

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2016年9月29日(29.09.2016)



(10) 国際公開番号

WO 2016/152359 A1

- (51) 国際特許分類:
G03F 7/20 (2006.01) *G02B 19/00* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/055170
- (22) 国際出願日: 2016年2月23日(23.02.2016)
- (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 2015-065347 2015年3月26日(26.03.2015) JP
- (71) 出願人: ウシオ電機株式会社(USHIO DENKI KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒1008150 東京都千代田区大手町2丁目6番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 松島 竹夫(MATSUSHIMA, Takeo); 〒6710224 兵庫県姫路市別所町佐土1194番地 ウシオ電機株式会社内 Hyogo (JP).
- (74) 代理人: 特許業務法人 ユニウス国際特許事務所 (UNIUS PATENT ATTORNEYS OFFICE); 〒5320011 大阪府大阪市淀川区西中島5丁目13-9 新大阪MTビル1号館2階 Osaka (JP).

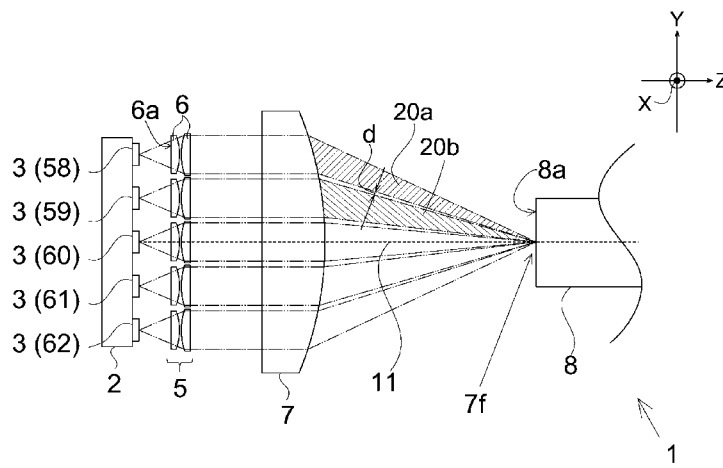
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, 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, 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, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (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), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第21条(3))

(54) Title: LIGHT SOURCE DEVICE AND EXPOSURE DEVICE

(54) 発明の名称: 光源装置、露光装置



(57) Abstract: The present invention achieves a light source device that includes a plurality of LED elements and suppresses reductions in luminance. The light source device is provided with: the plurality of LED elements; a first optical system including a plurality of collimating lenses that respectively collimate light radiating from the plurality of LED elements; and a second optical system for condensing light radiated from the first optical system. The plurality of LED elements each has a light emitting region and a non-light-emitting region when viewed from the direction of the optical axes of the respective corresponding collimating lenses, and is disposed such that the relative position of the light-emitting regions and the relative position of the non-light-emitting regions with the optical axes of the respective corresponding collimating lenses as a reference are present in a plurality of types.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2016/152359 A1

複数のＬＥＤ素子を含み、輝度の低下を抑制した光源装置を実現する。光源装置は、複数のＬＥＤ素子と、複数のＬＥＤ素子から射出された光をそれぞれコリメートする複数のコリメートレンズを含む第一光学系と、第一光学系から射出された光を集光する第二光学系とを備える。複数のＬＥＤ素子は、それぞれに対応するコリメートレンズの光軸の方向から見たときに、発光領域と非発光領域を有し、それぞれに対応するコリメートレンズの光軸を基準としたときの発光領域の相対位置及び非発光領域の相対位置が複数種類存在するように配置されている。

明 細 書

発明の名称：光源装置、露光装置

技術分野

[0001] 本発明は、光源装置に関し、特に、複数のＬＥＤ素子を備えた光源装置に関する。また、本発明は、このような光源装置を含む露光装置に関する。

背景技術

[0002] 従来、光を用いた微細加工に露光装置が利用されている。近年では、露光技術は種々の分野で展開されており、微細加工の中でも比較的大きなパターンの作製や三次元的な微細加工に利用されている。より具体的には、例えばＬＥＤの電極パターンの作製や、加速度センサーに代表されるＭＥＭＳ（Micro Electro Mechanical Systems）の製造工程などに露光技術が利用されている。

[0003] これらの露光技術において、以前から、光源として輝度の高い放電ランプが用いられていた。しかし、近年の固体光源技術の進歩に伴い、複数のＬＥＤ素子が配置されたものを光源として利用することが検討されている。このような技術として、例えば特許文献１には、複数のＬＥＤ素子からなるユニットを光源とし、この光源とマスクの間にフライアイレンズが配置された露光装置が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献１：特開２００４－３３５９５３号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] ＬＥＤ素子は、露光用の光源としては一チップ当たりの放射光束が少ない。このため、露光用の光源装置として使用するためには、複数のＬＥＤ素子からの射出光をできる限り集める必要がある。このためには、光源として配置されるＬＥＤ素子の個数を増やす必要がある。

[0006] 上記特許文献１に開示された光源装置の構成を、図１１を参照して説明する。図１１（ａ）は、この光源装置の一部分を模式的に示した図面である。図１１（ａ）に示すように、この光源装置は、複数のＬＥＤ素子（１０１，１０２，…）を含む光源１００、コリメートレンズ１０３、及びフライアイレンズ１０４を含んで構成される。図１１（ｂ）は、図１１（ａ）の一部拡大図である。

[0007] ＬＥＤ素子１０１は光軸の中心に位置しており、ＬＥＤ素子１０２は光源１００の周縁部に位置している。図１１に示される光線Ｌ１は、ＬＥＤ素子１０１からの放射光のうち、フライアイレンズ１０４に含まれる一つのレンズ１１０の入射面１２１に入射される光である。同様に、光線Ｌ２は、ＬＥＤ素子１０２からの放射光のうち、フライアイレンズ１０４に含まれる一つのレンズ１１０の入射面１２１に入射される光である。

[0008] 光軸の中心に位置するＬＥＤ素子１０１から射出される光線Ｌ１は、レンズ１１０に対して、光軸に平行に入射される。一方、光軸から離れた位置に配置されたＬＥＤ素子１０２から射出される光線Ｌ２は、レンズ１１０に対して、光軸に対して角度を有して入射される。これらの光は、レンズ１１０の射出面１２２でそれぞれ結像する（ＩＭ１０１，ＩＭ１０２）。図１１（ｃ）は、レンズ１１０の射出面１２２に結像された状態を模式的に示す図面である。

[0009] 射出面１２２から射出される光が後段の光学系（不図示）に入射されることで、この光が利用される。つまり、射出面１２２は二次光源となる。この二次光源の輝度は、個々のＬＥＤ素子（１０１，１０２，…）の輝度に、ＬＥＤ像（ＩＭ１０１，ＩＭ１０２，…）の総面積を乗じ、射出面１２２の面積で除した値となる。すなわち、二次光源として機能する射出面１２２の輝度をできるだけ高くするためには、ＬＥＤ像の総面積と射出面１２２の面積をなるべく一致させる必要がある。このためには、ＬＥＤ素子（１０１，１０２，…）をなるべく隙間なく並べることが必要である。

[0010] しかし、図１１に示すように、複数のＬＥＤ素子（１０１，１０２，…）

を配置して光源 100 を構成する場合、各 LED 素子（101, 102, …）に電流を供給するための信号線やスイッチング素子などの周辺回路が必要となる。このため、現実的には、LED 素子（101, 102, …）を隙間なく並べることができない。この結果、従来の構成によれば、二次光源（図 11 の構成であればフライアイレンズ 104 の射出面）の輝度が低下してしまう。

[0011] このような課題に鑑み、本発明は、複数の LED 素子を含み、輝度の低下を抑制した光源装置を実現することを目的とする。また、本発明は、このような光源装置を含む露光装置を実現することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0012] 本発明の光源装置は、
複数の LED 素子と、
前記複数の LED 素子から射出された光をそれぞれコリメートする複数のコリメートレンズを含む第一光学系と、
前記第一光学系から射出された光を集光する第二光学系とを備え、
前記複数の LED 素子は、
それぞれに対応する前記コリメートレンズの光軸の方向から見たときに、
発光領域と非発光領域を有し、
それぞれに対応する前記コリメートレンズの光軸を基準としたときの前記発光領域の相対位置及び前記非発光領域の相対位置が複数種類存在するように配置されていることを特徴とする。

[0013] 前述したように、一つの LED 素子から射出される光は、ランプに比べて輝度が小さい。このため、例えば露光装置用の光源など、多くの光を必要とする用途の光源に利用されることを想定した場合には、なるべく輝度を落とすことなく、多くの LED 素子の光を集めることが重要となる。

[0014] ところで、LED 素子は、電源供給のための配線パターンが不可欠であるため、「発明が解決しようとする課題」の項で上述したように、LED 素子自体を完全に密接して配置することができない。つまり、複数の LED 素子

を配置するに際しては、隣接するＬＥＤ素子同士に一定の間隔を空けざるを得ない。この間隔を形成する領域は、光を射出しない領域（非発光領域）を構成する。このため、単に複数のＬＥＤ素子を配置し、各ＬＥＤ素子からの射出光を集光したとしても、非発光領域が不可避免的に生じてしまう。よって、複数のＬＥＤ素子から射出された光を単に集光しただけでは、照射面での輝度の低下を招いてしまう。

[0015] 上記構成によれば、複数のＬＥＤ素子から射出された光を、第一光学系においてコリメートした後に、集光している。これにより、第一光学系から射出された光は、ＬＥＤ素子から射出された直後の時点に比べて、輝度を維持したまま、光軸に直交する平面上において面積の広い光束を構成する。これにより、各ＬＥＤ素子から射出された光束同士の間隔を狭めることができ、非発光領域の少ない光源が構成される。これにより、従来よりも輝度の高い光源装置が実現される。

[0016] 更に、上記の構成によれば、照射面における照度分布を均一化できるという第二の効果も実現される。この点につき説明する。図１Ａは、ＬＥＤ素子を上面から見たときの模式図である。図１Ａに示すＬＥＤ素子４０は、光取り出し部４１、電極部４２、及び素子被覆部４３を備えている。光取り出し部４１は、通常、半導体層で構成されており、発光領域を構成する。電極部４２は、光を透過しない導電性材料で構成されており、非発光領域を構成する。

[0017] 図１Ｂは、図１Ａに示す形状を有するＬＥＤ素子を複数備えた場合において、各ＬＥＤ素子からの射出光を、第一光学系及び第二光学系を介して所定の入射面上に集光させたときの、当該入射面上における像の写真である。図１Ｂの写真において、一部分に暗い領域の存在が確認されるが、図１Ａの図面と照らし合わせると、この暗い領域が電極部４２の位置、すなわち非発光領域の位置に対応していることが分かる。

