

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2015-22244
(P2015-22244A)

(43) 公開日 平成27年2月2日(2015.2.2)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
G03B 21/14 (2006.01)	G03B 21/14 A	2H087
G03B 21/00 (2006.01)	G03B 21/00 F	2K103
G02B 3/00 (2006.01)	G02B 3/00 A	5C058
G02B 13/00 (2006.01)	G02B 13/00	
G02B 13/18 (2006.01)	G02B 13/18	

審査請求 未請求 請求項の数 11 O L (全 24 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2013-152202 (P2013-152202)
(22) 出願日 平成25年7月23日 (2013.7.23)

(71) 出願人 00006747
株式会社リコー
東京都大田区中馬込1丁目3番6号
(74) 代理人 100088856
弁理士 石橋 佳之夫
(72) 発明者 中村 直樹
東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式会社リコー内
(72) 発明者 逢坂 敬信
東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式会社リコー内
(72) 発明者 藤田 和弘
東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式会社リコー内

最終頁に続く

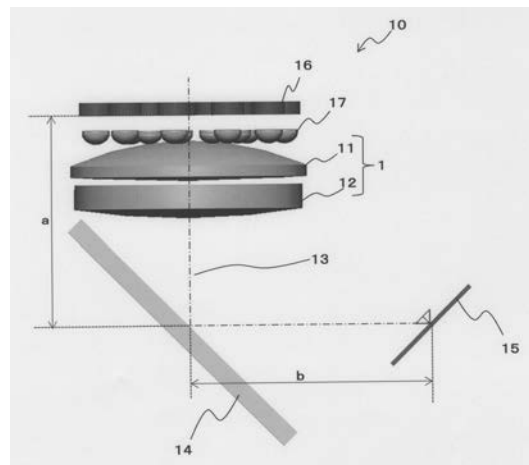
(54) 【発明の名称】 固体光源装置及び画像投射装置

(57) 【要約】

【課題】 被照射体上における各固体光源からの光の集光状態の劣化を抑え、光利用効率を高める固体光源装置を提供する。

【解決手段】 複数の固体光源と、固体光源のそれぞれに対応する個別レンズと、個別レンズのそれぞれから射出された光を集光させる集光レンズと、を有し、個別レンズの中心軸は、対応する各固体光源の発光点の位置と略一致するように配置されていて、集光レンズは第1レンズおよび第2レンズから構成され、第1レンズは、正のパワーを備えるレンズであり、第2レンズは、負のパワーを備えるレンズである、固体光源装置による。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

複数の固体光源と、
前記固体光源のそれぞれに対応する個別レンズと、
前記個別レンズのそれぞれから射出された光を集光させる集光レンズと、を有し、
前記個別レンズの中心軸は、対応する各固体光源の発光点の位置と略一致するように配置

置されていて、
前記集光レンズは、第 1 レンズと第 2 レンズから構成されていて、
前記第 1 レンズは、正のパワーを備えるレンズであり、
前記第 2 レンズは、負のパワーを備えるレンズである、
ことを特徴とする固体光源装置。

10

【請求項 2】

前記第 2 レンズは、入射面が凹形状であり、出射面が凸形状である、請求項 1 記載の固体光源装置。

【請求項 3】

前記固体光源は、平面上に略円環の配列をもって配置されている、請求項 1 または 2 記載の固体光源装置。

【請求項 4】

前記集光レンズは、前記固体光源側から順に前記第 1 レンズと前記第 2 レンズが配置されている、請求項 1 乃至 3 のいずれかに記載の固体光源装置。

20

【請求項 5】

前記第 2 レンズは、反射部を備える、請求項 1 乃至 4 のいずれかに記載の固体光源装置。

【請求項 6】

開口を備える反射部材を備え、
前記第 2 レンズから出射された光は、前記開口を備える反射部材で反射された後に前記第 2 レンズの反射部で反射されて、前記開口を透過する、
請求項 5 記載の固体光源装置。

【請求項 7】

前記 1 レンズと前記第 2 レンズの合成焦点距離を f としたとき、 $f < 120 \text{ mm}$ である、
請求項 1 乃至 6 のいずれかに記載の固体光源装置。

30

【請求項 8】

前記個別レンズの焦点距離を f_{CL} 、
前記集光レンズの合成焦点距離を f 、
製造時の前記固体光源の中心軸と前記個別レンズの中心軸との相対的な位置ずれの最大値を y_{pos} 、とするとき、以下の条件式を満たす請求項乃至 7 のいずれかに記載の固体光源装置。

$$\text{条件式： } y_{pos} < 10 \cdot f_{CL} / f$$

【請求項 9】

前記複数の固体光源から出射された光の主光線が、前記集光レンズにおいて屈折した後
に前記集光レンズの中心軸と交わる角度は、20度以内である、
請求項 1 乃至 8 のいずれかに記載の固体光源装置。

40

【請求項 10】

前記固体光源はレーザ光源である、請求項 1 乃至 9 のいずれかに記載の固体光源装置。

【請求項 11】

固体光源装置と、
前記固体光源装置からの光が入射され照明光を出射する照明光学系と、
前記照明光学系からの照明光で照明され画像を形成する空間変調素子と、
前記空間変調素子において形成された画像を被投射面に投射する投射光学系と、
を有してなる画像投射装置であって、

50

前記固体光源装置は、請求項 1 乃至 10 のいずれかに記載の固体光源装置である、ことを特徴とする画像投射装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、固体光源装置、及び、固体光源装置を備える画像投射装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

会議や教育現場などの様々なシーンにおいて、パーソナルコンピュータから出力されるデータ画像などを、拡大して表示させる画像投射装置（以下「プロジェクタ」という。）が用いられている。プロジェクタには光源装置が搭載されている。従来のプロジェクタにおいては、光源装置に用いる光源として、発光効率の高い超高圧水銀ランプや、色再現性の良いキセノンランプなどを用いていた。

【0003】

水銀ランプなどは、点灯時間とともに輝度が低下するので、数千時間程度の使用時間が経過すると、使用開始時の半分程度に輝度が低下し、交換する必要がある。一方、水銀ランプなどに比べて寿命が長い発光ダイオード（以下「LED」という。）や、レーザダイオード（以下「LD」という。）が知られており、これらを光源装置に用いるプロジェクタも知られている。

【0004】

LEDやLDなどの固体光源は、水銀ランプなどに比べると、単体における輝度が低いという欠点がある。そこで、LEDやLDを光源装置の光源として用いるときは、複数個のLDなどを平面上に配列させて、輝度を高めている。

【0005】

LEDは発散角度が大きいため、光源装置にLEDを用いると光利用効率が悪くなりがちである。仮に、LEDを複数個並べたとしても、光学的に定義されるエタンデュの制約から、後段の光学系で取り込めるLEDの取り込み角度が小さくなり、光利用効率は悪くなる。

【0006】

また、LDは発光面積が小さく、光束の発散角度が小さいから輝度が高く、前記エタンデュが非常に小さい。そのため、多数個のLDを平面状に密なマトリックス配列に配置することで高輝度のプロジェクタ用光源にすることができる。

【0007】

LDを複数個並べてプロジェクタ用の光源とする場合、多数個のLDから発せられた光の光路上に回転ホイールを配置して、時間によって光を分離し、分離した各光の色を変換する方法が知られている。この回転ホイールは、透過および反射のセグメントを持つ部材である。この回転ホイールに、LDから発せられた光を集光するようにし、回転ホイールの回転のタイミングによって、光を分離する。

【0008】

この場合、多数個のLDから発せられたそれぞれの光を、いかにして回転ホイール上に小さく集光するかが課題となる。なぜならば、回転ホイール上に小さく集光できるか否かにより、回転ホイールの後段に配置される光学系における光利用効率に影響を与えるからである。光利用効率が悪くなれば、プロジェクタにより表示される画像の明るさが暗くなる。

【0009】

つまり、多数個のLDから発せられた光を回転ホイール上に小さく集光させることは、固体光源装置の性能として、また、当該固体光源装置を備えるプロジェクタの性能として、非常に重要な要素となる。

【0010】

10

20

30

40

50

各LDから発せられた光を回転ホイール上に集光させるために、各LDに対応して配置するコリメータレンズを偏心させる方法が知られている。LDとコリメータレンズとの相対的な位置ずれ誤差は、回転ホイール上における集光状態を大きく悪化させる要因となる。これに対処するためには、コリメータレンズの組付け精度を高くする必要がある。特に、偏心させるときにも、配置位置の調整精度を高くする必要があり、コストアップの要因となる。

【0011】

また、LDとコリメータレンズの相対位置を偏心することなく、LDとこれに対向するコリメータレンズの後段に、集光レンズを配置したプロジェクタが知られている（例えば特許文献1を参照）。

10

【0012】

特許文献1のプロジェクタは、コリメータレンズアレイで平行化された光線を集光レンズによって集光させるために、集光レンズの入射面側を平面形状に、また、出射面側を双曲面形状にしている。

【0013】

固体光源であるLDを複数個配列して高輝度化を図ると、このLDで構成される光源付近は非常に高温になる。そのため、集光レンズは耐熱性を確保できるガラスレンズであることが望ましい。しかし、特許文献1のような双曲面形状のレンズにおいて、耐熱性を確保するためにガラスレンズにするには、ガラスモールドレンズを採用することになる。しかし、ガラスモールドレンズは、非常に高価であって、大口径のレンズになる。

20

【0014】

このように、集光レンズに大口径の非球面レンズを用いるとコストアップに繋がる。また、製造時において、固体光源とコリメータレンズとの相対位置の調整を、集光レンズによって不要にするという着想や、その構成については、これまで検討されてこなかった。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0015】

本発明は、被照射体上における各固体光源からの光の集光状態の劣化を抑えることができ、光利用効率を高めることができる固体光源装置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】

30

【0016】

本発明は、固体光源装置に関するものであって、複数の固体光源と、前記固体光源のそれぞれに対応する個別レンズと、前記個別レンズのそれぞれから射出された光を集光させる集光レンズと、を有し、前記個別レンズの中心軸は、対応する各固体光源の発光点の位置と略一致するように配置されていて、前記集光レンズは第1レンズおよび第2レンズから構成され、前記第1レンズは、正のパワーを備えるレンズであり、前記第2レンズは、負のパワーを備えるレンズである、ことを最も主な特徴とする。

