2$ (11)

$\alpha_{2j} = \tan^{-1}(Y_j / H_2)$ (12)

$\beta_{2j} = \sin^{-1}((1/n_2) \sin \alpha_{2j})$ (13)

$\gamma_{2j} = \sin^{-1}(1/n_{2s} \sin \alpha_{2j})$ (14)

$a_{2j} \propto f_2 (Y_j + T_2 \cdot \tan \gamma_{2j}) \cdot \cos \Phi_{2j} \cdot \cos \beta_{2j} / I_2(\alpha_{2j}) / \cos(\alpha_{2j}) / \cos(\Phi_{2j} - \beta_{2j})$ (15)

$\Phi_{2j} = \tan^{-1}((n_2 \cdot \sin \beta_{2j}) / (n_2 \cdot \cos \beta_{2j} - 1))$ (16)

N_2 :自然数

j : $-N_2$ から N_2 の整数

n_2 :第2の光制御部の畝状凸部2の屈折率

n_{2s} :第2の光制御部の基材の屈折率

a_{2j} :領域jのY軸方向の幅

Φ_{2j} :領域jの出射面に対する斜面の傾き

T_2 :第2の光制御部の入射面から畝状凸部2の底部までの厚み

$I_2(\alpha_{2j})$:任意に選択した点状光源から第1の光制御部を通過し、Y軸方向に沿って α_{2j} の方向へ単位角度あたりに放射する光の強度

ここで、 α_1 、 β_1 、 γ_1 、 Φ_1 、 α_2 、 β_2 、 γ_2 、 Φ_2 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。

[0037] ここで、畝状凸部2の断面形状についての式(10)～(16)は、 $I_2(\alpha_{2j})$ が第1の光制御部の影響を受けることを除いて、畝状凸部1の断面形状の式(3)～(9)と同様に導出され、従って以降の導出の説明では畝状凸部1の断面形状についての説明を記す。

[0038] まず、図5を用いて式(8)について説明する。

X_{\min} 、 X_{\max} は、 $f_1(X)$ 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になるときの両端の座標である。 $X_{\min} \sim X_{\max}$ の間を等分に $(2N_1 + 1)$ 分

割すると、分割した各要素の幅 δ_{1i} 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 の第1の光制御部の入射面への入射角度は、入射面の法線方向に対して式(5)で示される角度 α_{1i} となる。

[0039] ここで光は屈折して、法線方向に対して式(7)で示される角度 γ_{1i} で第1の光制御部内部へ進行する。畝状凸部1の底部に達すると再び屈折し、式(6)で示される角度 β_{1i} で畝状凸部1内を進行する。ここで、第1の光制御部の畝状凸部1と、畝状凸部1が設けられている基材の屈折率が同じであっても良く、この場合畝状凸部の底部では光は屈折せず、 $\gamma_{1i} = \beta_{1i}$ となる。畝状凸部1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 Φ_{1i} の斜面に到達した光のみ正面方向に向かう。

[0040] ここで、角度 Φ_{1i} の斜面が占める領域iの斜面の長さを b_{1i} とし、領域iの斜面から第1の光制御部の畝状凸部1内での光線方向に垂直な方向への射影の長さを e_{1i} とすると、X軸方向と第1の光制御部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、畝状凸部1内での光線方向と垂直な角度に対して成す角度 ξ_{1i} は ($\Phi_{1i} - \beta_{1i}$) となるので、

$$e_{1i} = b_{1i} \cdot \cos(\Phi_{1i} - \beta_{1i}) \quad (17)$$

となる。

[0041] またここで、角度 Φ_{1i} 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_{1i} とすると、

$$b_{1i} = a_{1i} / \cos \Phi_{1i} \quad (18)$$

である。

[0042] 式(17)、式(18)から、

$$e_{1i} = a_{1i} / \cos \Phi_{1i} \cdot \cos(\Phi_{1i} - \beta_{1i}) \quad (19)$$

となる。

ここで、図16に示すように畝状凸部1のX軸方向の幅、即ち a_{1i} の総和を P_1 とすると、角度 α_{1i} で第1の光制御部の基材部31に入射して、基材部を通過して畝状凸部32に向かう光8のうち領域iに向かう光の割合は、 $e_{1i} / (P_1 \cdot \cos \beta_{1i})$ である。

[0043] 一方、角度 α_{1i} で第1の光制御部に入射する単位面積あたりの光の強度、即ち照

度は、後で述べるように $I_1(\alpha_{li}) \cdot \cos^2 \alpha_{li}$ に比例する。

また、図17に示すように、座標 X_i の点における光源を見込む角度 $\Delta \alpha_{li}$ は、 $\cos \alpha_{li}$ に比例する。従って、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、 $\cos^2 \alpha_{li} / \Delta \alpha_{li}$ に比例し、このことから、 $I_1(\alpha_{li}) \cdot \cos^2 \alpha_{li} / \cos \alpha_{li}$ 、つまり $I_1(\alpha_{li}) \cdot \cos \alpha_{li}$ に比例する。つまり、点状光源からの光が $X=0$ の点で単位凸部に入射する光の単位角度あたりの強度に対し、座標 $X=X_i$ の点で単位凸部に入射する光の単位角度あたりの強度の割合は $I_1(\alpha_{li}) \cdot \cos \alpha_{li}$ である。従って、正面方向に出射する光は、 $I_1(\alpha_{li}) \cdot \cos \alpha_{li} \cdot e_{li} / (P_1 \cdot \cos \beta_{li})$ であり、式(19)より、 $a_{li} / \cos \Phi_{li} \cdot \cos(\Phi_{li} - \beta_{li}) \cdot I_1(\alpha_{li}) \cdot \cos \alpha_{li} / (P_1 \cdot \cos \beta_{li})$ である。

[0044] 座標 X_i に入射した光は、第1の光制御部の基材の厚さが T_1 であるとき、座標 $(X_i + T_1 \cdot \tan \gamma_{li})$ に出射する為、そのときの正面方向への出射光の強度分布は $f_1(X_i + T_1 \cdot \tan \gamma_{li})$ である。

[0045] 更に、正面方向への出射光強度は、点状光源の発光強度と正面方向への出射割合とに比例する為、

$$f_1(X_i + T_1 \cdot \tan \gamma_{li}) \propto a_{li} / \cos \Phi_{li} \cdot \cos(\Phi_{li} - \beta_{li}) \cdot I_1(\alpha_{li}) \cdot \cos \alpha_{li} / (P_1 \cdot \cos \beta_{li}) \tag{20}$$

である。従って、

$$a_{li} \propto P_1 \cdot f_1(X_i + T_1 \cdot \tan \gamma_{li}) \cdot \cos \Phi_{li} \cdot \cos \beta_{li} / I_1(\alpha_{li}) / \cos \alpha_{li} / \cos(\Phi_{li} - \beta_{li}) \tag{21}$$

となる。

[0046] ここで、 a_{li} の総和は、畝状凸部1の幅を P_1 とすることが可能であり、

[数1]

$$\sum_{i=-N_1}^{N_1} a_{li} = P_1 \tag{23}$$

となる。

[0047] 式(23)において、 P_1 は定数である為、

$$a_{li} \propto f_1(X_i + T_1 \cdot \tan \gamma_{li}) \cdot \cos \Phi_{li} \cdot \cos \beta_{li} / I_1(\alpha_{li}) / \cos \alpha_{li} / \cos(\Phi_{li} - \beta_{li}) \tag{8}$$

が成立する。畝状凸部1の断面は、式(8)の関係を満足するような幅 a_{ii} 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、畝状凸部の幅は自由に選定することができる。

[0048] ここで、図6を用いて光制御部1への入射角度と入射強度の関係について説明する。線状光源から光制御部1への入射角 θ を中心に、微小角度 $\Delta\theta$ を考慮すると、 $\Delta\theta$ が十分小さい場合には次の式(24)、式(25)、式(26)が成立する。

$$[0049] \quad U = H' \cdot \Delta\theta \quad (24)$$

$$H' = H / \cos\theta \quad (25)$$

$$V = U / \cos\theta \quad (26)$$

従って、

$$V = H \cdot \Delta\theta / \cos^2\theta \quad (27)$$

つまり、 V は $\cos^2\theta$ に比例する。線状光源からの $\Delta\theta$ 内の出射光の強度を $I(\theta)$ とすると、光制御部1への単位面積あたりの入射光の強度、即ち照度は $I(\theta) \cdot \cos^2\theta$ に比例する。

[0050] 次に式(9)について説明する。

図7に本発明の面光源素子に用いる第1の光制御部で光を正面に向ける原理を示す。点状光源から、屈折率 n_1 の第1の光制御部2に α_{ii} で入る入射光7は光制御部2の入射面6で屈折し、光制御部2の内部を通過し、この光8は出射面側の畝状凸部1で屈折して出射面側に出射する。このとき出射光9が正面方向に出射するのは畝状凸部1において、傾きが望ましい角度 Φ_{ii} である場合である。本発明では配置に基づく α_{ii} の分布と入射光7の強度を考慮し、角度 Φ_{ii} の割合を調節することで正面方向への出射光強度の分布を調節できる。

[0051] 入射光7を正面方向に偏向させる為の出射面の傾き Φ_{ii} は、畝状凸部1の屈折率と、第1の光制御部への光の入射角度によって決定される。入射面6の法線に対する、入射面6へ光が入射する角度を α_{ii} 、入射面6で屈折し畝状凸部1の内部を通過する光が入射面6の法線に対して成す角度を β_{ii} 、畝状凸部1の内部を進行する光が畝状凸部の出射側斜面の法線に対して成す角度を ε_{ii} 、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 ω_{ii} とし、また、畝状凸部1の屈

折率を n_1 とする。このとき、畝状凸部から出射した光が正面方向に進むような畝状凸部の斜面の角度を Φ_{1i} とする。

[0052] このとき、次の関係が成立する。

$$\beta_{1i} = \sin^{-1}(1/n_1 \cdot \sin \alpha_{1i}) \quad (6)'$$

$$\Phi_{1i} = \beta_{1i} - \varepsilon_{1i} \quad (28)$$

$$-n_1 \cdot \sin \varepsilon_{1i} = -\sin \omega_{1i} = \sin \Phi_{1i} \quad (\omega_{1i} = -\Phi_{1i}) \quad (29)$$

式(28)および式(29)より、

$$-n_1 \cdot \sin(\beta_{1i} - \Phi_{1i}) = \sin \Phi_{1i} \quad (30)$$

$$n_1 \cdot (\sin \Phi_{1i} \cdot \cos \beta_{1i} - \cos \Phi_{1i} \cdot \sin \beta_{1i}) = \sin \Phi_{1i} \quad (30)'$$

式(30)'の両辺を $\cos \Phi_{1i}$ で除すると $(\sin \Phi_{1i} / \cos \Phi_{1i}) = \tan \Phi_{1i}$ なので、

$$n_1 \cdot (\tan \Phi_{1i} \cdot \cos \beta_{1i} - \sin \beta_{1i}) = \tan \Phi_{1i} \quad (30)''$$

従って、 Φ_{1i} は次の式で表現される。

$$\Phi_{1i} = \tan^{-1}(n_1 / \sin \beta_{1i}) / (n_1 \cdot \cos \beta_{1i} - 1) \quad (9)$$

式(6)'、式(9)より、

$$\Phi_{1i} = \tan^{-1}\{\sin \alpha_{1i} / (n_1 \cdot \cos(\sin^{-1}((1/n_1) \sin \alpha_{1i})) - 1)\} \quad (30)'''$$

[0053] α_{1i} 、 n_1 、 Φ_{1i} はこのような関係となり、畝状凸部1の屈折率 n_1 と、畝状凸部1の斜面の傾き Φ_{1i} によって、所望の入射角 α_{1i} の光を正面方向に出射させることができる。畝状凸部1の各領域iについて、式(9)を満足することで、角度 α_{1i} で光制御部1に入射した光を畝状凸部1の領域iから正面方向に出射させることができる。

[0054] 前述の通り、光制御部1と光制御部2とは同じ理論が適用可能である為、光制御部についても同様の式が導出可能である。

[0055] 但し、任意に選択した点状光源からY軸方向に沿って α_{2j} の方向へ単位角度あたりに放射する光の強度は、第1の光制御部の影響を受ける。以下に、この影響について説明する。

[0056] 一例として、点状光源からX軸方向に沿った傾き $\alpha_{1i} = 0$ で第1の光制御部に入射した光を考える。この第1の光制御部に入射した光のうち、畝状凸部1の領域iに入射した光線を図19に示す。領域i斜面の法線と、入射した光線方向とのなす角度 η_{1i} は

、Y軸方向に沿って正面方向に傾いていない場合($\alpha_{2j} = 0$)ならば、 η_{1i} は、X軸に平行かつY軸に直交する面における、領域iの斜面の法線に対してなす角度 ε_{1i} と等しく、 ε_{1i} が全反射角よりも小さい場合は屈折して領域1から出射する。一方で、Y軸方向に沿って正面方向から傾いている場合($\alpha_{2j} \neq 0$)、 $\eta_{1i} > \varepsilon_{1i}$ となり、入射した光線方向がY軸方向に大きく傾いていると、 ε_{1i} が全反射角よりも小さくとも、全反射が生じる場合がある。

[0057] 従って、Y軸方向に沿って大きく傾いている場合には、第1の光制御手段によって点状光源側に反射される確率が高くなり、点状光源から、Y軸方向に沿って沿って α_{2j} の方向へ単位角度あたりに放射する光の強度は、第1の光制御手段を通過することによって α_{2j} が大きくなるに従い減衰する。第2の光制御手段では、第1の光制御手段によって影響を受けた後の光線方向をY軸に沿って制御する為、 $I_2(\alpha_{2j})$ は、第1の光制御手段を通過した後の角度方向の分布とする必要がある。

[0058] $I_2(\alpha_{2j})$ は、上記の説明より、任意に選択した点状光源からY軸方向に沿って α_{2j} の方向に単位角度あたりに放射する光の強度に対して、 α_{2j} が大きい角度で減衰する分布となる。この減衰は、適切な関数で近似しても良く、例えば、 $(\cos \alpha_{2j})^m$ とし、 $I_2(\alpha_{2j})$ を任意に選択した点状光源からY軸方向に沿って α_{2j} の方向に単位角度辺りに放射する光の強度と、 $(\cos \alpha_{2j})^m$ との積とすることができる。ここでmとしては0.5~1.2が適当である。