[0018] 通常、光源に複数のＬＥＤ素子を配置させる場合においては、各ＬＥＤ素子は同一の寸法及び形状を示すものが使用され、各ＬＥＤ素子が備える配線

パターンも同一である。同一の配線パターンで構成された複数のＬＥＤ素子から射出された光を、第一光学系及び第二光学系を介して集光した場合、集光された面上において、発光領域からの光が有する角度成分の強度は高くなり、非発光領域からの光（弱い光）が有する角度成分の強度は低くなる。結果として、集光された面上において照度分布が生じる。図１Ｂの写真において、明るい領域と暗い領域が存在しているのは、上記の理由によるものと考えられる。

[0019] 従って、図１Ｂに示されるような照度分布を有した光を、露光用の光として、例えばワークに照射した場合、ワーク面に露光ムラが生じる可能性がある。

[0020] しかし、上記光源装置の構成によれば、コリメートレンズの光軸に対する発光領域の相対位置及び非発光領域の相対位置が複数種類存在するように、複数のＬＥＤ素子が配置される。これにより、あるＬＥＤ素子の非発光領域から射出された強度の低い光が、第一光学系及び第二光学系を介して所定の入射面に入射される際の角度と、別のＬＥＤ素子の発光領域から射出された強度の高い光が、第一光学系及び第二光学系を介して所定の入射面に入射される際の角度とを、同じにすることができる。つまり、入射面上において、入射角度に応じた光の強度差を小さくすることができる。これにより、入射面上における照度バラツキが改善され、照度分布の均一性が高められる。

[0021] つまり、上記の構成によれば、光源部にＬＥＤ素子を用いた場合においても、高い輝度を実現すると共に、更に照度バラツキを抑制することができる。よって、高輝度の光が要求される、露光用の光源として利用することができる。また、この構成によれば、照度の均一化も図られるため、露光ムラを抑制することもできる。

[0022] 上記構成を実現するための具体的な方法は、種々採用され得る。

[0023] 具体的な第一の構成は、以下の通りである。

前記複数のＬＥＤ素子は、

所定の第一平面上に配置されており、

当該複数のＬＥＤ素子のそれぞれに対応する前記コリメートレンズの光軸と前記第一平面との交点を基準点としたときに、前記第一平面上における当該ＬＥＤ素子の中心の、前記基準点に対する相対位置が、複数種類存在するように配置されている。

[0024] 具体的な第二の構成は、以下の通りである。

前記複数のＬＥＤ素子は、

所定の第一平面上に配置されており、

当該複数のＬＥＤ素子のそれぞれに対応する前記コリメートレンズの光軸と前記第一平面と交点を基準点としたときに、前記第一平面上における当該ＬＥＤ素子の前記中心以外の所定の計測点の、前記基準点に対する相対位置が、複数種類存在するように配置されている。

[0025] なお、複数のＬＥＤ素子が、上記第一の構成と第二の構成とが組み合わされて配置されていても構わない。

[0026] また、上記第二の構成において、前記第一平面上における当該ＬＥＤ素子の中心の、前記基準点に対する相対位置が全て一致しているものとしても構わない。この場合において、前記第一平面上における当該ＬＥＤ素子の中心が、全て前記基準点に一致しているものとしても構わない。

[0027] その他の具体的な構成としては、複数のＬＥＤ素子を、配線パターンの形状が複数種類存在するように構成したり、ＬＥＤ素子の形状や寸法自体を複数種類存在するように構成する方法が採用され得る。

[0028] 前記光源装置は、上記構成に加えて、入射面が前記第二光学系の焦点位置に配置された導光部材を備え、前記導光部材は、前記入射面から入射された光を、内側面で反射を繰り返させながら射出面へと導く光学部材であるものとしても構わない。この導光部材は、例えばロッドインテグレータで構成されることができる。

[0029] 導光部材内において入射された光がそれぞれ反射を繰り返すことで、導光部材内で色々な角度成分及び位置成分の光が混ざり合うため、導光部材の射出面上においては、その入射面よりも照度が均一化される。よって、この構

成によれば、更に照度が均一な光を生成することができ、この光を露光用に利用した場合には露光ムラを抑制することができる。

発明の効果

[0030] 本発明によれば、複数のＬＥＤ素子を備える構成において、輝度の低下を抑制しながらも、照射面上において照度分布の均一性を高めた光源装置が実現される。

図面の簡単な説明

[0031] [図1A] ＬＥＤ素子を上面から見たときの模式図である。

[図1B] 図 1 A に示す ＬＥＤ素子から射出された光を、コリメートした後に集光させた面上における像の写真である。

[図2] 第一実施形態の光源装置の光学系を模式的に示す図面である。

[図3] 第一実施形態の光源装置において、第一光学系と第二光学系の間から、Ｚ方向に光源部側を見たときの様子を模式的に示す図面である。

[図4] 図 3 の一部を拡大した図面である。

[図5] 第一実施形態の光源装置において、第一光学系と第二光学系の間から、Ｚ方向に光源部側を見たときの様子を模式的に示す別の図面である。

[図6] 図 5 の一部を拡大した図面である。

[図7] 図 5 の一部を拡大した図面である。

[図8] 第二実施形態の光源装置の光学系を模式的に示す図面である。

[図9] 露光装置の構成を模式的に示す図面である。

[図10] 別実施形態の光源装置において、第一光学系と第二光学系の間から、Ｚ方向に光源部側を見たときの様子を模式的に示す図面である。

[図11] 従来の光源装置の構成の一部分を模式的に示す図面である。

発明を実施するための形態

[0032] 以下、本発明の光源装置及び露光装置につき、図面を参照して説明する。
なお、各図における寸法比は、実際の寸法比と必ずしも一致していない。

[0033] [第一実施形態]

図 2 は、第一実施形態の光源装置の光学系を模式的に示す図面である。光

源装置 1 は、光源部 2 と、第一光学系 5 と、第二光学系 7 と、第三光学系 8 を備える。

[0034] 光源部 2 は、複数の LED 素子 3 を含む。複数の LED 素子 3 は、それぞれ、例えば図 1 A に示したような構造を有している。各 LED 素子 3 は、所定の平面上に配置されている。

[0035] 第一光学系 5 は、複数の LED 素子 3 から射出された光をそれぞれコリメートする光学系であり、各 LED 素子 3 に対応して複数のコリメートレンズ 6 が配置されて構成されている。

[0036] 第二光学系 7 は、第一光学系 5 から射出された光を、第二光学系 7 の焦点 7 f に集光する光学系である。

[0037] 第三光学系 8 は、その入射面 8 a が、第二光学系 7 の焦点 7 f の位置になるように配置されている。ただし、本明細書では、「焦点位置に配置する」とは、完全に焦点の位置に一致する場合の他、焦点距離に対して光軸 1 1 に平行な方向に $\pm 10\%$ 以内の距離だけ移動した位置を含む概念であるものとする。なお、図 2 における光軸 1 1 とは、第三光学系 8 の入射面 8 a に対して直交する軸としている。本実施形態において、第三光学系 8 は、第二光学系 7 によって集光された光が入射される面 8 a を有する光学系であれば、どのような光学系で構成されていても構わない。

[0038] なお、以下では、光軸 1 1 に平行な方向を Z 方向とし、この Z 方向に直交する平面を XY 平面として説明する。

[0039] 図 3 は、第一光学系 5 と第二光学系 7 との間から、Z 方向（光軸 1 1 方向）に光源部 2 側を見たときの様子を模式的に示す図面である。本実施形態における光源装置 1 は、一例として、図 3 に示されるように、複数の LED 素子 3 は、所定の平面（ここでは XY 平面）上に規則的に配置されており、各 LED 素子 3 に対して Z 方向に対向する位置にコリメートレンズ 6 が配置されている。図 3 の例では、外縁部を構成する各 LED 素子 3 が正六角形を構成し、且つ、各 LED 素子 3 が X 方向及び Y 方向に整列して配置されているが、本発明は、このような配置態様に限定されるものではない。

[0040] ただし、第三光学系8の入射面8aに集光される光の輝度をできるだけ高くするためには、各LED素子3をできる限り密接して配置するのが好ましい。図2において、模式的に光線を図示しているように、各LED素子3の中心から射出された光が、コリメートレンズ6の射出面の周囲まで拡がった後、平行光に変換される。すなわち、コリメートレンズ6の射出面上での輝度は、各LED素子3上における輝度に等しい。このため、隣接するコリメートレンズ6間に隙間が生じていると、コリメートレンズ6群（すなわち、第一光学系5）の射出面側によって構成される二次光源の輝度値が、この隙間の分だけ低下する。よって、各LED素子3の輝度をできるだけ維持させるためには、隣接するコリメートレンズ6をなるべく密着させるのが好ましい。かかる観点から、本実施形態では、各コリメートレンズ6を正六角形状に密接配置している。コリメートレンズ6は、入射面6aの面積が、対応するLED素子3の発光面の面積よりも大きくなるように構成されている。

[0041] 図3では、各LED素子3のうち、説明の便宜上、符号58～63を付した6つのLED素子3を採り上げて説明する。図3の例では、LED素子60は、その中心が、対応するコリメートレンズ6の光軸に一致するように配置されている。LED素子59は、その中心が、対応するコリメートレンズ6の光軸に対して+X方向に偏位して配置されている。LED素子58は、その中心が、対応するコリメートレンズ6の光軸に対して+Y方向に偏位して配置されている。LED素子61は、その中心が、対応するコリメートレンズ6の光軸に対して-X方向に偏位して配置されている。LED素子62は、その中心が、対応するコリメートレンズ6の光軸に対して-Y方向に偏位して配置されている。LED素子63は、その中心が、LED素子60と同様に、対応するコリメートレンズ6の光軸に一致するように配置されている。

[0042] 図2において光源部2として表示されているLED素子3は、LED素子58～62に対応している。

[0043] 図4は、図3の一部を拡大して表示した図面であり、詳細にはLED素子

59及び60を表示した図面である。LED素子59及び60は、いずれも同形状の発光領域25及び非発光領域26を備えている。発光領域25は、例えば図1Aに示す光取り出し部41に対応し、非発光領域26は、例えば図1Aに示す電極部42に対応する。

