

【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載

【部門区分】第7部門第2区分

【発行日】平成18年5月25日(2006.5.25)

【公開番号】特開2005-311269(P2005-311269A)

【公開日】平成17年11月4日(2005.11.4)

【年通号数】公開・登録公報2005-043

【出願番号】特願2004-166560(P2004-166560)

【国際特許分類】

H 01 L 33/00 (2006.01)

G 02 B 3/00 (2006.01)

【F I】

H 01 L	33/00	M
--------	-------	---

H 01 L	33/00	A
--------	-------	---

G 02 B	3/00	A
--------	------	---

G 02 B	3/00	Z
--------	------	---

【手続補正書】

【提出日】平成18年3月30日(2006.3.30)

【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】

半導体基板上に発光部領域を有する発光素子と、
前記発光部領域を覆う反射防止膜と、
前記発光素子上の前記反射防止膜表面に設けられたレンズと、
を備えるレンズ付き発光素子。

【請求項2】

前記レンズは、
前記発光素子上に設けられ、前記発光部領域での発光強度の極大位置を結ぶ線上にまたはその線に隣接した位置に、レンズの中心が位置する複数の球面レンズの一部分が隣接配置された、または前記線に沿った軸を有する複数のシリンドリカルレンズの一部分が隣接配置された、または前記球面レンズの一部分およびシリンドリカルレンズの一部分が隣接配置された複合レンズである、
請求項1に記載のレンズ付き発光素子。

【請求項3】

前記発光部領域での発光強度の極大位置を結ぶ線が、3つの線分よりなる略U字形である場合に、

前記複合レンズは、各線分の両端またはその近傍に中心が位置する4つの球面レンズの一部分と、各線分の中間部において、前記線に平行な軸を有する3つのシリンドリカルレンズの一部分とが隣接配置されている、請求項2に記載のレンズ付き発光素子。

【請求項4】

前記発光部領域での発光強度の極大位置を結ぶ線が、3つの線分よりなる略U字形である場合に、

前記複合レンズは、各線分の中間位置近傍に中心が位置する3つの球面レンズの一部分が隣接配置されている、請求項2に記載のレンズ付き発光素子。

【請求項5】

前記複合レンズは樹脂よりなる、請求項 2，3 または 4 に記載のレンズ付き発光素子。

【請求項 6】

前記反射防止膜は単層膜であり、その屈折率は前記発光部領域の屈折率と前記レンズを構成する樹脂の屈折率との中間の値をもつ、請求項 1～5 のいずれかに記載のレンズ付き発光素子。

【請求項 7】

前記反射防止膜は塗化シリコンよりなる、請求項 1～6 のいずれかに記載のレンズ付き発光素子。

【請求項 8】

発光部領域を有する発光素子と、

前記発光素子上に設けられ、前記発光部領域での発光強度の極大位置を結ぶ線上にまたはその線に隣接した位置に、レンズの中心が位置する複数の球面レンズの一部分が隣接配置された、または前記線に沿った軸を有する複数のシリンドリカルレンズの一部分が隣接配置された、または前記球面レンズの一部分およびシリンドリカルレンズの一部分が隣接配置された複合レンズと、

を備えるレンズ付き発光素子。

【請求項 9】

前記発光部領域での発光強度の極大位置を結ぶ線が、3つの線分よりなる略 U 字形である場合に、

前記複合レンズは、各線分の両端またはその近傍に中心が位置する4つの球面レンズの一部分と、各線分の中間部において、前記線に平行な軸を有する3つのシリンドリカルレンズの一部分とが隣接配置されている、請求項 8 に記載のレンズ付き発光素子。

