

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

複数のマイクロレンズを備えた光学素子であって、

各マイクロレンズは、凸多角形の N 個の辺と、該凸多角形の平面から離れたマイクロレンズ頂点と、該マイクロレンズ頂点と該凸多角形の N 個の頂点とを結ぶ線によって区切られた N 個の曲面と、を含み、該マイクロレンズ頂点を通り該平面に直交する直線を z 軸とし、z 軸と該平面との交点を原点とし、該平面内において原点を通り、ある辺に直交する直線を x 軸とし、該辺に対応する曲面の z 座標を、

$$z = f(x)$$

で表し、原点から該辺までの距離を t として、 $0 < |x| < t$ において

$$z = F(x)$$

で表せる仮想曲面を想定し、該マイクロレンズの材料の屈折率を n とし、A は非負、C は正の定数として、

【数 1】

$$g(x) = \frac{dF(x)}{dx} = \frac{-x}{|x|} \cdot \frac{Cx^2 + A}{n\sqrt{1 + (Cx^2 + A)^2} - 1}$$

とすると、 $0 < 2.5 \cdot t < |x| < t$ において、

【数 2】

$$g(x) - 0.035 \leq \frac{df(x)}{dx} \leq g(x) + 0.035$$

を満たすように構成された光学素子。

【請求項 2】

z 軸を含み x 軸に平行な断面において、該平面に垂直に入射して z 軸方向に進む光線が該仮想曲面から射出した後に進む方向と z 軸とのなす鋭角を θ とし、 $x = 0$ における θ を c とし、 $|x| = t$ における θ を e とすると、

【数 3】

$$A = \tan \theta c$$

【数 4】

$$C = \frac{\tan \theta e - \tan \theta c}{t^2}$$

である請求項 1 に記載の光学素子。

【請求項 3】

$0 < |x| < t$ において、 $|x|$ が増加するにしたがって

$$z = F(x)$$

が単調に減少する請求項 1 または 2 に記載の光学素子。

【請求項 4】

該凸多角形が正多角形である請求項 1 から 3 のいずれかに記載の光学素子。

【請求項 5】

z 軸が該正多角形の中心を通るように構成された請求項 4 に記載の光学素子。

【請求項 6】

N が 3、4 または 6 である請求項 1 から 5 のいずれかに記載の光学素子。

【請求項 7】

隣り合う辺に対応する曲面の形状が異なるように構成された請求項 1 から 6 のいずれかに記載の光学素子。

【請求項 8】

10

20

30

40

50

コリメータレンズと一体的に形成された請求項 1 から 7 のいずれかに記載の光学素子。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、一様な照度分布を有する光像を形成する光学素子に関する。

【背景技術】

【0002】

測定機器、医療機器、産業用ロボット用などのアライメントマークや視認用の表示に使用される光像を形成するために、光源からの光の分布を変換する光学素子が開発されている。これらの光学素子の中には、分割したシリンドリカルレンズを組み合わせたもの（たとえば、特許文献 1）や、延長上の側面を備えた多角錐形状からなるもの（たとえば、特許文献 2）がある。

10

【0003】

しかし、面上に形成される光像の照度分布が十分な程度に一様になるように構成された光学素子は従来開発されていない。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開平 11 - 133209 号公報

【特許文献 2】特表 2003 - 504217 号公報

20

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

したがって、面上に形成される光像の照度分布が十分な程度に一様になるように構成された光学素子に対するニーズがある。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明の一態様による光学素子は、複数のマイクロレンズを備えている。各マイクロレンズは、凸多角形の N 個の辺と、該凸多角形の平面から離れたマイクロレンズ頂点と、該マイクロレンズ頂点と該凸多角形の N 個の頂点とを結ぶ線によって区切られた N 個の曲面と、を含み、該マイクロレンズ頂点を通り該平面に直交する直線を z 軸とし、z 軸と該平面との交点を原点とし、該平面内において原点を通り、ある辺に直交する直線を x 軸とし、該辺に対応する曲面の z 座標を、

30

$$z = f(x)$$

で表し、原点から該辺までの距離を t として、 $0 < |x| < t$ において

$$z = F(x)$$

で表せる仮想曲面を想定し、該マイクロレンズの材料の屈折率を n とし、A は非負、C は正の定数として、

【数 1】

$$g(x) = \frac{df(x)}{dx} = \frac{-x}{|x|} \cdot \frac{Cx^2 + A}{n\sqrt{1 + (Cx^2 + A)^2} - 1}$$

40

とすると、 $0.25 \cdot t < |x| < t$ において、

【数 2】

$$g(x) - 0.035 \leq \frac{df(x)}{dx} \leq g(x) + 0.035$$

を満たすように構成されている。

【0007】

50

本態様の光学素子のマイクロレンズの曲面は、マイクロレンズの多角形の平面に垂直に入射する均一な平行光束によって、該平行光束に垂直な平面上に形成される光像の照度分布が一樣になるような仮想曲面 $F(x)$ の x に対する傾きとの傾きの差が、 $0.25 \cdot t < |x| < t$ において、 0.035 以下であるように形成されている。したがって、本態様の光学素子のマイクロレンズの多角形の平面に垂直に入射する均一な平行光束によって形成される、該平行光束に垂直な平面上に形成される光像の照度分布はほぼ一樣となる。マイクロレンズアレイに入射される平行光束の強度にばらつきがある場合でも、マイクロレンズアレイは複数のマイクロレンズを含むので、マイクロレンズアレイ全体によって形成される光像の照度分布はほぼ一樣となる。なお、 $0.25 \cdot t < |x| < t$ の曲面の面積は少ないので、曲面の傾きは重要ではない。

10

【0008】

本発明の第1の実施形態の光学素子においては、 z 軸を含み x 軸に平行な断面において、該平面に垂直に入射して z 軸方向に進む光線が該仮想曲面から射出した後に進む方向と z 軸とのなす鋭角を θ_c とし、 $x = 0$ における z を c とし、 $|x| = t$ における z を e とすると、

【数3】

$$A = \tan \theta_c$$

【数4】

$$C = \frac{\tan \theta_e - \tan \theta_c}{t^2}$$

20

である。

【0009】

本発明の第2の実施形態の光学素子においては、 $0 < |x| < t$ において、 $|x|$ が増加するにしたがって

$$z = F(x)$$

が単調に減少する。

【0010】

本発明の第3の実施形態の光学素子においては、該凸多角形が正多角形である。

30

【0011】

本発明の第4の実施形態の光学素子においては、 z 軸が該正多角形の中心を通るように構成されている。

【0012】

本発明の第5の実施形態の光学素子においては、 N が3、4または6である。

【0013】

本発明の第6の実施形態の光学素子においては、隣り合う辺に対応する曲面の形状が異なるように構成されている。

【0014】

たとえば、正方形の隣り合う辺に対応する曲面の形状が異なる場合に、正方形の隣り合う2辺のそれぞれの方向に長さの異なる十字の光像であって、照度分布がほぼ一樣な光像を形成することができる。

40

【0015】

本発明の第6の実施形態の光学素子は、コリメータレンズと一体的に形成されている。

【0016】

本実施形態によれば安価でコンパクトな光学素子が得られる。

【図面の簡単な説明】

【0017】

【図1】本発明の一実施形態による光学素子であるマイクロレンズアレイを示す図である。

50

【図 2】図 1 のマイクロレンズアレイの構成要素であるマイクロレンズを示す図である。

【図 3】光源と、コリメータレンズと、マイクロレンズアレイとを含む光学系を示す図である。

【図 4】マイクロレンズの機能を説明するための第 1 の図である。

【図 5】マイクロレンズの機能を説明するための第 2 の図である。

【図 6】光源の中心点 A 1 から光軸方向に 3 . 0 メートルの位置に光軸に垂直に配置された平面における、実施例 1 のマイクロレンズアレイによる光像の照度分布を示す図である。

【図 7】光源の中心点 A 1 から光軸方向に 3 . 0 メートルの位置に光軸に垂直に配置された平面における、実施例 1 のマイクロレンズアレイによる光像の水平方向の照度分布を示す図である。

10

【図 8】実施例 1 のマイクロレンズの曲面の傾きを示す図である。

【図 9】光源の中心点 A 1 から光軸方向に 3 . 0 メートルの位置に光軸に垂直に配置された平面における、比較例のマイクロレンズアレイによる光像の照度分布を示す図である。

【図 10】光源の中心点 A 1 から光軸方向に 3 . 0 メートルの位置に光軸に垂直に配置された平面における、比較例のマイクロレンズアレイによる光像の水平方向の照度分布を示す図である。