[0044] 図4では、各LED素子(59, 60)に対応して配置されているコリメートレンズ6の光軸と、各LED素子(59, 60)が配置された平面(XY平面)との交点を点Oとして表示している。以下では、この点Oを「基準点O」と呼ぶことがある。

[0045] 図4の例では、LED素子60は、その中心C60が、基準点Oに一致するように配置されている。これに対し、LED素子59は、その中心C59は、基準点Oよりも+X方向に偏位して配置されている。

[0046] 図2に示すように、LED素子3から射出された光は、対応するコリメートレンズ6に入射された後、平行光に変換されて第二光学系7へと導かれる。ここで、説明の便宜のため、コリメートレンズ6の入射面6a上における座標を α と記載し、第二光学系7の入射面6a上における座標を β と記載する。各入射面6a上の座標 α に応じて、入射された光に強度差が存在する場合、この座標 α に応じた、入射面7a上の座標 β の位置に、前記強度差を有したまま光が入射される。そして、第三光学系8の入射面8aに対しては、入射面7a上の座標 β に応じた入射角度 θ で、座標 β に応じた強度差を有した光が入射される。

[0047] つまり、コリメートレンズ6の入射面6a上における座標 α に応じて光の強度差がある場合、第三光学系8の入射面8aには、この座標 α が変換された入射角度 θ に応じて異なる強度の光が入射される。

[0048] 図3に戻り、LED素子60及び63は、基準点Oに対する相対的な位置関係が共通である。このため、図4に示すように、基準点Oは発光領域25内に位置しており、別の点Pは非発光領域26内に位置している。つまり、LED素子60の基準点Oから射出された光と、LED素子63の基準点Oから射出された光とは、共に強度が高い状態で、当該基準点Oに応じた入射

角度 θ_0 で第三光学系8の入射面8aに入射される。同様に、LED素子60の点Pから射出された光と、LED素子63の点Pから射出された光は、共に強度が低い状態で、当該点Pに応じた入射角度 θ_p で第三光学系8の入射面8aに入射される。

[0049] つまり、仮に、全てのLED素子3が、基準点Oに対する相対的な位置関係がLED素子60と共通であるとすれば、第三光学系8の入射面8aにおいて、入射角度 θ_0 で入射される光 L_0 の強度はLED素子3の数だけ高められる一方、入射角度 θ_p で入射される光 L_p は、強度の低い光が集められているに過ぎないため、光 L_p の強度は光 L_0 の強度よりも大幅に低下する。

[0050] 上記の内容は、発光領域25内に位置する点集合から射出された光と、非発光領域26内に位置する点集合から射出された光の關係に歸納される。つまり、全てのLED素子3が、基準点Oに対する相対的な位置關係がLED素子60と共通である場合、第三光学系8の入射面8aでは、入射角度 θ に応じて光の強度に差が生じる。この結果、入射面8a上において照度バラツキ（照度分布）が生じる。図1Bに示す写真は、この検証内容に合致するものである。

[0051] 本実施形態の構成では、図3を参照して説明したように、複数のLED素子3のうち、少なくとも一部のLED素子3同士は、対応するコリメートレンズ6との相対的な位置關係が異なるように配置されている。例えば、上述したように、LED素子59は、その中心が、対応するコリメートレンズ6の光軸に対して+X方向に偏位して配置されており、LED素子60との間では、対応するコリメートレンズ6との相対的な位置關係が異なっている。このため、図4に示すように、例えば、LED素子60においては、点Pが非発光領域26内に位置していたが、LED素子59においては、基準点Oからの相対位置が同じである点Pが、発光領域25内に位置している。

[0052] このように構成されたとき、LED素子60の点Pから射出された光は、強度が低い状態で入射角度 θ_p を有して第三光学系8の入射面8aに入射されるものの、LED素子59の点Pから射出された光は、強度が高い状態で前

記入射角度 θ_p を有して入射面8aに入射される。

[0053] つまり、複数のLED素子3のうち、少なくとも一部のLED素子3が、基準点Oに対する発光領域25の相対位置及び非発光領域26の相対位置が相互に異なるように配置されることで、第三光学系8の入射面8a上における入射角度 θ に応じた光の強度差を小さくすることができる。これにより、従来の構成と比較して、第三光学系8の入射面8a上における照度のバラツキが改善される。

[0054] 図3の例では、複数のLED素子3のうち、LED素子58、59、61、及び62についてのみ、LED素子60と比較して、基準点Oに対する相対的な位置関係を異ならせるように配置された。しかし、前記相対的な位置関係の種類が多いほど、第三光学系8の入射面8a上における照度バラツキを改善する効果を高めることができる。

[0055] 図5は、LED素子3の配置方法を示す別の図面であり、図3にならって表示されたものである。

[0056] 図3に示したLED素子58～62は、対応するコリメートレンズ6の光軸に対する、それぞれの中心の相対位置が相互に異なるように配置されていた。このような配置は、上述したように、基準点Oに対する発光領域25の相対位置及び非発光領域26の相対位置を相互に異ならせることを意図してなされたものである。しかし、前記の内容が実現されていれば、複数のLED素子3の配置態様は、図3の例に限られない。

[0057] 例えば、図5に示すLED素子64及び65は、LED素子60と同様に、対応するコリメートレンズ6の光軸と、それぞれのLED素子（64，65）の中心が一致している。しかし、LED素子64及び65は、いずれも、XY平面上において、対応するコリメートレンズ6の光軸を中心としてLED素子60を回転させた状態である。これにより、LED素子64及び65は、LED素子60と比較して、それぞれに対応するコリメートレンズ6の光軸に対する相対的な位置関係が異なっている。

[0058] 図6は、図5の一部を拡大して表示した図面であり、詳細にはLED素子

60が配置されている近傍及びLED素子64が配置されている近傍を表示した図面である。図5及び図6の例では、LED素子64は、LED素子60に対して、基準点Oを中心に反時計回りに 25° 回転させた状態に対応している。このとき、図6に示すように、LED素子64の中心C64は、LED素子60の中心C60と同じく基準点Oに一致している。この点において、図4を参照して上述したように、LED素子60の中心C60と異なる位置に中心C59が配置されているLED素子59とは、事情が異なっている。

[0059] 図6に示すように配置された場合、例えば、LED素子60上のある点Qは非発光領域26内に位置していたが、LED素子64においては、基準点Oからの相対位置が同じである点Qが、発光領域25内に位置している。このように構成されたとき、LED素子60の点Qから射出された光は、強度が低い状態で入射角度 θ_0 で第三光学系8の入射面8aに入射されるものの、LED素子64の点Qから射出された光は、強度が高い状態で前記入射角度 θ_0 で入射面8aに入射される。

[0060] つまり、LED素子3の中心の位置は変えずに、LED素子3自体を回転させて配置することによっても、基準点Oに対する発光領域25の相対位置及び非発光領域26の相対位置を異ならせることができ、これによって、第三光学系8の入射面8a上における照度バラツキが改善される。この内容をより厳密に記載すれば、LED素子3が配置されている平面上において、中心以外の所定の計測点の、基準点Oに対する相対位置を異ならせることによっても、基準点Oに対する発光領域25の相対位置及び非発光領域26の相対位置を異ならせることができるということになる。ここで、前記の計測点とは、所定の規則で定めた点にすればよく、例えばLED素子3の外周を構成する辺の各頂点とすることもできるし、前記辺の各中央点とすることもできるし、更にいえば前記点Qとすることもできる。

[0061] なお、LED素子66のように、LED素子60に対して基準点Oを中心に回転させた上で、更に中心の位置を偏位させて配置させるものとしても構

わない。

[0062] 図7は、図5の一部を拡大して表示した別の図面であり、詳細にはLED素子60が配置されている近傍及びLED素子67が配置されている近傍を表示した図面である。LED素子67は、LED素子60と同様に、その中心が、対応するコリメートレンズ6の光軸と一致している。また、XY平面上において、基準点Oに対する、各LED素子(60, 67)を構成する辺の相対的な位置関係も同じである。しかし、図7に示すように、LED素子60とLED素子67は、発光領域25及び非発光領域26の形状が相互に異なるように形成されている。より具体的には、LED素子60と67では、電極部42(図1B参照)の形状が異なっている。

[0063] このように配置された場合、例えば、LED素子60上のある点Rは非発光領域26内に位置していたが、LED素子67においては、基準点Oからの相対位置が同じである点Rが、発光領域25内に位置している。このように構成されたとき、LED素子60の点Rから射出された光は、強度が低い状態で入射角度 θ_R で第三光学系8の入射面8aに入射されるものの、LED素子67の点Rから射出された光は、強度が高い状態で前記入射角度 θ_R で入射面8aに入射される。

[0064] つまり、複数のLED素子3のうちの少なくとも一部の素子を、電極部42の形状が異なる構成とすることによっても、基準点Oに対する発光領域25の相対位置及び非発光領域26の相対位置を異ならせることができる。これによって、第三光学系8の入射面8a上における照度バラツキが改善される。

[0065] なお、図5において、複数のLED素子3には、LED素子60に対して中心の位置を偏位させたもの(LED素子58, 59, 61, 62, 66)、LED素子60に対して基準点を中心に回転させたもの(LED素子64, 65, 66)、及びLED素子60に対して電極部42の形状パターンを変更させたもの(LED素子67)の全てが混在している状態が図示されていた。しかし、これは説明の便宜のためである。複数のLED素子3には、

上記例示した構成のうち、少なくとも一つの態様のものが含まれていればよい。

[0066] [第二実施形態]

第二実施形態の光源装置について説明する。図8は、第二実施形態の光源装置の光学系を模式的に示す図面である。図8に示す光源装置1は、第一実施形態と比較して、第三光学系8としてロッドインテグレータ9が配置されている点異なる。

[0067] ロッドインテグレータ9は、その入射面9aが、第二光学系7の焦点7fの位置になるように配置されている。ロッドインテグレータ9は、内側面で光を全反射させることにより、入射面9aで入射された光の進行する角度を保持しつつ、長手方向（ここではZ方向）に沿って光を伝搬するように構成されている。すなわち、ロッドインテグレータ9は、入射面9aで入射された光の角度を保持しながら、射出面9bでの照度分布を均一化する機能を有する。

[0068] 図8に示される構成によれば、第一実施形態で上述したのと同様の理由により、第二光学系7によって集光された光は照度バラツキが抑制されている。よって、本実施形態のように、この光をロッドインテグレータ9の入射面9aに入射させることで、ロッドインテグレータ9の射出面9bでは、照度分布の均一性がかなり高められた光が得られる。