【発明の効果】

【0017】

本発明によれば、被照射体上における各固体光源からの光の集光状態の劣化を抑えることができ、光利用効率を高めることができる。

40

【図面の簡単な説明】

【0018】

【図1】本発明に係る固体光源装置の例を示す側面図である。

【図2】上記固体光源装置の例を示す斜視図である。

【図3】上記固体光源装置が備える固体光源と個別レンズの配置の例を示す平面図である。

【図4】上記固体光源と個別レンズの配置の例を示す側面図である。

【図5】上記固体光源が備える回転ホイールの例を示す正面図である。

【図6】本発明に係る固体光源装置における理想的な集光状態の例を示す図である。

50

【図 7】上記固体光源装置における集光状態の例を示す図である。

【図 8】本発明に係る固体光源装置における集光状態の分布の例を示すグラフである。

【図 9】従来の固体光源装置における集光状態の分布の例を示すグラフである。

【図 10】本発明に係る固体光源装置の別の例を示す光学配置図である。

【図 11】本発明に係る固体光源装置のさらに別の例を示す斜視図である。

【図 12】本発明に係る固体光源装置のさらに別の例を示す側面図である。

【図 13】本発明に係る画像投射装置が備える照明光学系の例を示す光学配置図である。

【図 14】本発明に係る画像投射装置の例を示す光学配置図である。

【図 15】従来の固体光源装置が備える固体光源と個別レンズの配置の例を示す平面図である。

10

【図 16】従来の固体光源装置の例を示す斜視図である。

【発明を実施するための形態】

【0019】

以下、本発明に係る固体光源装置の実施形態について図面を参照しながら説明する。

【0020】

固体光源装置の第 1 実施形態

図 1 は、本実施形態に係る固体光源装置 10 の構成の例を示す側面図である。図 1 は、光の射出方向に直交する方向から固体光源装置 10 を見た図である。図 1 に示すように、固体光源装置 10 は、LD 16 と、コリメータレンズ 17 と、第 1 集光レンズ 11 および第 2 集光レンズ 12 からなる集光レンズ 1 と、折り返しミラー 14 と、被照射体である回転ホイール 15 と、を有してなる。図 1 において固体光源装置 10 の中心軸 13 は、第 1 集光レンズ 11 と第 2 集光レンズ 12 の光軸を示している。すなわち、中心軸 13 は、集光レンズ 1 の光軸を示している。

20

【0021】

図 2 は、本実施形態に係る固体光源装置 10 の斜視図である。図 2 に示すように、固体光源装置 10 は、固体光源である複数の LD 16 のそれぞれが光を射出する前方において、対応するコリメータレンズ 17 が配置されている。各コリメータレンズ 17 から射出された光は、第 1 集光レンズ 11 と第 2 集光レンズ 12 とを順に通過して射出される。その後、光は折り返しミラー 14 において反射され、被照射体である回転ホイール 15 上に集光する。

30

【0022】

LD 16 は固体光源であって、複数の LD 16 が平面上に略円環状の配列をもって配置されてなる。また、コリメータレンズ 17 は、各 LD 16 に対応して、それぞれ同様に配置される個別レンズである。

【0023】

図 3 は、LD 16 とコリメータレンズ 17 の配置の例を示す平面図である。図 3 に示すように、LD 16 は、中心軸 13 を中心とする半径 16 mm の円周上に配列されている。さらに、LD 16 は、中心軸 13 を中心とする半径 26 mm の円周上に配列されている。本実施形態においては、内側の円周上には、10 個の LD 16 が配列されていて、外側の円周上には、11 個の LD 16 が配列されている。すなわち、固体光源装置 10 は、合計 21 個の LD 16 が円環状に配列されている。

40

【0024】

LD 16 の発光エリアは、例えば $1\ \mu\text{m} \times 28\ \mu\text{m}$ である。LD 16 における光の発散角度は、最大強度の $1/e^2$ となる半角の値で $22^\circ \times 7^\circ$ である。また、発せられる光の波長は、445 nm 程度である。すなわち、LD 16 は青色の光を発する。

【0025】

図 4 は、LD 16 とコリメータレンズ 17 との配置関係の例を示す側面図である。図 4 に示すように、各 LD 16 の発光点の位置と各コリメータレンズ 17 の個別中心軸とは、略一致するように配置されている。また、LD 16 は、コリメータレンズ 17 の前側焦点位置に一致するように配置されている。これによって、LD 16 から発せられた光は、コ

50

リメータレンズ 17 を通過した後、平行光になる。

【 0 0 2 6 】

次に、コリメータレンズ 17 の諸元を表 1 に示す。コリメータレンズ 17 の焦点距離 f_{CL} は 6.8 mm である。

【表 1】

面番号	曲率半径(mm)	面間隔(mm)	材質	径(mm)	
1	∞	4.8			発光面
2	16.9870	3	KPBK40	7.2	非球面(1)
3	-4.2106	10			非球面(2)

10

非球面(1)

コーニック係数	0.68391
非球面係数C04	1.642E-03
非球面係数C06	-2.51E-04
非球面係数C08	-3.63E-05
非球面係数C10	-6.05E-08

非球面(2)

コーニック係数	0.13593
非球面係数C04	6.622E-04
非球面係数C06	8.84E-05
非球面係数C08	-9.36E-06
非球面係数C10	-2.37E-07

20

【 0 0 2 7 】

図 1 及び図 2 に示すように、各コリメータレンズ 17 から射出された平行光は、第 1 集光レンズ 11 及び第 2 集光レンズ 12 からなる集光レンズ 1 に入射する。集光レンズ 1 は、LD 16 側から（固体光源側から）、第 1 集光レンズ 11、第 2 集光レンズ 12 の順に並んでいる。

30

【 0 0 2 8 】

集光レンズ 1 の諸元、すなわち第 1 集光レンズ 11 と第 2 集光レンズ 12 の諸元を、表 2 に示す。

【表 2】

面番号	曲率半径(mm)	面間隔(mm)	材質	径(mm)	
1	∞	10			発光面
2	78.6559	10.9	SLAL12	62	
3	-459.7955	4.7			
4	-124.5157	5.4	SFSL5	60	
5	-193.9135	94			
6	∞	10			回転ホイール

40

【 0 0 2 9 】

50

第1集光レンズ11は、正のパワーを備えるレンズであって、入射面と出射面が両方とも凸形状である。第2集光レンズ12は、負のパワーを備えるレンズであって、入射面が凹形状であり、出射面が凸形状である。これら2つのレンズからなる集光レンズ1の合成焦点距離 f は、115mmである。すなわち、集光レンズ1の合成焦点距離 f は、 $f = 120$ mmである。

【0030】

集光レンズ1から射出された光は、折り返しミラー14を介して被照射体である回転ホイール15に集光される。

【0031】

図5は、回転ホイール15を光の進行方向からみた正面図である。図5に示すように、回転ホイール15は、反射帯域51と、透過帯域52と、を有する円盤状の部材である。回転ホイール15の回転を制御することで、光の透過と反射のタイミングを制御することができる。これによって、固体光源装置10の後段における光を分割し、各光に着色することができる。

10

【0032】

ここで、集光レンズ1を用いることなく回転ホイール15上に各LD16から射出された光を集光させる従来例と、本実施形態に係る固体光源装置10との比較をし、固体光源装置10の効果について説明する。従来例においては、コリメータレンズ17をLD16に対して偏心させることで、各LD16から射出された光を回転ホイール15上に集光させている。たとえば、図15に示すように、LD16の配列中心方向に向かって、対応する各コリメータレンズ17の個別中心軸をずらしている。

20

【0033】

図16は、LD16に対してコリメータレンズ17を偏心させた従来例である固体光源装置10aの例を示す斜視図である。図16に示すとおり従来例である固体光源装置10aは、複数のLD16と、これに対応するコリメータレンズ17と、ミラー71と、開口ミラー72と、レンズ73と、を有してなる。固体光源装置10aは、被照射体である回転ホイール15とLD16との間に、2枚の反射板すなわち上記ミラー71と開口ミラー72を配置することで、光路を折りたたむ構成を備えている。

【0034】

固体光源装置10aにおいて、LD16から射出された光はコリメータレンズ17において平行光になったのちに、開口ミラー72の反射面で反射される。開口ミラー72で反射された光は、コリメータレンズ17と開口ミラー72との間に配置されているミラー71によって再度反射される。その後、開口ミラー72の中心に形成されている開口部(孔)を透過して、レンズ73により回転ホイール15に集光される。

30

【0035】

各コリメータレンズ17には、部品公差や、組み付け公差がある。そのために、固体光源装置10aを製造するときに、実際には各コリメータレンズ17は設計値からは外れた状態で組付けられる可能性がある。

【0036】

図6及び図7は、LD16から射出された光が回転ホイール15上に集光される状態(集光状態)の例を示す図である。図6及び図7に示す集光状態は、コンピュータプログラム上で固体光源装置10と従来の固体光源装置10aのモデルを作成し、回転ホイール15上の照度分布をシュミレーションしたものをプロットしたデータである。図6及び図7において、縦横のスケールは、被照射体である回転ホイール15上の座標を示すものである。この座標(0,0)は、本実施形態に係る固体光源装置10の中心軸13に合致する位置を示している。図6は、設計値どおりにLD16とコリメータレンズ17が配置されたときの、回転ホイール15上の集光状態の例である。

40

【0037】

コリメータレンズ17には部品公差等があるので、その影響によって、実際には図6に示すような集光状態にはならず、図7に示すような集光状態になる。図7は、部品公差な

50

どを考慮した場合における各LD16から射出された光の集光状態を示している。図7に示すように、実際の集光位置は、中心(0,0)付近から各方向に散らばった位置に分布している。

【0038】

図7に示すような集光状態において、回転ホイール15上の集光位置が中心から最も離れている位置までを囲う領域91を、合成ビーム径と定義する。

【0039】

従来の固体光源装置10aの製造時において、コリメータレンズ17の部品公差と組付け公差による各コリメータレンズ17の位置ずれを仮定したときの、合成ビーム径の分布について説明する。例えば、各コリメータレンズ17の位置ずれ量が、図15に示すy軸方向において ± 0.18 mm、z軸方向において ± 0.2 mm、yz平面内におけるチルト角度が $\pm 0.14^\circ$ の範囲であり、それぞれ3の分布に沿って発生すると仮定する。この仮定における、回転ホイール15上における集光位置の合成ビーム径の分布は、図9に示すようになる。図9は、従来の固体光源装置10aにおける合成ビーム径の分布の例を示すグラフである。横軸を合成ビーム径の大きさとし、縦軸を頻度としている。

【0040】

一方、本実施形態に係る固体光源装置10において、各コリメータレンズの位置ずれの分布が上記と同様であった場合、回転ホイール15上における集光位置の合成ビーム径の分布は、図8に示すようになる。図8は、固体光源装置10における合成ビーム径の分布の例を示すグラフである。横軸を合成ビーム径の大きさとし、縦軸を頻度としている。

【0041】

本実施形態に係る固体光源装置10においては、合成ビーム径の分布の中心値は8mm程度であるが、従来の固体光源装置10aにおいては、合成ビーム径の分布の中心値は14mm程度である。

【0042】

図8のグラフと図9のグラフの比較により明らかとなり、第1集光レンズ11と第2集光レンズ12を用いて集光させる固体光源装置10の構成は、2つのミラーによって反射させて集光させる構成よりも、合成ビーム径が小さくなる。