【図 11】比較例のマイクロレンズの曲面の傾きを示す図である。

【図 12】光源の中心点 A 1 から光軸方向に 3 . 0 メートルの位置に光軸に垂直に配置された平面における、実施例 2 のマイクロレンズアレイによる光像の照度分布を示す図である。

20

【図 13】光源の中心点 A 1 から光軸方向に 3 . 0 メートルの位置に光軸に垂直に配置された平面における、実施例 2 のマイクロレンズアレイによる光像の水平方向の照度分布を示す図である。

【図 14】実施例 2 のマイクロレンズの曲面の傾きを示す図である。

【図 15】実施例 3 のマイクロレンズアレイを示す図である。

【図 16】光源の中心点 A 1 から光軸方向に 3 . 0 メートルの位置に光軸に垂直に配置された平面における、実施例 3 のマイクロレンズアレイによる光像の照度分布を示す図である。

【図 17】光源の中心点 A 1 から光軸方向に 3 . 0 メートルの位置に光軸に垂直に配置された平面における、実施例 3 のマイクロレンズアレイによる光像の水平方向の照度分布を示す図である。

30

【図 18】実施例 3 のマイクロレンズの曲面の傾きを示す図である。

【図 19】実施例 4 の光学系を示す図である。

【図 20】実施例 4 の光学素子の形状を示す図である。

【図 21】光源の中心点 B 1 から光軸方向に 3 . 0 メートルの位置に光軸に垂直に配置された平面における、実施例 4 のマイクロレンズアレイによる光像の照度分布を示す図である。

【図 22】光源の中心点 B 1 から光軸方向に 3 . 0 メートルの位置に光軸に垂直に配置された平面における、実施例 4 のマイクロレンズアレイによる光像の水平方向の照度分布を示す図である。

40

【図 23】光源の中心点 B 1 から光軸方向に 3 . 0 メートルの位置に光軸に垂直に配置された平面における、実施例 4 のマイクロレンズアレイによる光像の鉛直方向の照度分布を示す図である。

【図 24】実施例 4 のマイクロレンズの水平方向の曲面の傾きを示す図である。

【図 25】実施例 4 のマイクロレンズの鉛直方向の曲面の傾きを示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0018】

図 1 は、本発明の一実施形態による光学素子であるマイクロレンズアレイを示す図である。マイクロレンズアレイは、平面に配置された同一形状の複数のマイクロレンズを含む

50

。

【 0 0 1 9 】

図 2 は、図 1 のマイクロレンズアレイの構成要素であるマイクロレンズを示す図である。マイクロレンズは、正方形の 4 個の辺 S と、マイクロレンズ頂点 T と、正方形の 4 個の頂点とマイクロレンズ頂点 T とを結ぶ曲線によって区切られた 4 個の曲面 $C S$ と、を含む

。

【 0 0 2 0 】

図 3 は、光源 3 1 0 と、コリメータレンズ 2 0 0 と、マイクロレンズアレイ 1 0 0 とを含む光学系を示す図である。図 3 において光学系の光軸を一点鎖線で示す。光軸は、光源 3 1 0 の発光面の中心点 $A 1$ を通り、コリメータレンズ 2 0 0 の主軸と一致し、マイクロ

10

レンズアレイ 1 0 0 の光源側の面に直交するように定める。光源 3 1 0 から放出された光は、コリメータレンズ 2 0 0 によって光軸に平行な光束とされ、マイクロレンズアレイ 1 0 0 の光源側の面に垂直に入射される。マイクロレンズアレイ 1 0 0 に入射された平行光束は、マイクロレンズによって所定の方

向に向けて射出される。

【 0 0 2 1 】

図 4 は、マイクロレンズの機能を説明するための第 1 の図である。マイクロレンズの底面 B は、正方形の 4 個の辺 S と平行である。底面 B に直交し、マイクロレンズ頂点 T とおる直線を z 軸とする。 z 軸と正方形の面との交点を原点 O とし、正方形の面内において、原点 O を通り、正方形の 2 辺に平行で他の 2 辺に直交する直線を x 軸とする。図 4 は、 z 軸及び x 軸を含むマイクロレンズの断面を示す。ここで、正方形の x 軸に垂直な方向の辺を含む曲面 $C S$ の z 座標は、 x 座標のみの関数であるように定められている。すなわち、曲面 $C S$ は、以下の式で表せる。

20

【 0 0 2 2 】

$$z = f(x)$$

図 4 の断面において、マイクロレンズの底面 B に垂直に入射した光線 R は、マイクロレンズの曲面 $C S$ に入射角 θ で入射し、 z 軸に対して角度 α の方向に向けて射出される。すなわち、角度 α は曲面 $C S$ を射出した光が進む方向と z 軸との間の鋭角である。角度 α 及び入射角 θ は、 z 軸を基準として時計回りに測定した角度を正、反時計回りに測定した角度を負とする。図 4 から明らかなように、 x が正の領域では、角度 α は正で入射角 θ は負あり、 x が負の領域では角度 α は負で入射角 θ は正である。底面 B に垂直に入射した平行光束は、 x 軸に垂直な方向の辺を含む曲面 $C S$ を通過した後、 $z x$ 方向にのみ広がりを持った光束となる。したがって、該光束によって、 z 軸に垂直な平面上に形成される光像は、 x 軸方向の所定の長さの線状となる。また、同様に、底面 B に垂直に入射し、 x 軸に平行な方向の辺を含む曲面 $C S$ を通過した光束によって、 z 軸に垂直な平面上に形成される光像は、 x 軸方向と垂直な方向の所定の長さの線状となる。したがって、 z 軸に垂直な平面上に形成される光像は、 x 軸方向、及び x 軸方向と垂直な方向に所定の長さの線状となる

30

。

【 0 0 2 3 】

図 5 は、マイクロレンズの機能を説明するための第 2 の図である。図 5 の右側の図は、 z 軸及び x 軸を含むマイクロレンズの断面を示す。図 5 の左側の図は、マイクロレンズの平面図である。マイクロレンズの底面 B に垂直に入射する 2 本の光線を $R 1$ 及び $R 2$ で示す。マイクロレンズ内において、光線 $R 1$ の x 座標は x_1 であり、光線 $R 2$ の x 座標は x_2 である。ここで、 $x_1 < x_2$ である。光線 $R 1$ は曲面 $C S$ を通過した後、 z 軸と角度 α_1 をなす方向に進行し、光線 $R 2$ は曲面 $C S$ を通過した後、 z 軸と角度 α_2 をなす方向に進行する。

40

【 0 0 2 4 】

図 5 に示すように、ある x 座標近傍を光束が通過する微小面積は $S = 2 x \cdot x$ と表現できる。したがって、入射する光束の光束密度が均一であるとすれば、マイクロレンズの中心に近い $x = x_1$ 近傍の S_1 を通過し、 α_1 方向に屈折する光束の方が、 x_2 近傍の

50

S_2 を通過する光束よりも少なくなる。マイクロレンズのサイズに比べて照度分布を評価する z 軸に垂直な平面までの z 軸方向の距離 L が十分に大きければ、角度 θ_1 で屈折した光束は該平面上において光軸から $L \tan \theta_1$ の位置に照射されるとみなせるので、放射照度を一樣とする条件は以下の式で表せる。

【数 5】

$$\frac{d}{dx}(\tan \theta) = 2C \cdot x \quad \dots (1)$$

ここで、 C は正の定数である。

【0025】

ここで、マイクロレンズから十分に離れた、 z 軸に垂直な平面上で放射照度を一樣とするマイクロレンズの仮想曲面を

$$z = F(x)$$

で表す。 $F(x)$ の x 軸に対する傾き角を ϕ とすると、以下の式が成立する。

【数 6】

$$\frac{dF(x)}{dx} = \tan \phi \quad \dots (2)$$

マイクロレンズの屈折率を n とすると、スネルの法則により以下の式が成立する。

【数 7】

$$\sin(-\phi + \theta) = n \sin(-\phi) \quad \dots (3)$$

【0026】

放射照度を一樣とするには式(1)乃至(3)を同時に満たせばよい。変数が多いので整理する。まず、式(1)の定積分を計算すると以下の式が得られる。

【数 8】

$$\tan \theta = Cx^2 + A = X \quad \dots (4)$$

ここで、 A は非負の定数である。

【0027】

原点から正方形の辺までの距離を t とし、式(4)に $x = 0$ 及び $x = t$ を代入すると以下の式が得られる。

【数 9】

$$\tan \theta_T = A$$

$$\tan \theta_S = Ct^2 + A$$

ここで、 θ_T は、マイクロレンズ頂点において曲面 CS を射出した光が進む方向と z 軸との間の鋭角であり、 θ_S は、正方形の辺において曲面 CS を射出した光が進む方向と z 軸との間の鋭角である。上記の式から以下の式が導かれる。

