

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4635494号
(P4635494)

(45) 発行日 平成23年2月23日 (2011. 2. 23)

(24) 登録日 平成22年12月3日 (2010. 12. 3)

(51) Int. Cl.	F I
H O 1 L 33/58 (2010. 01)	H O 1 L 33/00 4 3 O
B 4 1 J 2/44 (2006. 01)	B 4 1 J 3/21 L
B 4 1 J 2/45 (2006. 01)	
B 4 1 J 2/455 (2006. 01)	

請求項の数 4 (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2004-205508 (P2004-205508)	(73) 特許権者	000005496
(22) 出願日	平成16年7月13日 (2004. 7. 13)		富士ゼロックス株式会社
(65) 公開番号	特開2006-32448 (P2006-32448A)		東京都港区赤坂九丁目7番3号
(43) 公開日	平成18年2月2日 (2006. 2. 2)	(74) 代理人	100104880
審査請求日	平成19年5月31日 (2007. 5. 31)		弁理士 古部 次郎
		(74) 代理人	100118201
			弁理士 千田 武
		(72) 発明者	橋本 隆寛
			東京都港区海岸二丁目1番7号 日本板硝子株式会社内
		(72) 発明者	永田 秀史
			東京都港区海岸二丁目1番7号 日本板硝子株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 レンズ付き発光素子

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

複数の発光素子が1次元状に配列された発光素子アレイを構成するレンズ付き発光素子であって、

略U字状であって当該略U字状の一对の直線部が前記1次元の方向に並置された発光部を有する発光素子と、

前記発光部を覆うように前記発光素子上に設けられ、前記略U字状の発光部の前記一对の直線部を覆うように設けられた一对のシリンドリカルレンズと、当該一对の直線部の先端部を覆うように設けられた半球状レンズとを含む略U字状の複合レンズとを備え、

前記複合レンズは一定の厚みを有するベース部分と、その上部の表面に曲率を有する曲面部分とから構成され、

前記略U字状の発光部の、前記1次元の方向の幅をpとした場合に、

前記略U字状の発光部の前記一对の直線部の先端部の並置間隔は、 $0.35p$ 、

前記複合レンズのベース部分の厚さは、 $0 \sim 0.71p$ 、

前記シリンドリカルレンズまたは半球状レンズの曲率半径は、 $0.20p \sim 0.47p$

、前記一对のシリンドリカルレンズの中心間距離は $0.70p$ である、レンズ付き発光素子。

【請求項2】

前記複合レンズのベース部分の厚さは、 $0.35p$ 、

10

20

前記シリンドリカルレンズまたは半球状レンズの曲率半径は、 $0.27p$ である、請求項 1 に記載のレンズ付き発光素子。

【請求項 3】

複数の発光素子が 1 次元状に配列された発光素子アレイを構成するレンズ付き発光素子であって、

略 U 字状であって当該略 U 字状の一对の直線部が前記 1 次元の方向に並置された発光部を有する発光素子と、

前記発光部を覆うように前記発光素子上に設けられ、前記略 U 字状の発光部の前記一对の直線部を覆うように設けられた前記 1 次元の方向に並置された 2 個の半球状レンズと、
当該 2 個の半球状レンズに接する 1 個の半球状レンズとの組み合わせよりなる複合レンズとを備え、

10

前記複合レンズは一定の厚みを有するベース部分と、その上部の表面に曲率を有する曲面部分とから構成され、

前記略 U 字状の発光部の、前記 1 次元の方向の幅を p とした場合に、

前記略 U 字状の発光部の前記一对の直線部の先端部の並置間隔は、 $0.35p$ 、

前記複合レンズのベース部分の厚さは、 $0 \sim 0.12p$ 、

前記半球状レンズの曲率半径は、 $0.71p \sim 1.18p$ 、

前記複合レンズを構成する 3 個の半球状レンズの相互の中心間距離は、 $1.41p$ である、レンズ付き発光素子。

20

【請求項 4】

前記複合レンズのベース部分の厚さは、 $0.12p$ 、

前記半球状レンズの曲率半径は、 $0.94p$ である、請求項 3 に記載のレンズ付き発光素子。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、レンズ付き発光素子、特に光の取出し効率を向上させたレンズ付き発光素子に関する。