【0043】

従来の固体光源装置10aは、コリメータレンズ17の位置ずれの誤差により、集光位置のバラつきが大きくなり、合成ビーム径が大きくなる。これによって後段の光学系における光利用効率が低くなる。これを是正するには、固体光源装置10aの製造時において、LD16の位置調整とコリメータレンズ17の位置調整を精度良く行うことが必要となるため、製造コストの上昇アップに繋がる。

【0044】

これに対し、本実施形態に係る固体光源装置10は、平面上に略円環の配列をもって配置されたLD16の発光点の位置と、それぞれのLD16に対応するコリメータレンズ17の個別中心軸と、を略一致させて配置している。さらに、コリメータレンズ17と被照射体である回転ホイール15との間に、2枚構成の集光レンズ1を配置している。これによって、回転ホイール15上に集光させたときの集光位置のバラつきを抑えている。

【0045】

すなわち、固体光源装置10によれば、製造時におけるLD16とコリメータレンズ17との位置調整器具が不要になる。したがって、製造コストの低減を図ることができる。

【0046】

すでに説明をした固体光源装置10に用いられるコリメータレンズ17の焦点距離 f_{cL} は6.8mmであり、集光レンズ1の合成焦点距離 f は115mmである。固体光源装置10の製造時において固定される各LD16の発光点の位置と、これに対応するコリメータレンズ17の個別中心軸との、配列時における位置ずれを考える。このLD16とコリメータレンズ17との相対的な位置ずれの最大値を y_{pos} とすると、 $10 \cdot f_{cL} / f$ は0.6であるから、条件式： $y_{pos} < 10 \cdot f_{cL} / f$ を満たすことになる。言い

10

20

30

40

50

換えると、 y_{pos} は、上記の条件式における相対的な位置ずれの許容値である。

【0047】

上記式中の「10」とは、回転ホイール15上の合成ビーム径の半径を表している。合成ビーム径の半径は「10」に限ることはない。

【0048】

合成ビーム径の半径が大きくなると、位置ずれの許容値 y_{pos} は大きくなる。それによって、回転ホイール15の径は大きくなり、固体光源装置100が大型化する。そこで、製造時のLD16とコリメータレンズ17の焦点距離 f_{CL} と集光レンズ1の合成焦点距離 f を $10 \cdot f_{CL} / f$ 以下に規定する。これによって、固体光源装置10によれば、LD16及びコリメータレンズ17の位置ずれの許容値 y_{pos} を緩和することができる。

10

【0049】

また、図3を用いて説明したとおり、LD16は、平面上に略円環の配列をもって配置されている。外側の円環上にあるLD16の中心までの距離を r とする(図3においては26mm)。この外側の円環上にあるLD16から発せられた光の主光線と中心軸13とのなす角 θ は、集光レンズ1の合成焦点距離 f との関係において、 $\theta = \tan^{-1}(r/f)$ で与えられる。本実施形態に係る固体光源装置10において、 θ は 10.2° となる。

【0050】

言い換えると、複数のLD16から発せられ光の趣向線は、集光レンズ1において屈折した後において、集光レンズの中心軸13と交わる。その角度は、20度以内になる。

20

【0051】

また、この値(角度)が小さくなるほど、後段の光学系で光を取り込みやすくなり、画像投射装置に固体光源装置100を用いることで光利用効率を高めることができる。

【0052】

照明光学系の実施形態

次に、本発明に係る固体光源装置の別の例を示す。図10は、本実施形態に係る固体光源装置20の例を示す光学配置図である。

【0053】

図10において、すでに説明した固体光源装置10と同様の構成については、詳細な説明を省略する。固体光源であるLD16から発せられた青色光がコリメータレンズ17によって平行光にされて、さらに第1集光レンズ11と第2集光レンズ12により、被照射体である回転ホイール15上に集光される。

30

【0054】

回転ホイール15は、図5について説明したように、時間的に透過帯域52と反射帯域51とが切り替わる。透過帯域52のタイミングで回転ホイール15上に入射したLD16からの光は、第1レンズ121、第1ダイクロイックミラー136、第2レンズ122、第3レンズ123、第4レンズ124、第5レンズ125を通過して蛍光体139に入射する。蛍光体139に入射した青色光は、緑色光に変換される。

【0055】

変換された緑色光は再び第5レンズ125、第4レンズ124、第3レンズ123、第2レンズ122を通過し、第1ダイクロイックミラー136において反射される。反射された緑色光は、第6レンズ126と第7レンズ127を通過して、第2ダイクロイックミラー137と第3ダイクロイックミラー138において反射される。その後、第8レンズ128と第9レンズ129を通過して、ライトトンネル141へ入射する。

40

【0056】

一方、回転ホイール15上に反射帯域51のタイミングで入射した青色光は、回転ホイール15で反射された後、第10レンズ134と第11レンズ135、第3ダイクロイックミラー138を通過する。その後、第8レンズ128と第9レンズ129を通過し、ライトトンネル141へ入射する。

50

【0057】

また、赤光源140は、赤色を発する固体光源であり、第12レンズ130、第13レンズ131、第14レンズ132、第15レンズ133、第2ダイクロイックミラー137を通過する。その後、第3ダイクロイックミラー138で反射され、第8レンズ128と第9レンズ129を通過して、ライトトンネル141へ入射する。

【0058】

このように、固体光源装置20は、赤色、緑色、青色の3色の光をライトトンネル141へと入射させることができる。ライトトンネル141は、内部で多重反射を繰り返す構造を備えている。これによって、それぞれの色の光が、ライトトンネル141の出口付近ではムラのない均一な分布の光になる。

10

【0059】

ライトトンネル141から出射される光の色を制御するには、青色光を発するLD16または赤色光を発する赤光源140の発光のタイミングと、回転ホイール15のタイミングとを制御すればよい。

【0060】

以上説明した固体光源装置20によれば、レーザ光源を固体光源とした高輝度な固体光源装置を用いて、光利用効率が高く、高効率でかつ色再現性が良く、さらに、長寿命である光学系を得ることができる。

【0061】

固体光源装置の第2実施形態

20

次に、本発明に係る固体光源装置のさらに別の実施形態について、図面を参照しながら説明する。図11は、本実施例に係る固体光源装置30の例を示す斜視図である。図11に示すように、固体光源装置30は、LD16と、コリメータレンズ17と、第1集光レンズ11と、第2集光レンズ12aと、開口ミラー62と、を有してなる。

【0062】

LD16と、コリメータレンズ17と、第1集光レンズ11は、すでに説明した固体光源装置10と同様のものであるので詳細な説明を省略する。

【0063】

第2集光レンズ12aは、出射面側に反射部301が形成されている。反射部301は、第2集光レンズ12aの出射側のレンズ面において、中心部分の一部に反射膜を塗布して形成されている。

30

【0064】

開口ミラー62は、中央に所定の大きさの開口部(孔)が形成されている。すなわち、開口ミラー62は、開口部を備える反射部材である。開口ミラー62の反射面は、第2集光レンズ12a側に向けられている。

【0065】

第2集光レンズ12aの中央付近を通過した光の一部は、開口ミラー62の開口部を通過し、回転ホイール15に集光される。第2集光レンズ12aの中央付近よりも外側を通過した光の一部は、開口ミラー62の開口部を通過せずに反射部材に当たる。反射部材に当たった光は第2集光ミラー12a側に向けて反射される。この開口ミラー62において反射された光は、第2集光ミラー12aの反射部301に当たる。この反射部301によって、再度、開口ミラー62側に反射された光は、開口ミラー62の開口部を通過して、回転ホイール15に集光される。

40

【0066】

以上のように、LD16から発せられた光が回転ホイール15に至るまでの光路を、反射部301を有する集光ミラー12aと開口ミラー62によって、折り畳まれる。これによって、すでに説明をした固体光源装置10におけるLD16から回転ホイール15までの距離(図1に示したaとbの合計)と固体光源装置30におけるLD16から回転ホイール15までの距離とを比較すると、固体光源装置30の方がより短くなる。すなわち、固体光源装置30によれば、より小型の光源装置を得ることができる。

50

【0067】

固体光源装置の第3実施形態

次に、本発明に係る固体光源装置のさらに別の実施形態について、図面を参照しながら説明する。図12は、本実施形態に係る固体光源装置40の例を示す側面図である。図12に示すように、固体光源装置40は、LED光源であるLED18と、コリメータレンズ17と、第1集光レンズ11および第2集光レンズ12からなる集光レンズ1と、を有してなる。図12において固体光源装置40の中心軸13は、第1集光レンズ11及び第2集光レンズ12の光軸、すなわち集光レンズ1の光軸を示している。

【0068】

固体光源装置40は、固体光源装置10と異なる構成として、光源がLED16の代わりにLED18を用いている。以下、上記と異なる点を中心により詳細に説明する。

10

【0069】

固体光源装置40は、固体光源装置10と同様に、21個のLED18を、平面上に略円環の配列をもって配置している。この21個のLED18は、赤色、緑色、青色の3色が適切な個数で配置されている。ここで適切な個数とは、所望の白色の光を得ることができる個数である。また、ライトトンネル141への入射角の分布が赤色、緑色、青色においてそれぞれ近似の値になる個数でもある。

【0070】

固体光源装置40は、固体光源から発せられる光をライトトンネル141へ入射すれば、所望する色の合成をすることができる。したがって、各LED18から発せられた光は、それぞれのLED18に対応するコリメータレンズ17において略平行光になり、その後、第1集光レンズ11と第2集光レンズ12を通過して折り返しミラー14で反射される。その後、ライトトンネル141へと入射する。

20

【0071】

ライトトンネル141へと入射した各光は、多重反射を繰り返した後に、ライトトンネル141の出射端において、照度分布が均一化された光となる。

【0072】

以上のように固体光源装置40によれば、LED18を光源として用いることで、コンパクトでかつ色再現性の良い、さらには、長寿命である光源装置を得ることができる。

【0073】

画像投射装置の実施形態

次に、本発明に係る画像投射装置の実施形態について、図面を参照しながら説明する。まず、本実施形態に係るプロジェクタ1000に用いられる照明光学系142について、図13を用いて説明する。

30

【0074】

図13は本実施形態に係る照明光学系142の例を示す光学配置図である。図13に示すように、照明光学系142は、第1照明レンズ143と、第2照明レンズ144と、平面ミラー145と、凹面ミラー146と、を有してなる。

【0075】

すでに説明をしたライトトンネル141から出射された各色の光は、第1照明レンズ143と、第2照明レンズ144とを通過し、平面ミラー145、凹面ミラー146の順で反射された後に、空間変調素子147に照射される。空間変調素子147は、例えばDMD(Digital Micromirror Device)である。DMDは、微小ミラーが2次元に配列されていて、画像の1画素の対応する各ミラーの角度を制御することで画像を形成する素子である。第1照明レンズ143から凹面ミラー146までが照明光学系142である。この照明光学系142によって、ライトトンネル141の出射端面と空間変調素子147は共役関係になっている。したがって、ライトトンネル141の出射端面を物体面として、空間変調素子147へ照明される。