【数 10】

$$C = \frac{\tan \theta_S - \tan \theta_T}{t^2}$$

式(4)を変形すると、以下の式が導かれる。

$X \geq 0$ のとき

【数 11】

$$\sin \theta = \frac{X}{\sqrt{1+X^2}} \quad \dots (5a)$$

$X < 0$ のとき

10

20

30

40

50

【数 1 2】

$$\sin \theta = -\sqrt{\frac{X^2}{1+X^2}} \quad \dots (5b)$$

【数 1 3】

$$\cos \theta = \sqrt{\frac{1}{1+X^2}} \quad \dots (6)$$

他方、式 (3) を変形すると、以下の式が得られる。

【数 1 4】

$$\sin \theta \cos \phi - \cos \theta \sin \phi = -n \sin \phi$$

さらに、以下の式が得られる。

【数 1 5】

$$\tan \phi = \frac{-\sin \theta}{n - \cos \theta} \quad \dots (7)$$

式 (2)、(5a)、(6)、(7) 式を整理すると以下の式が得られる。

$x > 0$ のとき

【数 1 6】

$$\frac{dF(x)}{dx} = \frac{X}{n\sqrt{1+X^2}-1} = -\frac{Cx^2+A}{n\sqrt{1+(Cx^2+A)^2}-1} \quad \dots (8a)$$

また、式 (2)、(5b)、(6)、(7) 式を整理すると以下の式が得られる。

$x < 0$ のとき

【数 1 7】

$$\frac{dF(x)}{dx} = \frac{X}{n\sqrt{1+X^2}-1} = \frac{Cx^2+A}{n\sqrt{1+(Cx^2+A)^2}-1} \quad \dots (8b)$$

【0028】

したがって、式 (8a) 及び (8b) を満たす断面形状を備えたマイクロレンズは、十分に離れた z 軸に垂直な平面上で放射照度を一様にする。

【0029】

入射光束の密度の均一性が保証されていない場合でも、マイクロレンズアレイの数が十分であれば、複数のマイクロレンズからの分布の重ねあわせで構成されている全体の放射照度分布は一様になる。

【0030】

式 (8a) 及び (8b) は以下の式で表せる。

【数 1 8】

$$g(x) = \frac{dF(x)}{dx} = \frac{-x}{|x|} \cdot \frac{Cx^2+A}{n\sqrt{1+(Cx^2+A)^2}-1} \quad \dots (9)$$

【0031】

一般的に、マイクロレンズの曲面 $f(x)$ が、種々の応用に十分な程度に一様な放射照度分布を実現するための条件は以下の式で表せる。

10

20

30

40

【数 19】

$$g(x) - 0.035 \leq \frac{df(x)}{dx} \leq g(x) + 0.035 \quad \dots (10)$$

【0032】

また、放射照度分布への寄与は光学面の面積に略比例するので、光軸の近傍の一部の領域で式(10)を満たさなかったとしても、全体の放射照度分布への影響は小さく、その機能を損なうことはない。たとえば、光軸から距離 t の 25% の領域の面積は 6% 程度であり、この範囲で式(10)から外れたとしても他の範囲が式(10)を満たせば一様に近い輻射状の放射照度分布を得ることができる。

10

【0033】

以下において、実施例及び比較例を説明する。

【0034】

実施例 1 - 2 及び比較例の光学系

実施例 1 - 2 及び比較例の光学系は、図 3 に示す光学系からなる。実施例 1 - 2 及び比較例の光源 310 及びコリメータレンズ 200 の仕様は同一であり、コリメータレンズ 200 の仕様は以下のとおりである。

位置（光源の中心点を基準として）： $z = 30$ [mm]

材料：BK7（屈折率： $n = 1.519$ ）

厚み： 4.0 [mm]

入射面中心曲率半径： 130.7 [mm]

射出面中心曲率半径： -19.38 [mm]

20

ここで、コリメータレンズ 200 の位置とは、コリメータレンズ 200 の入射面と光軸との交点、すなわち図 3 の A2 の位置である。 $z = 30$ [mm] は、光源の中心点 A1 から A2 までの距離が 30 ミリメートルであることを意味する。コリメータレンズ 200 の厚みとは、光軸に沿った中心厚を意味する。

【0035】

実施例 1 - 2 及び比較例のマイクロレンズの仕様は、曲面 CS の形状を除いて共通であり、以下のとおりである。したがって、実施例 2 及び比較例のマイクロレンズアレイは、図 1 に示した実施例 1 のマイクロレンズアレイと同様である。

30

位置（光源の中心点を基準として）： $z = 40$ [mm]

材料：ポリカーボネート（屈折率： $n = 1.590$ ）

厚み： 1.0 [mm]

多角形：正方形

正方形のサイズ：一辺が 2.0 ミリメートルの正方形

ここで、マイクロレンズアレイ 100 の位置とは、マイクロレンズアレイ 100 のレンズを備えていない面、すなわち底面と光軸との交点、すなわち図 3 の A3 の位置である。 $z = 40$ [mm] は、光源の中心点 A1 から A3 までの距離が 40 ミリメートルであることを意味する。マイクロレンズアレイ 100 の厚みとは、マイクロレンズの底面からマイクロレンズの頂点までの距離、すなわち図 4 の B から T までの距離を意味する。

40

【0036】

実施例 1 のマイクロレンズ

実施例 1 のマイクロレンズの曲面は以下の式で表せる。

【数 20】

$$z = f(x) = \sum_{n=1}^{10} \left(\frac{x}{|x|} \right)^n a_n x^n \quad \dots (11)$$

【0037】

表 1 は、実施例 1 のマイクロレンズの曲面を示す式(11)の係数を示す表である。

50

【表 1】

a 1	a 2	a 3	a 4	a 5
-0.050	-0.003	-0.406	0.044	-0.185
a 6	a 7	a 8	a 9	a 10
0.396	-0.159	0.000	0.000	0.000

【0038】

図6は、光源の中心点A1から光軸方向に3.0メートルの位置に光軸に垂直に配置された平面における、実施例1のマイクロレンズアレイによる光像の照度分布を示す図である。実施例1を示す図3において、光軸は水平方向に配置される。マイクロレンズの正方形の2辺は水平方向に、他の2辺は鉛直方向に配置される。したがって、図6に示すように、水平方向及び鉛直方向に所定の長さの直線状の放射照度分布を有する光像が出現する。

10

【0039】

図7は、光源の中心点A1から光軸方向に3.0メートルの位置に光軸に垂直に配置された平面における、実施例1のマイクロレンズアレイによる光像の水平方向の照度分布を示す図である。図7の横軸は平面上の水平方向の位置を示す。光軸と平面が交わる位置は、横軸の座標の0.0の位置である。図7の縦軸は相対照度を示す。相対照度の1は照度の最大値である。

20

【0040】

図8は、実施例1のマイクロレンズの曲面の傾きを示す図である。図8の横軸は、マイクロレンズのx軸の座標を示し、図8の縦軸は、実施例1のマイクロレンズの曲面の傾き

【数21】

$$\frac{df(x)}{dx}$$

及び照度分布を一様とする仮想曲面の傾き

【数22】

$$g(x) = \frac{dF(x)}{dx}$$

30

を示す。実施例1のマイクロレンズの曲面の傾きは、xの全範囲で式(10)を満たしている。

【0041】

比較例のマイクロレンズ

比較例のマイクロレンズの曲面は中心曲率半径1.66ミリメートルの円弧形状である。

【0042】

図9は、光源の中心点A1から光軸方向に3.0メートルの位置に光軸に垂直に配置された平面における、比較例のマイクロレンズアレイによる光像の照度分布を示す図である。比較例を示す図3において、光軸は水平方向に配置される。マイクロレンズの正方形の2辺は水平方向に、他の2辺は鉛直方向に配置される。したがって、図9に示すように、水平方向及び鉛直方向に所定の長さの直線状の放射照度分布を有する光像が出現する。

40

【0043】

図10は、光源の中心点A1から光軸方向に3.0メートルの位置に光軸に垂直に配置された平面における、比較例のマイクロレンズアレイによる光像の水平方向の照度分布を示す図である。図10の横軸は平面上の水平方向の位置を示す。光軸と平面が交わる位置は、横軸の座標の0.0の位置である。図10の縦軸は相対照度を示す。相対照度の1は照度の最大値である。

【0044】

50

図 1 1 は、比較例のマイクロレンズの曲面の傾きを示す図である。図 1 1 の横軸は、マイクロレンズの x 軸の座標を示し、図 1 1 の縦軸は、比較例のマイクロレンズの曲面の傾き