【背景技術】

【0002】

光プリンタの書込みヘッドの光学系は、LEDアレイを構成する各 LED 素子の光点の像をレンズアレイにより感光ドラム上に結像させるように設計されている。レンズアレイには、屈折率分布型ロッドレンズアレイが用いられる場合が多い。

30

【0003】

従来の光プリンタに用いられる LEDアレイ、屈折率分布型ロッドレンズアレイ、感光ドラムの代表的な構成例を図 1 に示す。10 は LED、12 はロッドレンズアレイ、14 は感光ドラムである。

【0004】

レンズアレイ 12 の実効的な口径角 θ が半角として $17 \sim 20^\circ$ であるのに対し、LED 10 は基本的にランバーシアン分布で発光しており、光の取出し効率は極めて低い。ランバーシアン分布で発光している LED の発光のうち、レンズアレイ 12 を介して感光ドラム 14 に伝達する光量は、およそ $3 \sim 5\%$ に過ぎない。すなわち、LED の発光量の $95 \sim 97\%$ は利用できず、光取出し効率が低いという問題があった。

40

【0005】

光利用効率を高めるために、LED 発光部の直上にマイクロレンズアレイを配置して、LED 発光の指向性を少しでも狭めることによって、レンズアレイの口径角内に入射する光線を増やそうとすることが考えられる。しかしながら、一般に、光プリンタに使用される LEDアレイの発光部は、図 2 に示されるように、電極 20 が発光部 22 の領域に突き出て、中央付近を塞いでしまっており、その結果、図 2 に示されるように、発光部 22 の領域の形状は略 U 字形の形状をしている。これを、図 3 に示すような一般的なマイクロレ

50

ンズアレイ 18 で指向性を狭めようとする場合、破線 23 で示すレンズの光軸近傍の光線を利用するのが望ましいが、レンズの光軸近傍は、ちょうど電極 20 の位置に対応してしまい、その結果、十分に光取出し効率を向上できないという問題点がある。

【0006】

マイクロレンズアレイを備えた LED アレイは、下記特許文献 1, 2, 3 に記載されているが、これら問題点は検討されておらず、したがってマイクロレンズの形状に関するものではない。

【0007】

以上のような問題は、LED のみならず、その他の発光素子にもあてはまることである。

10

【特許文献 1】特開平 9-109455 号公報

【特許文献 2】特開 2000-347317 号公報

【特許文献 3】特開 2001-36144 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

本発明の目的は、光の取出し効率を向上することのできるレンズ形状を提供することにある。

【0009】

本発明の他の目的は、光取出し効率を向上させたレンズ付き発光素子を提供することにある。

20

【課題を解決するための手段】

【0010】

本発明の第 1 の態様は、1 次元状に配列された発光素子アレイを構成するレンズ付き発光素子であって、略 U 字状の発光部を有する発光素子と、前記発光素子上に設けられ、前記 1 次元の方向に並置された少なくとも 2 個のシリンドリカルレンズと、半球状レンズとの組合わせよりなる略 U 字状の複合レンズとを備え、前記複合レンズは一定の厚みを有するベース部分と、その上部の表面に曲率を有する曲面部分とから構成され、前記略 U 字状の発光部の、前記 1 次元の方向の幅を p とした場合に、前記複合レンズのベース部分の厚さは、 $0 \sim 0.71p$ 、前記シリンドリカルレンズまたは半球状レンズの曲率半径は、 $0.20p \sim 0.47p$ 、前記少なくとも 2 個のシリンドリカルレンズの中心間距離は $0.35p \sim 0.89p$ であることを特徴とする。