40

【0076】

ここで、DMDについて説明する。DMDは、一辺が10 μ 程度の正方形ミラーが表示

50

画素に対応して配列されている。例えばW X G A規格の解像度における画像を表示できるものは、1280×800個のミラーが配列されている。

【0077】

各ミラーは正方形形状であって、対角方向に±12度の傾きを形成できる。この傾きは、映像信号に応じて切り替わる。

例えば、+12度の状態をON状態としたとき、照明光学系142によってDMDを照明した光は、ON状態のミラー部分のみが投射光学系148の方向へと反射される。この投射光学系148へ反射された光によって、画像が形成される。

【0078】

また、-12度の状態をOFF状態としたとき、照明光学系142によってDMDを照明した光は、OFF状態のミラー部分の光が投射光学系148とは異なる方向へと反射される。この反射孔は、照明光学系142のハウジングに配置されている吸収部材などに吸収される。OFF状態のミラー部分に該当する画素は、画像においては黒で表現される。

10

【0079】

次に、本実施例に係るプロジェクタ1000について説明する。図14は、これまで説明した本発明に係る固体光源装置を備えたプロジェクタ1000の例を示す光学配置図である。

【0080】

図14に示すように、プロジェクタ1000は、固体光源装置100と、照明光学系142と、投射光学系148と、を有してなる。

20

【0081】

青色のLD16及び回転ホイール15のタイミングで緑色と青色の光が生成され、さらに赤色LDもしくは赤色LEDの発光タイミングを制御して、ライトトンネル141から発せられる光の色を時分割的に制御する。この光の色の制御と同期させて、すでに説明したDMDの各ミラーのON状態とOFF状態のタイミングを制御する。これらの制御により、時分割的に各色の映像を、投射光学系148を通して被投射面であるスクリーン149へと拡大投射することができる。

【0082】

以上説明したプロジェクタ1000によれば、色再現性が良く、長寿命も光源装置を備える画像投射装置を得ることができる。

30

【符号の説明】

【0083】

- 1 集光レンズ
- 10 固体光源装置
- 11 第1集光レンズ
- 12 第2集光レンズ
- 13 中心軸
- 14 折り返しミラー
- 15 回転ホイール
- 16 LD
- 17 コリメータレンズ