[0069] なお、ロッドインテグレータ9は、入射面9aに入射された光を、側面で全反射を繰り返させながら射出面9bへと導くことで、射出面9bにおける光の照度分布を均一化する機能を有する導光部材（光ガイド）の一例である。このような導光部材は、例えば、ガラスや樹脂などの光透過性の材料からなる柱状部材、内面が反射鏡で構成された中空部材等で構成される。後者の構成のものは、特にライトトンネルと称されることがある。なお、導光部材は、その内部において、光軸に平行な方向に複数の光路が分割されて構成されていても構わない。

[0070] [第三実施形態]

図9は、露光装置の構成を模式的に示す図面である。図9に示す露光装置19は、図8に示す第二実施形態の光源装置1を備える。露光装置19は、ロッドインテグレータ9の後段に、投影光学系15及びマスク16を備え、必要に応じて投影レンズ17を備える。投影光学系15によって投影される位置にマスク16が設置され、マスク16の後段にマスク16のパターン像を焼き付ける対象となる感光性基板18が設置される。

[0071] 上述したように、光源部2から射出された光は、第二光学系7によって集光された後、照度バラツキが抑制された光（照度分布が均一化された光）として、ロッドインテグレータ9の入射面上9aに入射される。そして、この光が、ロッドインテグレータ9内を進行する間に、内側面で全反射が繰り返されることで、照度バラツキが抑制された光として射出面9b上に導かれ、この光が投影光学系15に照射される。投影光学系15は、この光を、マスク16のパターン像を直接又は投影レンズ17を介して感光性基板57上に投影する。

[0072] つまり、露光装置19は、第二実施形態の光源装置1を備えることで、従来よりも照度バラツキが大幅に改善された光、すなわち照度分布の均一性が大幅に高められた光を用いて露光することができ、露光ムラが抑制される。

[0073] なお、第一実施形態において説明したように、第三光学系8の入射面8a上において照度バラツキが抑制された光が入射されている。このため、露光装置19としては、ロッドインテグレータ9以外の光学系で構成された第三光学系8から射出された光が、投影光学系15に入射されるような構成を採用しても構わない。

[0074] [別実施形態]

以下、別実施形態につき説明する。

[0075] 〈1〉 LED素子3の配置形状は、図3及び図5を参照して説明したものに限定されない。例えば隣接するLED素子3同士の間隔を上記実施形態の構成よりも広げても構わないし、複数のLED素子3をランダムに配置しても構わない。ただし、複数のLED素子3ができるだけ密に配置されるこ

とで、第三光学系 8 の入射面 8 a における照度バラツキを更に低減する効果を得ることができる。この点につき、以下説明する。

[0076] 複数の L E D 素子 3 及び対応するコリメートレンズ 6 が、図 3 又は図 5 に例示したように配置されることで、限られた領域内に多くの L E D 素子 3 を密集させることができる。これにより、多くの L E D 素子 3 からの射出光を第二光学系 7 によって集光させることができる。図 2 に示すように、例えば、ある L E D 素子 3（ここでは L E D 素子 5 8）からの射出光が第二光学系 7 を経て形成する光束 2 0 a と、別の L E D 素子 3（ここでは L E D 素子 5 9）からの射出光が第二光学系 7 を経て形成する光束 2 0 b との間隔 d を極力短くすることができる。つまり、第三光学系 8 の入射面 8 a に入射される光を密にすることができる。これにより、更に角度成分に抜けのない光を第三光学系 8 の入射面 8 a に集光させることができる。

[0077] このように L E D 素子 3 を密に配置するパターンとしては、図 3 のような配置パターンの他、例えば図 1 0 に示す配置パターンとすることもできる。図 1 0 の例は、外縁部を構成する各 L E D 素子 3 がほぼ正方形を構成し、且つ、各 L E D 素子 3 が X 方向及び Y 方向に整列して配置されている。図 1 0 の態様においても、各 L E D 素子 3 及び各コリメートレンズ 6 を密に配置させることができる。L E D 素子 3 をこのように配置した場合においても、更に角度成分に抜けのない光を第三光学系 8 の入射面 8 a に集光させることができる。

[0078] 〈2〉 上記の実施形態では、複数の L E D 素子 3 が配置されている平面と第三光学系 8 の入射面 8 a とが、共に X Y 平面上に存在する場合を採り上げて説明した。しかし、光源部 2 と第三光学系 8 の間に例えば反射光学系などが適宜配置されることで、光の進行方向が変更されるものとしても構わない。この構成の下では、複数の L E D 素子 3 が配置されている平面と第三光学系 8 の入射面 8 a とは、必ずしも平行な平面上に存在しないが、上述したと同様の理由により、第三光学系 8 の入射面 8 a 上においては照度バラツキが抑制された光が得られる。

[0079] 〈3〉 上記の実施形態では、第二光学系7の焦点位置に第三光学系8が配置されているものとして説明したが、第二光学系7の焦点位置に、直接、照射対象物を設置しても構わない。

符号の説明

[0080]	1	:	光源装置
	2	:	光源部
	3	:	L E D 素子
	5	:	第一光学系
	6	:	コリメートレンズ
	6 a	:	コリメートレンズの入射面
	7	:	第二光学系
	7 a	:	第二光学系の入射面
	7 f	:	第二光学系の焦点
	8	:	第三光学系
	8 a	:	第三光学系の入射面
	1 1	:	光軸
	1 5	:	投影光学系
	1 6	:	マスク
	1 7	:	投影レンズ
	1 8	:	感光性基板
	1 9	:	露光装置
	2 5	:	発光領域
	2 6	:	非発光領域
	4 0	:	L E D 素子
	4 1	:	光取り出し部
	4 2	:	電極部
	4 3	:	素子被覆部
	5 8 ~ 6 7	:	L E D 素子

1 0 0	:	光源
1 0 1, 1 0 2	:	L E D 素子
1 0 3	:	コリメートレンズ
1 0 4	:	フライアイレンズ
1 1 0	:	フライアイレンズを構成する一のレンズ
1 2 1	:	レンズ 1 1 0 の入射面
1 2 2	:	レンズ 1 1 0 の射出面
I M 1 0 1	:	L E D 素子 1 0 1 の像
I M 1 0 2	:	L E D 素子 1 0 2 の像

請求の範囲

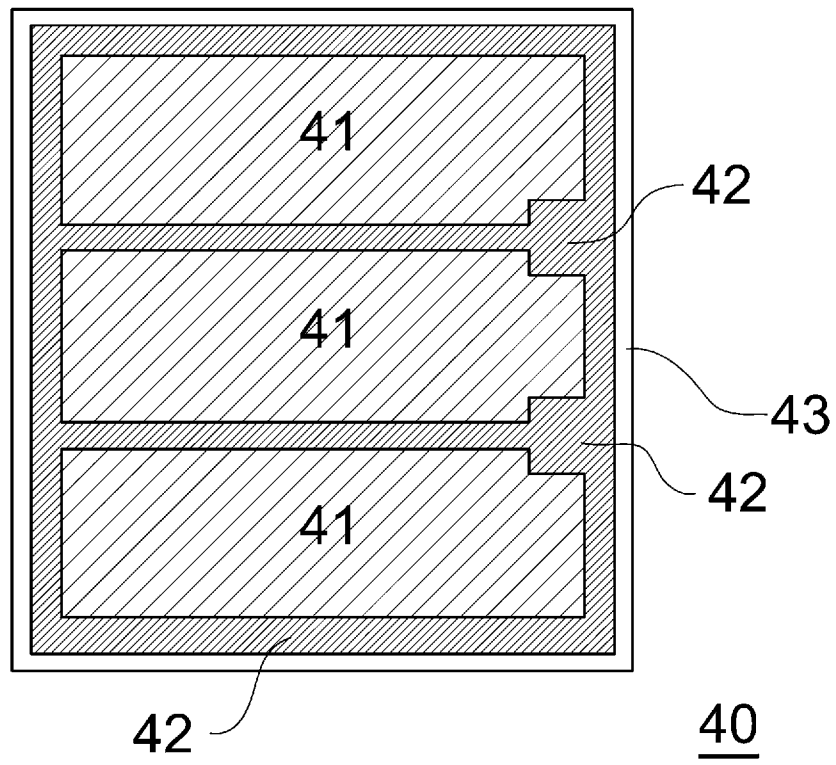
- [請求項1] 複数のＬＥＤ素子と、
前記複数のＬＥＤ素子から射出された光をそれぞれコリメートする
複数のコリメートレンズを含む第一光学系と、
前記第一光学系から射出された光を集光する第二光学系とを備え、
前記複数のＬＥＤ素子は、
それぞれに対応する前記コリメートレンズの光軸の方向から見た
ときに、発光領域と非発光領域を有し、
それぞれに対応する前記コリメートレンズの光軸を基準としたと
きの前記発光領域の相対位置及び前記非発光領域の相対位置が複数種
類存在するように配置されていることを特徴とする光源装置。
- [請求項2] 前記複数のＬＥＤ素子は、
所定の第一平面上に配置されており、
当該複数のＬＥＤ素子のそれぞれに対応する前記コリメートレン
ズの光軸と前記第一平面との交点を基準点としたときに、前記第一平
面上における当該ＬＥＤ素子の中心の、前記基準点に対する相対位置
が、複数種類存在するように配置されていることを特徴とする請求項
1に記載の光源装置。
- [請求項3] 前記複数のＬＥＤ素子は、
所定の第一平面上に配置されており、
当該複数のＬＥＤ素子のそれぞれに対応する前記コリメートレン
ズの光軸と前記第一平面と交点を基準点としたときに、前記第一平面
上における当該ＬＥＤ素子の前記中心以外の所定の計測点の、前記基
準点に対する相対位置が、複数種類存在するように配置されているこ
とを特徴とする請求項1又は2に記載の光源装置。
- [請求項4] 入射面が前記第二光学系の焦点位置に配置された導光部材を備え、
前記導光部材は、前記入射面から入射された光を、内側面で反射を
繰り返させながら射出面へと導く光学部材であることを特徴とする請