【数 2 3】

$$\frac{df(x)}{dx}$$

及び照度分布を一様とする仮想曲面の傾き

【数 2 4】

$$g(x) = \frac{dF(x)}{dx}$$

10

を示す。比較例のマイクロレンズの曲面の傾きは、x の全範囲の 70% 以上の範囲で式 (10) を満たしていない。

【0045】

実施例 2 のマイクロレンズ

実施例 2 のマイクロレンズの曲面は以下の式で表せる。

【数 2 5】

$$z = f(x) = \sum_{n=1}^{10} \left(\frac{x}{|x|} \right)^n a_n x^n \quad \dots \quad (11)$$

20

【0046】

表 2 は、実施例 2 のマイクロレンズの曲面を示す式 (11) の係数を示す表である。

【表 2】

a 1	a 2	a 3	a 4	a 5
0.000	-0.600	1.912	-4.604	5.088
a 6	a 7	a 8	a 9	a 10
-2.754	0.604	0.000	0.000	0.000

30

【0047】

図 1 2 は、光源の中心点 A 1 から光軸方向に 3.0メートルの位置に光軸に垂直に配置された平面における、実施例 2 のマイクロレンズアレイによる光像の照度分布を示す図である。実施例 2 を示す図 3 において、光軸は水平方向に配置される。マイクロレンズの正方形の 2 辺は水平方向に、他の 2 辺は鉛直方向に配置される。したがって、図 1 2 に示すように、水平方向及び鉛直方向に所定の長さの直線状の放射照度分布を有する光像が出現する。

【0048】

図 1 3 は、光源の中心点 A 1 から光軸方向に 3.0メートルの位置に光軸に垂直に配置された平面における、実施例 2 のマイクロレンズアレイによる光像の水平方向の照度分布を示す図である。図 1 3 の横軸は平面上の水平方向の位置を示す。光軸と平面が交わる位置は、横軸の座標の 0.0 の位置である。図 1 3 の縦軸は相対照度を示す。相対照度の 1 は照度の最大値である。

40

【0049】

図 1 4 は、実施例 2 のマイクロレンズの曲面の傾きを示す図である。図 1 4 の横軸は、マイクロレンズの x 軸の座標を示し、図 1 4 の縦軸は、実施例 2 のマイクロレンズの曲面の傾き

【数 2 6】

$$\frac{df(x)}{dx}$$

及び照度分布を一様とする仮想曲面の傾き

【数 2 7】

$$g(x) = \frac{dF(x)}{dx}$$

を示す。実施例 2 のマイクロレンズの曲面の傾きは、 $x < 0.1$ を除く範囲で式 (10) を満たしている。 10

【0050】

実施例 3 の光学系とマイクロレンズ

実施例 3 の光学系は、図 3 に示す光学系である。実施例 3 のコリメータレンズ 200 の仕様は以下のとおりである。

位置（光源の中心点を基準として）： $z = 30$ [mm]

材料：BK7（屈折率： $n = 1.519$ ）

厚み： 4.0 [mm]

入射面中心曲率半径： 130.7 [mm]

射出面中心曲率半径： -19.38 [mm] 20

ここで、コリメータレンズ 200 の位置とは、入射面と光軸との交点、すなわち図 3 の A2 の位置である。 $z = 30$ [mm] は、光源の中心点 A1 から A2 までの距離が 30 ミリメートルであることを意味する。コリメータレンズ 200 の厚みとは、光軸に沿った中心厚を意味する。

【0051】

図 15 は実施例 3 のマイクロレンズアレイを示す図である。

【0052】

実施例 3 のマイクロレンズの仕様は、以下のとおりである。

位置（光源の中心点を基準として）： $z = 40$ [mm]

材料：ポリカーボネート（屈折率： $n = 1.590$ ） 30

厚み： 1.0 [mm]

多角形：正六角形

正六角形のサイズ：対向する辺の間隔（水平方向の長さ）が 2.0 ミリメートルであり、対向する頂点の間隔（鉛直方向の長さ）が 2.309 ミリメートルの正六角形）

ここで、マイクロレンズアレイ 100 の位置とは、マイクロレンズアレイ 100 のレンズを備えていない面、すなわち底面と光軸との交点、すなわち図 3 の A3 の位置である。 $z = 40$ [mm] は、光源の中心点 A1 から A3 までの距離が 40 ミリメートルであることを意味する。マイクロレンズアレイ 100 の厚みとは、マイクロレンズの底面からマイクロレンズの頂点までの距離、すなわち図 4 の B から T までの距離を意味する。

【0053】 40

実施例 3 のマイクロレンズの曲面は以下の式で表せる。

【数 2 8】

$$z = f(x) = \sum_{n=1}^{10} \left(\frac{x}{|x|} \right)^n a_n x^n \quad \dots \quad (11)$$

【0054】

表 3 は、実施例 3 のマイクロレンズの曲面を示す式 (11) の係数を示す表である。

【表 3】

a 1	a 2	a 3	a 4	a 5
-0.100	-0.002	-0.210	0.014	-0.035
a 6	a 7	a 8	a 9	a 10
0.066	0.000	0.000	0.000	0.000

【0055】

図16は、光源の中心点A1から光軸方向に3.0メートルの位置に光軸に垂直に配置された平面における、実施例3のマイクロレンズアレイによる光像の照度分布を示す図である。実施例3を示す図3において、光軸は水平方向に配置される。マイクロレンズの正六角形の2辺は鉛直方向に配置される。したがって、図16に示すように、6本の直線状の放射照度分布を有する光像が出現する。

10

【0056】

図17は、光源の中心点A1から光軸方向に3.0メートルの位置に光軸に垂直に配置された平面における、実施例3のマイクロレンズアレイによる光像の水平方向の照度分布を示す図である。図17の横軸は平面上の水平方向の位置を示す。光軸と平面が交わる位置は、横軸の座標の0.0の位置である。図17の縦軸は相対照度を示す。相対照度の1は照度の最大値である。

20

【0057】

図18は、実施例3のマイクロレンズの曲面の傾きを示す図である。図18の横軸は、マイクロレンズのx軸の座標を示し、図18の縦軸は、実施例3のマイクロレンズの曲面の傾き

【数29】

$$\frac{df(x)}{dx}$$

及び照度分布を一様とする仮想曲面の傾き

【数30】

$$g(x) = \frac{dF(x)}{dx}$$

30

を示す。実施例3のマイクロレンズの曲面の傾きは、xの全範囲で式(10)を満たしている。ただし、 $0.5 < x < 0.8$ の範囲では、式(10)の上限にほぼ等しい。

【0058】

実施例4の光学系と光学素子

図19は実施例4の光学系を示す図である。実施例4の光学系は、光源320と、コリメータレンズ1200と、マイクロレンズアレイ1100と、を含む。コリメータレンズ1200と、マイクロレンズアレイ1100と、は一体的に形成されている。コリメータレンズ1200は透過面1201と反射面1203とを含む。光源320から放出されて透過面1201を透過した光、及び反射面1203によって反射された光は平行光束となってマイクロレンズアレイ1100に入射する。コリメータレンズ1200の主軸を光軸と一致させ、光源320の中心が光軸を通過するように配置する。図19において、光軸は水平方向に配置される。

40

【0059】

図20は実施例4の光学素子の形状を示す図である。実施例4の光学素子は、コリメータレンズ1200の射出側にマイクロレンズアレイ1100を備えている。光学素子は、マイクロレンズの正方形の隣接する2辺が、それぞれ水平方向及び鉛直方向となるように配置される。光学素子の材料は、ポリカーボネート(屈折率： $n = 1.590$)である。

50

コリメータレンズ 1200 の透過面 1201 は光源側に凸の非球面形状である。光軸からの距離を r として面形状は次式で定義される。

【数 3 1】

$$z(r) = \frac{1/R \cdot r^2}{1 + \sqrt{1 - (1+k) \frac{1}{R^2} \cdot r^2}}$$

ここで、 z は光軸上に位置する透過面 1201 の頂点から面上の点までの z 軸方向の距離を表し、 r は光軸から面上の点までの距離を表す。コリメータレンズの透過面 1201 を定義するパラメータは以下のとおりである。

位置（光源の中心点を基準として）： $z = 2.25$ [mm]

中心曲率半径： $R = 1.327$ [mm]

コーニック： $k = -2.527$

ここで、コリメータレンズの透過面 1201 の位置とは、透過面 1201 と光軸との交点、すなわち図 19 の B2 の位置である。B2 の位置は、上述の透過面 1201 の頂点の位置である。 $z = 2.25$ [mm] は、光源の中心点 B1 から B2 までの距離が 2.25 ミリメートルであることを意味する。