【請求項 10】

前記発光部領域での発光強度の極大位置を結ぶ線が、3つの線分よりなる略 U 字形である場合に、

前記複合レンズは、各線分の中間位置近傍に中心が位置する3つの球面レンズの一部分が隣接配置されている、請求項 8 に記載のレンズ付き発光素子。

【請求項 11】

前記複合レンズは樹脂よりなる、請求項 8，9 または 10 に記載のレンズ付き発光素子。

【請求項 12】

請求項 1～11 のいずれかに記載のレンズ付き発光素子を複数個、直線状に配列したレンズ付き発光素子アレイ。

【請求項 13】

前記発光素子は発光ダイオードである、請求項 12 に記載のレンズ付き発光素子アレイ。

【請求項 14】

前記発光素子は発光サイリスタである、請求項 12 に記載のレンズ付き発光素子アレイ。

【請求項 15】

請求項 14 に記載のレンズ付き発光素子アレイを含む、自己走査型発光素子アレイ。

【請求項 16】

請求項 12、13 または 14 に記載のレンズ付き発光素子アレイを有する書込みヘッド。

【請求項 17】

請求項 16 に記載の光書込みヘッドを備える光プリンタ。

【請求項 18】

発光素子の発光部領域の形状を、発光パターン形状変換素子および結像素子を介して、被結像面上に結像する結像装置であって、

前記発光部領域の形状は、略 U 字形であり、

前記被結像面上に形成された、前記発光部領域に対応する像の形状は、略単峰形状になっていることを特徴とする結像装置。

【請求項 19】

前記発光パターン形状変換素子は、前記発光部領域での発光強度の極大位置を結ぶ線が、3つの線分よりなる略U字形である場合に、各線分の両端またはその近傍に中心が位置する4つの球面レンズの一部分と、各線分の中間部において、前記線に平行な軸を有する3つのシリンドリカルレンズの一部分とが隣接配置されている複合レンズである請求項18に記載の結像装置。

【請求項 20】

前記発光パターン形状変換素子は、前記発光部領域での発光強度の極大位置を結ぶ線が、3つの線分よりなる略U字形である場合に、各線分の両端またはその近傍に中心が位置する3つの球面レンズの一部分が隣接配置されている複合レンズである請求項18に記載の結像装置。

【請求項 21】

前記複合レンズは、前記発光素子に一体形成されている、請求項19または20に記載の結像装置。

【請求項 22】

前記発光素子は発光ダイオードである、請求項18～21のいずれかに記載の結像装置。

【請求項 23】

前記発光素子は発光サイリスタである、請求項18～21のいずれかに記載の結像装置。

【請求項 24】

前記発光素子は発光ダイオードアレイである、請求項18～21のいずれかに記載の結像装置。

【請求項 25】

前記発光素子は発光サイリスタアレイである、請求項18～21のいずれかに記載の結像装置。

【請求項 26】

前記結像素子は、ロッドレンズアレイである請求項24または25に記載の結像装置。

【請求項 27】

前記被結像表面は、感光ドラムである、請求項18～26のいずれかに記載の結像装置。

【請求項 28】

請求項24または25に記載の結像装置を有する書き込みヘッド。

【請求項 29】

請求項28に記載の光書き込みヘッドを備える光プリンタ。

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【発明の詳細な説明】

【発明の名称】レンズ付き発光素子および結像装置

【技術分野】

【0001】

本発明は、レンズ付き発光素子、特に光利用効率の向上に寄与するレンズ付き発光素子およびレンズ付き発光素子を用いた結像装置に関する。

【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素子の光点の像を結像装置である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。

【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】

ロッドレンズアレイ12の実効的な口径角が半角として17～20°であるのに対し、LED10は基本的にランバーシアン分布で発光しており、光利用効率は極めて低い。ランバーシアン分布で発光しているLEDの発光のうち、ロッドレンズアレイ12を介して感光ドラム14に伝達する光量は、およそ3～5%に過ぎない。すなわち、LEDの発光量の95～97%は利用できず、光利用効率が低いという問題があった。