求項 1 ～ 3 のいずれか 1 項に記載の光源装置。

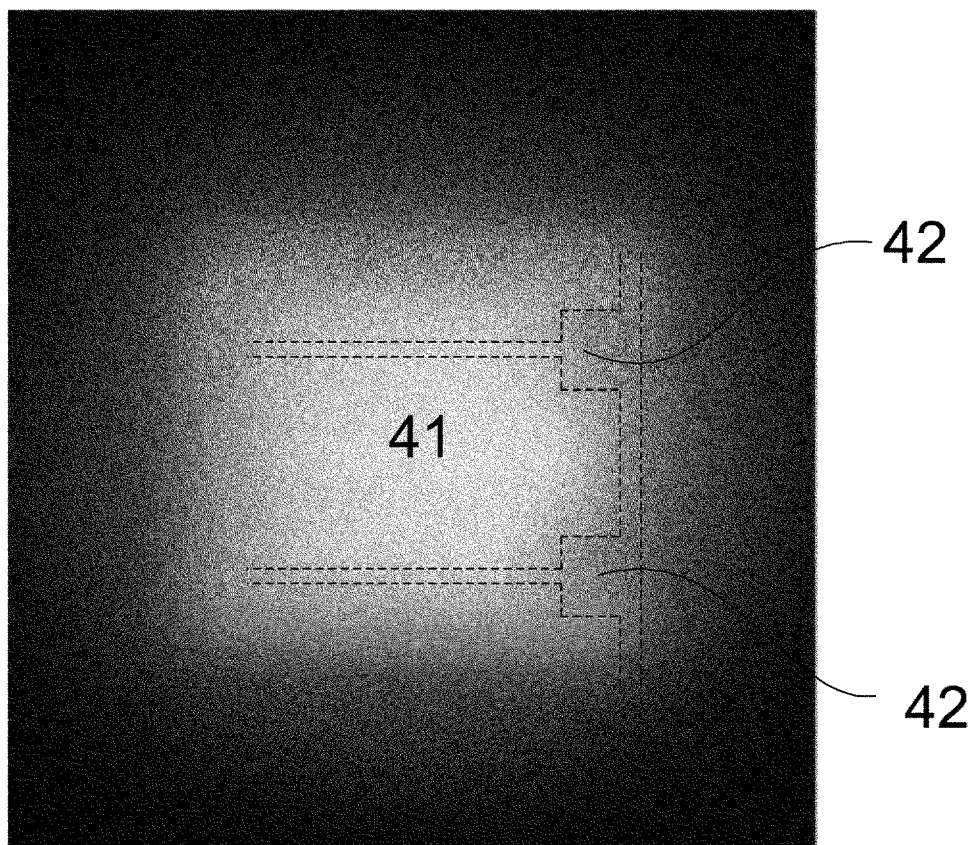
[請求項5] 前記導光部材がロッドインテグレータで構成されていることを特徴とする請求項 4 に記載の光源装置。

[請求項6] マスクのパターンを感光性基板上に転写する露光装置であって、
請求項 4 又は 5 に記載の光源装置と、
前記導光部材の射出面からの光を前記マスクに照射して、前記マスクのパターン像を前記感光性基板上に投影する投影光学系とを備えたことを特徴とする露光装置。

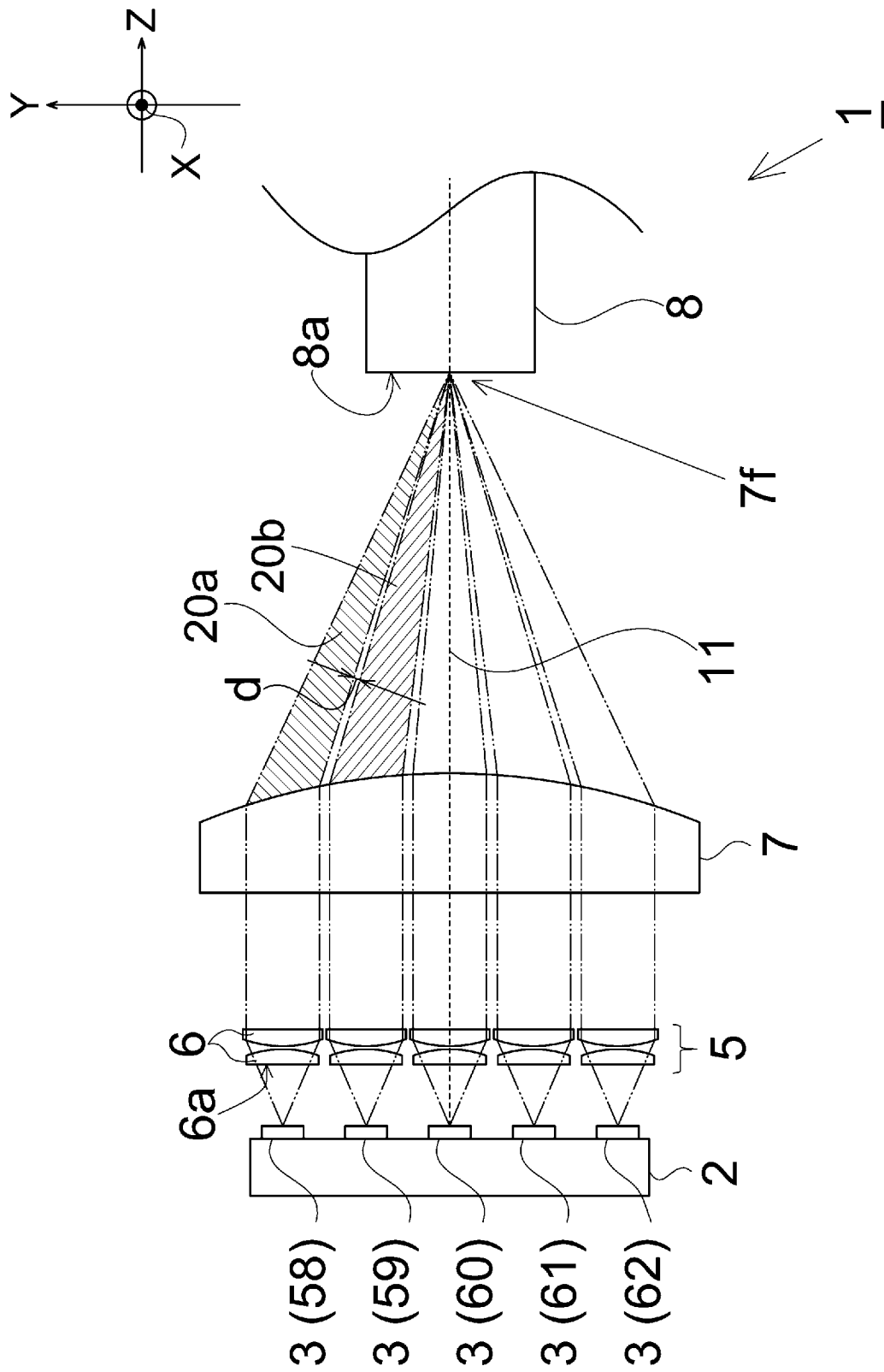
[図1A]



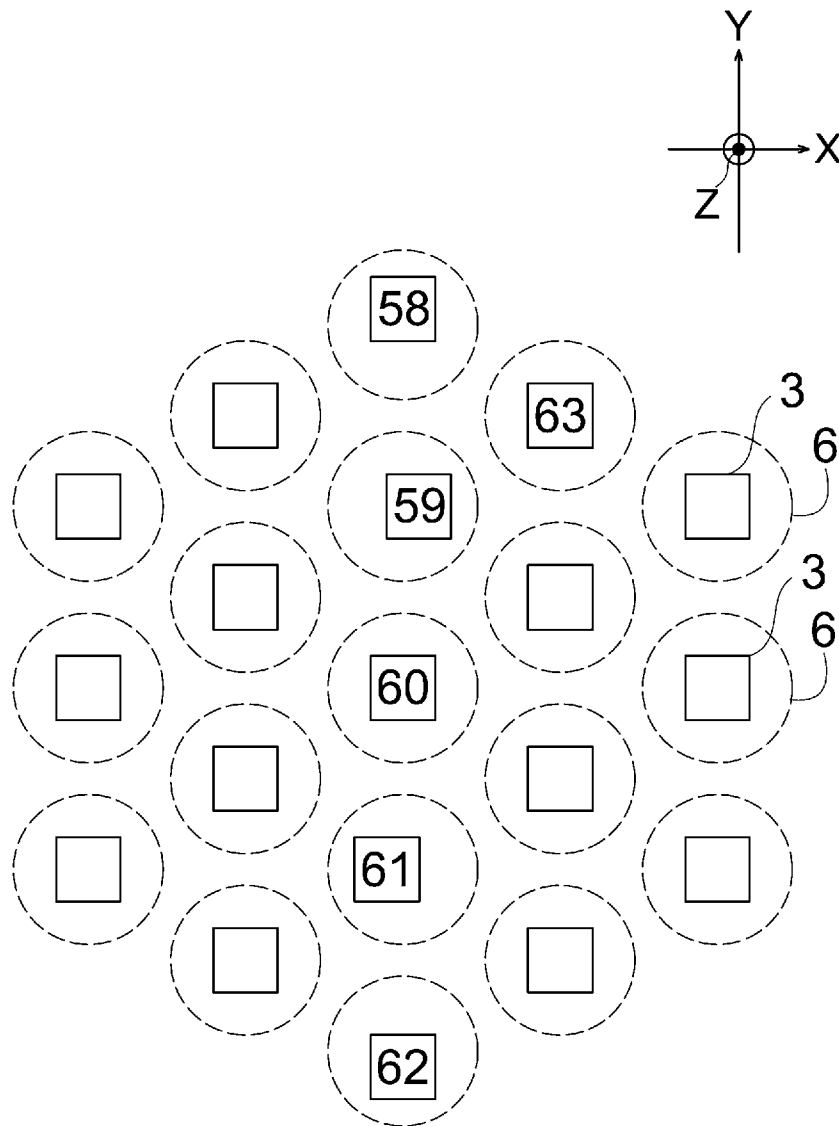
[図1B]