40

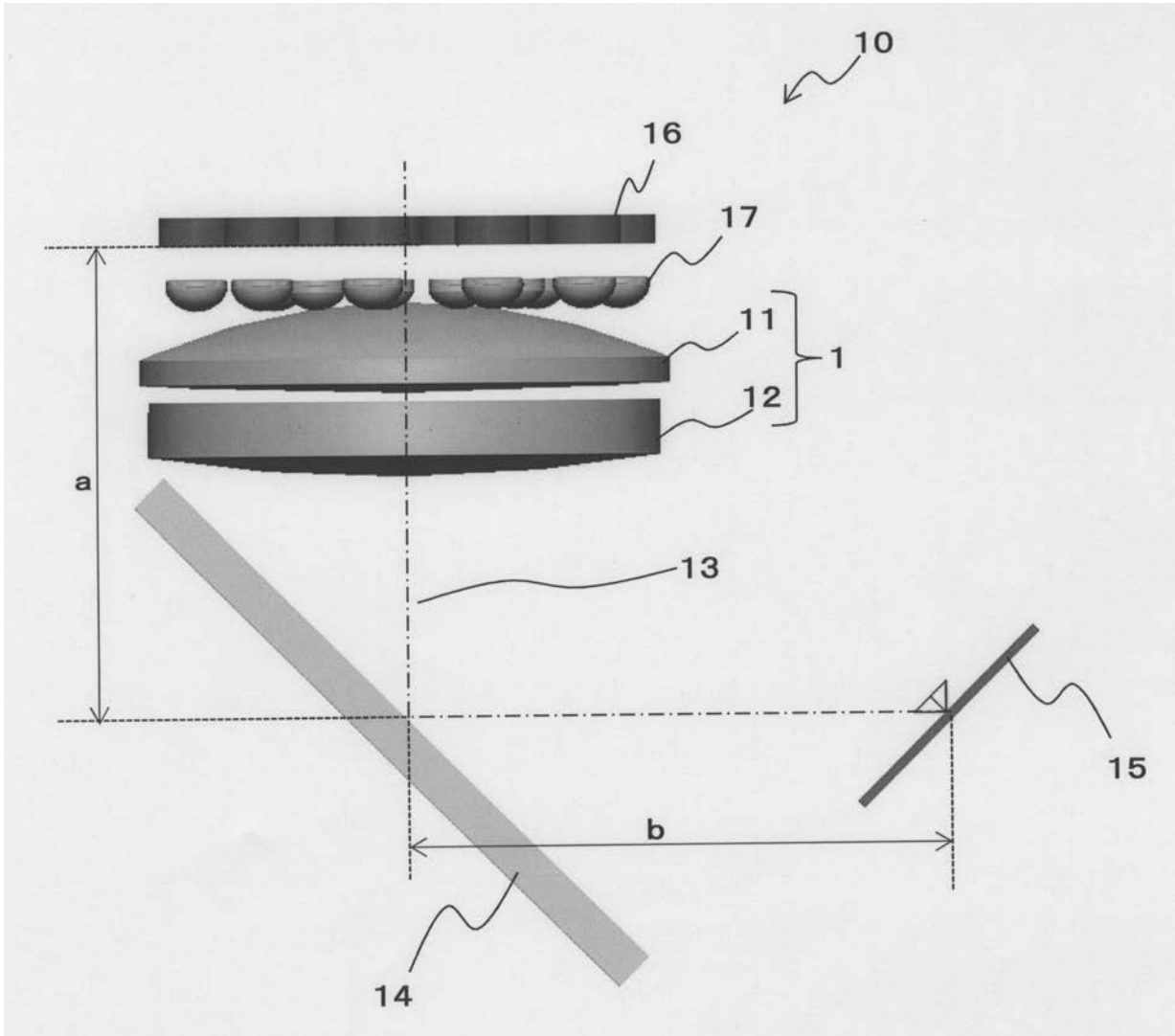
【先行技術文献】

【特許文献】

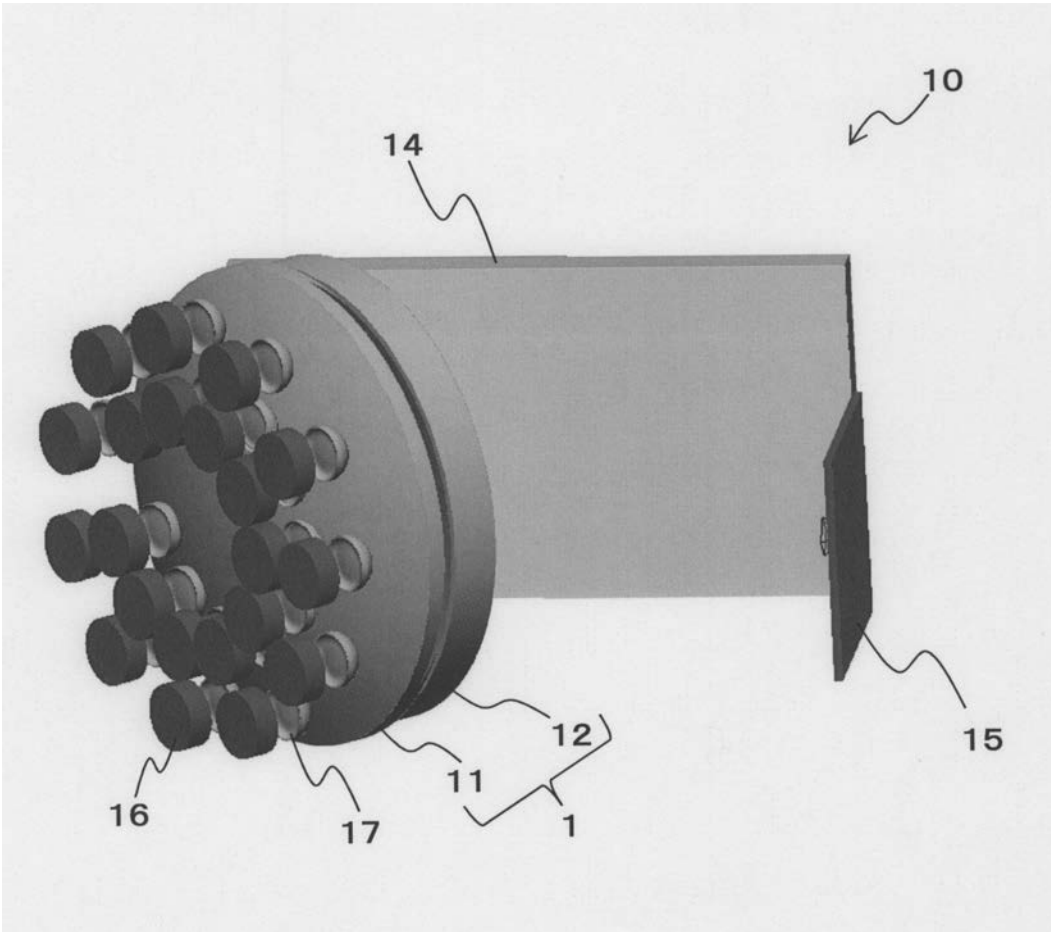
【0084】

【特許文献1】特開2012-48832号公報

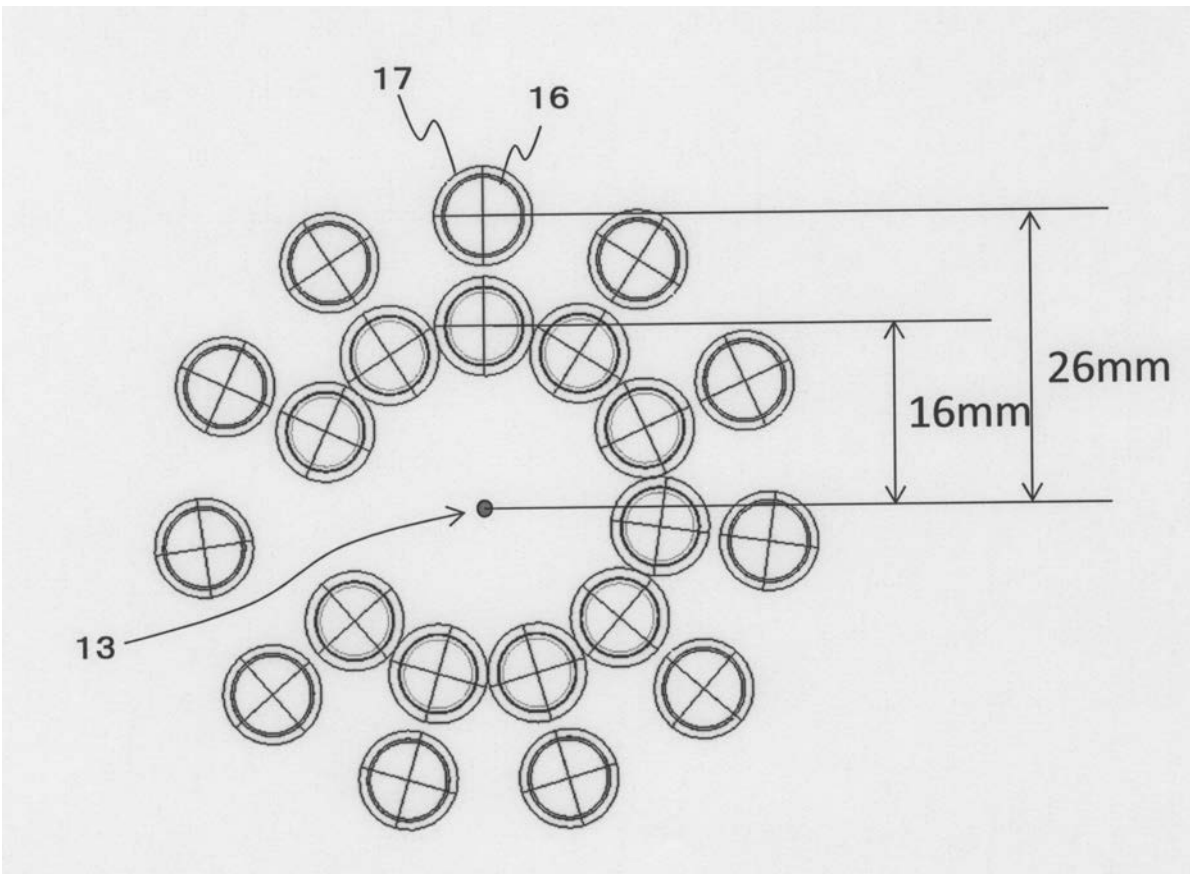
【図 1】



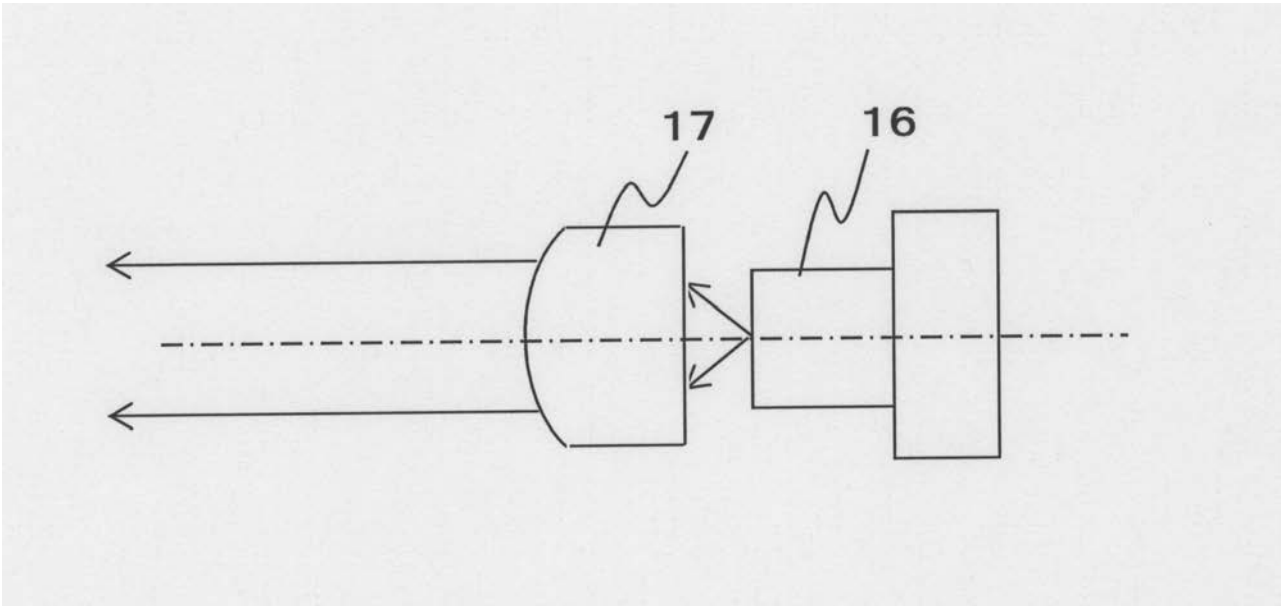
【 図 2 】



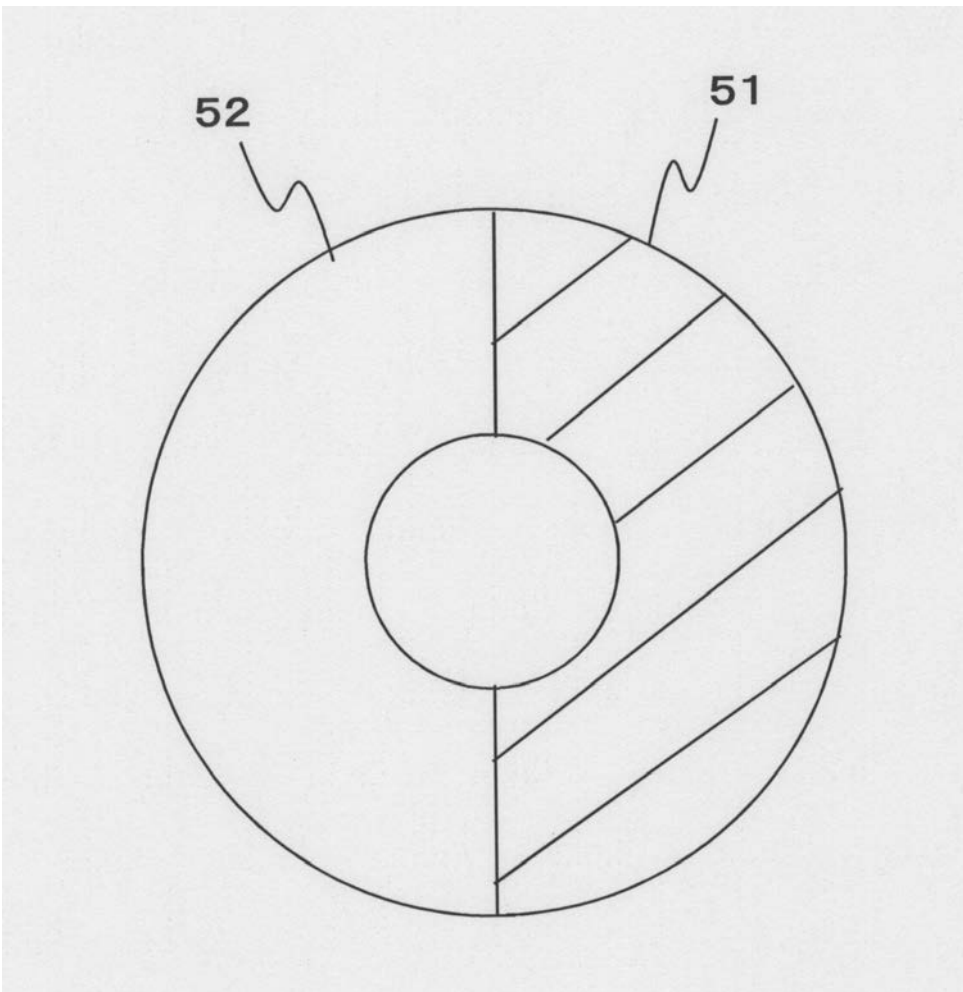
【 図 3 】