[0059] 以上のように、畝状凸部1および畝状凸部2を決定する重要な要素である、望ましい正面方向への出射光の強度分布 $f_1(X)$ および $f_2(Y)$ における光制御部1における領域iの傾き Φ_{1i} とこれが占めるX軸方向の幅 a_{1i} 、光制御部2における領域jの傾き Φ_{2j} とこれが占めるY軸方向の幅 a_{2j} 、点状光源の配置や光制御部の屈折率などの構成に基づいて選定される。

[0060] 本発明の第2の発明は、前記第1の発明の面光源素子であって、前記畝状凸部1のX軸方向の断面形状をあらわす領域 $-N_1 \sim N_1$ がX軸の位置座標の順に並んでおり、かつ、前記畝状凸部2のY軸方向の断面形状をあらわす領域 $-N_2 \sim N_2$ 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。このとき単位畝状凸部1のX軸方向の断面形状、単位畝状凸部2のY軸方向の断面形状には変曲点が

なく、凸部全体が略凸状を成す。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為、賦形しやすく生産上有利である。

[0061] 本発明の第3の発明は、第1または第2の発明の面光源素子であつて、前記畝状凸部1のX軸方向の断面形状が、該凸部を形成する $(2N_1 + 1)$ 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、前記畝状凸部2のY軸方向の断面形状が、該凸部を形成する $(2N_2 + 1)$ 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の発明における畝状凸部1は $(2N_1 + 1)$ 個の角度 Φ_{1i} の斜面よりなるが、第3の発明における畝状凸部1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の発明の畝状凸部2は $(2N_2 + 1)$ 個の角度 Φ_{2j} の斜面よりなるが、第3の発明の畝状凸部2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、正面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為、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く、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。

[0062] 本発明の第4の発明は、第1～3の発明のいずれかの面光源素子であつて、前記第1の光制御部において、X軸方向に平行かつY軸方向に直交する断面内において、正面方向に対して角度30度以内に出射する光の割合が全出射光の50%以上であり、かつ、前記第2の光制御部において、X軸方向に直交かつY軸方向に平行な断面内において、正面方向に対して角度30度以内に出射する光の割合が全出射光の50%以上であることを特徴とする面光源素子である。該面光源素子は、正面方向へ出射する割合が比較的大きい為、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、前記第1の光制御部において、X軸方向に平行かつY軸方向に直交する断面内に

において、正面方向に対して角度30度以内の範囲に出射する光の割合は、前記第1の光制御部の畝状凸部1の斜面の角度を調整することによって、調節可能であり、また、前記第2の光制御部において、X軸方向に直交かつY軸方向に平行な断面内において、正面方向に対して角度30度以内の範囲に出射する光の割合は、前記第2の光制御部の畝状凸部2の斜面の角度を調整することによって、調節可能である。前記畝状凸部1の斜面の角度は、 $X_{\max} \sim X_{\min}$ の幅を調整することで調節でき、また、前記畝状凸部2の斜面の角度は、 $Y_{\max} \sim Y_{\min}$ の幅を調整することで調節できる。

[0063] 本発明の第5の発明は、第1～4の発明のいずれかの面光源素子が備える、X軸またはY軸に沿って光線方向を制御する光制御手段を有するシート状の光制御部材である。該光制御部材は、光線方向を制御する第1の光制御部および第2の光制御部を備え、該光制御部材の主に光を入射する面から入射した光は、第1の光制御手段もしくは第2の光制御手段によって一部は反射し、一部は透過する。この機能によって、出射光の輝度均一性および色の均一性は向上する。光制御部材の主に光を入射する面を通過する光は、入射面で屈折して光制御部材内部を通過し、畝状凸部1および／または畝状凸部2に到達する。畝状凸部1に入射した光は、畝状凸部1における各領域の斜面の傾きに応じてX軸方向に沿って屈折し、畝状凸部2に到達した光は、畝状凸部2における各領域の斜面の傾きに応じてY軸方向に沿って屈折する。適切な角度の領域に到達した光は正面方向に出射する。従って、傾きの異なる畝状凸部1および畝状凸部2の各領域の割合を適切に選択することによって、任意の出射面上の点における正面方向への出射光の輝度分布を一定にすることが可能である。

[0064] 本発明の第6の発明は、第1～4のいずれかの発明の面光源素子の正面方向に透過型の表示装置を配置することによって構成される画像表示装置である。前記面光源素子は正面方向への出射光の強度分布が一定で均一な面光源素子であり、また正面方向への出射光の強度の割合を大きくすることが可能であり、この出射面側に透過型の表示装置を配置することによって、色再現性がよく、輝度と色の均一性が高いことから高品位な画像を表示できる。ここで本発明の画像表示装置とは、面光源素子と表示素子を組み合わせた表示モジュール、更には、この表示モジュールを用い

た少なくとも画像表示機能を有する機器であり、テレビやパソコンモニタ等を含む。

[0065] 正面方向への出射光の強度分布は、正面輝度の分布を測定することにより評価可能である。正面輝度の分布は、輝度計と面光源素子の出射面上にある測定点との距離を一定に保った状態で、輝度計をX軸方向およびY軸方向に等間隔ずつ移動しながら計測する。また、正面方向への出射光の割合は、まず、X軸方向に平行かつY軸方向に直交する断面、およびX軸方向に直交かつY軸方向に平行な断面に沿って、同一の測定点について、輝度計と測定点の距離を一定に保った状態で、角度を変化させて計測する。得られた角度毎の輝度の値をエネルギーに変換し、X軸方向に平行かつY軸方向に直交する断面における、正面方向に対して角度30度以内に出射する光の割合、およびX軸方向に直交かつY軸方向に平行な断面における、正面方向に対して角度30度以内に出射する光の割合を算出する。

[0066] 本発明では、直下方式の面光源素子において、光の利用効率が高く、正面方向への出射光の強度分布を一定とすることで、点状光源の像による明暗差等を解消し、正面方向の輝度の均一性と色の均一性を高めた面光源素子を提供する。また、正面方向への出射光の割合が大きく、高い正面輝度が得られる面光源素子を提供する。また、光制御部材における畝状凸部1および畝状凸部2を曲線で近似することにより、滑らかな正面方向への出射光の強度分布や望ましい滑らかな出射光の角度分布が得られる。また、他の機能性光学フィルムの利用を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。更に、本発明の面光源素子が備える光制御部材は、入射した光に対して全ての場所において同様な光学的制御を行う為、点状光源と光制御部材との厳密な位置合わせが不要で、ディスプレイサイズや点状光源の個数や配置の変更にも即座に対応可能であり、生産性良く面光源素子を製造できる。また、本発明は該面光源素子を用いた画像表示装置を提供する。

図面の簡単な説明

[0067] [図1]本発明の面光源素子の、好適な一例を示す図である。

[図2]図1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、正面方向への出射光の強度分布との関係を示す図である。

[図3]隣接する3個の点状光源を配置したときの、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それぞれの正面方向への出射光の強度分布を示す図である。

[図4]本発明の面光源素子における、複数の点状光源の配列の一例を示す図である。

[図5]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_{1i} と、畝状凸部1における領域iの斜面の傾き Φ_{1i} と、領域iのX軸方向の幅 a_{1i} との関係を示す図である。

[図6]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7]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、正面方向への出射光のX軸方向への強度分布の一例を示す図である。

[図9]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、正面方向への出射光のX軸方向への強度分布の、図8とは異なる一例を示す図である。

[図10]図8で示した面光源素子の $f_1(X)$ と、それに対応する $g_1(X)$ を示す図である。

[図11]図9で示した面光源素子の $f_1(X)$ と、それに対応する $g_1(X)$ を示す図である。

[図12]比較例2の光制御部材の入射面に、点状光源からの光が垂直に入射した場合の光の進行方向を示す図である。

[図13]比較例2の光制御部材の入射面に、点状光源からの光が斜め方向より入射した場合の光の進行方向を示す図である。

[図14]比較例1の、通常の微粒子を分散させた拡散板を用いた面光源素子の構成を示す図である。

[図15]X軸に平行かつY軸に直交する断面における、点状光源から正面方向への出射光の強度分布を示す図である。

[図16]角度 β_{1i} で畝状凸部1に向かう光のうち、領域iに向かう光の割合を示す図である。

[図17]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 $\Delta \alpha_{1i}$ を示す図である。

[図18]3種類の点状光源を用いた面光源素子の、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、正面方向への出射光の強度分布との関係を示す図である。

[図19]第1の光制御部が、Y軸方向に沿って α_{2j} の方向に単位角度あたりに放射する光の強度に与える影響を示す図である。

[図20]実施例および比較例の構成と結果を示す表である。

符号の説明

- [0068] 1:点状光源
- 11:赤色のLED
- 12:青色のLED
- 13:緑色のLED
- 2:光制御部材
- 3:第1の光制御部
- 31:第1の光制御部における、基材部分
- 32:畝状凸部1
- 32a:畝状凸部1の、領域iの斜面
- 4:第2の光制御部
- 5:反射板
- 6:第1の光制御部の主に光を入射する面
- 7:光制御部材の基材部分を進む光
- 8:畝状凸部1または畝状凸部2の内部を進む光
- 9:光制御部材から出射する光
- 10:プリズムシート
- 11:畝状凸部1の、領域iに $\alpha_{1i}=0$ 、 $\alpha_{2j}=0$ で入射した光
- 12:畝状凸部1の、領域iで屈折して出射する光
- 13:畝状凸部1の、領域iに $\alpha_{1i}=0$ 、 $\alpha_{2j}\neq 0$ で入射した光
- 14:畝状凸部1の、領域iに $\alpha_{1i}=0$ 、 $\alpha_{2j}\neq 0$ で入射した光のうち、領域iの斜面で全反射される光

D_1 : X軸方向における、点状光源の配列の周期

D_2 : Y軸方向における、点状光源の配列の周期

H_1 : 点状光源の発光面から、第1の光制御部材の入射面までの距離

H_2 : 点状光源の発光面から、第2の光制御部材の入射面までの距離

$f_1(X)$: X軸に平行かつY軸に直交する平面における、任意の点状光源からの光の、第1の光制御部から正面方向に出射する光の強度分布

$f_2(Y)$: X軸に直交しかつY軸に平行な平面における、任意の点状光源からの光の、第2の光制御部から正面方向に出射する光の強度分布

N_1, N_2 : 自然数

n_1 : 畝状凸部1の屈折率

n_{1s} : 第1の光制御部の基材の屈折率

n_2 : 畝状凸部2の屈折率

n_{2s} : 第2の光制御部の基材の屈折率

$X_{\max 1}$: $f_1(X)$ が0となるときの正方向のX座標

$X_{\min 1}$: $f_1(X)$ が0となるときの負方向のX座標

$Y_{\max 2}$: $f_2(Y)$ が0となるときの正方向のY座標

$Y_{\min 2}$: $f_2(Y)$ が0となるときの負方向のY座標

$g_1(X)$: $f_1(X-D_1) + f_1(X) + f_1(X+D_1)$; X軸に平行かつY軸に直交する平面における、任意の点状光源と両側に隣接する点状光源とからの光の、第1の光制御部から正面方向に出射する光の強度分布

$g_2(Y)$: $f_2(Y-D_2) + f_2(Y) + f_2(Y+D_2)$; X軸に直交しかつY軸に平行な平面における、任意の点状光源と両側に隣接する点状光源とからの光の、第1の光制御部から正面方向に出射する光の強度分布

$g_{1 \min}$: $X_{\min 1} \sim X_{\max 1}$ 間の $g_1(X)$ の最小値

$g_{1 \max}$: $X_{\min 1} \sim X_{\max 1}$ 間の $g_1(X)$ の最大値

$g_{2 \min}$: $Y_{\min 2} \sim Y_{\max 2}$ 間の $g_2(Y)$ の最小値

$g_{2 \max}$: $Y_{\min 2} \sim Y_{\max 2}$ 間の $g_2(Y)$ の最大値

δ_1 : $\delta_1 = (X_{\max 1} - X_{\min 1}) / (2N_1 + 1)$ を満たすX軸方向における微小区間

δ_2 : $\delta_2 = (Y_{\max} - Y_{\min}) / (2N_2 + 1)$ を満たす Y 軸方向における微小区間

Φ_{1i} : 畝状凸部1の、領域iの出射面に対する斜面の傾き

Φ_{2j} : 畝状凸部2の、領域jの出射面に対する斜面の傾き

X_i : $X_{\min} \sim X_{\max}$ 間を $(2N_1 + 1)$ 等分したときの各要素における X 座標の中心値

Y_j : $Y_{\min} \sim Y_{\max}$ 間を $(2N_2 + 1)$ 等分したときの各要素における Y 座標の中心値

a_{1i} : 第1の光制御部の畝状凸部1における領域iの X 軸方向の幅

a_{2j} : 第2の光制御部の畝状凸部2における領域jの Y 軸方向の幅

T_1 : 第1の光制御部の入射面から畝状凸部1の底部までの厚み

T_2 : 第2の光制御部の入射面から畝状凸部2の底部までの厚み

$I_1(\alpha_{1i})$: 任意に選択した点状光源から X 軸方向に沿って α_{1i} の方向へ単位角度あたりに放射する光の強度

$I_2(\alpha_{2j})$: 任意に選択した点状光源から Y 軸方向に沿って α_{2j} の方向へ単位角度あたりに放射する光の強度

α_{1i} : X 軸に平行かつ Y 軸に直交する平面における、点状光源から第1の光制御部に入射して領域iから出射する光の、点状光源からの光線方向が正面方向に対してなす角度

α_{2j} : X 軸に直交しかつ Y 軸に平行な平面における、点状光源から第2の光制御部に入射して領域jから出射する光の、点状光源からの光線方向が正面方向に対してなす角度

β_{1i} : X 軸に平行かつ Y 軸に直交する平面における、点状光源から第1の光制御部に入射して領域iから出射する光の、畝状凸部1内部での光線方向が、正面方向に対してなす角度

β_{2j} : X 軸に直交しかつ Y 軸に平行な平面における、点状光源から第2の光制御部に入射して領域jから出射する光の、畝状凸部2内部での光線方向が、正面方向に対してなす角度

γ_{1i} : X 軸に平行かつ Y 軸に直交する平面における、点状光源から第1の光制御部に入射して領域iから出射する光の、第1の光制御部の基材での光線方向が、正面方向に対してなす角度