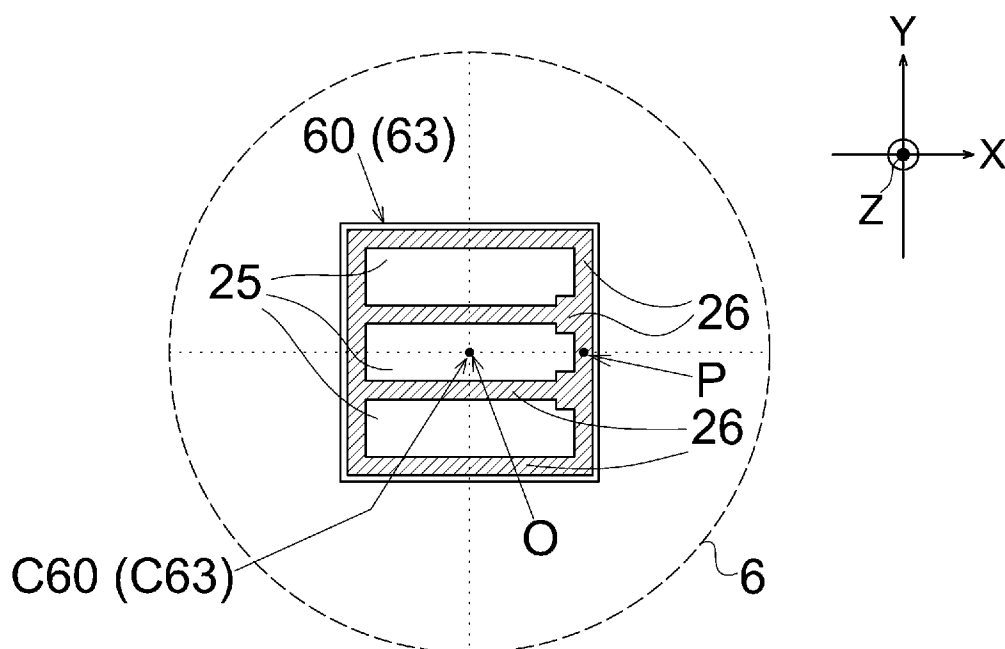
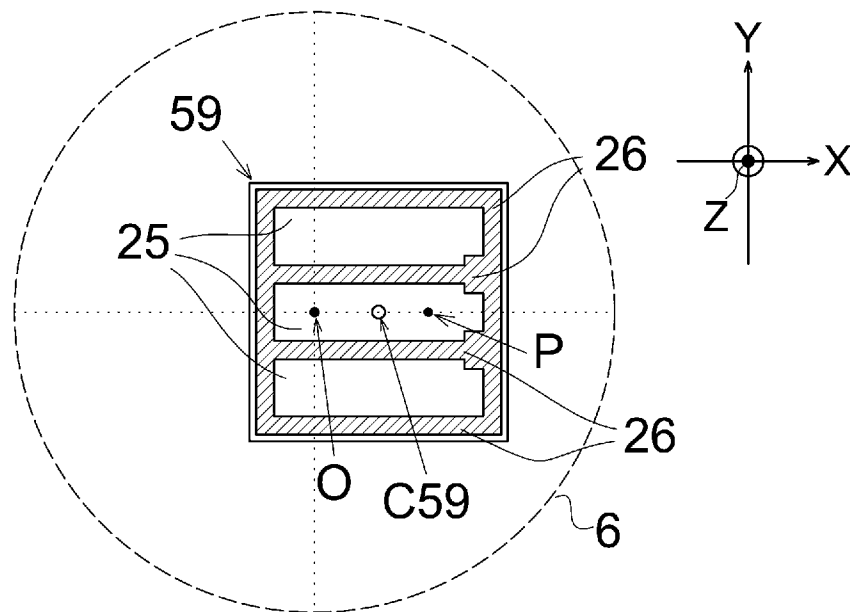
[図2]



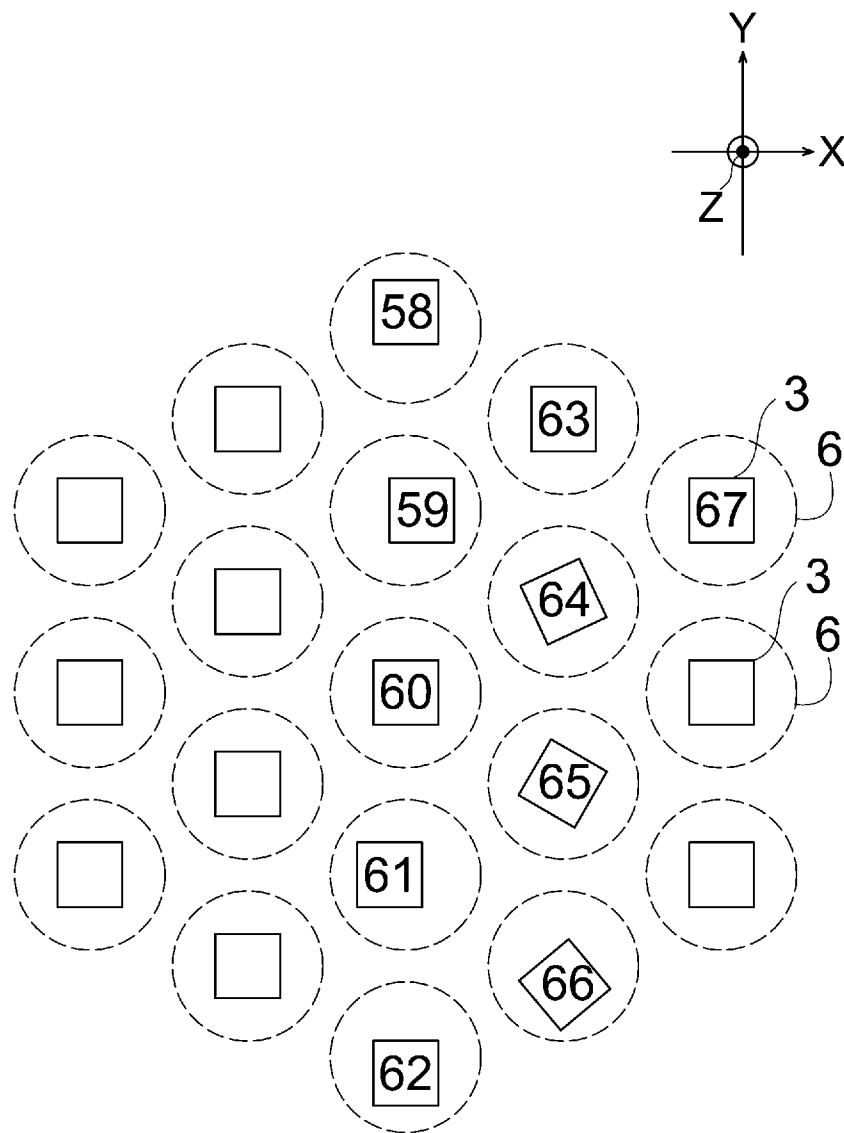
[図3]



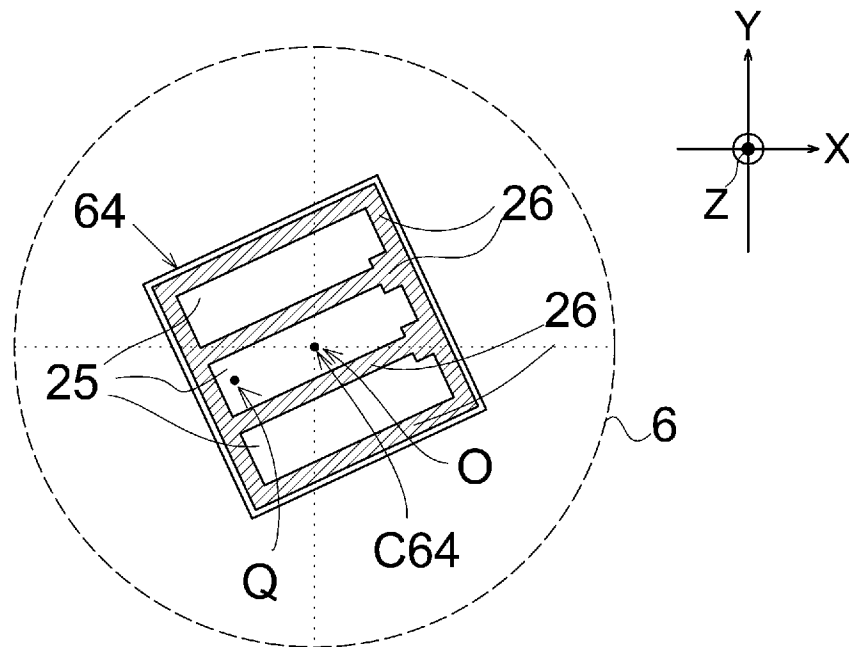
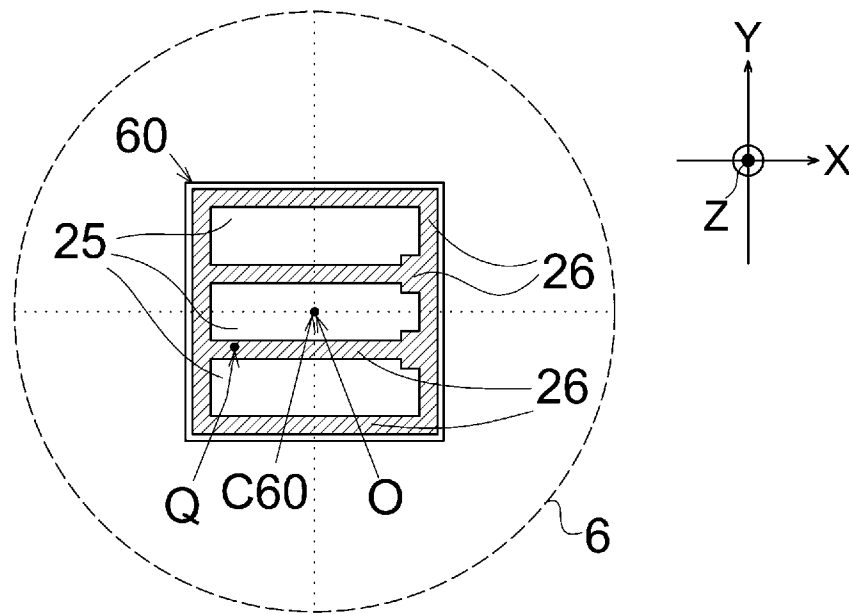
[図4]