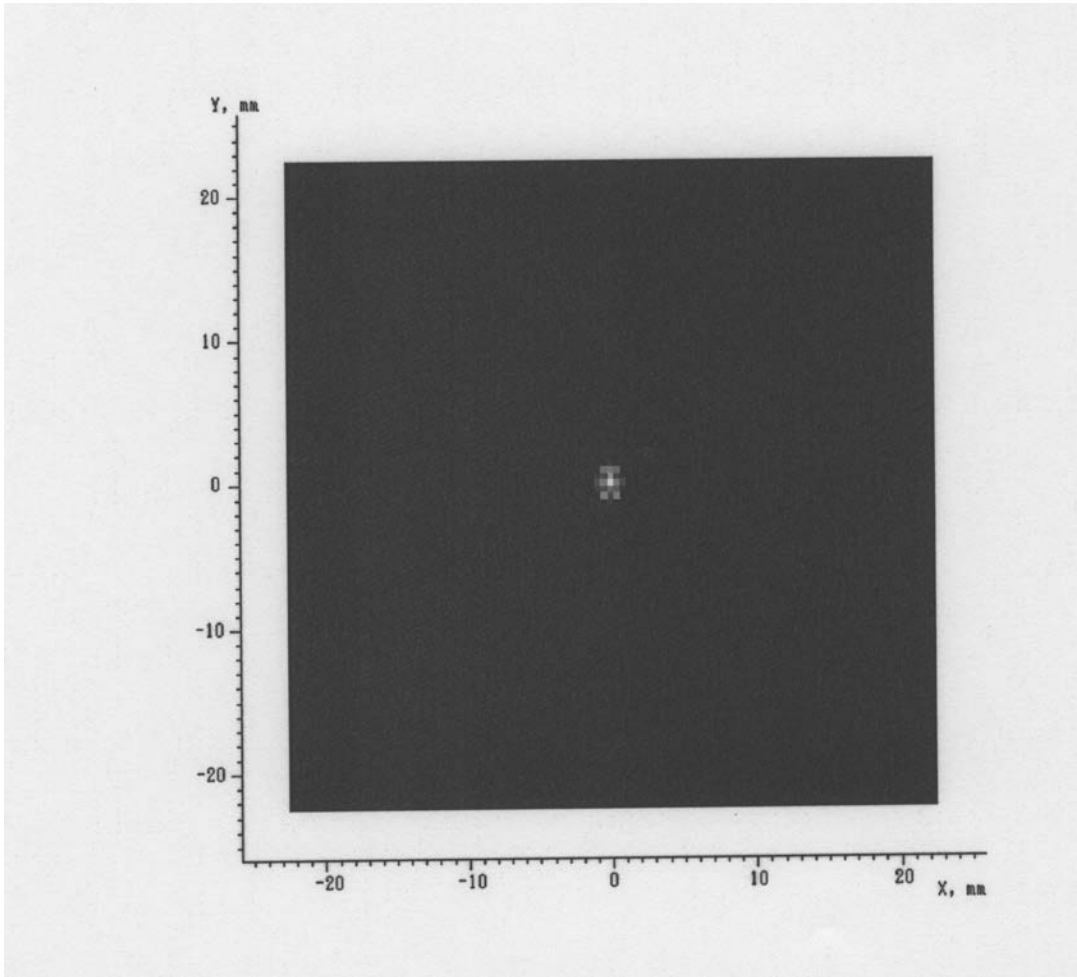
【 図 4 】



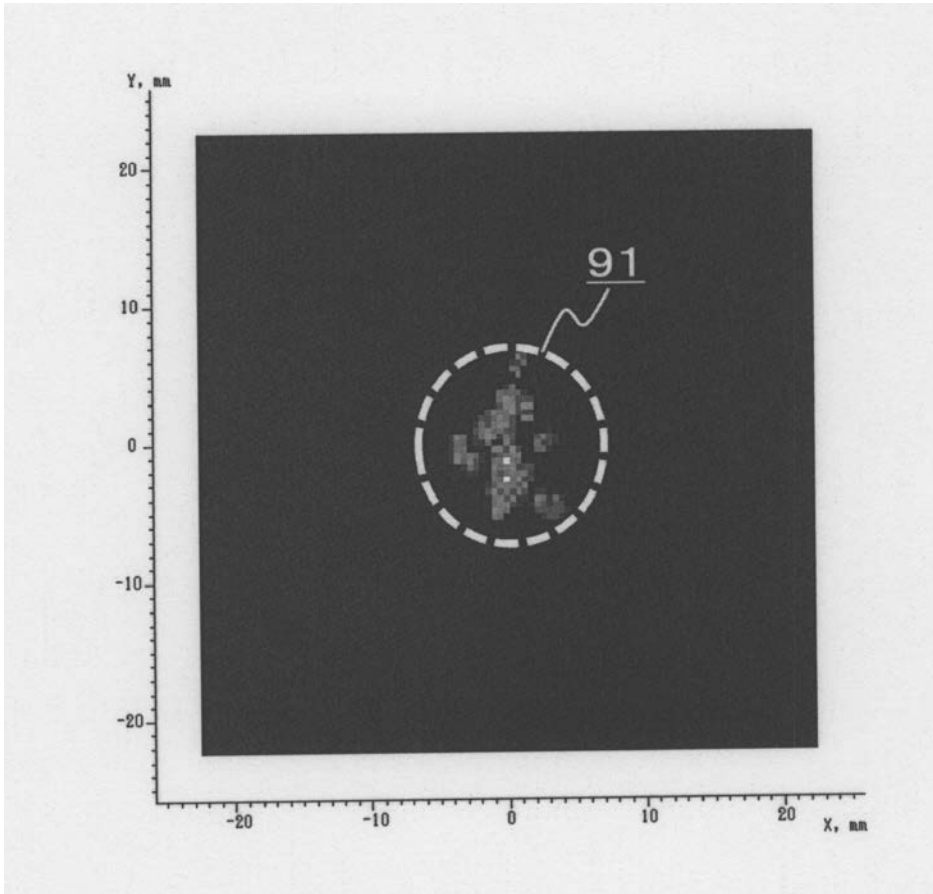
【 図 5 】



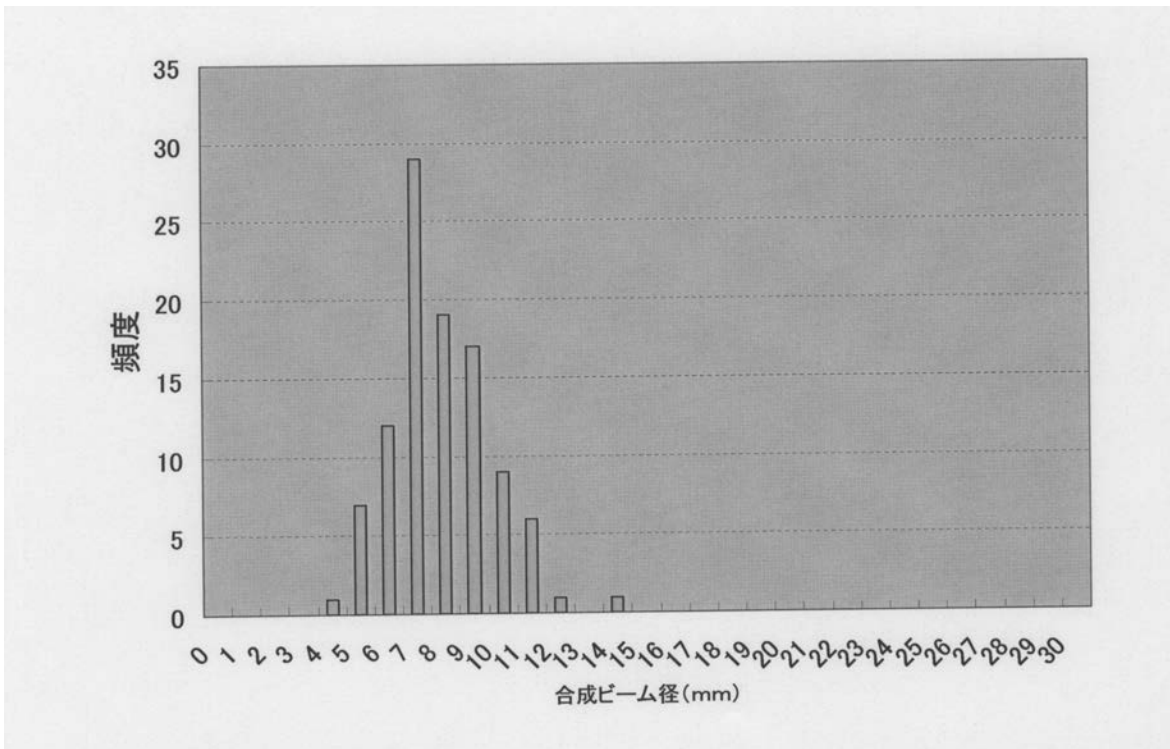
【 図 6 】



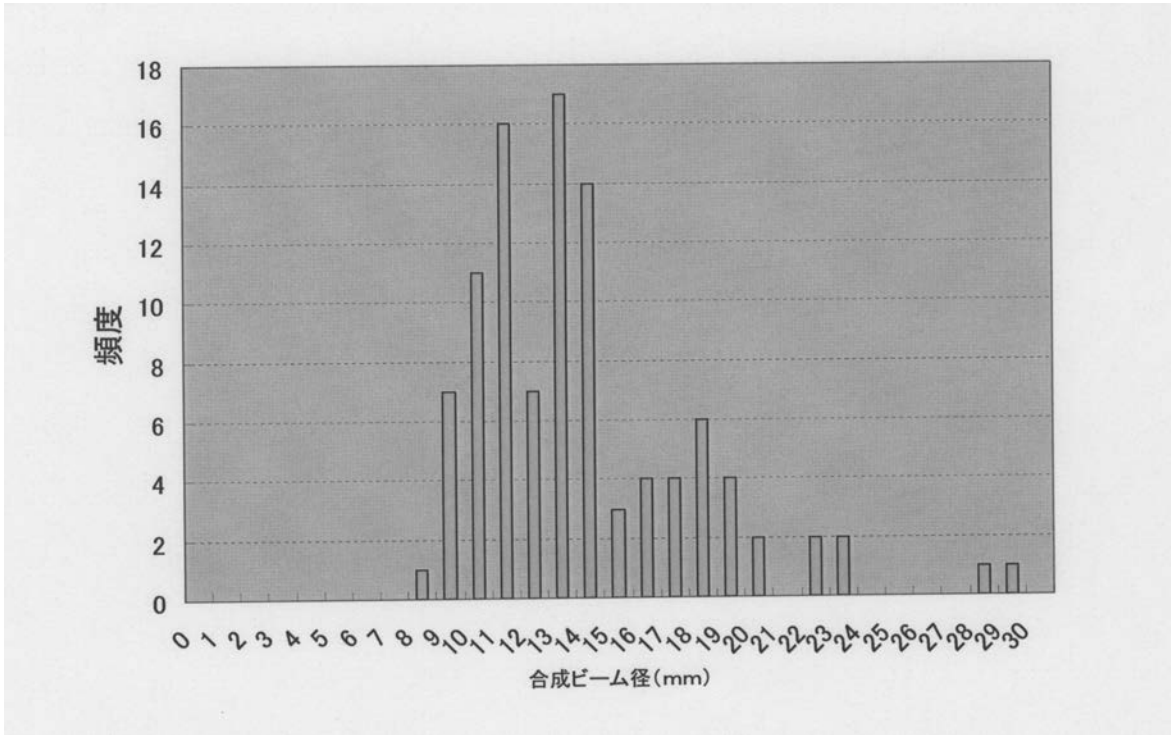
【 図 7 】



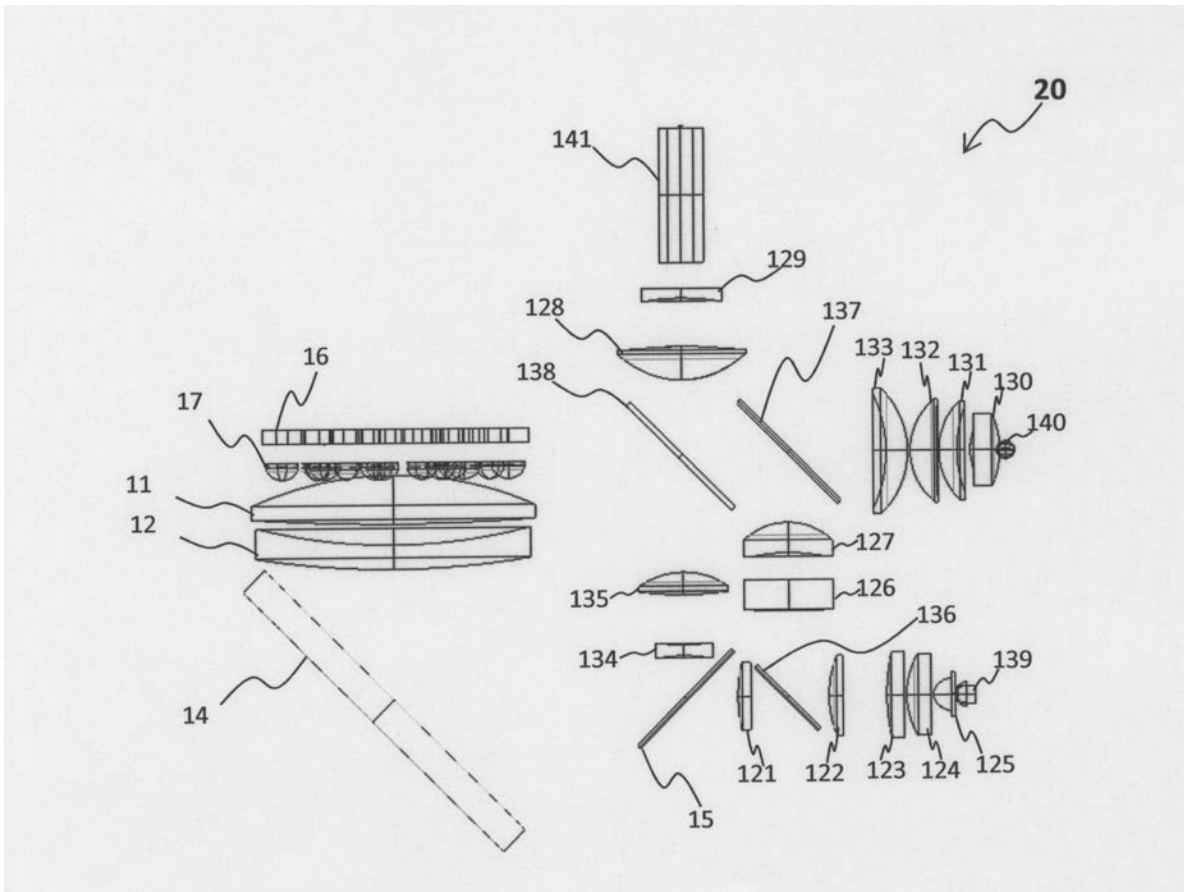
【 図 8 】



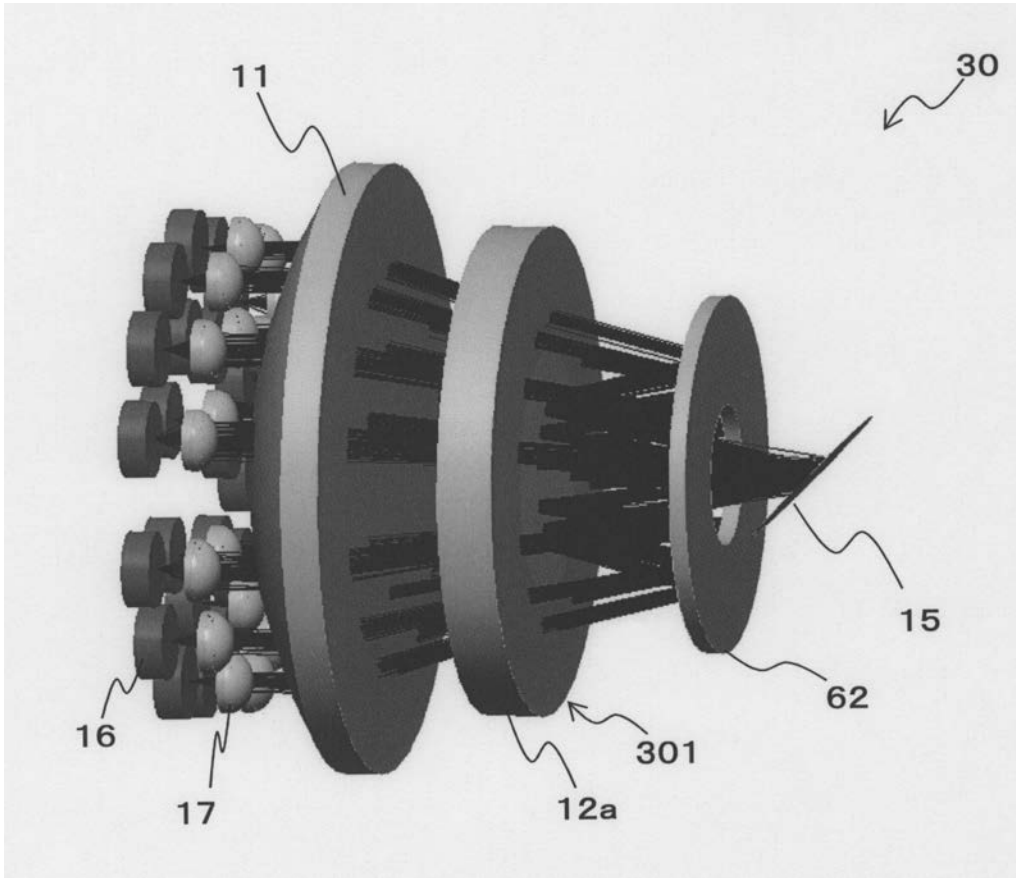
【 図 9 】