γ_{2j} : X軸に直交しかつY軸に平行な平面における、点状光源から第2の光制御部に入射して領域jから出射する光の、第2の光制御部の基材での光線方向が、正面方向に対してなす角度

b_{1i} : X軸に平行かつY軸に直交する平面における、領域iの斜面の長さ

b_{2j} : X軸に直交しかつY軸に平行な平面における、領域jの斜面の長さ

e_{1i} : X軸に平行かつY軸に直交する平面における、点状光源から第1の光制御部に入射して領域iから出射する光の、第1の光制御部内部での光線方向に垂直な方向への領域iの斜面の射影の長さ。

ξ_{1i} : X軸に平行かつY軸に直交する平面における、領域iの斜面の角度が、畝状凸部1内部での光線方向と垂直な角度に対してなす角度

η_{1i} : 畝状凸部1における領域iの斜面の法線と、領域iの斜面に入射した光線方向とのなす角度

θ : X軸に平行かつY軸に直交する平面における、点状光源から第1の光制御部に入射して出射面から出射する光の、点状光源からの光線方向が正面方向に対してなす角度

$\Delta \theta$: X軸に平行かつY軸に直交する平面における、入射角度 θ の光を中心にした微小範囲が点状光源の中心となす角度

H' : X軸に平行かつY軸に直交する平面における、点状光源から角度 $(\theta - \Delta \theta)$ で出射した光が通る第1の光制御部における入射面上の点と、点状光源の中心とを結ぶ線分を、点状光源と角度 θ で出射した光が通る直線上に射影した長さ(点状光源から角度 θ で出射した光が通る第1の光制御部における入射面上の点と、点状光源の中心との距離にほぼ等しい)

V : X軸に平行かつY軸に直交する平面における、点状光源からの入射角度 θ を中心とする角度範囲 $\Delta \theta$ の光が通過する第1の光制御部における入射面上の領域の長さ

U : X軸に平行かつY軸に直交する平面における、点状光源からの入射角度 θ を中心とする角度範囲 $\Delta \theta$ の光が通過する第1の光制御部における入射面上の領域の、入射角度 θ に垂直な角度への射影

ε_{1i} : X軸に平行かつY軸に直交する平面における、点状光源から第1の光制御部に入射して畝状凸部1の領域iに向かう光の、畝状凸部1内の光線方向が、領域iの斜面の法線に対してなす角度

ω_{1i} : X軸に平行かつY軸に直交する平面における、点状光源から第1の光制御部に入射して畝状凸部1の領域iに向かう光の、畝状凸部1から出射する光線方向が、領域iの斜面の法線に対してなす角度

P_1 : X軸に平行かつY軸に直交する平面における、畝状凸部1の幅

$\Delta \alpha_{1i}$: X軸に平行かつY軸に直交する平面における、座標 X_i より点状光源を見込む角度

$L_1(X)_{\min}$: X軸に沿った1周期における、面光源素子正面方向の輝度の最小値

$L_1(X)_{\max}$: X軸に沿った1周期における、面光源素子正面方向の輝度の最大値

$L_2(Y)_{\min}$: Y軸に沿った1周期における、面光源素子正面方向の輝度の最小値

$L_2(Y)_{\max}$: Y軸に沿った1周期における、面光源素子正面方向の輝度の最大値

z : 頂点を原点とした場合の、畝状凸部1または畝状凸部2の断面形状の、高さ方向の座標

ρ : 頂部を原点とした場合の、畝状凸部1または畝状凸部2の断面形状の、X軸方向またはY軸方向の位置座標

発明を実施するための最良の形態

[0069] 本発明を実施するための最良の形態の一例を図1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正面方向として、少なくとも、X-Y平面に平行な出射面と、複数の点状光源と、2枚のシート状の光制御部材を備え、前記複数の点状光源が前記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、前記X-Y平面に平行な発光面を備え、前記光制御部材が、前記X-Y平面に平行に、かつ、前記複数の点状光源の正面方向に配置され、前記出射面が、前記光制御部材の正面方向側に配置されている面光源素子であって、前記2枚の光制御部材の出射面側に、X軸方向に直交しかつY軸方向に平行な複数の畝状凸部1からなる第1の光制御部を備え、かつ、前記2枚の光制御部材の出射面側に、X軸方向に平行かつY軸方向に直交する複数の畝状凸部2からなる第2の光制

御部を備えている面光源素子である。

[0070] 本発明の点状光源としては特に制限はないが、LED等を用いることができる。LEDの形態としては、白色LEDや、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。

点状光源のX軸方向およびY軸方向の周期 D_1 、 D_2 は短いほうが、輝度均一性と色の均一性とがよく、高い輝度が得られる為、望ましい。しかし、周期が短すぎると点状光源の個数が増加し、消費電力の増加、また発熱の問題が発生する。X軸方向およびY軸方向の周期は7mmから70mmが望ましい。より望ましくは15mmから50mmである。

[0071] 図15は点状光源を配列した場合の、X軸方向に平行かつY軸方向に直交する断面における正面方向への出射光の強度と点状光源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、正面方向(図中では上)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と点状光源の中間位置部分(点状光源から斜め上に向かう部分)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、X軸方向に直交しかつY軸方向に平行な断面においても同様である。

[0072] 図2は図1の面光源素子の、点状光源の位置と、X軸方向に平行かつY軸方向に直交する断面における正面方向の出射光の強度との関係を示す図である。X軸方向に直交しかつY軸方向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正面方向への出射光の強度分布がほぼ一定となる為、正面方向の輝度の均一性と、色の均一性が得られる。

[0073] 図18は、X軸方向に平行かつY軸方向に直交する断面における、種類の異なる3個の点状光源をY軸方向に3周期分配置したときの、点状光源の位置と、それぞれの正面方向への出射光の強度分布を示した図である。それぞれの点状光源の種類について、3周期分の総和がほぼ一定となっていれば、高い正面方向の輝度と色の

均一性が得られる。本発明の面光源素子は光制御部材2によって図2に示すように、正面方向への出射光の強度分布がほぼ一定となる為、正面方向の高い輝度の均一性と、色の均一性が得られる。

[0074] 図8に、 $D_1 = 30\text{mm}$ としてX軸方向に点状光源を配列した、本発明の面光源素子の任意の1個の点状光源からの光による、正面方向への出射光の、X軸方向に平行かつY軸方向に直交する断面における分布の一例を示す。1個の点状光源からの光による正面方向への出射光は、 $X_{\min} \sim X_{\max}$ 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 $f_1(X)$ の値が最大値の $1/100$ となるときのXの値で代用することも可能である。 X_{\min} 、 X_{\max} を定める為の $f_1(X)$ 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 $X_{\min} = -3D_1$ 、 $X_{\max} = 3D_1$ であり、 $f_1(X_{\min}) = f_1(X_{\max})$ で $f_1(X)$ 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正面方向への出射光の強度は、厳密には隣接する3周期分の点状光源の総和のみでは決定されない為、 $g_1(X)$ は一定であるよりも、 $X=0$ である中心付近の $g_1(X)$ が周辺と比較して少し高いことが望ましい。また同様に、 $Y=0$ である中心付近の $g_2(Y)$ が周辺と比較して少し高いことが望ましい。

[0075] また、 $g_1(X)$ の最小値である $g_{1\min}(X)$ と、最大値である $g_{1\max}(X)$ の比、 $g_{1\min}(X)/g_{1\max}(X)$ 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、 $g_2(Y)$ の最小値である $g_{2\min}(Y)$ と、最大値である $g_{2\max}(Y)$ の比、 $g_{2\min}(Y)/g_{2\max}(Y)$ 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為、輝度の均一性の高い面光源素子が得られる。 $g_{1\min}(X)/g_{1\max}(X)$ および $g_{2\min}(Y)/g_{2\max}(Y)$ 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と色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前記面光源素子の出射面の正面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。

[0076] 図9に、図8の場合と同じく $D_1 = 30\text{mm}$ としてX軸方向に点状光源を配列し、別の光制御部材を用いた本発明の面光源素子における、正面方向への出射光の、X軸方向に直交しかつY軸方向に平行な断面における分布の一例を示す。この例ではX

$x_{\min} = -D_1$ 、 $x_{\max} = D_1$ である。畝状凸部1の形状によっては、ある入射角度以上の光は正面方向に進まないの、このように点状光源からある程度離れた部分で急激に出射光強度が低下する分布となる。このような分布では正面方向への出射光の強度分布は隣接する3周期分の総和で決定されるので、 $g_1(x)$ が一定であることが最も望ましい。このとき、 $x_{\min} \sim x_{\max}$ の範囲で光は正面方向へ出射し、その分布は $f_1(x)$ となる。図8に示す $x_{\min} = -3D_1$ 、 $x_{\max} = 3D_1$ である場合と、図9に示す $x_{\min} = -D_1$ 、 $x_{\max} = D_1$ である場合とを比較すると、畝状凸部の幅は限られているので、斜面の傾き角度 Φ_{1i} の配分により正面方向への出射光の分布が決定される。畝状凸部1のX軸方向の断面形状が、図8に示すような遠方より斜め方向から入射するエネルギーの弱い光を正面に向けるような斜面角度を持つより、図9に示すような遠方からの光を正面に向ける角度 Φ_{1i} を持たずに、 $-D_1 < x < D_1$ の範囲に入射した光のみを正面に向ける角度 Φ_{1i} で構成される畝状凸部1が正面輝度は向上する。このように $x_{\min} \sim x_{\max}$ の幅を小さくすることは、より強い光を効果的に正面に偏向させることによって正面方向への出射光の割合を増加させる効果を持つ。

[0077] 一方、 $x_{\min} \sim x_{\max}$ の幅を大きくすることは、遠くの点状光源からの光を正面に向けることによって正面方向への出射光の割合を増加させる効果を持つ。従って正面輝度を高める為には $x_{\min} \sim x_{\max}$ の幅が適切な範囲にあることが望ましい。望ましい $x_{\min} \sim x_{\max}$ の幅は $f_1(x)$ によって異なるが、例えば出射光の強度が最大値の1/2以上となる x の範囲を目安とすることができる。この範囲が大きい場合には、 $x_{\max} \sim x_{\min}$ の幅を比較的大きく取ることが望ましく、小さい場合小さめにとることが望ましい。このように $x_{\max} \sim x_{\min}$ の幅を好適に定めることによって正面輝度を高めることが可能である。

[0078] 図11は、図9で $f_1(x)$ について示した面光源素子の $g_1(x)$ を示す。既に示したように、 $g_1(x)$ が点状光源の1周期分である $-D_1/2 \leq x \leq D_1/2$ の範囲で一定であれば、正面方向に高い輝度と色の均一性が得られ、また、 x_{\min} 、 x_{\max} が最適である場合には、点状光源近傍のエネルギーの高い光を正面に偏向させる為、より正面方向の輝度は高くなる。

[0079] また畝状凸部2においても同様に、 $g_2(y)$ が点状光源の1周期分である $-D_2/2 \leq y \leq D_2/2$ の範囲で一定であれば、正面方向に高い輝度と色の均一性が得られ、ま

た Y_{\min} 、 Y_{\max} が最適である場合には、点状光源近傍のエネルギーの高い光を正面に偏向させる為、より正面方向の輝度は高くすることが可能である。 $Y_{\min} \sim Y_{\max}$ の適切な範囲は畝状凸部1と同じく、例えば出射光の強度が最大値の $1/2$ 以上となる Y の範囲を目安とすることができ、この範囲に応じて $Y_{\min} \sim Y_{\max}$ の範囲を取ることが望ましい。

[0080] 畝状凸部1において、領域 $-N_1 \sim N_1$ 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畝状凸部1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 α_{1i} で入射した光を正面に偏向させる角度 Φ_{1i} の畝状凸部1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 Φ_{1i} の斜面に到達しなかったり、望ましくない角度で角度 Φ_{1i} の斜面に到達したりすることによって、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。 $-N_1 \sim N_1$ 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、凸部全体が略凸状を成す。このような凸部の場合、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。

[0081] 畝状凸部2においても、領域 $-N_2 \sim N_2$ 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畝状凸部2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 α_{2j} で入射した光を正面に偏向させる角度 Φ_{2j} の畝状凸部2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 Φ_{2j} の斜面に到達しなかったり、望ましくない角度で角度 Φ_{2j} の斜面に到達したりすることによって、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。 $-N_2 \sim N_2$ 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、凸部全体が略凸状を成す。このような凸部の場合、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。

[0082] また畝状凸部1の各領域のX軸方向の幅 a_{1i} が $f(X + T_1 \cdot \tan \beta_{1i}) \cdot \cos \Phi_{1i} \cdot \cos \beta_{1i} / \cos \alpha_{1i} / \cos(\Phi_{1i} - \beta_{1i})$ に比例することが本発明の面光源素子の特徴であるが、凸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。畝状凸部2についても、凸部の底部から表面の高さの影響は大きくない。

[0083] 光制御部材の厚さ T_1 および T_2 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の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0.5mmから5mm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、点状光源と光制御部材が接触し、外観品位の低下が生じる。またこれより厚いと面光源素子が厚くなり、また重量も増加する。更に望ましくは、1mmから4mmであり、より好ましくは1.5mmから2.5mmである。この範囲において強度が保たれ、更に主面面積あたりの使用基材量の増加による製造コストの上昇を抑えることが可能である。

[0084] また、畝状凸部1および畝状凸部2を分割する領域の個数を決定する N_1 および N_2 は、2以上であることが望ましい。 N_1 および/または N_2 が大きい場合、畝状凸部1のX軸方向の断面形状および/または畝状凸部2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_1 および N_2 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_1 および N_2 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。

[0085] 畝状凸部1のX軸方向の断面形状および/または畝状凸部2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、正面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。

[0086] X軸方向に直交しかつY軸方向に平行な断面内において、正面方向に対して角度30度以内に出射する光の割合が50%以上であり、かつ、X軸方向に平行かつY軸方向に直交する断面内において、正面方向に対して角度30度以内に出射する光の割合が50%以上である場合には、正面方向の輝度の高い面光源素子が得られる。高い正面輝度が要求され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、正面方向への出射の割合が高すぎると、正面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。

[0087] 点状光源の発光面と第1の光制御部との距離 H_1 、および点状光源の発光面と第2の光制御部との距離 H_2 は長いほうが、輝度均一性と色の均一性とが高い為に、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為に好ましくない。点状光源と光制御部材の距離は5mmから50mmが好ましい。より望ましくは10mmから30mmである。また、点状光源の周期との比、 D_1/H_1 、 D_2/H_2 は0.5~3であることが望ましく、1~2であることが更に望ましい。