【0060】

コリメータレンズ反射面 1203 は光源側に凸の偶数次非球面形状である。光軸からの距離を r として面形状は以下の式で定義される。

【数 3 2】

$$z(r) = a_2 r^2 + a_4 r^4 + a_6 r^6$$

ここで、 z は、後で説明する光軸上に位置する点 $z(0)$ から面上の点までの z 軸方向の距離を表し、 r は光軸から面上の点までの距離を表す。コリメータレンズの反射面 1203 を定義するパラメータは以下のとおりである。

位置（光源の中心点を基準として）： $z = -0.455$ [mm]

非球面係数 a_2 ： $3.44 \text{ E} - 1$

非球面係数 a_4 ： $-5.56 \text{ E} - 3$

非球面係数 a_6 ： $7.68 \text{ E} - 5$

ここで、コリメータレンズの反射面 1203 の位置とは、反射面 1203 を表す上記の式の $z(0)$ の値に相当する光軸上の位置である。 $z = -0.455$ [mm] は、 $z(0)$ の値に相当する光軸上の位置が、光源の中心点 B1 から、マイクロレンズアレイ 1100 の反対側で 0.455 ミリメートル離れた位置であることを意味する。

【0061】

マイクロレンズアレイを定義するパラメータは以下のとおりである。

位置（光源の中心点を基準として）： $z = 6.0$ [mm]

セグメントサイズ： 2.0 （水平方向） \times 1.5 （鉛直方向）[mm²]

ここで、マイクロレンズアレイ 1100 の位置とは、マイクロレンズアレイ 1100 のレンズを備えていない面、すなわち底面と光軸との交点、すなわち図 19 の B3 の位置である。 $z = 6.0$ [mm] は、光源の中心点 B1 から B3 までの距離が 6.0 ミリメートルであることを意味する。マイクロレンズアレイ 1100 の厚みは、2.0 ミリメートルである。

【0062】

実施例 4 のマイクロレンズの曲面は以下の式で表せる。

【数 3 3】

$$z = f(x) = \sum_{n=1}^{10} \left(\frac{x}{|x|} \right)^n a_n x^n \quad \dots \quad (11)$$

10

20

30

40

50

【 0 0 6 3 】

表 4 は、実施例 4 のマイクロレンズの水平方向に配置される曲面（正方形の水平方向の辺を含む曲面）を示す式（11）の係数を示す表である。

【表 4】

a 1	a 2	a 3	a 4	a 5
-0.100	0.002	-0.210	0.014	-0.035
a 6	a 7	a 8	a 9	a 10
0.066	-0.020	0.000	0.000	0.000

10

【 0 0 6 4 】

表 5 は、実施例 4 のマイクロレンズの鉛直方向に配置される曲面（正方形の鉛直方向の辺を含む曲面）を示す式（11）の係数を示す表である。

【表 5】

a 1	a 2	a 3	a 4	a 5
-0.100	-0.001	-0.266	0.009	-0.023
a 6	a 7	a 8	a 9	a 10
0.077	-0.020	0.000	0.000	0.000

20

【 0 0 6 5 】

図 2 1 は、光源の中心点 B 1 から光軸方向に 3 . 0 メートルの位置に光軸に垂直に配置された平面における、実施例 4 のマイクロレンズアレイによる光像の照度分布を示す図である。マイクロレンズの正方形の 2 辺は水平方向に、他の 2 辺は鉛直方向に配置される。したがって、図 2 1 に示すように、水平方向及び鉛直方向に所定の長さの直線状の放射照度分布を有する光像が出現する。

【 0 0 6 6 】

図 2 2 は、光源の中心点 B 1 から光軸方向に 3 . 0 メートルの位置に光軸に垂直に配置された平面における、実施例 4 のマイクロレンズアレイによる光像の水平方向の照度分布を示す図である。図 2 2 の横軸は平面上の水平方向の位置を示す。光軸と平面が交わる位置は、横軸の座標の 0 . 0 の位置である。図 2 2 の縦軸は相対照度を示す。相対照度の 1 は照度の最大値である。

30

【 0 0 6 7 】

図 2 3 は、光源の中心点 B 1 から光軸方向に 3 . 0 メートルの位置に光軸に垂直に配置された平面における、実施例 4 のマイクロレンズアレイによる光像の鉛直方向の照度分布を示す図である。図 2 3 の横軸は平面上の鉛直方向の位置を示す。光軸と平面が交わる位置は、横軸の座標の 0 . 0 の位置である。図 2 3 の縦軸は相対照度を示す。相対照度の 1 は照度の最大値である。

40

【 0 0 6 8 】

図 2 4 は、実施例 4 のマイクロレンズの水平方向の曲面の傾きを示す図である。図 2 4 の横軸は、マイクロレンズの x 軸の座標を示し、図 2 4 の縦軸は、実施例 4 のマイクロレンズの水平方向の曲面の傾き

【数 3 4】

$$\frac{dfH(x)}{dx}$$

及び照度分布を一様とする仮想曲面の傾き

【数 3 5】

$$g(x) = \frac{dF(x)}{dx}$$

を示す。実施例 4 のマイクロレンズの水平方向の曲面の傾きは、 x の全範囲で式 (10) を満たしている。

【0069】

図 25 は、実施例 4 のマイクロレンズの鉛直方向の曲面の傾きを示す図である。図 25 の横軸は、マイクロレンズの x 軸の座標を示し、図 25 の縦軸は、実施例 4 のマイクロレンズの水平方向の曲面の傾き

10

【数 3 6】

$$\frac{dfH(x)}{dx}$$

及び照度分布を一様とする仮想曲面の傾き

【数 3 7】

$$g(x) = \frac{dF(x)}{dx}$$

を示す。実施例 4 のマイクロレンズの鉛直方向の曲面の傾きは、 x の全範囲で式 (10) を満たしている。

20

【0070】

実施例の照度分布と比較例の照度分布との比較

図 7 によれば、実施例 1 の照度分布は、 $0.2 \leq |x| \leq 2.2$ の範囲で相対照度は 0.95 以上である。これに対して、図 10 によれば、比較例の照度分布は、 $0.3 \leq |x| \leq 1.2$ 以外の範囲では、相対照度は 0.8 よりも低い。このように、実施例 1 の照度分布は、比較例の照度分布よりも一様である。

【0071】

図 13 によれば、実施例 2 の照度分布において、 $0.3 \leq |x| \leq 2.0$ の範囲で相対照度は 0.9 以上である。これに対して、図 10 によれば、比較例の照度分布は、 $0.3 \leq |x| \leq 1.2$ 以外の範囲では、相対照度は 0.8 よりも低い。このように、実施例 2 の照度分布は、比較例の照度分布よりも一様である。上述のように、実施例 2 のマイクロレンズの曲面の傾きは、 $x < 0.1$ の範囲で式 (10) を満たしていないが、一様な照度分布を有する光像が実現されている。

30

【0072】

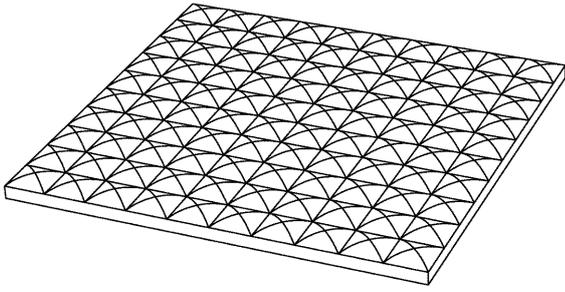
図 17 によれば、実施例 3 の照度分布において、 $0.2 \leq |x| \leq 1.3$ の範囲で相対照度は 0.8 以上であり、 $0.2 \leq |x| \leq 2.0$ の範囲で相対照度は 0.6 以上である。これに対して、図 10 によれば、比較例の照度分布は、 $0.2 \leq |x| \leq 1.6$ 以外の範囲では、相対照度は 0.6 よりも低い。このように、実施例 3 の照度分布は、比較例の照度分布よりも一様である。図 18 によれば、実施例 3 のマイクロレンズの曲面の傾きは、 x の全範囲で式 (10) を満たしているが、 $0.5 < x < 0.8$ の範囲では、式 (10) の上限にほぼ等しい。マイクロレンズの曲面の傾きと仮想曲面の傾き $g(x)$ との差が、本例よりも大きくなると照度分布の一様性の優位性は損なわれる。