30

【0011】

本発明の第 2 の態様は、1 次元状に配列された発光素子アレイを構成するレンズ付き発光素子であって、略 U 字状の発光部を有する発光素子と、前記発光素子上に設けられ、前記 1 次元の方向に並置された 2 個の半球状レンズと、1 個の半球状レンズとの組合わせよりなる複合レンズとを備え、前記複合レンズは一定の厚みを有するベース部分と、その上部の表面に曲率を有する曲面部分とから構成され、前記略 U 字状の発光部の、前記 1 次元の方向の幅を p とした場合に、前記複合レンズのベース部分の厚さは、 $0 \sim 0.71p$ 、前記半球状レンズの曲率半径は、 $0.71p \sim 1.18p$ 、前記 2 個の半球状レンズの中心間距離は、 $0.23p \sim 1.64p$ であることを特徴とする。

40

【0012】

本発明の第 3 の態様は、1 次元状に配列された発光素子アレイを構成するレンズ付き発光素子であって、略 U 字状の発光部を有する発光素子と、前記発光素子上に設けられ、前記 1 次元の方向に並置された 2 個の半球状レンズの組合わせよりなる複合レンズとを備え、前記複合レンズは一定の厚みを有するベース部分と、その上部の表面に曲率を有する曲面部分とから構成され、前記略 U 字状の発光部の、前記 1 次元の方向の幅を p とした場合に、前記複合レンズのベース部分の厚さは、 $0 \sim 0.71p$ 、前記半球状レンズの曲率半径は、 $0.47p \sim 1.18p$ 、前記 2 個の半球状レンズの中心間距離は、 $0.23p \sim 1.17p$ であることを特徴とする。

50

【発明の効果】

【0013】

本発明によれば、光取出し効率を向上させたレンズ付き発光素子を実現できる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0014】

以下、本発明の実施例を図面に基づいて説明する。本発明のレンズ付き発光素子の一実施例は、図4に示すように、LEDの略U字形の発光部22上に複合レンズを設けたものである。発光部22は略U字形状を基本とし、図4のX軸方向の長さを p として規格化する。このX軸方向は、この発光部をアレイとして使用する場合のアレイ方向、すなわち光点の走査方向となる。電極20の中心と、発光部22の中心とは、Y軸方向の線上にある。なお、X軸、Y軸はX-Y座標系の座標軸を示している。

10

【0015】

発光部22のY軸方向の長さは、 $1.06p$ であり、電極20の幅は、 $0.35p$ である。なお、これら値は、実施例で用いるモデルの値であり、限定的なものではない。

【0016】

以上のような略U字形発光部22上に設ける複合レンズの形状について説明する。なお、複合レンズは、樹脂で作製されるものとする。

【0017】

本発明の複合レンズの基本形状は、図5(A)、(B)に示すように、LED10の発光部表面(発光面)から一定の厚みのベース部分24が存在し、その上に半球状または半円柱状の曲面部分26が存在する。図5(A)は、2つの曲面部分26が存在する場合を、図5(B)は、レンズ表面に曲面部分26の外に平坦部分28がある場合を、それぞれ示している。

20

【0018】

上部曲面部分26の曲率半径を「曲率半径 r 」という。ただし図5(B)のようにレンズ表面に平坦部分が有る場合は、平坦部分以外の曲面部分の曲率半径を意味する。発光面から曲面の開始点までのベース部分の厚みを「ベース厚み d 」というものとする。

【0019】

以下、本発明の複合レンズの形状について説明する。

【0020】

30

(a) 略U字型複合レンズ

図6に示すように、略U字状の発光部の形状に対応し、直線部の各上面部分が半円柱状のシリンドリカルレンズ30、32、34と、半球状レンズ(正確には半球状レンズの一部)36、38、40、42との組合せとなっている。半球状レンズ36、38は $1/2$ 部分よりなり、半球状レンズ40、42は $1/4$ 部分よりなる。上記の厚み方向のパラメータ d のほか、図示するように、X軸方向に並置される一対のシリンドリカルレンズ30、32の中心間距離 w が重要なパラメータである。