[0088] 畝状凸部の幅 P_1 、畝状凸部の幅 P_2 は、10 μ mから500 μ mが望ましい。500 μ m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、10 μ mより小さいと回折現象により着色し外観品位の低下を招く。より好ましくは、20 μ mから400 μ mであり、更に望ましくは40 μ mから300 μ mである。この範囲ではパターンそのものの視認が観察され難く、また、作製が容易となり生産性が向上する。更に、本発明の面光源素子の出射面側に透過型表示装置を設ける画像表示装置では、 P_1 、 P_2 は、透過型表示装置の画素ピッチの1/100から1/1.5の範囲にあることが望ましい。これより大きいと画素ピッチとの干渉縞が発生し外観品位が低下する。

[0089] 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2P(Photo Polymerization)成型が挙げられる。しかし、凸部を設ける場合には、凸部の大きさ、凸部の形状、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。

[0090] また、通常畝状凸部1および畝状凸部2はそれぞれ連続して配列するが、畝状凸部1および／または畝状凸部2の間に平坦部を設けても良い。平坦部を設けることにより、金型の凸部が変形しにくくなり、凸部の成形上有利である。また、点状光源の直上での光が正面方向に出射される為、点状光源の直上での輝度のみを向上させる場合に有効である。逆に、平坦部を設けない場合、第1の光制御部および／または第2の光制御部の出射面全体で光線方向を制御することが可能である為、正面方向の出射光の強度分布の均一化が容易である。

[0091] また、第1の光制御部における畝状凸部1のX軸方向の断面形状は同じ形状であること、および、第2の光制御部における畝状凸部2のY軸方向の断面形状は同じ形状であることが望ましい。光制御部材の光学的性質が一樣となる為、厳密な位置合わせが不要であり、ディスプレイサイズや点状光源の個数や配置の変更にも即座に対応可能であり、生産性よく面光源素子を製造することができる。

[0092] 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、メタアクリルー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。

[0093] より多くの光を利用する為、光源の背面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、光源から背面方向に出射した光、光制御部材によって背面方向に出射した光を正面方向に向け、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。

[0094] 反射板は、光源から背面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為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為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。

[0095] また、より輝度均一性と色の均一性を高める為に、本発明の光制御部材に、光拡散手段を設けても良い。光拡散手段としては、光制御部材の主面にシボやエンボスなどのランダムな凹凸を設ける方法、少量の光を拡散させる微粒子を構造物の内部に設ける方法、拡散シートを光制御部材の入射面側および／または出射面側に設ける方法、またはこれらの組み合わせた方法が挙げられる。

[0096] ランダムな凹凸は微粒子を分散させた溶液をスプレー等での主面への塗布、微粒子を分散させた樹脂の押出しによる成形、凹凸の形成された金型からの転写により実現可能である。凹凸の程度は算術平均粗さRaが $3\mu\text{m}$ 以下であることが望ましい。これより大きくなると、拡散効果が大きくなりすぎる為に正面輝度が低下する。

[0097] 光を拡散させる微粒子を構造物の内部に設ける場合には、微粒子の濃度は通常の拡散板と比べて非常に低く抑えることが可能であり、微粒子の基材や粒径は通常の光拡散材として微粒子拡散板等に用いられているものであれば好適に用いることができる。好適な微粒子の濃度は材料によって異なるが、例えば、メタアクリル酸メチルースチレン共重合体に、シロキサン系重合体粒子を0.4重量%分散させることなどが挙げられる。

[0098] 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為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為には、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。

[0099] 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。前記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。前記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。前記支持基板は、内部に光を拡散させる微粒子を分散したり、表面に型押ししたり微粒子を塗布することによって拡散性を高めても良い。内部に微粒子を分散させる場合や表面に型押しする場合には、基材は熱可塑性樹脂であることが生産上好ましく、好適な材料は光制御部材と同等である。また支持基板は光制御部材と接合されていても良く、例えば透明な接着剤等で接合することができ、これによって面光源素子の組み立て工程が簡素化し、更には光制御部材のずれや皺の発生が防止できる。

- [0100] 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_{1i} 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 n_{12} 、 n_{22} 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_1' 、 T_1'' 、 T_1''' の3枚の板によってなる場合、 n_{12} は $(n'T_1' + n'' \cdot T_1'' + n''' \cdot T_1''') / T_1$ の値で近似できる。
- [0101] また、屈折率の異なる光を拡散させる微粒子が分散されている場合、本発明では微粒子の使用量が少量である為、この屈折率の影響は考慮しなくても良い。
- [0102] また、より輝度の均一性と色の均一性を得る為に拡散シート、高い正面方向の輝度を得るためにプリズムシートや偏向分離フィルム等を用いてもよい。
- [0103] 本発明の光制御部材は、複数の点状光源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、本発明の光制御部材が備える光制御部は、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、高い輝度均一性が実現できる。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。

- [0104] 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、色再現性が良く、輝度均一性と色の均一性とに優れた画像表示装置を得ることができる。

実施例

- [0105] 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。

本実施例の面光源素子の構成は、図1の略図で示す通りである。

- [0106] 本発明の複数の点状光源を得る為に、図4に示す通り、赤、青、緑のチップ型のLEDを実施例1～3では $D_1 = 10\text{mm}$ 、 $D_2 = 25\text{mm}$ 、実施例4～6では $D_1 = 10\text{mm}$ 、 $D_2 = 33\text{mm}$ 、実施例7～9では $D_1 = 20\text{mm}$ 、 $D_2 = 25\text{mm}$ で周期的に配列する。ここでいう周期とは、 D_1 はX軸方向に赤色LEDが配置されている位置から赤色LEDが配置されている位置までの距離であり、 D_2 はY軸方向に赤色LEDが配置されている位置から赤色LEDが配置されている位置までの距離である。

- [0107] 本発明を実施するにあたり、光制御部材は光源の発光面から正面方向に20mmの位置に、正面方向に向かって、第1の光制御部材、第2の光制御部材の順に配置する。光源の発光面から第1の光制御部の入射面までの距離 H_1 は20mmであり、光源の発光面から第2の光制御部の入射面までの距離 H_2 は23mmである。また、光源の背面側には発泡PET樹脂からなる反射率95%の反射板を設置する。

- [0108] 本発明の光制御部材として、第1の光制御部を有する光制御部材1-1～1-6を、第2の光制御部を有する光制御部材2-1～2-7を、それぞれ以下の方法で作製する。

- [0109] 本発明の光制御部材における畝状凸部1を得る為に、切削加工によって幅 $60\mu\text{m}$ の溝状凹部を平行に連続して作製した金型から、紫外線硬化樹脂(屈折率1.55)によって厚さ2mmのポリスチレン樹脂(屈折率1.60)基板に畝状凸部を形成し、第

1の光制御部を作製する。また、同様に畝状凸部2を得る為に、切削加工によって幅60 μ mの溝状凹部を平行に連続して作製した金型から、紫外線硬化樹脂(屈折率1.55)によって厚さ0.5mmのスチレン-ブタジエンゴム状共重合体約10重量%を分散させたメタクリル酸メチル-スチレン共重合体樹脂(屈折率1.54)基板に畝状凸部を形成し、第2の光制御部を作製する。

[0110] 畝状凸部1における金型の溝状凹部の形状は、 $N_1 = 50$ とし、表1に示した、 $f_1(X)$ 、 X_{\min} 、 X_{\max} によって定められる傾き Φ_{1i} とX軸方向の幅 a_{1i} を持つ各領域 $-N_1 \sim N_1$ を、同じく表1に示す領域の順序に従って並べて作製する。同様に、畝状凸部2における金型の溝状凹部の形状は、 $N_2 = 50$ とし、表1に示した $f_2(Y)$ 、 Y_{\min} 、 Y_{\max} によって定められる傾き Φ_{2j} とY軸方向の幅 a_{2j} を持つ各領域 $-N_2 \sim N_2$ を、表1に示す領域の順序に従って並べて作製する。

[0111] 実施例2～9における光制御部材1-2～1-6及び光制御部材2-2～2-7については、畝状凸部1および畝状凸部2において、各凸部の全領域を最小二乗法で曲線に近似している。近似に用いる点としては、凸部の両端部の2点および各領域の全ての接点($2N_1$ または $2N_2$ 点)を用いる。

[0112] 実施した構成について、正面方向への出射光の強度分布は、正面輝度の分布を測定することによって評価する。正面輝度は、輝度計(株式会社トプコン製BM-7)を用いて測定角範囲0.2度で、測定距離を一定にして、点状光源が配列しているX軸方向に1mmずつ移動しながら1周期分測定する。また、Y軸方向に1mmずつ移動しながら1周期分測定する。X軸方向における輝度の均一性を、X軸方向に測定した1周期での輝度の最小値である $L_1(X)_{\min}$ と最大値である $L_1(X)_{\max}$ の比 $L_1(X)_{\min} / L_1(X)_{\max}$ として算出する。また同様に、Y軸方向における輝度の均一性を、Y軸方向に測定した1周期での輝度の最小値である $L_2(Y)_{\min}$ と最大値である $L_2(Y)_{\max}$ の比 $L_2(Y)_{\min} / L_2(Y)_{\max}$ として算出する。 $L_1(X)_{\min} / L_1(X)_{\max}$ の値が1に近い程、X軸方向の輝度の均一性が高く、 $L_2(Y)_{\min} / L_2(Y)_{\max}$ の値が1に近い程、Y軸方向の輝度の均一性が高い為にこれらの値が面光源素子の輝度均一性の指標となる。

[0113] また、正面方向への出射する光の割合は、角度毎の輝度の分布を測定し、得られた輝度をエネルギーに変換して、正面方向から30度以内に出射したエネルギーの、

全エネルギーに対する割合を算出する。角度毎の輝度の分布は、輝度計(株式会社トプコン製BM-9)を回転台に取り付け、測定角範囲0.2度で、測定距離を一定にして、同一の輝度を測定することによって測定する。

[0114] 次に、本実施例の面光源素子の出射面の正面方向に透過型の液晶パネルを配置し、画面品位と、画面の明るさを観察する。

[0115] 実施例および比較例の構成と評価結果を図20に示す。

[0116] 実施例1から、畝状凸部1および畝状凸部2を有した光制御部材を用いることによって、出射面において点状光源の像を低減し、正面方向への輝度の均一性と色の均一性が向上する。更に、光の利用効率が高く、正面方向へ出射する光の割合が増加している為に、正面方向の輝度が高い。

次に、実施例1の面光源素子の出射面の正面方向に透過型の液晶パネルを配置して観察すると、複数の点状光源を用いることによって、色再現性が良く、更に輝度と色の均一性の高い、画面品位の良い明るい画像が得られる。

[0117] 実施例2~9から、畝状凸部1および/または畝状凸部2において、各凸部の全領域を曲線で近似することによって、滑らかな角度分布を得ることができる。また、凸部の各領域の接合部が滑らかな形状となるために、破損が生じにくく、各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い為に、更に輝度と色の均一性が高く、正面輝度が高い。

[0118] 比較例1として、通常の微粒子含有の拡散板を使用する場合の評価を実施した。拡散板は、光を拡散させる微粒子としてシクロヘキサン系重合粒子1.9重量%を分散させたメタクリル酸メチルースチレン共重合体樹脂を押出成形することによって作製した。前記微粒子含有の拡散板の正面方向に拡散シートを配置した場合で評価を実施した。この場合、光源像が十分に低減されていない為に、輝度の均一性が低い。更に光の利用効率が低い為に、高い正面輝度が得られていない。また、この面光源素子の出射面の正面方向に透過型の液晶パネルを配置して観察すると、光源像が顕著に観察され、画面品位が悪い。また、正面方向へ向かう光が少ない為に、画面が暗い。

[0119] 比較例2として、畝状凸部1および畝状凸部2として、頂角が90度の畝状のプリズム

を光制御部材の出射面側に配置した場合の評価を実施した。面光源素子の出射面を正面方向から観察すると、光源の直上部分では輝度の低下が大きく、輝度の均一性が悪い。更に異なる色の光源に対して輝度が均一化されていないために色の均一性が悪い。また、この面光源素子の出射面の正面方向に透過型の液晶パネルを配置して観察すると、光源像が低減されていない為に、画面品位が悪い。

[0120] 図12、図13に、比較例2として挙げた、頂角90度のプリズムが行う光制御の原理を示す。図12に示すように、プリズム10に正面方向から入射した光7は全て全反射して光源側に戻る為、光源の位置での光線の透過量は0である。一方で図13に示すように、斜め方向からプリズム10に入射した光7はプリズムによって屈折し正面方向付近に偏向される為に、光線の透過量は多い。従って、比較例2として挙げたプリズムでは輝度の均一性は得ることができない。

[0121] 比較例3～5として、少なくとも2枚の光制御部材として、第1の光制御部を有する光制御部材1-7、1-8と、第2の光制御部を有する光制御部材2-8～2-10を用いた場合の評価を実施した。光制御部材1-7、1-8では $g_1(X)_{\min} / g_1(X)_{\max}$ が0.8よりも小さいために正面方向から観察すると、X軸方向に光源の直上では輝度が高く、輝度の均一性が悪い。また、光制御部材2-8～2-10では、 $g_2(Y)_{\min} / g_2(Y)_{\max}$ が0.8よりも小さいために正面方向から観察すると、Y軸方向に光源の直上では輝度が高く、輝度の均一性が悪い。更に異なる色の光源に対してそれぞれの輝度が均一化されておらず、各色の光源の場所ではその色が強調され、色の均一性が悪い。また、この面光源素子の出射面の正面方向に透過型の液晶パネルを配置して観察すると、輝度と色の均一性が低い為に画面品位が悪い。