【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、ロッド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ンズアレイ18で指向性を狭めようとする場合、破線24で示すレンズの光軸近傍の光線を利用するものが望ましいが、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、十分に光利用効率を向上できないという問題点がある。なお、図3において、16は、略U字形の発光部領域を有する発光素子を示している。

【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がある。

【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、レンズアレイを用いて感光ドラム上に発光素子アレイの発光部の像を結像させる、いわゆる光プリンタに使用する発光素子アレイの光利用効率を向上させることにある。

【0009】

本発明の他の目的は、光利用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。

【0010】

本発明のさらに他の目的は、光利用効率を向上させたレンズ付き発光素子アレイを提供することにある。

【0011】

本発明のさらに他の目的は、レンズ付発光素子またはレンズ付発光素子アレイを有する結像装置を提供することにある。

【0012】

本発明のさらに他の目的は、このようなレンズ付き発光素子アレイあるいは結像装置を用いた書込みヘッドを提供することにある。

【0013】

本発明のさらに他の目的は、このような書込みヘッドを備える光プリンタを提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0014】

本発明のレンズ付き発光素子は、半導体基板上に発光部領域を有する発光素子と、前記発光部領域を覆う反射防止膜と、前記発光素子上の前記反射防止膜表面に設けられたレンズとを備えている。前記反射防止膜は単層膜であり、その屈折率は前記発光部領域の屈折率と前記レンズを構成する樹脂の屈折率との中間の値を有している。

【0015】

なお、比較的屈折率の大きな樹脂を用いてレンズを形成すれば、発光部上に直接レンズを形成して使用することもできる。

【0016】

本発明のレンズ付き発光素子のレンズは、単一の球面レンズではなく、複数の球面レンズ、または複数の球面レンズおよびシリンドリカルレンズを組合せた複合レンズである。

【0017】

このような複合レンズの設計は、以下のようにして行う。

【0018】

(1) 発光素子の発光強度の極大位置を結ぶ曲線あるいは折れ線上にまたはその線に隣接した位置にレンズの中心が位置する複数の球面レンズの一部分を隣接配置した複合レンズ、または、その線に沿った軸を持った曲線状または折れ線状シリンドリカルレンズの一部分を隣接配置した複合レンズ、または、球面レンズの一部分およびシリンドリカルレンズの一部分を組合せた複合レンズである。

【0019】

(2) 発光素子の発光強度の極大位置を結ぶ曲線あるいは折れ線が、略U字形状である場合、略U字の3つの線分の各両端またはその近傍に球面レンズの一部分を設け、その中间部分にシリンドリカルレンズを設け、それらを互いに隣接配置した複合レンズである。なお、ここに略U字形状とは、発光素子の発光強度の極大位置を結ぶ曲線あるいは折れ線が、全体として略U字形をなしていることを単に表している。

【0020】

(3) 上記(2)と同様の発光素子の場合、略U字形状をなす3つの線分の中間位置近傍に中心が位置する3つの球面レンズの一部分を設け、それらを互いに隣接配置した複合レンズである。

【0021】

したがって、本発明のレンズ付き発光素子は、発光部領域を有する発光素子と、前記発光素子上に設けられ、前記発光部領域での発光強度の極大位置を結ぶ線上にまたはその線に隣接した位置に、レンズの中心が位置する複数の球面レンズの一部分が隣接配置された、または前記線に沿った軸を有する複数のシリンドリカルレンズの一部分が隣接配置された、または前記球面レンズの一部分およびシリンドリカルレンズの一部分が隣接配置された複合レンズとを備えている。

【0022】

前記発光部領域での発光強度の極大位置を結ぶ線が、3つの線分よりなる略U字形である場合には、前記複合レンズは、各線分の両端またはその近傍に中心が位置する4つの球面レンズの一部分と、各線分の中間部において、前記線に平行な軸を有する3つのシリンドリカルレンズの一部分とが隣接配置されている。