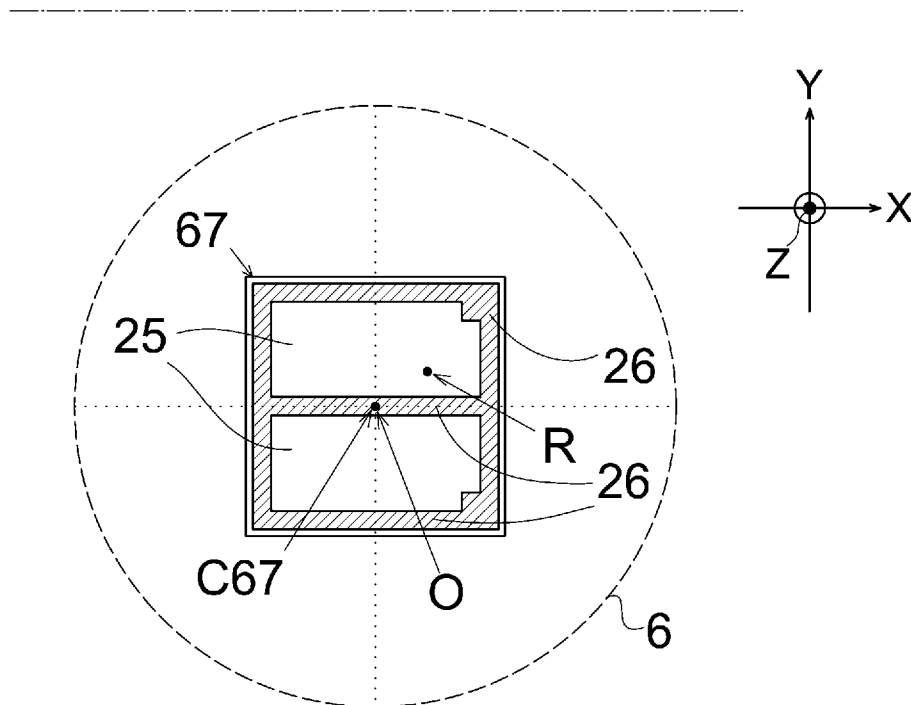
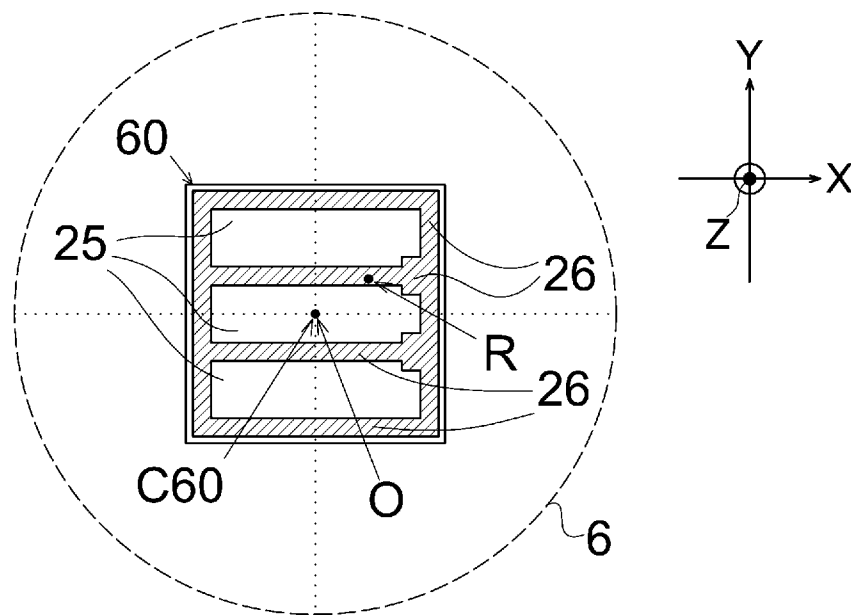
[図5]



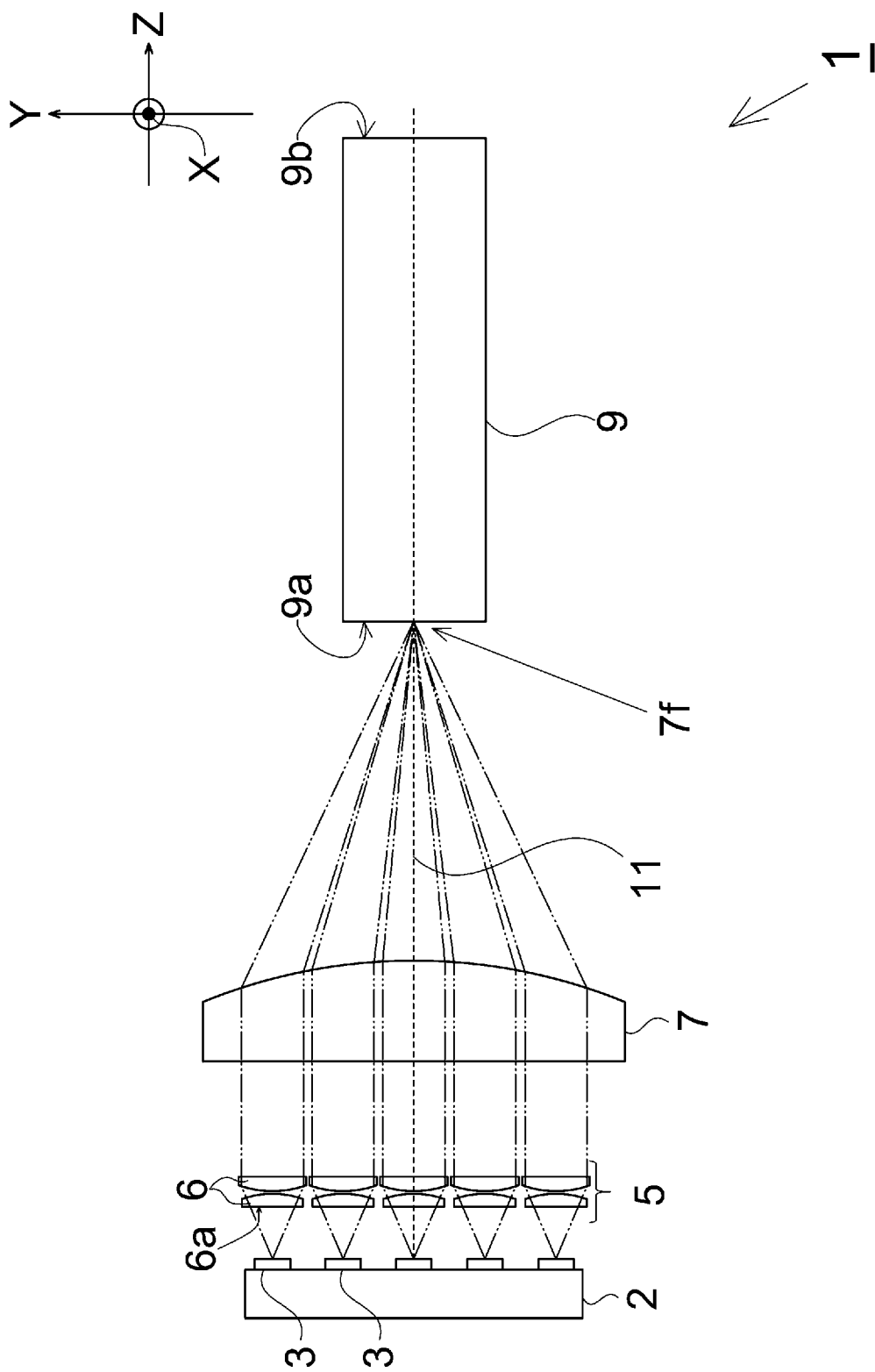
[図6]



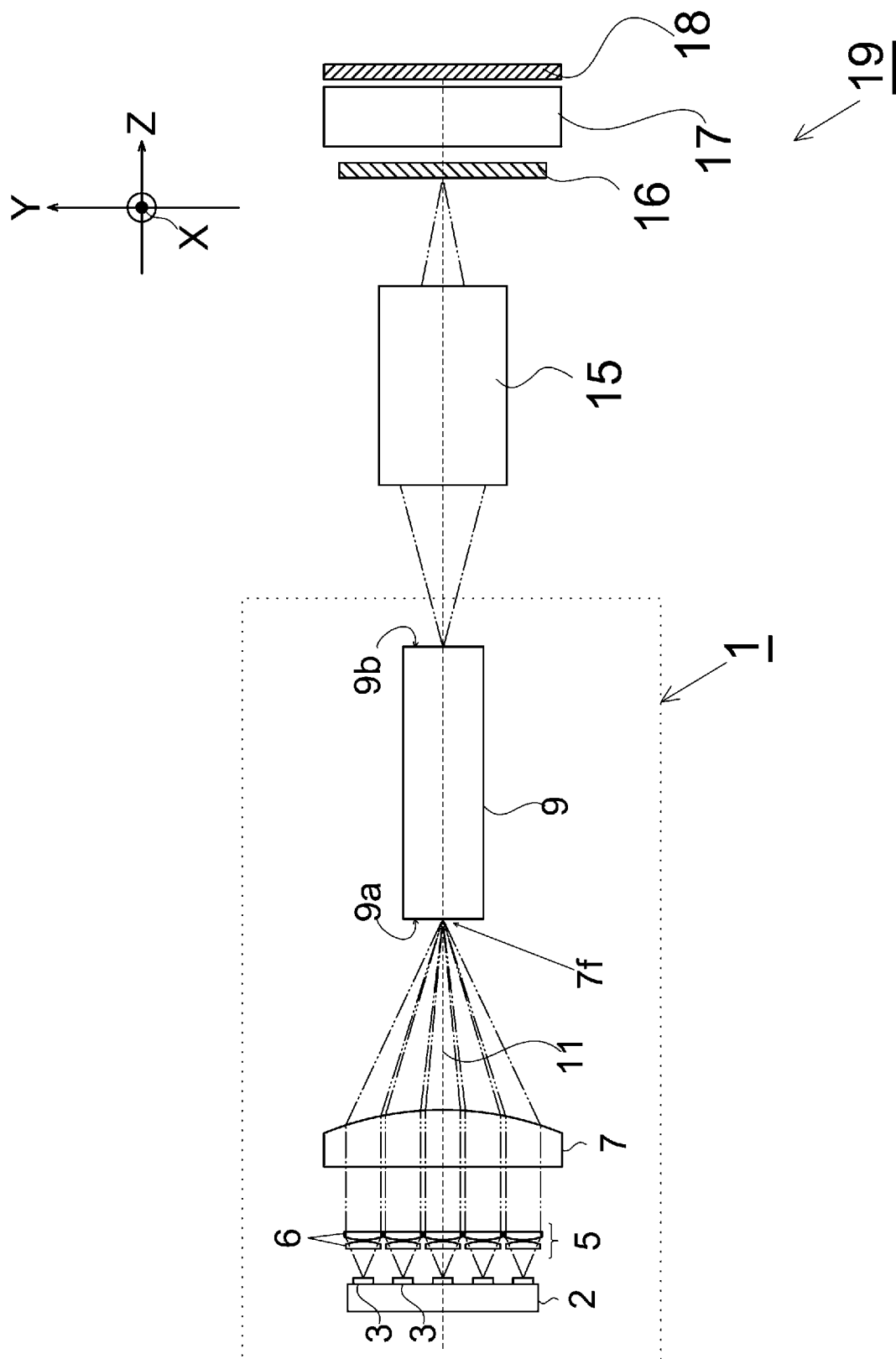
[図7]