[0122] 比較例6として、畝状凸部1及び畝状凸部2として断面形状が、式(31)で表現される、円弧の一部からなるレンチキュラーレンズを光制御部材の出射面側に配置したレンチシート1を用いた場合の評価を実施した。この場合、光制御部材から出射する光の方向と、光の量を制御していない為、光源像の低減が十分ではなく、輝度と色の均一性が低い。また、この面光源素子の出射面の正面方向に透過型の液晶パネルを配置して観察すると、光源像が顕著に認識され、輝度と色の均一性が低い為に画面品位が悪い。

$$z(\rho) = 30 \rho^{-2} / (1 + (1 - 900 \rho^2)^{0.5}) \quad (31)$$

z : 頂部を原点とした場合の、畝状凸部1または畝状凸部2の断面形状の高さ方向の座標

ρ : 頂部を原点とした場合の、畝状凸部1または畝状凸部2の断面形状の、X軸方向またはY軸方向の位置座標

[0123] 比較例7として、畝状凸部1及び畝状凸部2として断面形状が、式(32)で表現される、放物線の一部からなるレンチキュラーレンズを光制御部材の出射面側に配置したレンズシート2を用いた場合の評価を実施した。この場合、光制御部材から出射する光の方向と、光の量を制御していない為、光源像の低減が十分ではなく、輝度と色の均一性が低い。また、この面光源素子の出射面の正面方向に透過型の液晶パネルを配置して観察すると、光源像が顕著に認識され、輝度と色の均一性が低い為に画面品位が悪い。

$$z(\rho) = 33 \rho^2 \quad (32)$$

z : 頂点を原点とした場合の、畝状凸部1または畝状凸部2の断面形状の高さ方向の座標

ρ : 頂部を原点とした場合の、畝状凸部1または畝状凸部2の断面形状の、X軸方向またはY軸方向の位置座標

請求の範囲

- [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正面方向として、少なくとも、X-Y平面に平行な出射面と、複数の点状光源と、2枚のシート状の光制御部材を備え、
- 前記複数の点状光源が、前記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、前記X-Y平面に平行な発光面を備え、
- 前記光制御部材が、前記X-Y平面に平行に、かつ、前記複数の点状光源の正面方向に配置され、
- 前記出射面が、前記光制御部材の正面方向側に配置されている面光源素子であつて、
- 前記2枚の光制御部材のうち、一方の出射面側に、X軸方向に直交しかつY軸方向に平行な複数の畝状凸部1からなる第1の光制御部を備え、
- かつ、
- 前記2枚の光制御部材のうち、別の一方の出射面側に、X軸方向に平行かつY軸方向に直交する複数の畝状凸部2からなる第2の光制御部を備えており、
- 前記複数の点状光源の、X軸に平行に沿った1周期の長さを D_1 、Y軸に平行に沿った1周期の長さを D_2 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として、
- X軸方向に平行かつY軸方向に直交する平面内において、
- 前記選択した点状光源の前記発光面と、前記第1の光制御部との距離を H_1 、前記選択した点状光源から前記第1の光制御部に入射した光の、Xにおける出射面の正面方向への出光強度を表した関数を $f_1(X)$ とし、
- $$g_1(X) = f_1(X - D_1) + f_1(X) + f_1(X + D_1)$$
- としたとき、
- $-D_1/2 \leq X \leq D_1/2$ の範囲で、
- $g_1(X)$ の最小値である $g_{1 \min}(X)$ と、最大値である $g_{1 \max}(X)$ の比、 $g_{1 \min}(X) / g_{1 \max}(X)$ が0.8以上であり、
- Xの最小値 X_{\min} が $-3.0D_1 \leq X_{\min} \leq -0.5D_1$ の範囲であり、

Xの最大値 $X_{\max 1}$ が $0.5D_1 \leq X_{\max 1} \leq 3.0D_1$ の範囲であり

($X_{\min 1}$ および $X_{\max 1}$ は、 $f_1(X)$ 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)、

任意の畝状凸部1のX軸方向の断面形状が、下記の式で表される($2N_1 + 1$)個の傾
きの異なる領域 $-N_1 \sim N_1$ からなり、

$$\delta_1 = (X_{\max 1} - X_{\min 1}) / (2N_1 + 1)$$

$$X_i = i \times \delta_1$$

$$\alpha_{1i} = \tan^{-1}(X_i / H_1)$$

$$\beta_{1i} = \sin^{-1}((1/n_1) \sin \alpha_i)$$

$$\gamma_{1i} = \sin^{-1}(1/n_{1s}) \sin \alpha_i$$

$$a_{1i} \propto f_1(X_i + T_1 \cdot \tan \gamma_{1i}) \cdot \cos \Phi_{1i} \cdot \cos \beta_{1i} / I_1(\alpha_{1i}) / \cos(\alpha_{1i}) / \cos(\Phi_{1i} - \beta_{1i})$$

$$\Phi_{1i} = \tan^{-1}((n_1 \cdot \sin \beta_{1i}) / (n_1 \cdot \cos \beta_{1i} - 1))$$

(ただし、 N_1 : 自然数

i : $-N_1$ から N_1 の整数

n_1 : 第1の光制御部の畝状凸部1の屈折率

n_{1s} : 第1の光制御部の基材の屈折率

a_{1i} : 領域 i のX軸方向の幅

Φ_{1i} : 領域 i の出射面に対する斜面の傾き

T_1 : 第1の光制御部の入射面から畝状凸部1の底部までの厚み

$I_1(\alpha_{1i})$: 任意に選択した点状光源からX軸方向に沿って α_{1i} の方向へ単位
角度あたりに放射する光の強度)

かつ、

X軸方向に直交かつY軸方向に平行な平面内において、

前記選択した点状光源の前記発光面と、前記第2の光制御部との距離を H_2 、前記

選択した点状光源から前記第2の光制御部に入射した光の、Y軸方向の位置座標 Y
における出射面の正面方向への出光強度を表した関数を $f_2(Y)$ とし、

$$g_2(Y) = f_2(Y - D_2) + f_2(Y) + f_2(Y + D_2)$$

としたとき、

$-D_2/2 \leq Y \leq D_2/2$ の範囲で、

$g_2(Y)$ の最小値である $g_{2, \min}(Y)$ と、最大値である $g_{2, \max}(Y)$ の比、 $g_{2, \min}(Y) / g_{2, \max}(Y)$ が 0.8 以上であり、

Y の最小値 Y_{\min} が $-3.0D_2 \leq Y_{\min} \leq -0.5D_2$ の範囲であり、

Y の最大値 Y_{\max} が $0.5D_2 \leq Y_{\max} \leq 3.0D_2$ 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)、

任意の畝状凸部 2 の Y 軸方向の断面形状が、下記の式で表される $(2N_2 + 1)$ 個の傾きの異なる領域 $-N_2 \sim N_2$ からなることを特徴とする面光源素子。

$$\delta_2 = (Y_{\max} - Y_{\min}) / (2N_2 + 1)$$

$$Y_j = j \times \delta_2$$

$$\alpha_{2j} = \tan^{-1}(Y_j / H_2)$$

$$\beta_{2j} = \sin^{-1}((1/n_2) \sin \alpha_{2j})$$

$$\gamma_{2j} = \sin^{-1}(1/n_{2s}) \sin \alpha_{2j}$$

$$a_{2j} \propto f_2(Y_j + T_2 \cdot \tan \gamma_{2j}) \cdot \cos \Phi_{2j} \cdot \cos \beta_{2j} / I_2(\alpha_{2j}) / \cos(\alpha_{2j}) / \cos(\Phi_{2j} - \beta_{2j})$$

$$\Phi_{2j} = \tan^{-1}((n_2 \cdot \sin \beta_{2j}) / (n_2 \cdot \cos \beta_{2j} - 1))$$

(ただし、 N_2 : 自然数

j : $-N_2$ から N_2 の整数

n_2 : 第 2 の光制御部の畝状凸部 2 の屈折率

n_{2s} : 第 2 の光制御部の基材の屈折率

a_{2j} : 領域 j の Y 軸方向の幅

Φ_{2j} : 領域 j の出射面に対する斜面の傾き

T_2 : 第 2 の光制御部の入射面から畝状凸部 2 の底部までの厚み

$I_2(\alpha_{2j})$: 任意に選択した点状光源から第 1 の光制御部を通過し、 Y 軸方向に沿って α_{2j} の方向へ単位角度あたりに放射する光の強度)

[2] 請求項 1 に記載の面光源素子であって、

前記畝状凸部1のX軸方向の断面形状を表す領域 $-N_1 \sim N_1$ が、X軸の位置座標の順に並んでおり、

かつ、

前記畝状凸部2のY軸方向の断面形状を表す領域 $-N_2 \sim N_2$ 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。

[3] 請求項1または2に記載の面光源素子であって、

前記畝状凸部1のX軸方向の断面形状が、該凸部を形成する $(2N_1 + 1)$ 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、

前記畝状凸部2のY軸方向の断面形状が、該凸部を形成する $(2N_2 + 1)$ 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。

[4] 請求項1～3のいずれか1項に記載の面光源素子であって、

前記第1の光制御部におけるX軸方向に平行かつY軸方向に直交する断面内において、正面方向に対して角度30度以内に出射する光の割合が全出射光の50%以上であり、

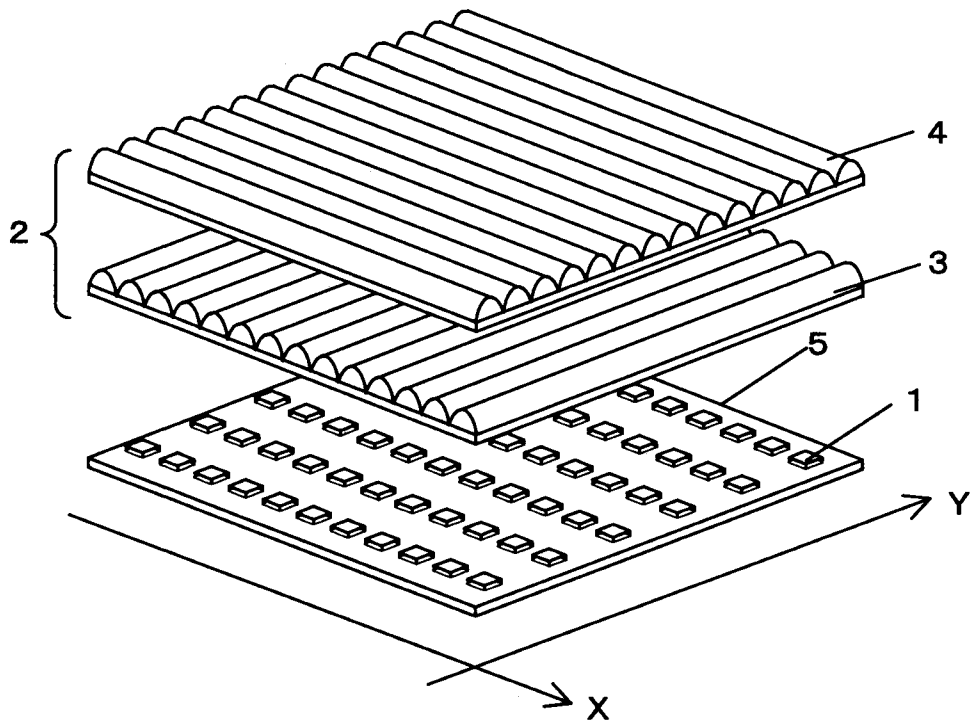
かつ、

前記第2の光制御部におけるX軸方向に直交かつY軸方向に平行な断面内において、正面方向に対して角度30度以内に出射する光の割合が全出射光の50%以上であることを特徴とする面光源素子。

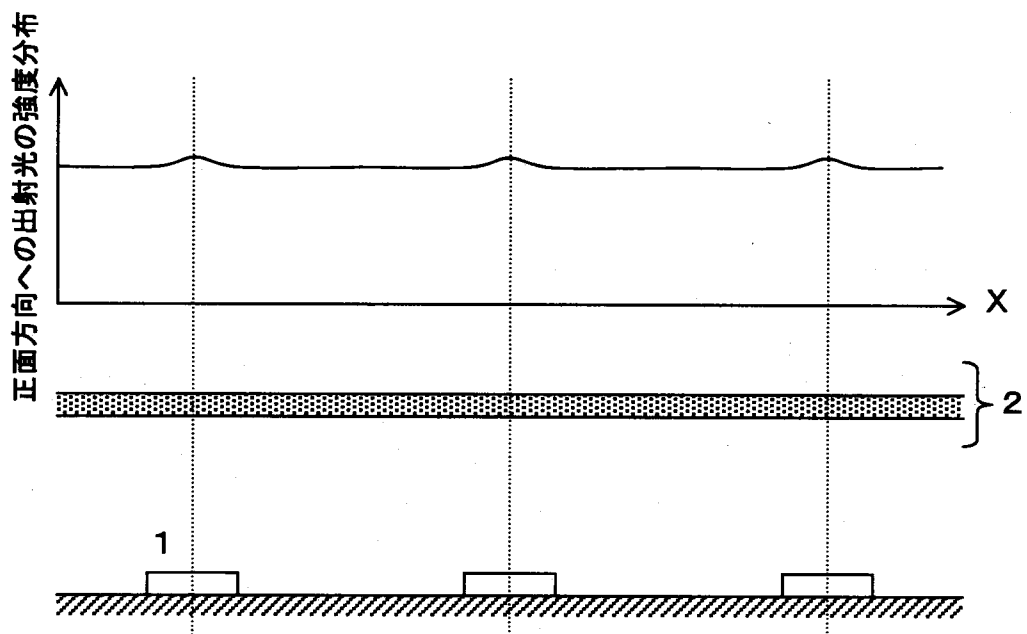
[5] 請求項1～4のいずれか1項に記載の面光源素子が備える、X軸またはY軸に沿って光線方向を制御する光制御手段を有するシート状の光制御部材。

[6] 請求項1～4のいずれか1項に記載の面光源素子の前記正面方向に透過型表示装置を配置することを特徴とする画像表示装置。

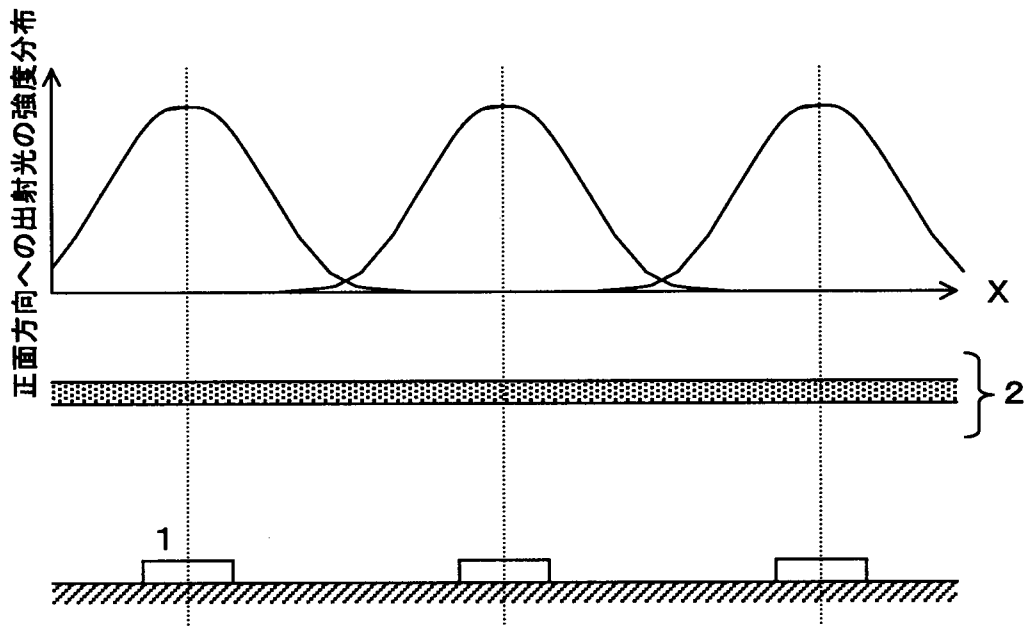
[図1]