【0021】

(b) 3レンズ複合型

図7に示すように、略U字状発光部の形状に対応して、3個の半球状レンズ(正確には半球状レンズの一部)44、46、48が、レンズ径より短い中心間距離で配列されて複合レンズを形成している。各半球状レンズは、扇形をしている。すなわち、2個の半球状レンズ46、48がX軸方向に並置され、これら2個の半球状レンズ46、48に接して、1個の半球状レンズ44が配置されている。U字状発光部の左右方向に対応する方向(X軸方向)の2つのレンズ46、48の中心間距離 w が重要な形状パラメータである。

40

【0022】

(c) 2レンズ複合型

図8に示すように、略U字状の発光部の形状に対応し、単純に2個の半球状レンズ(正確には半球状レンズの一部)50、52をレンズ径より短いレンズ中心間距離 w でx軸方向に配列したものである。U字状発光部22の左右方向に対応する方向(X軸方向)の

50

2つのレンズの中心間の方向（Y軸方向）が一致するように配置するが、その2つのレンズ中心間距離 w が重要な形状パラメータである。

【0023】

次に、レンズ形状の最適化について説明する。図4の発光部形状（実寸の例としては $p = 17 \mu\text{m}$ とした）に対し、曲率半径 r とベース厚み d を各表に示すように2次元に変化させ、レンズがない場合に比べて光量が増加する（1.01倍以上となる）範囲を求めた。また光量が最大となるレンズ形状最適値を求めた。

【0024】

また、レンズ中心間距離 w は、レンズの曲率半径 r に対して発光部全面をレンズが覆うことができる範囲として決定した。発光部22上にレンズがない部分が生じると、光量低下を招くからである。

10

【0025】

一方、LEDアレイの発光部間のピッチは、発光部のX軸方向の長さ p よりも小さくなることはない。上記の複合レンズを採用すれば、隣接レンズ間での干渉は起こらず、発光部間ピッチの変化は、光量増加に影響を与えない。実施例では発光部間ピッチは1.25 p で計算した。

【0026】

まず、図6に示した略U字型複合レンズの場合について、説明する。

【0027】

【表1】

20

略U字型複合レンズ

	変化範囲	光量増加範囲	最適値
曲率半径 r	0.17 $p \sim 0.47p$	0.20 $p \sim 0.47p$	0.27 p
ベース厚み d	0 $\sim 0.88p$	0 $\sim 0.71p$	0.35 p
レンズ中心間距離 w		0.35 $p \sim 0.89p$	0.70 p
樹脂の屈折率	1.46 ~ 1.68		

【0028】

30

ベース厚み d および曲率半径 r を表1の範囲で変化させたときの光量と、レンズがない場合の光量との比（光量比）を測定した。測定結果を、表2に示す。光量比が1.01以上を、背景がグレー表示の領域内に示す。

【0029】

【表 2】

略U字型複合レンズ

ベース厚 d		曲率半径 r					
μm	p換算	p換算 μm	0.176 3.0	0.206 3.5	0.235 4.0	0.265 4.5	0.471 8.0
0	0.000		0.3	1.2	1.3	1.5	1.5
1	0.059		0.7	1.4	1.4	1.7	1.7
2	0.118		0.9	1.5	1.5	1.9	1.8
4	0.235		1.0	1.6	1.7	2.0	1.9
6	0.353		1.2	1.7	2.0	2.1	2.0
8	0.471		1.0	1.6	1.9	2.0	1.9
10	0.588		0.5	1.5	1.7	1.7	1.4
12	0.706		0.1	1.2	1.6	1.5	1.2
15	0.882		0.1	0.8	0.9	0.9	0.9

【0030】

最適条件のレンズ形状（曲率半径、ベース厚み）とレンズ中心間距離 0.70 p、樹脂屈折率 1.55 での光量は、レンズがない場合の 2.1 倍となった。なお、光量増加範囲内では、像の拡大は 1.2 倍以下であった。

【0031】

次に、図 7 に示した 3 レンズ型複合レンズの場合について説明する。

【0032】

【表 3】

3 レンズ型複合レンズ

	変化範囲	光量増加範囲	最適値
曲率半径 r	0.24p~1.18p	0.71p~1.18p	0.94p
ベース厚み d	0~0.88p	0~0.71p	0.12p
レンズ中心間距離 w		0.23p~1.64p	1.41p
樹脂の屈折率	1.46~1.68		