40

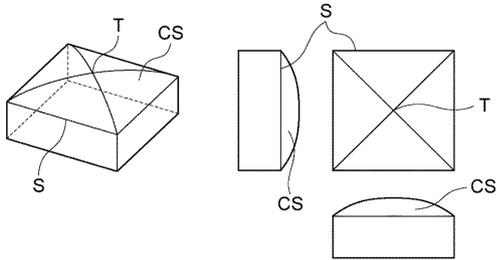
【0073】

図 22 によれば、実施例 4 の水平方向の照度分布において、 $0.3 \leq |x| \leq 1.1$ の範囲で相対照度は 0.8 以上である。図 23 によれば、実施例 4 の鉛直方向の照度分布において、 $0.3 \leq |x| \leq 0.8$ の範囲で相対照度は 0.8 以上である。異なる光学系を備えた比較例と単純に比較することはできないが、実施例 4 の光学素子によって比較的一様な照度分布を有する光像が実現されている。

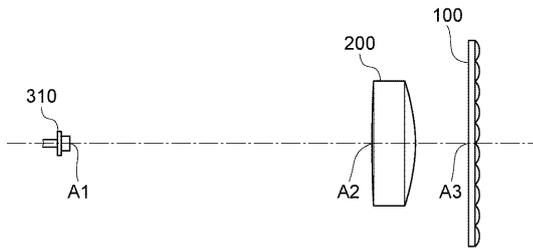
【 图 1 】



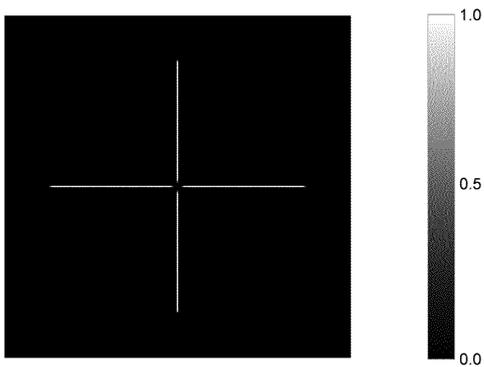
【 图 2 】



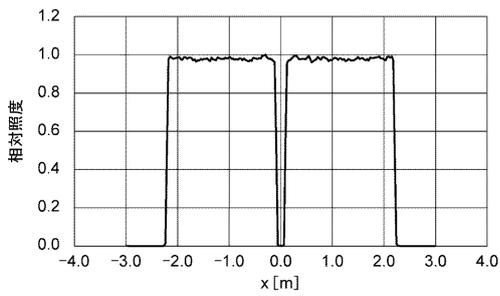
【 图 3 】



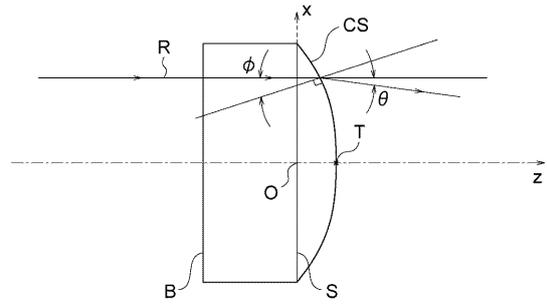
【 图 6 】



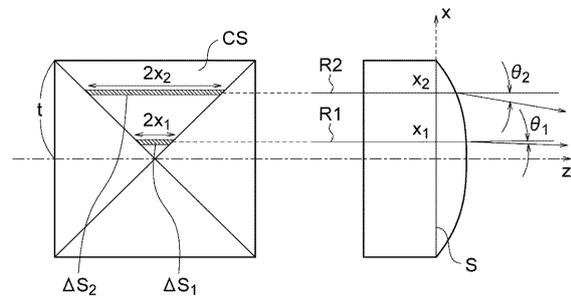
【 图 7 】



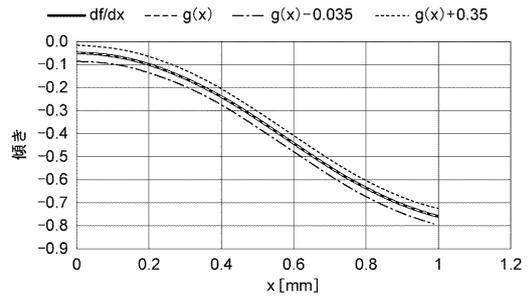
【 图 4 】



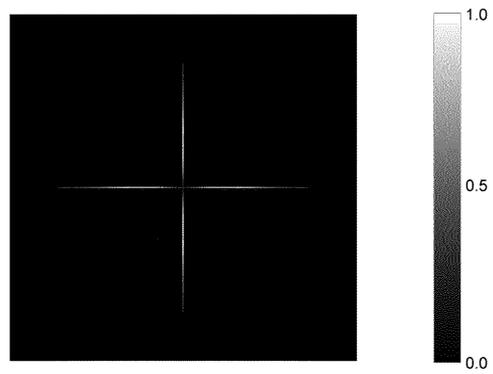
【 图 5 】



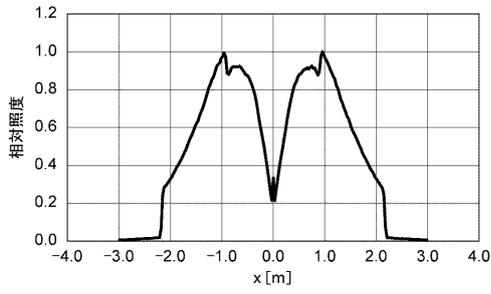
【 图 8 】



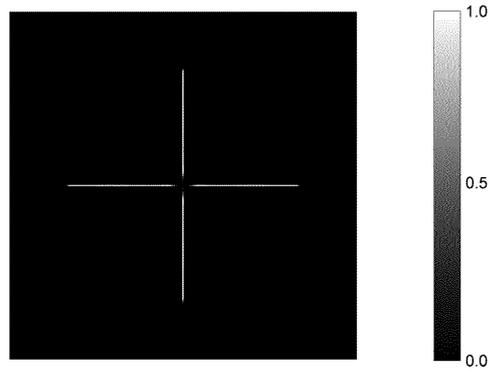
【 图 9 】



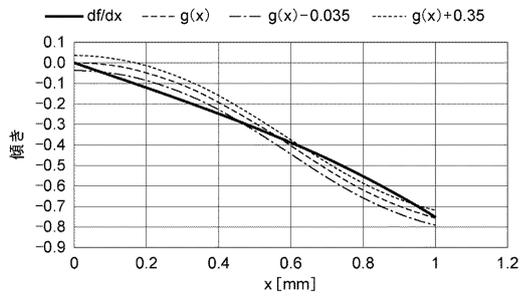
【 図 1 0 】



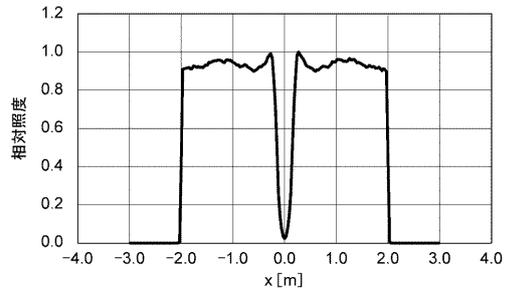
【 図 1 2 】



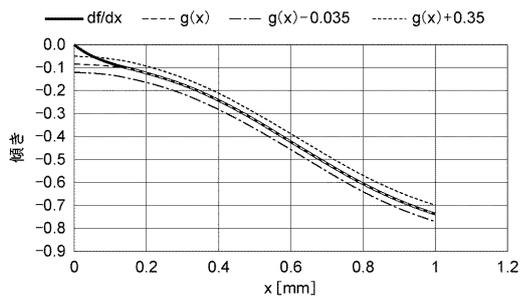
【 図 1 1 】



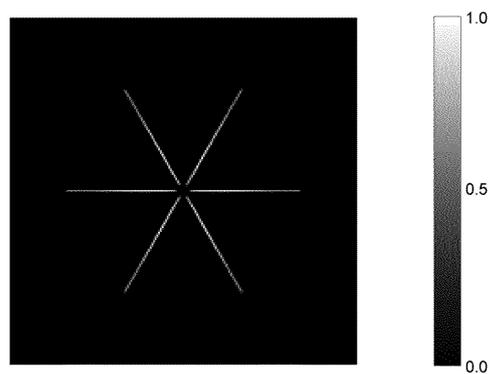
【 図 1 3 】



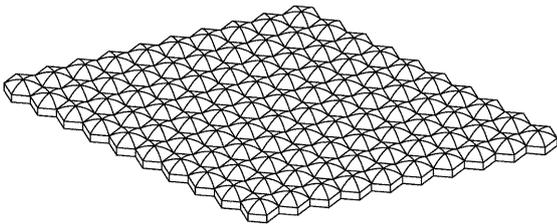
【 図 1 4 】



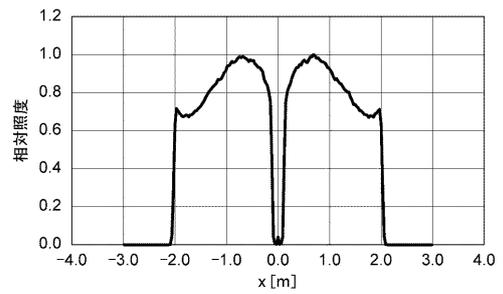
【 図 1 6 】



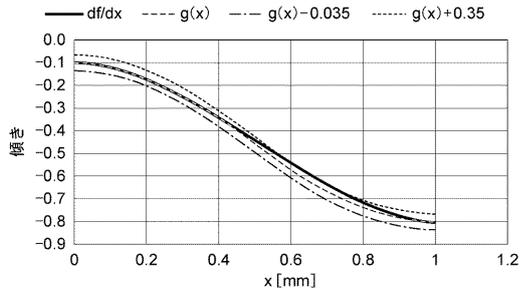
【 図 1 5 】



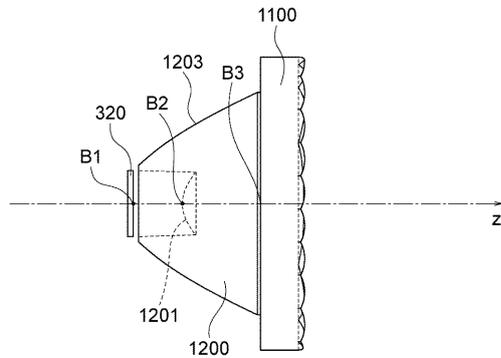
【 図 1 7 】



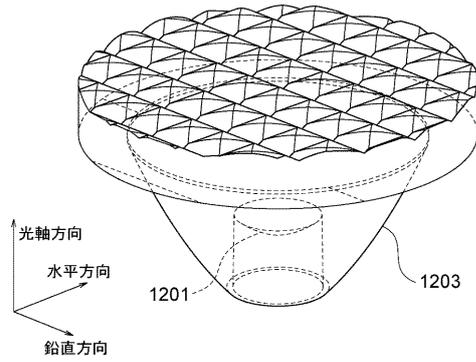
【 図 1 8 】



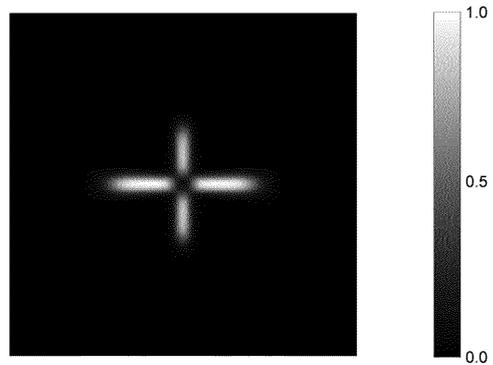
【 図 1 9 】



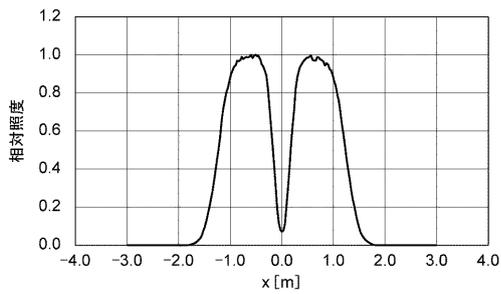
【 図 2 0 】



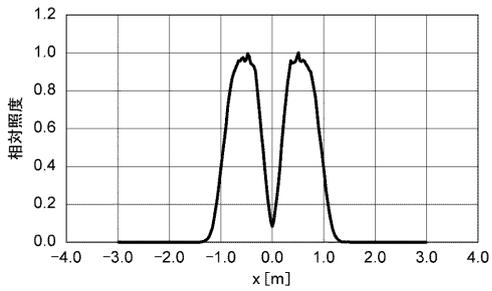
【 図 2 1 】



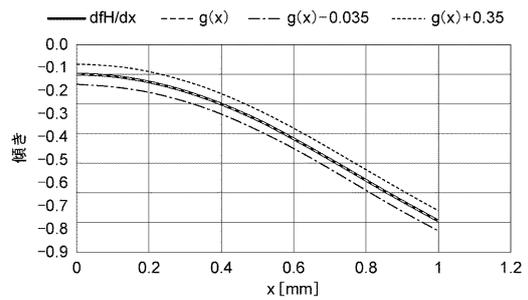
【 図 2 2 】



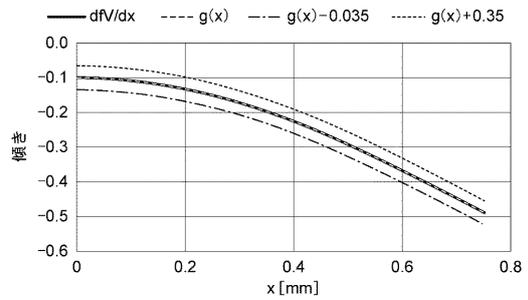
【 図 2 3 】



【 図 2 4 】



【 図 2 5 】



【手続補正書】

【提出日】平成28年8月31日(2016.8.31)

【手続補正1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】

複数のマイクロレンズを備えたマイクロレンズアレイであって、