【0023】

また、前記発光部領域での発光強度の極大位置を結ぶ線が、3つの線分よりなる略U字形である場合には、前記複合レンズは、各線分の中間位置近傍に中心が位置する3つの球

面レンズの一部分が隣接配置されている。

【0024】

また、本発明は、発光素子の発光部領域の形状を、発光パターン形状変換素子および結像素子を介して、被結像面上に結像する結像装置であって、前記発光部領域の形状は、略U字形であり、前記被結像面上に形成された、前記発光部領域に対応する像の形状は、略単峰形状になっていることを特徴とする。

【0025】

発光パターン形状変換素子には、上述した複合レンズを利用することができます。

【発明の効果】

【0026】

本発明のレンズ付き発光素子によれば、反射防止膜を備えているので、光透過率は大きくなり、光の取り出し効率は増大する。また、レンズを複合レンズにすることにより、ランバーシアン分布で発光する光の利用効率を高めることができる。また、本発明のレンズアレイ付き発光素子アレイを用いる結像装置によれば、発光光線を有効に結像素子に導くことができて、光利用効率を大幅に向上させることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0027】

以下、本発明の実施例を図面に基づいて説明する。

【実施例1】

【0028】

本発明のレンズ付き発光素子は、図4(A)に示すように、LEDの略U字形の発光部22に対して、その上に、発光パターン変換素子である複合レンズ30を設ける。

【0029】

略U字形の発光部の発光強度の極大位置を結ぶと、折れ線32が形成される。この折れ線32の3つの線分の各両端またはその近傍に中心が位置する4つの球面レンズの一部分を設け、その中間部分に3つの各線分に平行な軸を有する3つのシリンドリカルレンズの一部分を設け、それらを互いに隣接配置して複合レンズ30が形成される。

【0030】

このような複合レンズの材料には、エポキシ系またはアクリル系の樹脂が用いられる。

【0031】

図4(B)は、複合レンズ30の構造を示す平面図である。図中、点33, 34, 35, 36は、図4(A)に示す略U字形折れ線32の3つの線分32a, 32b, 32cの各両端を示す。複合レンズ30は、点33を中心とする球面レンズの一部分43と、点34を中心とする球面レンズの一部分44と、点35を中心とする球面レンズの一部分45と、点36を中心とする球面レンズの一部分46とを有している。複合レンズ30は、さらに、線分32aに平行な軸を有するシリンドリカルレンズ48の一部分と、線分32bに平行な軸を有するシリンドリカルレンズ50の一部分と、線分32cに平行な軸を有するシリンドリカルレンズ52の一部分とを有している。これら4つの球面レンズの一部分と、3つのシリンドリカルレンズの一部分とは、図示のように隣接配置されている。

【0032】

図4(B)には、複合レンズの形状を理解させるために、X-X線断面図およびY-Y線断面図も示している。

【0033】

このように複合レンズ30は、略U字形発光部22の各部に球面レンズの光軸中心、または、シリンドリカルレンズの軸を一致させ、その球面レンズの一部分と、シリンドリカルレンズとを複合した特殊な形状のレンズである。

【0034】

このような、略U字形の発光部形状に合わせた複合レンズを用いた結像装置を図5に示す。この結像装置は、発光素子16と、発光パターン変換素子(複合レンズ)30と、結像素子(ロッドレンズアイ)12とを備えている。

【 0 0 3 5 】

略U字形発光部の各部分ごとに、複合レンズの各部分を用いて、発光光線を光軸方向、すなわち、結像素子であるロッドレンズの方向に屈折させることができて、ロッドレンズの方向にランバーシアン発光の指向性を狭めることができる。

【 0 0 3 6 】

本実施例の複合レンズアレイ30を用いて、ロッドレンズアレイ12を介して、被結像面である感光ドラム14上に形成した、光スポットであるLEDの画素像の光量分布を図6(A)に示す。複合レンズのない場合の光量分布(図6(B))に対して、画素中心部分の光量の低部分が消失し、良好な略単峰形状の分布となった。このときの光量を測定したところ、複合レンズのない場合に比べて、1.7倍の明るさとなった。