【0033】

ベース厚み d および曲率半径 r を表 3 の範囲で変化させたときの光量比を測定する。測定結果を、表 4 に示す。光量比が 1.01 以上を、背景がグレー表示の領域内に示す。

【0034】

【表 4】

3レンズ型複合レンズ

ベース厚d		曲率半径r					
		p換算	0.235	0.471	0.706	0.941	1.176
μm	p換算	μm	4	8	12	16	20
0	0.00		0.75	0.90	1.05	1.05	1.05
2	0.12		0.80	0.70	1.05	1.10	1.05
4	0.24		0.75	0.80	0.70	0.70	0.70
6	0.35		0.60	0.80	0.60	0.70	0.70
8	0.47		0.40	0.50	0.50	0.60	0.60
10	0.59		0.40	0.40	0.40	0.50	0.50

10

【0035】

最適条件のレンズ形状（曲率半径、ベース厚み）とレンズ中心間距離1.41p、樹脂屈折率1.55での光量は、レンズがない場合の1.1倍となった。なお、光量増加範囲内では、像の拡大は1.2倍以下であった。

【0036】

20

次に、図8に示した2レンズ型複合レンズの場合について説明する。

【0037】

【表 5】

2レンズ型複合レンズ

	変化範囲	光量増加範囲	最適値
曲率半径r	0.24p～1.18p	0.47p～1.18p	0.94p
ベース厚みd	0～0.88p	0～0.71p	0.59p
レンズ中心間距離w	0.23p～1.41p	0.23p～1.17p	0.94p
樹脂の屈折率	1.46～1.68		

30

【0038】

ベース厚みdおよび曲率半径rを表5の範囲で変化させたときの光量比を測定する。測定結果を、表6に示す。光量比が1.01以上を、背景がグレー表示の領域内に示す。

【0039】

【表 6】

2レンズ型複合レンズ

ベース厚d		曲率半径r					
μm	p換算	p換算	0.24	0.47	0.71	0.94	1.18
		μm	4	8	12	16	20
0	0.00		0.7	1.5	1.6	1.7	1.6
2	0.12		0.8	1.6	1.7	1.9	1.9
4	0.24		0.7	1.9	1.8	2.0	1.8
6	0.35		0.6	2.0	1.9	2.0	1.7
8	0.47		0.4	1.9	1.8	1.9	1.8
10	0.59		0.4	1.7	1.7	1.8	1.8
12	0.71		0.1	1.2	1.6	1.5	1.5
15	0.88		0.1	0.7	0.9	0.9	0.9

10

【0040】

最適条件のレンズ形状（曲率半径、ベース厚み）とレンズ中心間距離0.94p、樹脂屈折率1.55での光量は、レンズがない場合の2.0倍となった。

20

【0041】

上記光量増加範囲は図4のような略U字形状の発光部を基本形状として求めたが、この発光部形状より発光部面積が相対的に縮小する場合においては、レンズ形状パラメータの上記各範囲内における明るさ比は1.01倍以上になる。したがって例えば図9に示すような形状の発光部の場合にも上記各数値範囲は有効である。

【0042】

図9（A）は、図4のU字状発光部の両端を、斜め形状としたものである。図9（B）は、図4のU字状発光部の角部を、斜め形状としたものである。図9（C）は、図4のU字状発光部の外形を、円形状としたものである。図9（D）は、図4のU字状発光部を細くしたものである。

30

【0043】

以上の各実施例では、発光素子として、LEDを例に説明したが、本発明はLEDに限定されるものではなく、他のあらゆる発光素子に適用できることは明らかである。発光素子の他の例としては、3端子発光サイリスタを挙げることができる。