各マイクロレンズは、凸多角形のN個の辺と、該凸多角形の平面から離れたマイクロレンズ頂点と、該マイクロレンズ頂点と該凸多角形のN個の頂点とを結ぶ線によって区切られたN個の曲面と、を含み、該マイクロレンズ頂点を通り該凸多角形の平面に直交する直線をz軸とし、z軸と該凸多角形の平面との交点を原点とし、該凸多角形の平面内において原点を通り、ある辺に直交する直線をx軸とし、該辺に対応する曲面のz座標を、

$$z = f(x)$$

で表し、原点から該辺までの距離をtとして、 $0 < |x| < t$ において

$$z = F(x)$$

で表せる仮想曲面を想定し、該マイクロレンズの材料の屈折率を n_0 とし、Aは非負、Cは正の定数として、

【数1】

$$g(x) = \frac{dF(x)}{dx} = \frac{-x}{|x|} \cdot \frac{Cx^2 + A}{n_0 \sqrt{1 + (Cx^2 + A)^2} - 1}$$

とすると、 $0 < 2.5 \cdot t < |x| < t$ において、

【数2】

$$g(x) - 0.035 \leq \frac{df(x)}{dx} \leq g(x) + 0.035$$

を満たし、

該凸多角形の平面に垂直に入射する均一な平行光束によって、該平行光束に垂直な平面上に形成される直線状の光像の照度分布が、該辺に対応する曲面が円弧形状である場合の照度分布よりも一様になるようにf(x)が定められたマイクロレンズアレイ。

【請求項2】

z軸を含みx軸に平行な断面において、該平面に垂直に入射してz軸方向に進む光線が該仮想曲面から射出した後に進む方向とz軸とのなす鋭角を θ とし、 $x = 0$ における

c とし、 $|x| = t$ における e とすると、

【数3】

$$A = \tan \theta c$$

【数4】

$$C = \frac{\tan \theta e - \tan \theta c}{t^2}$$

である請求項1に記載のマイクロレンズアレイ。

【請求項3】

$0 < |x| < t$ において、 $|x|$ が増加するにしたがって

$$z = F(x)$$

が単調に減少する請求項1または2に記載のマイクロレンズアレイ。

【請求項4】

該凸多角形が正多角形である請求項 1 から 3 のいずれかに記載のマイクロレンズアレイ。

【請求項 5】

z 軸が該正多角形の中心を通るように構成された請求項 4 に記載のマイクロレンズアレイ

。

【請求項 6】

N が 3、4 または 6 である請求項 1 から 5 のいずれかに記載のマイクロレンズアレイ。

【請求項 7】

隣り合う辺に対応する曲面の形状が異なるように構成された請求項 1 から 6 のいずれかに記載のマイクロレンズアレイ。

【請求項 8】

コリメータレンズと一体的に形成された請求項 1 から 7 のいずれかに記載のマイクロレンズアレイ。

【請求項 9】

光軸が、光源の中心点を通り、該マイクロレンズアレイの、該凸多角形の辺と平行な底面と直交するように定め、該中心点からコリメータレンズの入射面と光軸との交点までの距離は 30 ミリメートル、該コリメータレンズの中心厚は 4.0 ミリメートル、該コリメータレンズの入射面の曲率半径は 130.7 ミリメートル、該コリメータレンズの射出面の曲率半径は -19.38 ミリメートル、該コリメータレンズの屈折率は 1.519 とし、該中心点から該底面と光軸との交点までの距離は 40 ミリメートル、該底面から該マイクロレンズ頂点までの距離は 1.0 ミリメートルであって、該凸多角形の平面に入射する光束によって、該中心点から光軸方向に 3.0 メータの位置に光軸に垂直に配置された平面において直線状の光像が形成され、 $f(x)$ が、光軸と該平面が交わる位置から 0.3 メートルから 1.3 メートルの位置の該光像の相対照度は 0.8 以上であるように定められた請求項 1 に記載のマイクロレンズアレイ。