【 0 0 3 7 】

また、光パターン変換素子を有することによって焦点深度が深くなり、結像素子と被結像面の位置合わせ精度が緩和できた。

【 0 0 3 8 】

以上、本発明の実施例によって、本発明のレンズ付き発光素子の光利用効率向上効果が確認できた。また、本発明の結像装置の光利用効率および実装精度の緩和向上効果が確認できた。

【 0 0 3 9 】

なお、本発明の複合レンズは、例えば、図7に示されるような、略U字形発光部22の上に、各々中心を位置させた3つの球面レンズの一部分を、「三つ葉のクローバ」のような形状に組合せたような形状であっても、同様な効果が得られる。

【 0 0 4 0 】

このような複合レンズは、次のようにして設計される。略U字形のLED発光部の発光強度の極大位置を結ぶと、折れ線32が形成される。この折れ線32の3つの線分の中間位置近傍に中心53, 54, 56が位置する3つの球面レンズ63, 64, 66の一部分を設け、それらを互いに隣接配置する。

【 0 0 4 1 】

一般に、光半導体素子の発光部の屈折率は3.2~3.7であり、特にLEDプリンタに使用されるLEDのGaAs系半導体の屈折率は3.3~3.6である。この半導体から発光する光をそのまま空气中に出すと、空気との界面での反射により光の取り出し効率が著しく減少する。また、複合レンズの樹脂の屈折率も半導体の屈折率に比べて一般に小さいので、半導体と樹脂の界面で反射が生じる。

【 0 0 4 2 】

本発明においては光の利用効率を高める目的で樹脂レンズを設けているので、界面の反射によって光の取り出し効率が減少しては、その効果が失われてしまう。そこで、樹脂レンズの屈折率を考慮し、光の取り出し効率が低下しないような手段を施す必要がある。本発明では、発光部と樹脂レンズとの界面での反射を小さくするため、発光部表面に透明誘電体よりなる反射防止膜を設ける。

【 0 0 4 3 】

図8は、このような反射防止膜を設けたレンズ付き発光素子の実施例の断面を示す。

【 0 0 4 4 】

LEDは、GaAs基板90上に、n-AlGaAs層91とp-AlGaAs層92とが成長され、p側電極93, n側電極94が形成されて構成されている。LEDの発光部表面上には、反射防止膜として屈折率が1.8~2.1のSiN膜95を1層形成し、さらに樹脂レンズ96を形成した。

【 0 0 4 5 】

本実施例で用いたAlGaAs発光部の屈折率は3.5~3.6であり、SiN膜の屈折率は1.8~2.1であり、樹脂レンズの屈折率は、1.47~1.7である。

【 0 0 4 6 】

AlGaAs発光部の屈折率が3.5~3.6の場合、発光波長780nmに対する反

射防止条件に対応するSiN膜の膜厚は、96~99nm(または470~490nm)である。このSiN膜の形成により、光透過率は93%以上が得られた。このときの光量を測定したところ、レンズのない場合に比べて、2.2倍の明るさが得られた。

【0047】

上記実施例においては、反射防止膜としてSiN膜を用いたが、これに限られない。屈折率が発光部の屈折率と樹脂レンズの屈折率の中間の値をもつ透明な材料であれば使用できる。また、反射防止膜は単層膜には限られず、複数の積層膜で構成してもよい。

【0048】

また、比較的屈折率の大きな樹脂を用いてレンズを形成すれば、発光部からの発光を直接空気中に取り出す場合に比べて半導体表面での反射は小さくなる。したがって反射防止膜を設けず、発光部上に直接レンズを形成して使用することもできる。