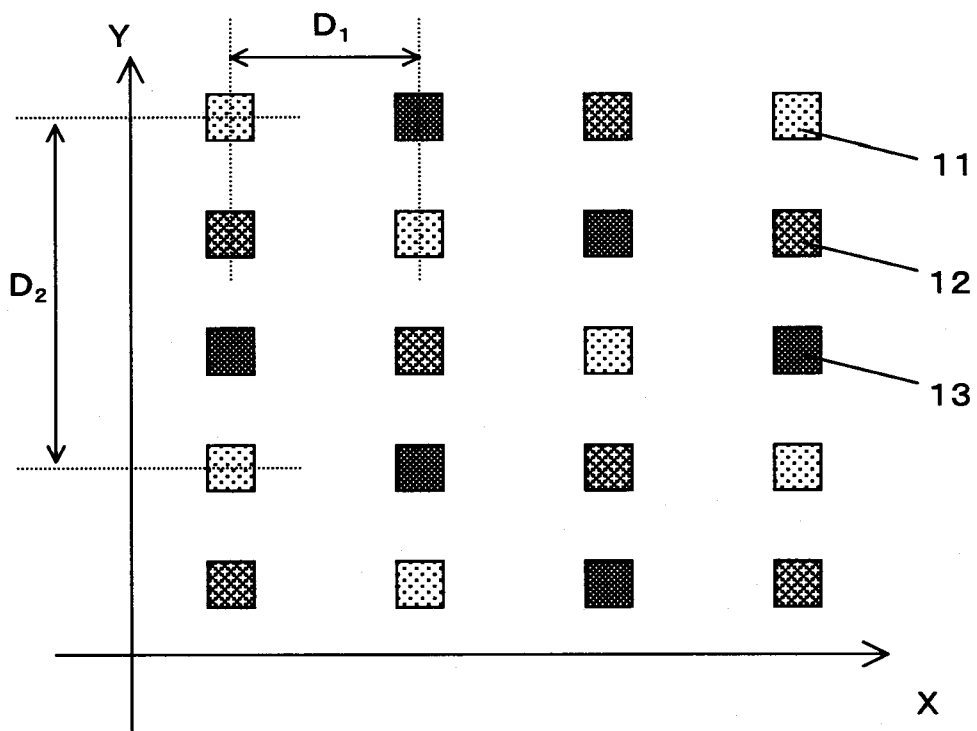
[図2]



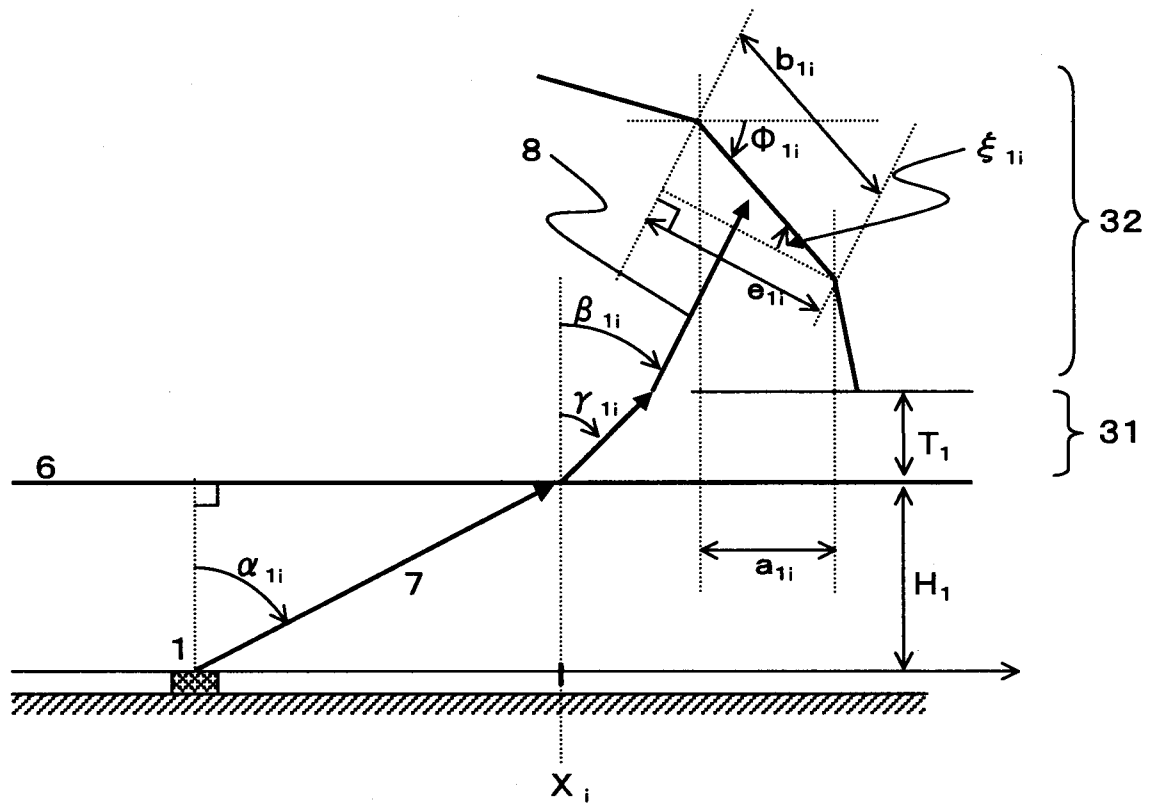
[図3]



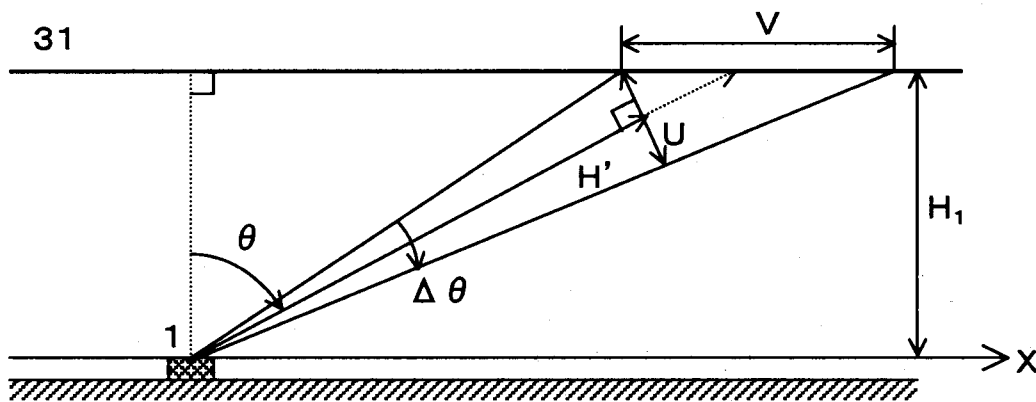
[図4]



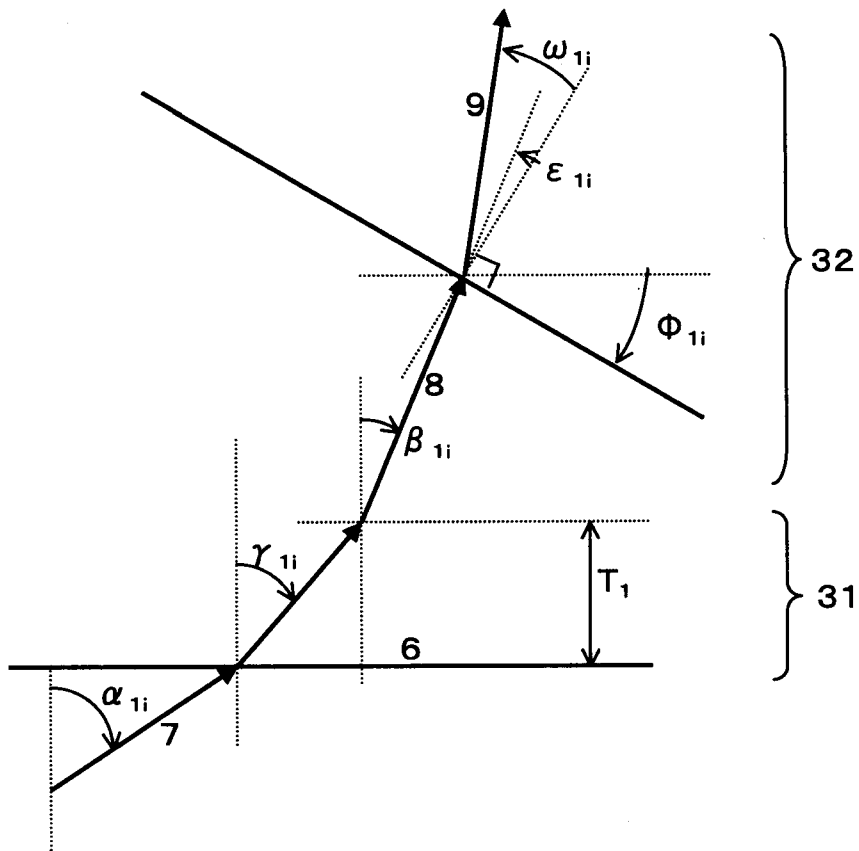
[図5]



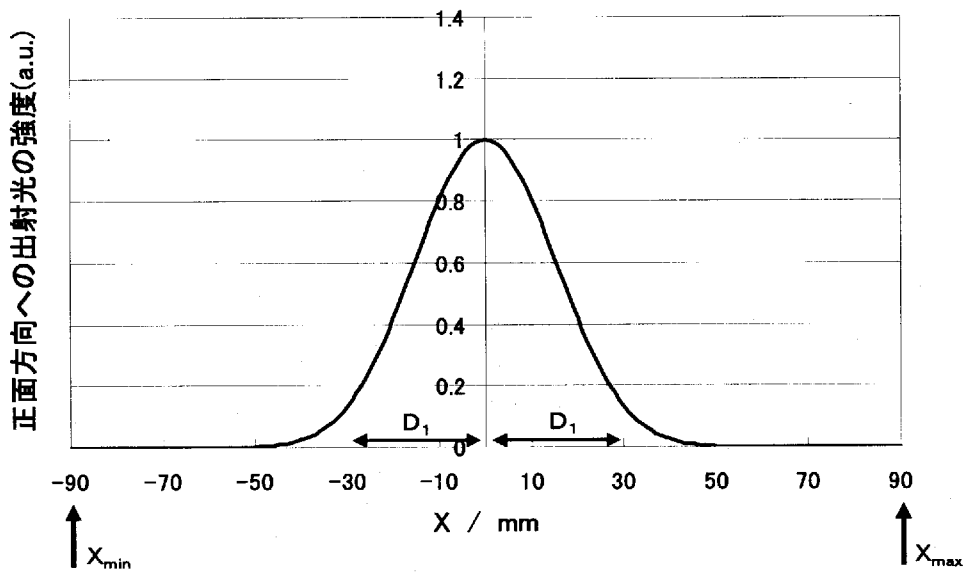
[図6]



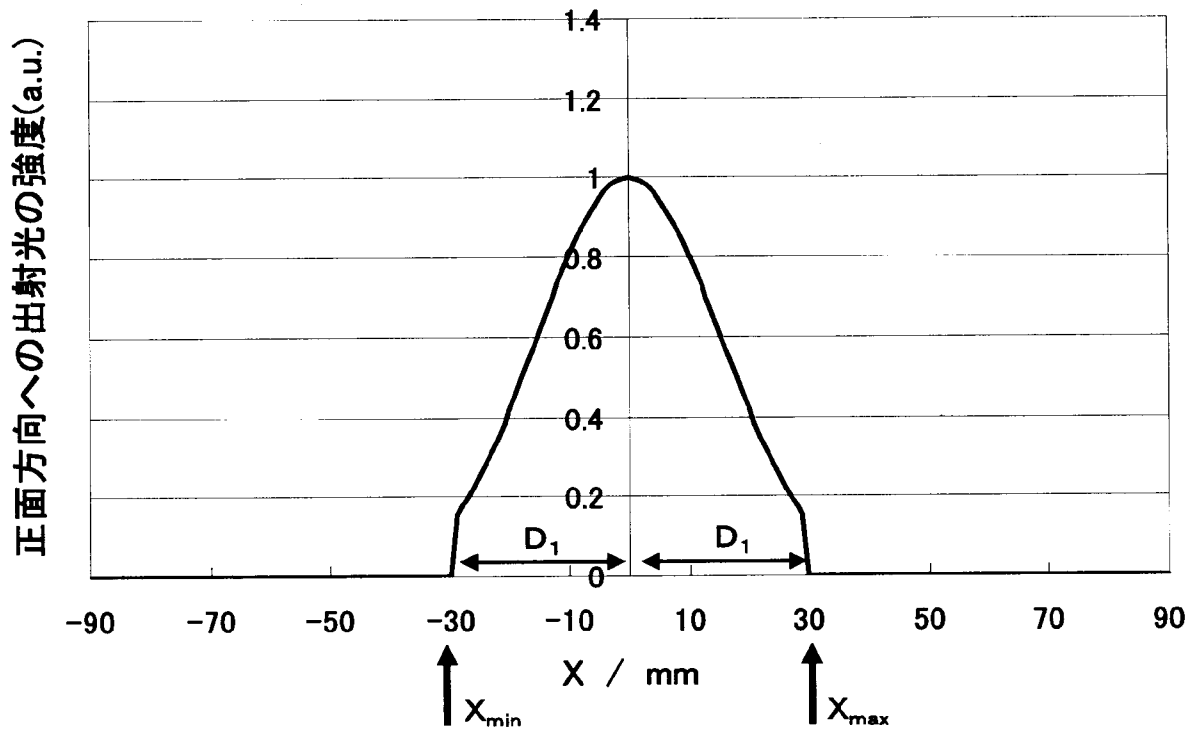
[図7]