【請求項 10】

光軸が、光源の中心点を通り、該マイクロレンズアレイの、該凸多角形の辺と平行な底面と直交するように定め、該中心点からコリメータレンズの入射面と光軸との交点までの距離は 30 ミリメートル、該コリメータレンズの中心厚は 4.0 ミリメートル、該コリメータレンズの入射面の曲率半径は 130.7 ミリメートル、該コリメータレンズの射出面の曲率半径は -19.38 ミリメートル、該コリメータレンズの屈折率は 1.519 とし、該中心点から該底面と光軸との交点までの距離は 40 ミリメートル、該底面から該マイクロレンズの頂点までの距離は 1.0 ミリメートルであって、該凸多角形の平面に入射する光束によって、該中心点から光軸方向に 3.0 メータの位置に光軸に垂直に配置された平面において直線状の光像が形成され、 $f(x)$ が、光軸と該平面が交わる位置から 0.3 メートルから 2.0 メートルの位置の該光像の相対照度は 0.9 以上であるように定められた請求項 1 に記載のマイクロレンズアレイ。

【請求項 11】

n を正の整数、 a_n を定数として、マイクロレンズの曲面が、

【数 5】

$$z = f(x) = \sum_{n=1}^{10} \left(\frac{x}{|x|} \right)^n a_n x^n$$

によって表せる請求項 1 に記載のマイクロレンズアレイ。

【手続補正 3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0001

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0001】

本発明は、一様な照度分布を有する光像を形成するマイクロレンズアレイに関する。

【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/JP2015/058919
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER G02B3/00(2006.01)i, F21V5/00(2015.01)i, F21V5/02(2006.01)i, F21V5/04(2006.01)i 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) G02B3/00, F21V5/00, F21V5/02, F21V5/04 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 1996-2015 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2015 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2015 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.
Y	JP 2000-056101 A (NGK Insulators, Ltd.), 25 February 2000 (25.02.2000), entire text; all drawings (Family: none)	1-8
Y	JP 03-233417 A (Sharp Corp.), 17 October 1991 (17.10.1991), page 2, lower right column, line 12 to page 3, upper left column, line 4 & US 5225935 A & EP 426441 A2 & DE 69029366 D & KR 10-1994-0008665 B	1-8
Y	JP 2004-070102 A (Hitachi Maxell, Ltd.), 04 March 2004 (04.03.2004), paragraph [0015] (Family: none)	1-8
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "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) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "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 "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 "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 "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 08 June 2015 (08.06.15)		Date of mailing of the international search report 16 June 2015 (16.06.15)
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan		Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/058919

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 2014/021232 A1 (Asahi Glass Co., Ltd.), 06 February 2014 (06.02.2014), paragraph [0147] (Family: none)	1-8
Y	JP 2010-276831 A (Nikon Corp.), 09 December 2010 (09.12.2010), paragraph [0057]; fig. 4 (Family: none)	8
A	JP 2003-504217 A (HENTZE, Joachim), 04 February 2003 (04.02.2003), entire text; all drawings & US 6816311 B1 & WO 2001/003892 A1 & EP 1202841 A & DE 19932590 A & DE 50011127 D & AT 303884 T	1-8
A	JP 2008-542796 A (3M Innovative Properties Co.), 27 November 2008 (27.11.2008), paragraphs [0019] to [0053]; fig. 3A to 6C & US 2006/0250707 A1 & WO 2006/121690 A1 & EP 1877843 A & KR 10-2008-0005397 A & CN 101171533 A	1-8
A	JP 2012-509784 A (3M Innovative Properties Co.), 26 April 2012 (26.04.2012), paragraphs [0012] to [0025]; fig. 5 & US 2010/0128351 A1 & WO 2010/059577 A2 & CN 102216814 A & TW 201030384 A & KR 10-2011-0087325 A	1-8
A	US 2011/0013119 A1 (Juhwa Ha), 20 January 2011 (20.01.2011), entire text; all drawings & US 2014/0009913 B2 & EP 2275844 A1 & KR 10-2011-0007453 A & CN 101956913 A	1-8

国際調査報告		国際出願番号 PCT/J P 2 0 1 5 / 0 5 8 9 1 9									
A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. G02B3/00(2006.01)i, F21V5/00(2015.01)i, F21V5/02(2006.01)i, F21V5/04(2006.01)i											
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. G02B3/00, F21V5/00, F21V5/02, F21V5/04											
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>1971-2015年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2015年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2015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	1971-2015年	日本国実用新案登録公報	1996-2015年	日本国登録実用新案公報	1994-2015年
日本国実用新案公報	1922-1996年										
日本国公開実用新案公報	1971-2015年										
日本国実用新案登録公報	1996-2015年										
日本国登録実用新案公報	1994-2015年										
国際調査で使用了電子データベース (データベースの名称、調査に使用了用語)											
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 請求項の番号									
Y	JP 2000-056101 A (日本碍子株式会社) 2000.02.25, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-8									
Y	JP 03-233417 A (シャープ株式会社) 1991.10.17, 第2頁右下欄第12行-第3頁左上欄第4行 & US 5225935 A & EP 426441 A2 & DE 69029366 D & KR 10-1994-0008665 B	1-8									
<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		の日の後に公表された文献									
「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		「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									
「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		「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									
「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)		「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									
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献		「&」同一パテントファミリー文献									
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願											
国際調査を完了した日 08.06.2015		国際調査報告の発送日 16.06.2015									
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) 薄井 義明	20 3816								
		電話番号 03-3581-1101 内線 3271									

国際調査報告		国際出願番号 PCT/JP2015/058919
C (続き) . 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 請求項の番号
Y	JP 2004-070102 A (日立マクセル株式会社) 2004.03.04, [0015] (ファミリーなし)	1-8
Y	WO 2014/021232 A1 (旭硝子株式会社) 2014.02.06, [0147] (ファミリーなし)	1-8
Y	JP 2010-276831 A (株式会社ニコン) 2010.12.09, [0057]、[図4] (ファミリーなし)	8
A	JP 2003-504217 A (ヘンツェ, ヨアヒム) 2003.02.04, 全文、全図 & US 6816311 B1 & WO 2001/003892 A1 & EP 1202841 A & DE 19932590 A & DE 50011127 D & AT 303884 T	1-8
A	JP 2008-542796 A (スリーエム イノベイティブ プロパティズ カ ンパニー) 2008.11.27, [0019] - [0053]、[図3A] - [図6C] & US 2006/0250707 A1 & WO 2006/121690 A1 & EP 1877843 A & KR 10-2008-0005397 A & CN 101171533 A	1-8
A	JP 2012-509784 A (スリーエム イノベイティブ プロパティズ カ ンパニー) 2012.04.26, [0012] - [0025]、[図5] & US 2010/0128351 A1 & WO 2010/059577 A2 & CN 102216814 A & TW 201030384 A & KR 10-2011-0087325 A	1-8
A	US 2011/0013119 A1 (Juhwa Ha) 2011.01.20, 全文、全図 & US 2014/0009913 B2 & EP 2275844 A1 & KR 10-2011-0007453 A & CN 101956913 A	1-8

フロントページの続き

(51) Int.Cl.

F I

テーマコード (参考)

F 2 1 Y 115:10

(81) 指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), EP(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, 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, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US

【要約の続き】

$$g(x) = \frac{dF(x)}{dx} = \frac{-x}{|x|} \cdot \frac{Cx^2 + A}{n\sqrt{1 + (Cx^2 + A)^2} - 1}$$

$$g(x) - 0.035 \leq \frac{df(x)}{dx} \leq g(x) + 0.035$$

(注) この公表は、国際事務局 (WIPO) により国際公開された公報を基に作成したものである。なおこの公表に係る日本語特許出願 (日本語実用新案登録出願) の国際公開の効果は、特許法第 184 条の 10 第 1 項 (実用新案法第 48 条の 13 第 2 項) により生ずるものであり、本掲載とは関係ありません。