【実施例2】

【0049】

実施例1では、発光素子アレイとして、LEDアレイの場合について説明した。

【0050】

本実施例では、発光素子アレイとして、いわゆる「自己走査型発光素子アレイ」を用いた。この場合も、上記と同様の光利用効率向上効果が確認できた。

【0051】

自己走査型発光素子アレイは、発光素子アレイの構成要素としてpnpn構造を持つ発光サイリスタを用い、発光素子の自己走査が実現できるように構成したものであり、特開平1-238962号公報、特開平2-14584号公報、特開平2-92650号公報、特開平2-92651号公報に開示されている。

【0052】

また、特開平2-263668号には、転送素子アレイをシフト部として、発光部である発光素子アレイと分離した構造の自己走査型発光素子アレイが開示されている。

【0053】

図9に、分離タイプの自己走査型発光素子アレイの等価回路図を示す。この自己走査型発光素子アレイは、転送用サイリスタT₁, T₂, T₃, …、書き込み用発光サイリスタL₁, L₂, L₃, …からなる。シフト部の構成は、ダイオード接続を用いている。V_{GK}は電源(通常5V)であり、電源ライン72から各負荷抵抗R_Lを経て各転送用サイリスタのゲート電極G₁, G₂, G₃, …に接続されている。また、転送用サイリスタのゲート電極G₁, G₂, G₃, …は、書き込み用発光サイリスタのゲート電極にも接続される。転送用サイリスタT₁のゲート電極にはスタートパルスsが加えられ、転送用サイリスタのアノード電極には、交互に転送用クロックパルス1, 2が加えられる。これらクロックパルスは、クロックパルスライン74, 76を経て供給される。書き込み用発光サイリスタのアノード電極には、信号ライン78を経て、書き込み信号1が加えられている。

【0054】

図10に、このような自己走査型発光素子アレイのチップ80を示す。チップ両端にボンディングパッド82が設けられ、発光用サイリスタの発光部(略U字形)84がチップの縁部に沿って直線状に配列されている。なお、転送用サイリスタアレイは、図示を省略してある。

【0055】

本発明は、以上のような自己走査型発光素子アレイの発光用サイリスタアレイに適用できる。複合レンズアレイを設けた発光用サイリスタアレイの一部拡大図を図11に示す。この拡大部分は、図10に点線で囲った部分に相当している。図12に、図11の側面を示す。

【0056】

図11および図12から、発光用サイリスタの略U字形の発光部84のアレイ上に、実施例1で説明した複合レンズ30よりなるアレイが設けられていることがわかるであろう。

【図面の簡単な説明】**【0057】**

【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。

【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】本発明のレンズ付き発光素子の一実施例を示す図である。

【図5】本発明の結像装置の一例を示す図である。

【図6】複合レンズアレイを用いて、ロッドレンズを介して感光ドラム上に形成した、LEDの画素像の光量分布を示す図である。

【図7】本発明のレンズ付き発光素子の他の実施例を示す図である。

【図8】反射防止膜を形成したレンズ付き発光素子の断面図である。

【図9】自己走査型発光素子アレイの等価回路を示す図である。

【図10】自己走査型発光素子アレイのチップを示す図である。

【図11】複合レンズアレイを設けた発光用サイリスタアレイの一部拡大図である。

【図12】図11の側面図である。

【符号の説明】**【0058】**

10 LED

12 ロッドレンズアレイ

14 感光ドラム

18 マイクロレンズアレイ

20 電極

22 発光部

30 複合レンズ

32 折れ線

43, 44, 45, 46 球面レンズの一部分

48, 50, 52 シリンドリカルレンズの一部分

72 電源ライン

74, 76 クロックパルスライン

78 信号ライン

80 チップ

82 ボンディングパッド

84 発光用サイリスタの発光部

90 AlGaAs 基板

91 n-AlGaAs 層

92 p-AlGaAs 層

93 p側電極

94 n側電極

95 SiN 膜