【図面の簡単な説明】

【0044】

【図1】従来の光プリンタに用いられるLEDアレイ、屈折率分布型ロッドレンズアレイ、感光ドラムの代表的な構成例を示す図である。

【図2】発光部領域の形状を示す図である。

40

【図3】従来のレンズ付きLEDアレイを用いた場合の感光ドラムへの光線の状態を示す図である。

【図4】発光部のサイズを示す図である。

【図5】複合レンズの断面を示す図である。

【図6】複合レンズの一例を示す図である。

【図7】複合レンズの他の例を示す図である。

【図8】複合レンズのさらに他の例を示す図である。

【図9】発光部の他の形状を示す図である。

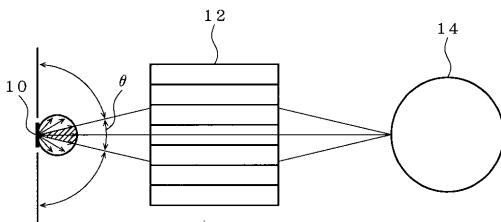
【符号の説明】

【0045】

50

- 20 電極
 22 発光部
 24 ベース部分
 26 曲面部分
 30, 32, 34 シリンドリカルレンズ
 36, 38, 40, 42, 44, 46, 48, 50, 52 半球状レンズ

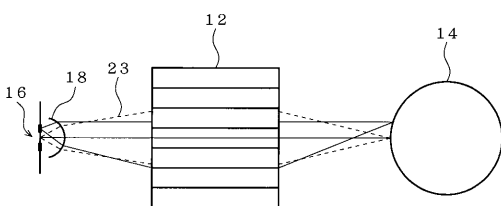
【図 1】



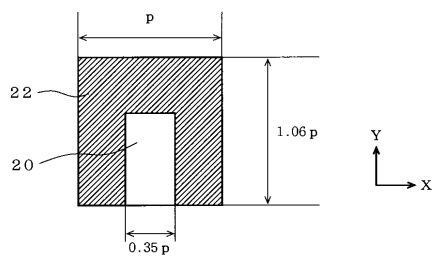
【図 2】



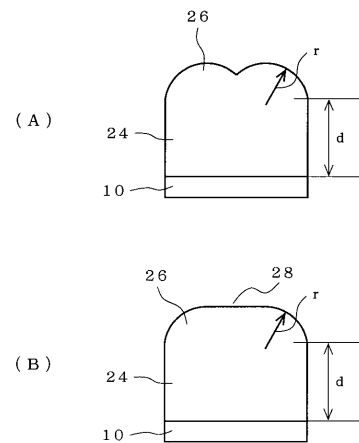
【図 3】



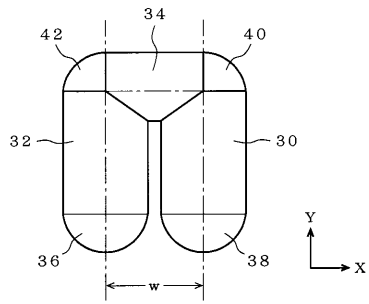
【図 4】



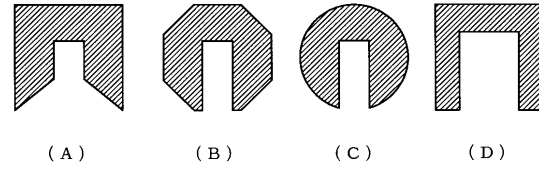
【図 5】



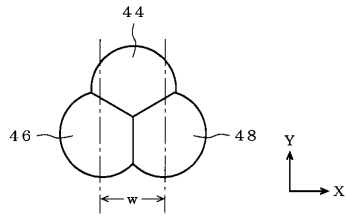
【図 6】



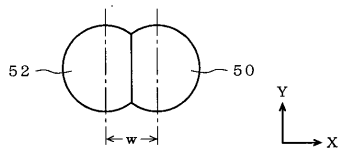
【図 9】



【図 7】



【図 8】



フロントページの続き

(72)発明者 浜中 賢二郎
東京都港区海岸二丁目1番7号 日本板硝子株式会社内

審査官 土屋 知久

(56)参考文献 特開2002-198571 (JP, A)
特開平08-156320 (JP, A)
特開2004-179368 (JP, A)
特開平11-027459 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L	5/00-	5/50
G02B	6/26	
G02B	6/30-	6/34
G02B	6/42	