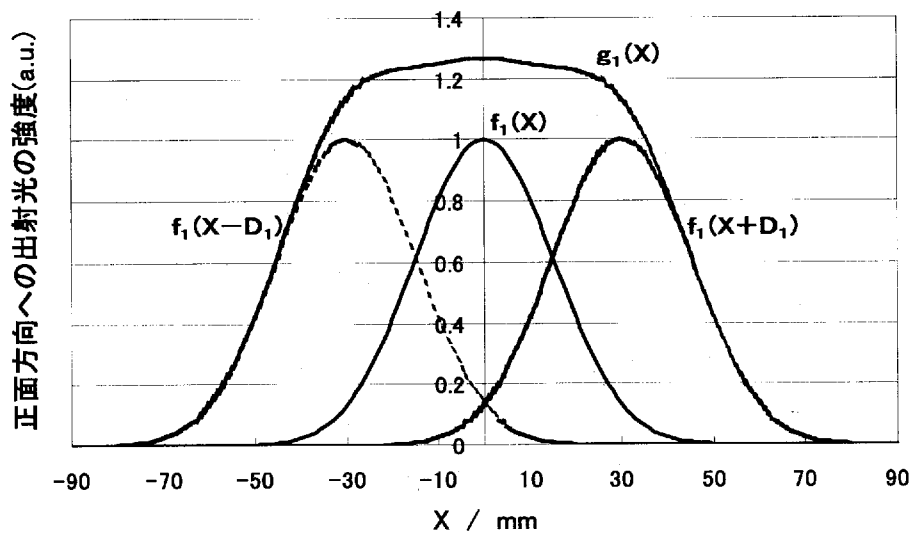
[図8]



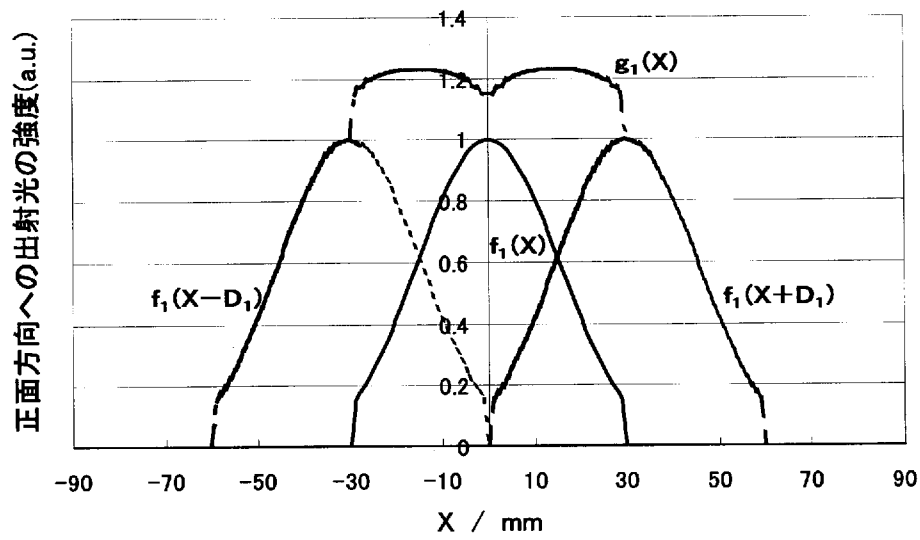
[図9]



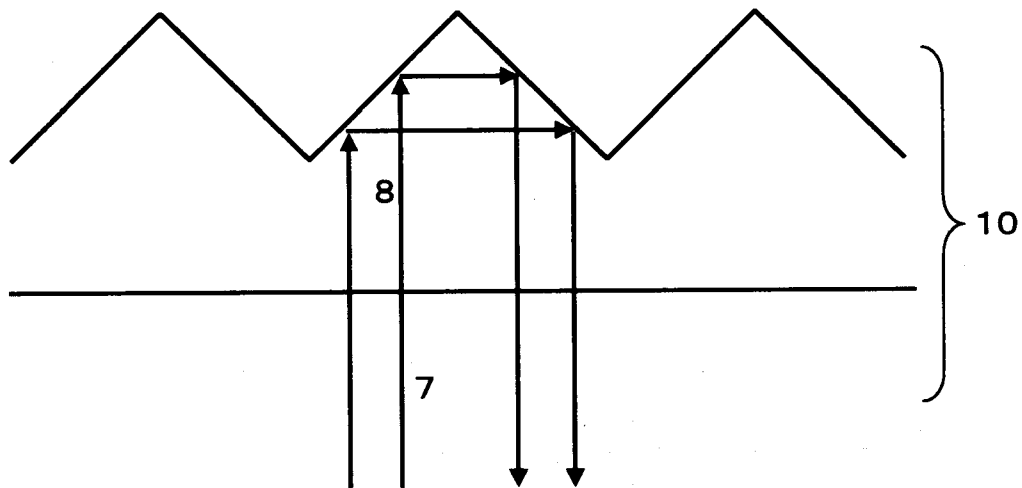
[図10]



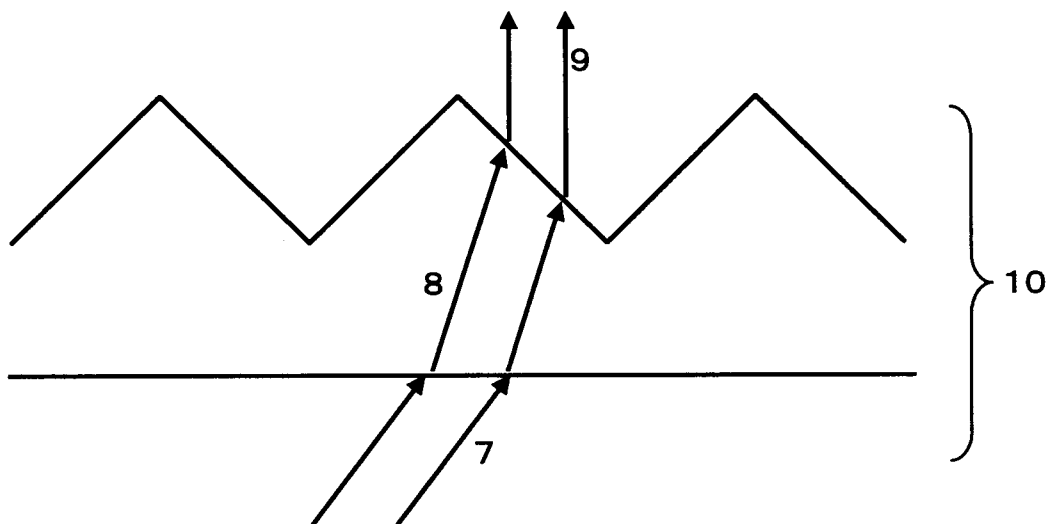
[図11]



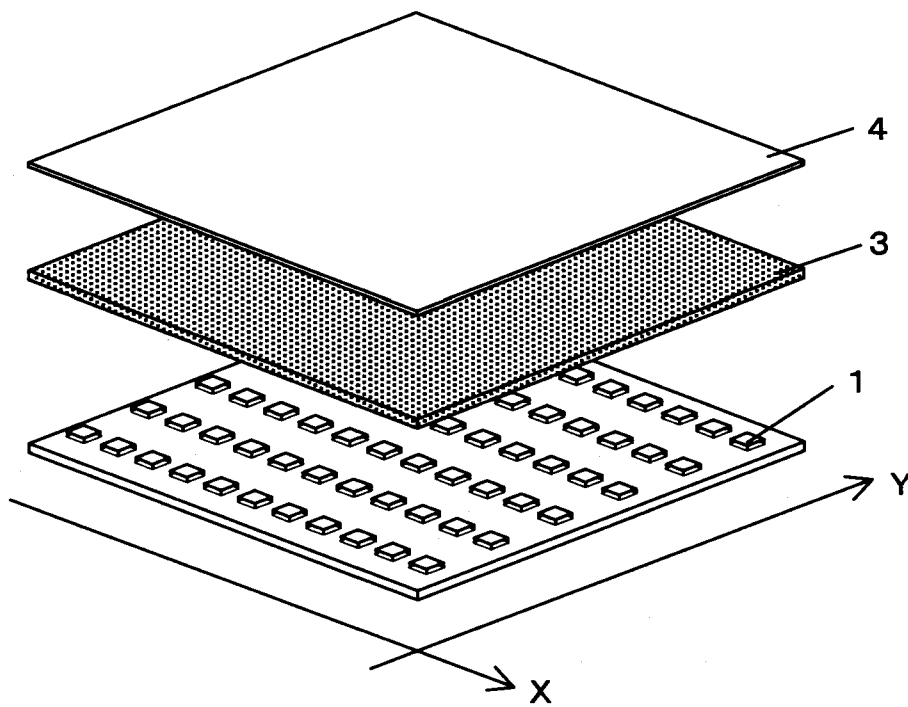
[図12]



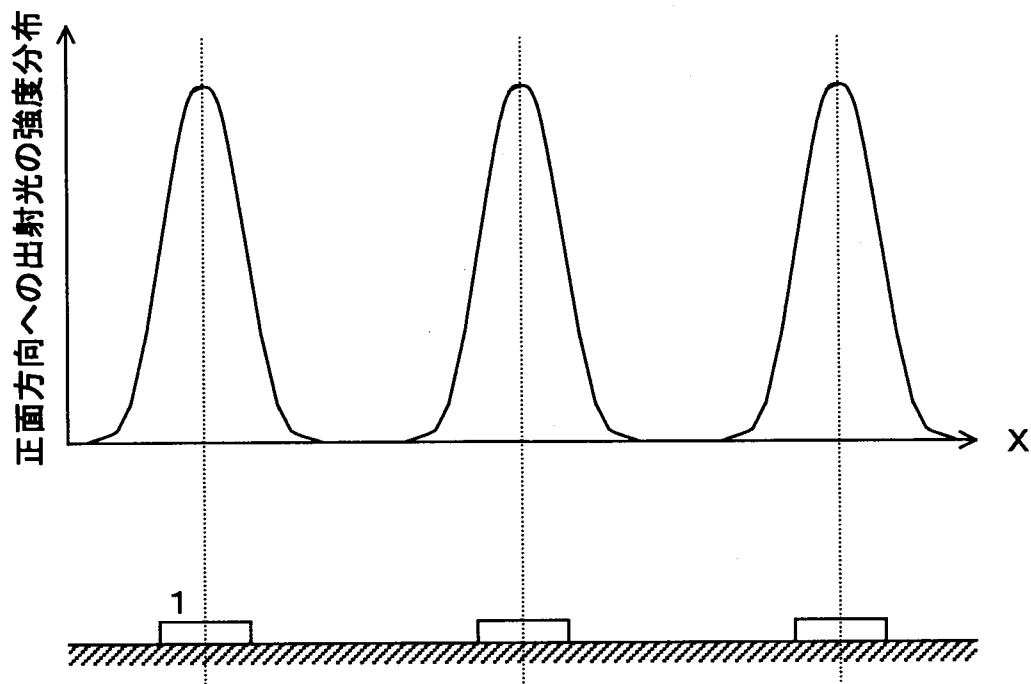
[図13]



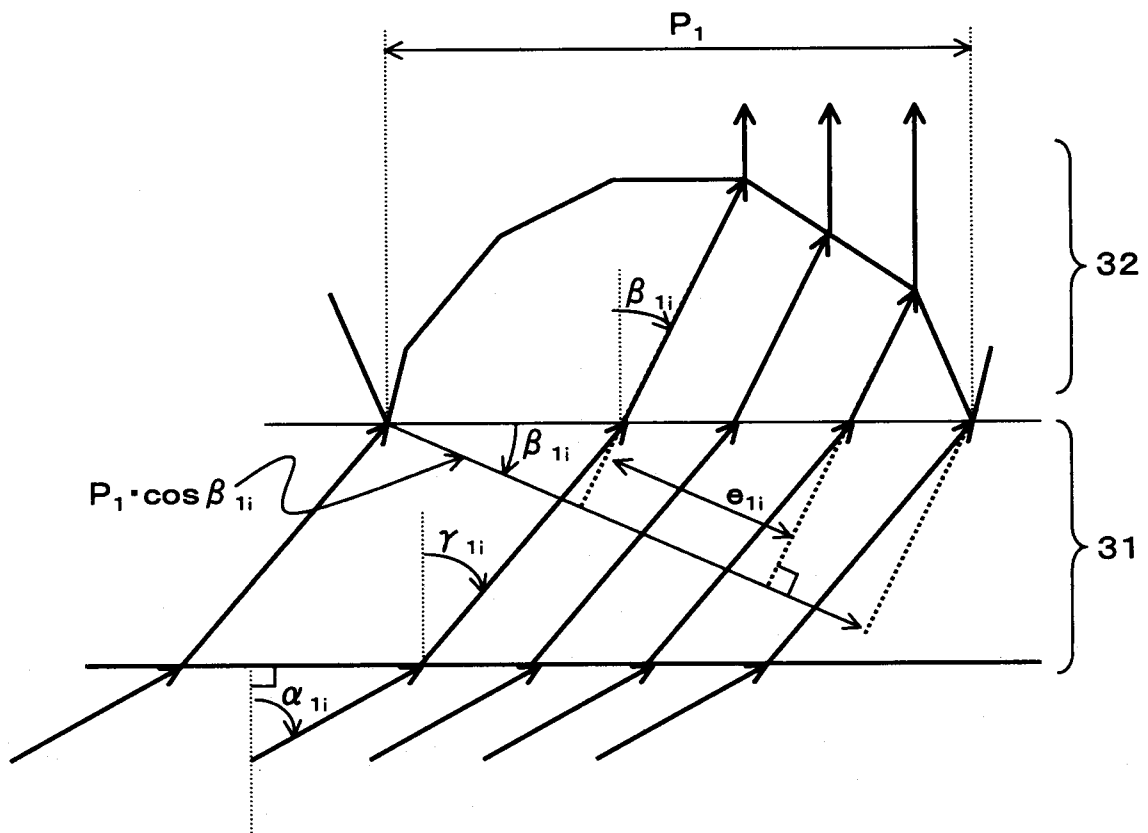
[図14]