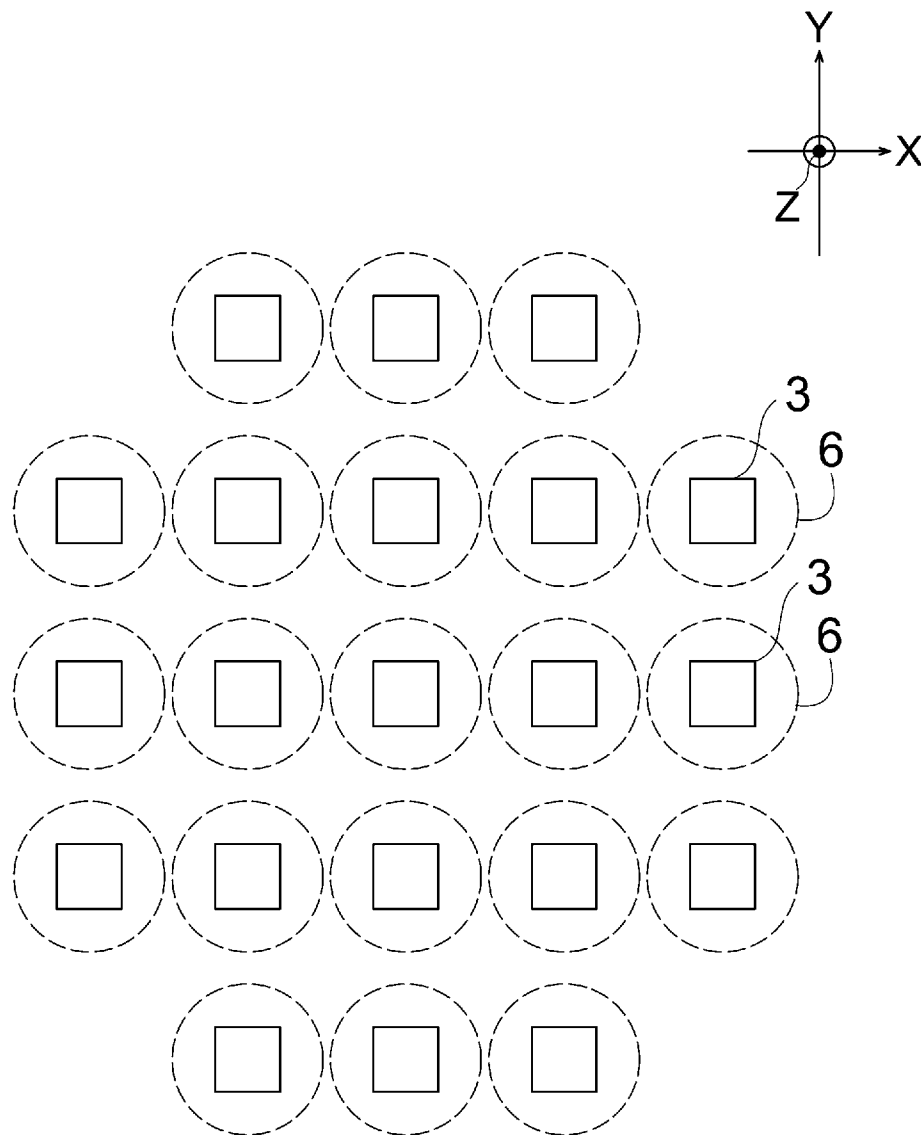
[図8]



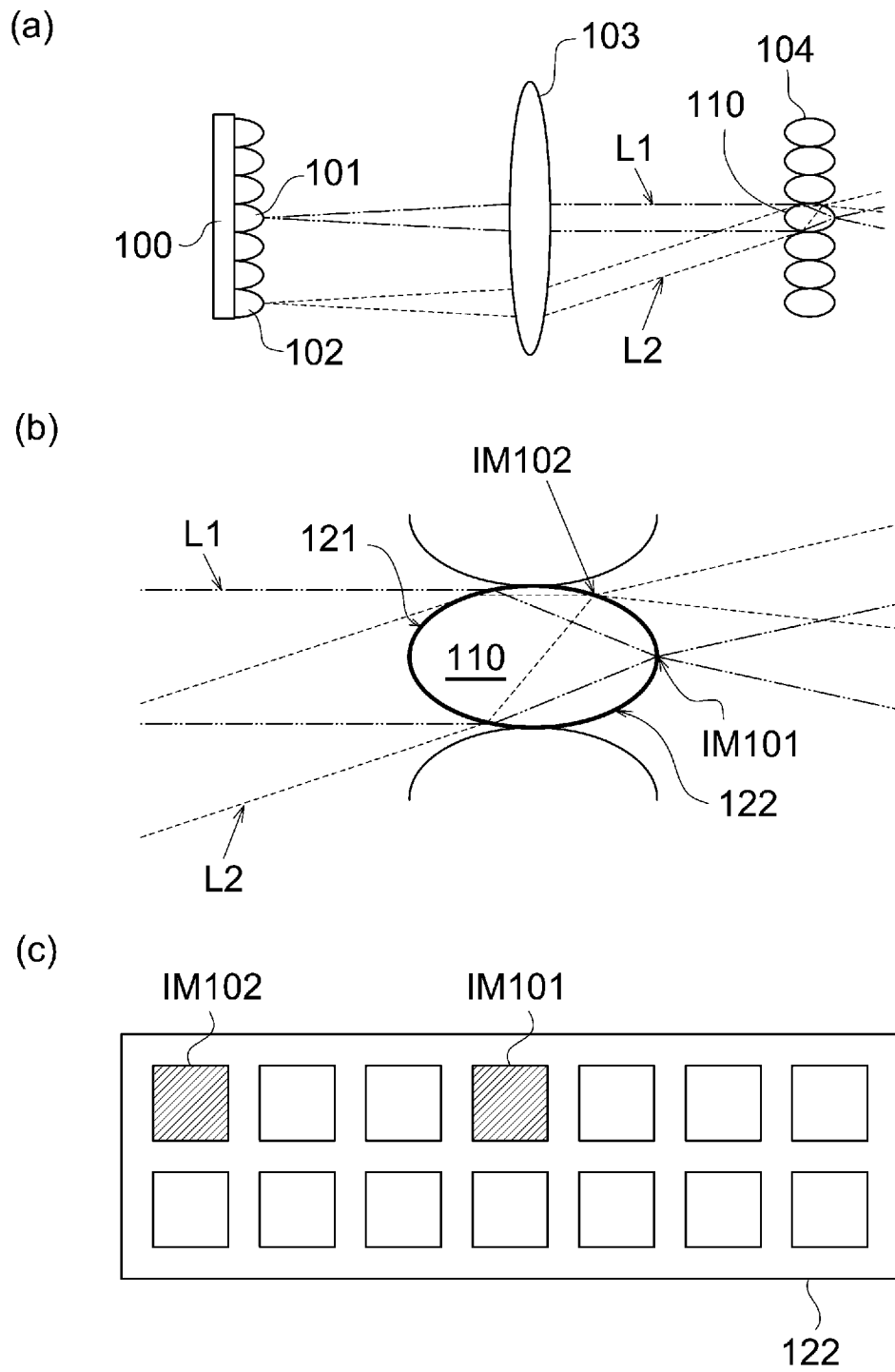
[図9]



[図10]



[図11]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/055170

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G03F7/20(2006.01)i, G02B19/00(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)

G03F7/20-7/24, 9/00-9/02, H01L21/027, 33/00-33/46

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	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

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.
X	JP 2010-199435 A (Hoya Candeo Optronics Corp.), 09 September 2010 (09.09.2010), paragraphs [0047] to [0049]; fig. 7 to 8 (Family: none)	1-3
Y	JP 2014-207300 A (ORC Mfg. Co., Ltd.), 30 October 2014 (30.10.2014), paragraphs [0023] to [0029]; fig. 1 to 4 & KR 10-2014-0123421 A & TW 201506549 A	1-6
Y	WO 2012/096203 A1 (Sharp Corp.), 19 July 2012 (19.07.2012), paragraphs [0009] to [0012] (Family: none)	1-6

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ 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
13 May 2016 (13.05.16)

Date of mailing of the international search report
24 May 2016 (24.05.16)

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/JP2016/055170

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2013-239268 A (Panasonic Corp.), 28 November 2013 (28.11.2013), paragraphs [0016] to [0019]; fig. 2 to 3 (Family: none)	1-6
Y	JP 3157161 U (Shinwa Excell Co., Ltd.), 06 January 2010 (06.01.2010), paragraphs [0047], [0053]; fig. 6 (Family: none)	1-6
A	JP 2010-272858 A (CCS Inc.), 02 December 2010 (02.12.2010), paragraphs [0020] to [0027]; fig. 2 (Family: none)	1-6

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. G03F7/20(2006.01)i, G02B19/00(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. G03F7/20-7/24, 9/00-9/02, H01L 21/027, 33/00-33/46

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

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2016年
日本国実用新案登録公報	1996-2016年
日本国登録実用新案公報	1994-2016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 請求項の番号
X	JP 2010-199435 A (HOYA CANDEO OPTRONICS 株式会社) 2010.09.09, [0047] - [0049]、第7-8図 (ファミリーなし)	1-3
Y	JP 2014-207300 A (株式会社オーク製作所) 2014.10.30, [0023] - [0029] 段落、図1-4 & KR 10-2014-0123421 A & TW 201506549 A	1-6

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ 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

の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

13.05.2016

国際調査報告の発送日

24.05.2016

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)

松岡 智也

2G

3107

電話番号 03-3581-1101 内線 3226

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	WO 2012/096203 A1 (シャープ株式会社) 2012. 07. 19, [0009] － [0012] 段落 (ファミリーなし)	1-6
Y	JP 2013-239268 A (パナソニック株式会社) 2013. 11. 28, [0016] － [0019] 段落、図2－3 (ファミリーなし)	1-6
Y	JP 3157161 U (伸和エクセル株式会社) 2010. 01. 06, [0047]、 [0053] 段落、図6 (ファミリーなし)	1-6
A	JP 2010-272858 A (シーシーエス株式会社) 2010. 12. 02, [0020] － [0027] 段落、図2 (ファミリーなし)	1-6