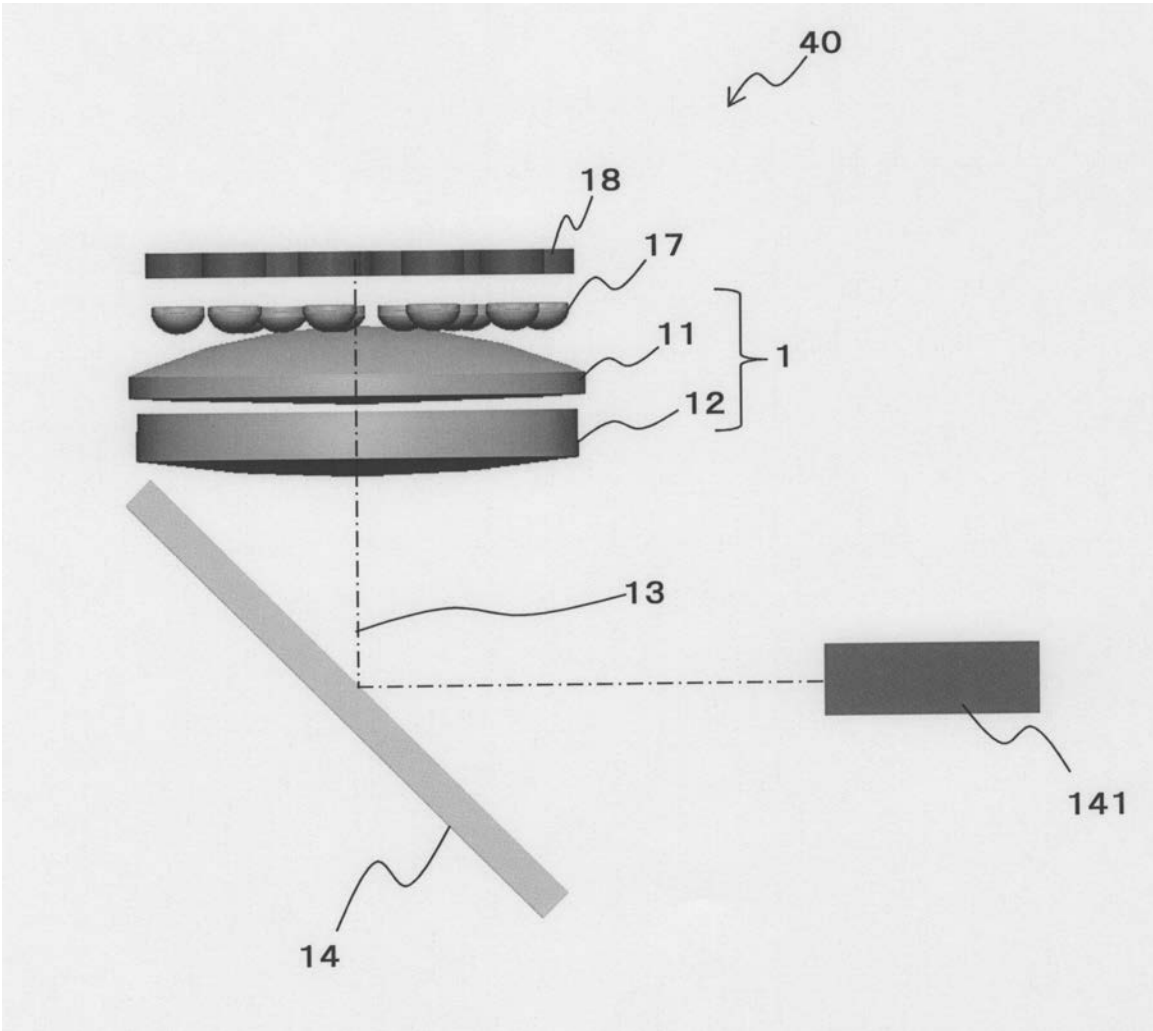
【 図 10 】



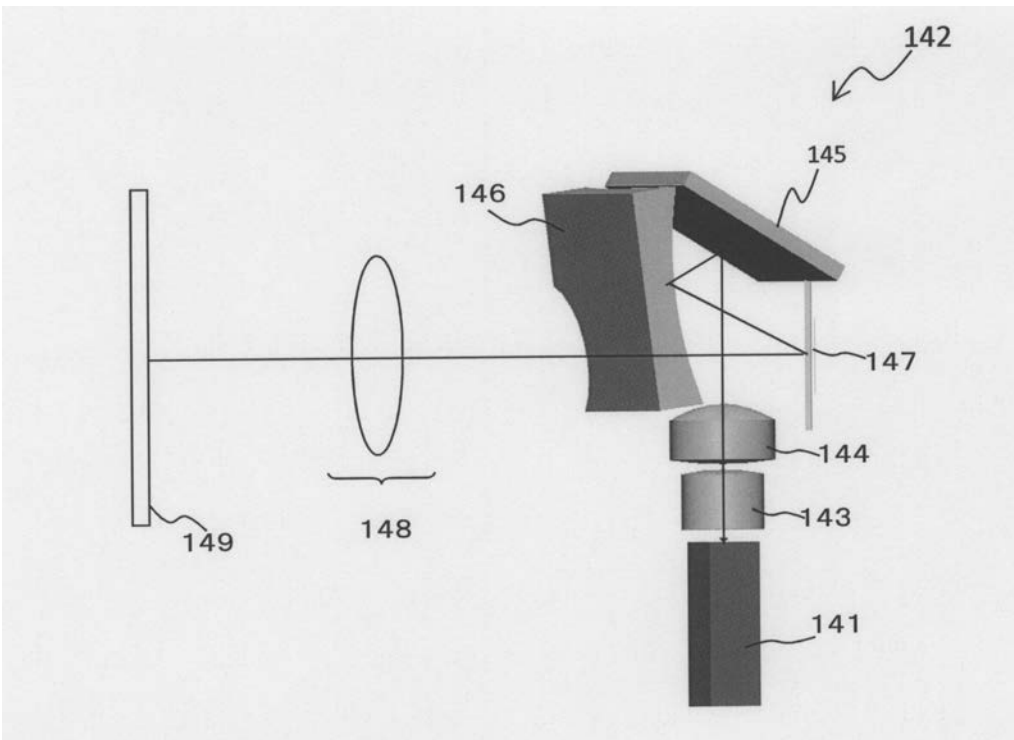
【図 11】



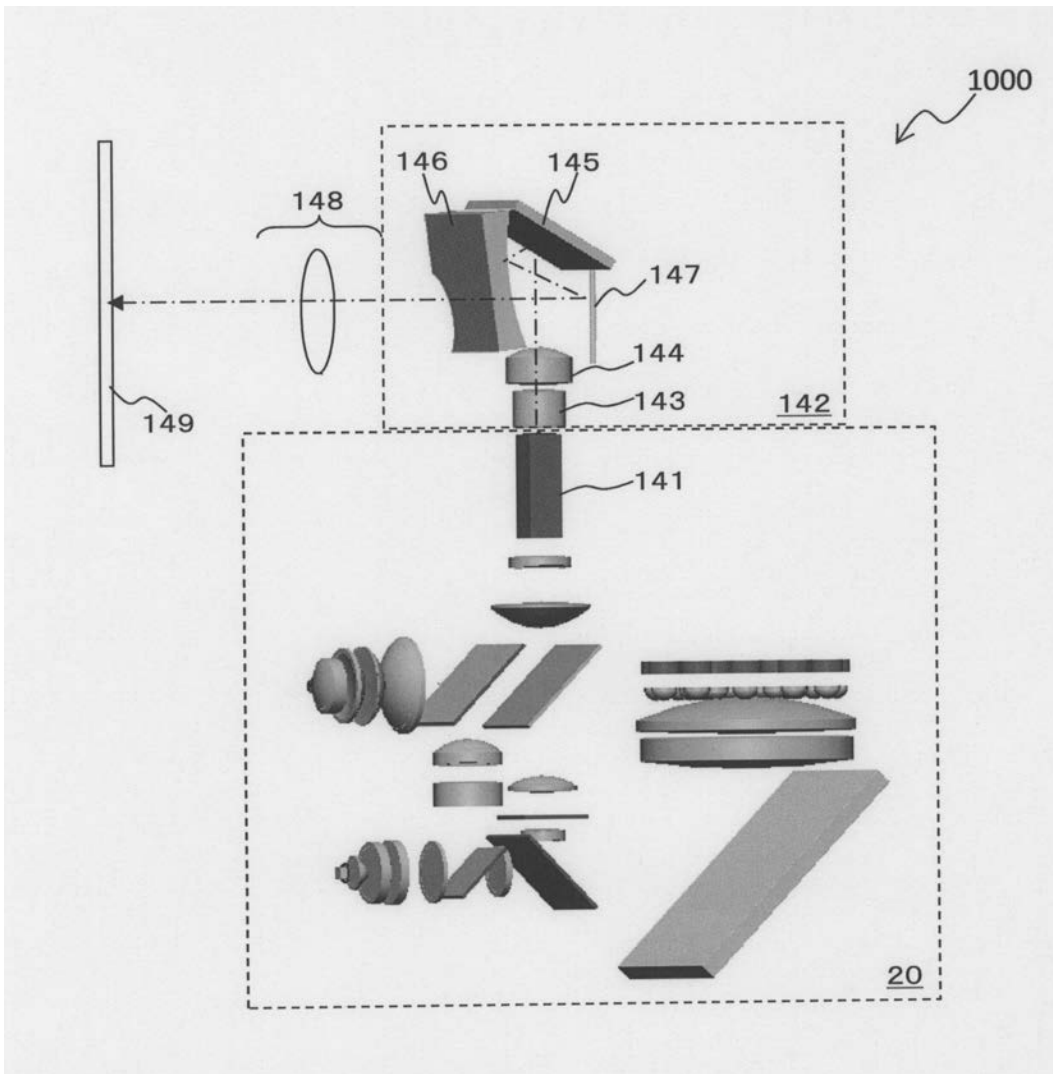
【図 12】



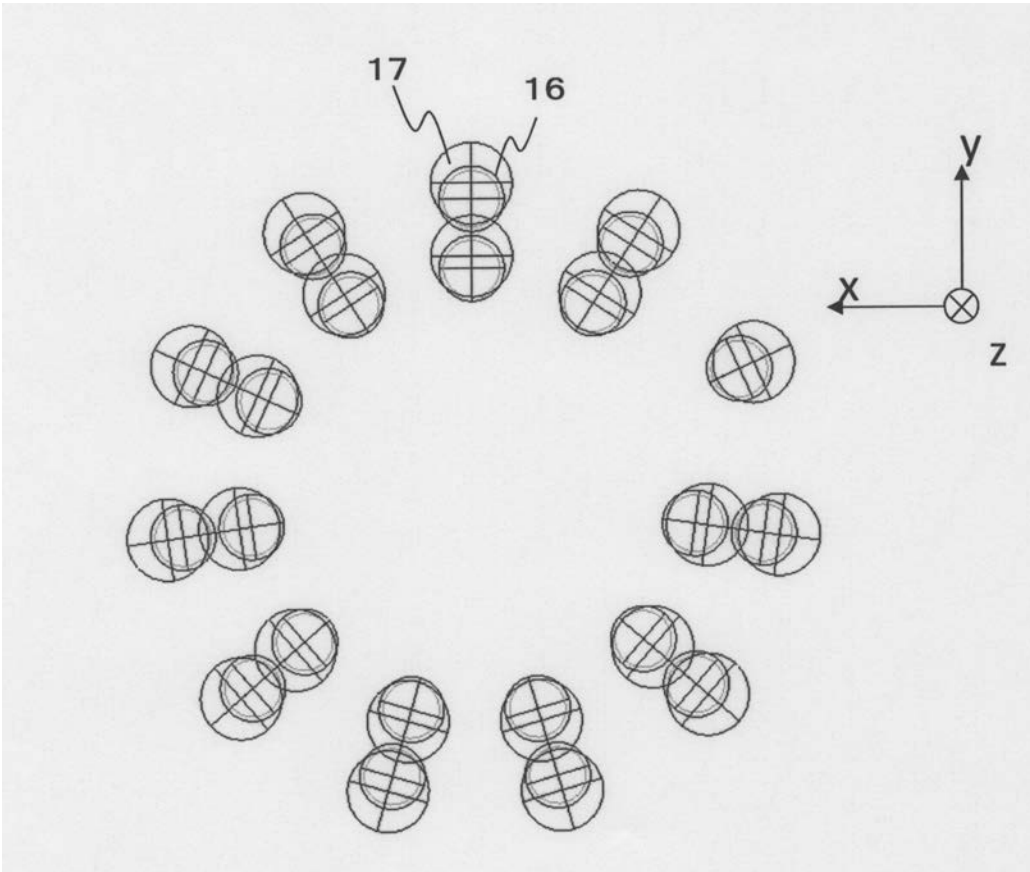
【図 13】



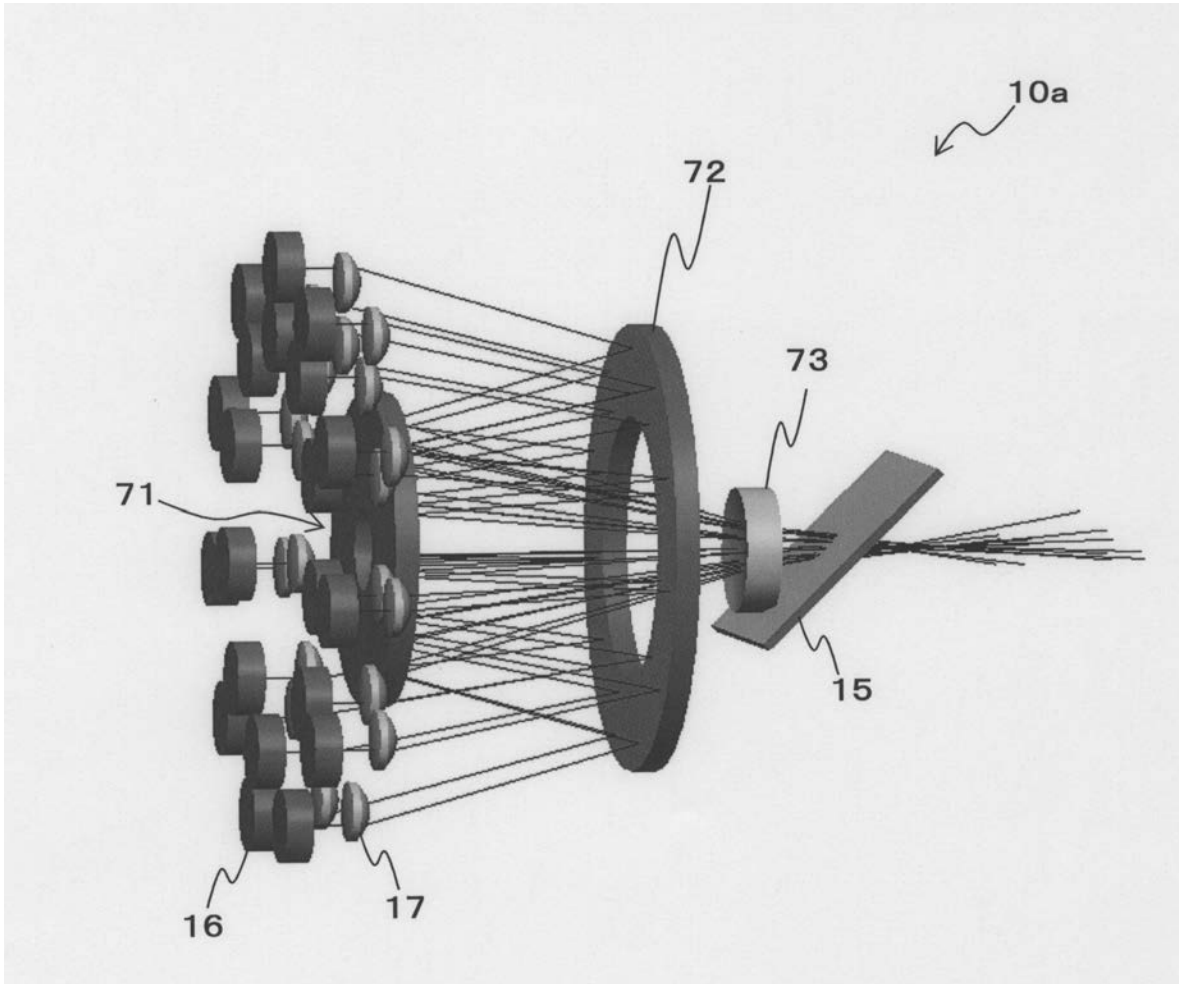
【 図 1 4 】



【 図 1 5 】



【 図 16 】



フロントページの続き

(51) Int.Cl. F I テーマコード(参考)
H 0 4 N 5/74 (2006.01) H 0 4 N 5/74 H

(72)発明者 高橋 達也
東京都大田区中馬込 1 丁目 3 番 6 号 株式会社リコー内

(72)発明者 西森 丈裕
東京都大田区中馬込 1 丁目 3 番 6 号 株式会社リコー内

(72)発明者 藤岡 哲弥
東京都大田区中馬込 1 丁目 3 番 6 号 株式会社リコー内

Fターム(参考) 2H087 KA06 LA24 RA05 RA12 RA45
2K103 AA07 AA14 AB05 BA02 BC27 BC28 BC50 CA76
5C058 BA35 EA12 EA13 EA51