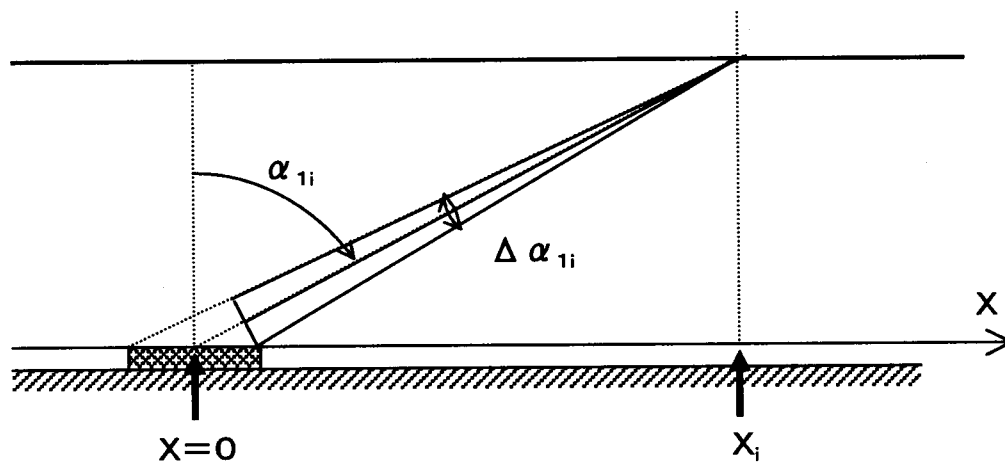
[図15]



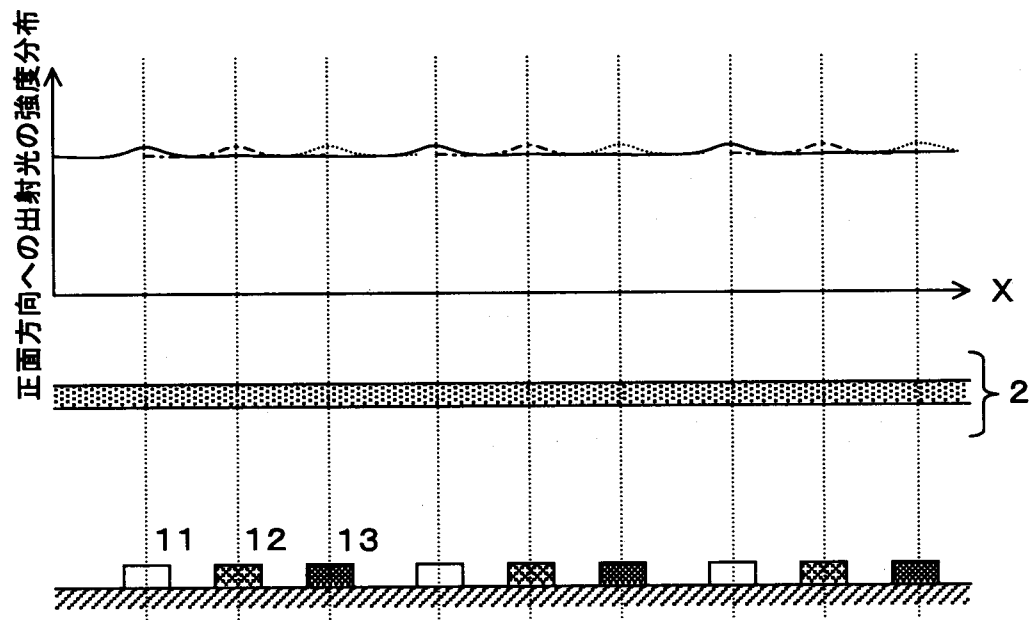
[図16]



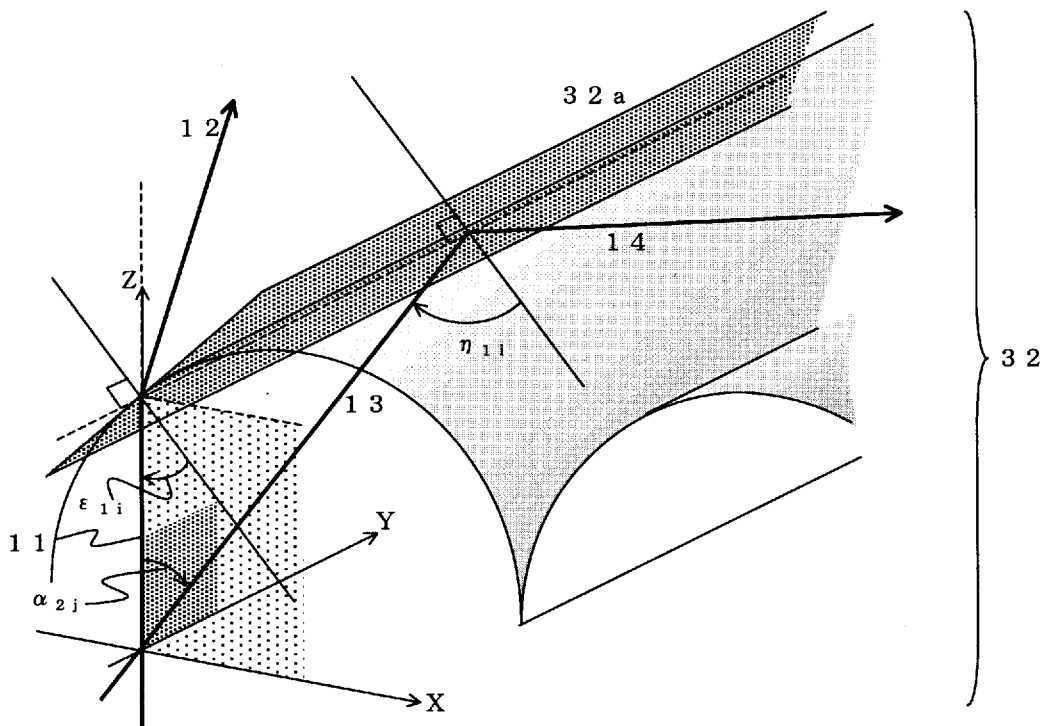
[図17]



[図18]



[図19]



[図20]

	光制御部材							輝度の均一性	
		D ₁	f ₁ (X)	X _{min}	X _{max}	近似	$g_1(X)_{\min} / g_1(X)_{\max}$	$L_1(X)_{\min} / L_1(X)_{\max}$	正面 出光 割合
		D ₂	f ₂ (Y)	Y _{min}	Y _{max}		$g_2(Y)_{\min} / g_2(Y)_{\max}$	$L_2(Y)_{\min} / L_2(Y)_{\max}$	
実施例1	1-1	10 mm	$\cos^2 \alpha_1$	-25 mm	25 mm	直線	0.90	0.91	80 %
	2-1	25 mm	$\cos^2 \alpha_2$	-25 mm	25 mm	直線	0.82	0.85	80 %
実施例2	1-1	10 mm	$\cos^2 \alpha_1$	-25 mm	25 mm	直線	0.90	0.91	78 %
	2-2	25 mm	$\cos^2 \alpha_2$	-25 mm	25 mm	曲線近似	0.95	0.83	76 %
実施例3	1-1	10 mm	$\cos^2 \alpha_1$	-25 mm	25 mm	直線	0.90	0.93	76 %
	2-3	25 mm	$\cos^4 \alpha_2$	-25 mm	25 mm	曲線近似	0.91	0.91	70 %
実施例4	1-2	10 mm	$\cos \alpha_1$	-25 mm	25 mm	曲線近似	0.87	0.97	74 %
	2-4	33 mm	ガウス分布 ^{注1} 1	-66 mm	66 mm	曲線近似	0.92	0.90	80 %
実施例5	1-3	10 mm	ガウス分布 ^{注1} 2	-20 mm	20 mm	曲線近似	0.92	0.96	76 %
	2-5	33 mm	関数1 ^{注2}	-50 mm	50 mm	曲線近似	0.96	0.93	74 %
実施例6	1-3	10 mm	ガウス分布 ^{注1} 2	-20 mm	20 mm	曲線近似	0.92	0.95	77 %
	2-6	33 mm	ガウス分布 ^{注1} 2	-50 mm	50 mm	曲線近似	0.88	0.87	87 %
実施例7	1-4	20 mm	$\cos^4 \alpha_1$	-40 mm	40 mm	曲線近似	0.95	0.96	77 %
	2-1	25 mm	$\cos^3 \alpha_2$	-25 mm	25 mm	直線	0.82	0.86	79 %
実施例8	1-5	20 mm	ガウス分布 ^{注1} 3	-40 mm	40 mm	曲線近似	0.99	0.92	78 %
	2-2	25 mm	$\cos^2 \alpha_2$	-25 mm	25 mm	曲線近似	0.95	0.86	74 %
実施例9	1-6	20 mm	ガウス分布 ^{注1} 4	-60 mm	60 mm	曲線近似	0.99	0.92	72 %
	2-7	25 mm	関数1 ^{注2}	-50 mm	50 mm	曲線近似	0.99	0.94	78 %
比較例1	拡散板	10 mm	-	-	-	-	-	0.78	41 %
	拡散板	25 mm	-	-	-	-	-	0.66	44 %
比較例2	プリズムシート	10 mm	-	-	-	-	-	0.21	88 %
	プリズムシート	25 mm	-	-	-	-	-	0.05	85 %
比較例3	1-7	10 mm	ガウス分布 ^{注1} 5	-20 mm	20 mm	曲線近似	0.50	0.54	67 %
	2-8	33 mm	ガウス分布 ^{注1} 6	-66 mm	66 mm	曲線近似	0.50	0.59	79 %
比較例4	1-8	20 mm	$\cos^5 \alpha_1$	-20 mm	20 mm	曲線近似	0.68	0.73	68 %
	2-9	25 mm	$\cos^7 \alpha_2$	-50 mm	50 mm	曲線近似	0.69	0.76	76 %
比較例5	1-8	20 mm	$\cos^9 \alpha_1$	-20 mm	20 mm	曲線近似	0.68	0.75	64 %
	2-10	25 mm	$\cos \alpha_2$	-10 mm	10 mm	曲線近似	0.00	0.17	75 %
比較例6	レンチシート 1	20 mm	-	-	-	-	-	0.75	72 %
	レンチシート 1	25 mm	-	-	-	-	-	0.66	75 %
比較例7	レンチシート 2	20 mm	-	-	-	-	-	0.75	81 %
	レンチシート 2	25 mm	-	-	-	-	-	0.74	77 %

注1) ガウス分布

$$f_k(x) = \exp\{- (x-\mu)^2 / 2 / \sigma^2\}$$

k : 1または2

x : XまたはY

ガウス分布 1 : $\mu = 0, \sigma = 0.44 D_k$ ガウス分布 2 : $\mu = 0, \sigma = 1.20 D_k$ ガウス分布 3 : $\mu = 0, \sigma = 0.42 D_k$ ガウス分布 4 : $\mu = 0, \sigma = 0.65 D_k$ ガウス分布 5 : $\mu = 0, \sigma = 0.70 D_k$ ガウス分布 6 : $\mu = 0, \sigma = 0.30 D_k$

注2) 関数1

$$f_k(x) = \exp\{- (x-\mu)^2 / 2 / \sigma^2\} / \{ |0.6x/D_k| + 1 \}$$

k : 1または2

x : XまたはY

 $\mu = 0, \sigma = 0.48 D_k$

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2007/067490

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER F21S2/00(2006.01)i, F21V5/04(2006.01)i, G02F1/13357(2006.01)i, F21Y101/02(2006.01)n According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) F21S2/00, F21V5/04, G02F1/13357, F21Y101/02 Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2007 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2007 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2007 Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2005-148095 A (Toppan Printing Co., Ltd.), 09 June, 2005 (09.06.05), Par. Nos. [0018] to [0025]; Figs. 3, 4 (Family: none)	1-6
A	JP 3114467 U (K-Bridge Electronics Co., Ltd.), 24 August, 2005 (24.08.05), Par. Nos. [0007] to [0008]; Fig. 3 (Family: none)	1-6
A	JP 2006-18261 A (L.G. Philips LCD Co., Ltd.), 19 January, 2006 (19.01.06), Par. No. [0038]; Fig. 2 & US 2006/2151 A1	1-6
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.		
<p>* Special categories of cited documents:</p> <p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> <p>"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art</p> <p>"&" document member of the same patent family</p>		
Date of the actual completion of the international search 29 November, 2007 (29.11.07)		Date of mailing of the international search report 11 December, 2007 (11.12.07)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office		Authorized officer
Facsimile No.		Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2007/067490

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
P, X	WO 2007/000962 A1 (Kuraray Co., Ltd.), 04 January, 2007 (04.01.07), Full text; all drawings & JP 2007-41321 A & JP 2007-103226 A	1-6

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. F21S2/00(2006.01)i, F21V5/04(2006.01)i, G02F1/13357(2006.01)i, F21Y101/02(2006.01)n										
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. F21S2/00, F21V5/04, G02F1/13357, F21Y101/02										
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922-1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971-2007年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2007年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2007年</td> </tr> </table>			日本国実用新案公報	1922-1996年	日本国公開実用新案公報	1971-2007年	日本国実用新案登録公報	1996-2007年	日本国登録実用新案公報	1994-2007年
日本国実用新案公報	1922-1996年									
日本国公開実用新案公報	1971-2007年									
日本国実用新案登録公報	1996-2007年									
日本国登録実用新案公報	1994-2007年									
国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)										
C. 関連すると認められる文献										
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号								
A	JP 2005-148095 A (凸版印刷株式会社) 2005.06.09, 段落【0018】から【0025】、【図3】、【図4】 (ファミリーなし)	1-6								
A	JP 3114467 U (科橋電子股▲ふん▼有限公司) 2005.08.24, 段落【0007】から【0008】、【図3】 (ファミリーなし)	1-6								
A	JP 2006-18261 A (エルジー・フィリップス エルシーデーカンパニー, リミテッド) 2006.01.19, 段落【0038】、【図2】 & US 2006/2151 A1	1-6								
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。										
* 引用文献のカテゴリー 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す) 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願日の後に公表された文献 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」 同一パテントファミリー文献										
国際調査を完了した日 29.11.2007	国際調査報告の発送日 11.12.2007									
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官 (権限のある職員) 平田 信勝 電話番号 03-3581-1101 内線 3372	3X 9032								

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリ*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
P, X	WO 2007/000962 A1 (株式会社クラレ) 2007.01.04, 全文, 全図 & JP 2007-41321 A & JP 2007-103226 A	1-6