

(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2004-233814
(P2004-233814A)

(43) 公開日 平成16年8月19日(2004.8.19)

(51) Int. Cl. ⁷	F I	テーマコード (参考)
G02B 27/09	G02B 27/00	2H087
B23K 26/06	B23K 26/06	4E068
G02B 13/00	G02B 13/00	5D789
G02B 13/18	G02B 13/18	
G11B 7/125	G11B 7/125	B

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 12 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2003-24094 (P2003-24094)	(71) 出願人	000001270 コニカミノルタホールディングス株式会社 東京都千代田区丸の内一丁目6番1号
(22) 出願日	平成15年1月31日 (2003.1.31)	(74) 代理人	100090033 弁理士 荒船 博司
		(72) 発明者	坂本 勝也 東京都八王子市石川町2970番地 コニカ株式会社内
		Fターム(参考)	2H087 KA13 KA26 LA26 PA02 PA17 PB02 QA03 QA07 QA12 QA21 QA34 QA41 RA05 RA13 RA34 UA01 4E068 CA11 CD05 CD14 5D789 AA38 JA06

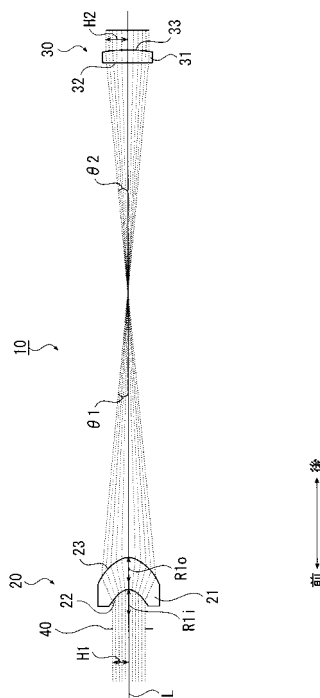
(54) 【発明の名称】 ビーム整形光学系、レーザー加工機及び光ピックアップ装置

(57) 【要約】

【課題】設計及び製作が容易で、かつ、コストの削減が可能なビーム整形光学系、このビーム整形光学系を用いたレーザー加工機及び光ピックアップ装置を提供する。

【解決手段】本発明に係るビーム整形光学系は、アフォーカル系であり、入射光束の光強度分布を光強度が略均一である平坦分布領域を含む分布となるように整形して出射する。ビーム整形光学系は、光源側から順に前群と後群とから構成され、前群及び後群はそれぞれ1枚の非球面レンズからなる。そして、前群の非球面レンズの正弦条件不満足量 S_1 、屈折力 P_1 、光軸領域における入射面の曲率半径 R_{1i} 、光軸領域における出射面の曲率半径 R_{1o} 、後群の非球面レンズの正弦条件不満足量を S_2 について、 $S_1 > 0$ 、 $S_2 = 0$ 、 $P_1 > 0$ 、 $R_{1o} < R_{1i} < 0$ を満たすことを特徴とする。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

入射光束の光強度分布を、光強度が略均一である平坦分布領域を含む分布となるように整形して出射するアフォーカル系のビーム整形光学系であって、
光源側から順に前群と後群とから構成され、これら前群及び後群がそれぞれ 1 枚の非球面レンズからなり、

前記前群の非球面レンズに関して、光軸からの高さを H_1 、高さ H_1 の位置を通過した光束が前記前群と前記後群との間で光軸と成す角を θ_1 、焦点距離を F_1 、正弦条件不満足量 S_1 を $S_1 = H_1 / (F_1 \times \sin \theta_1) - 1$ 、屈折力を P_1 、入射面の近軸の曲率半径を R_{1i} 、出射面の近軸の曲率半径を R_{1o} と規定したときに、

10

$$S_1 > 0$$

$$P_1 > 0$$

$$R_{1o} < R_{1i} < 0$$

を満たすことを特徴とするビーム整形光学系。

【請求項 2】

請求項 1 に記載のビーム整形光学系であって、

前記後群の非球面レンズに関して、入射光束が前記前群と前記後群との間で光軸と成す角を θ_2 、角度 θ_2 で入射した光束が出射される際の光軸からの距離（高さ）を H_2 、焦点距離を F_2 、正弦条件不満足量 S_2 を $S_2 = H_2 / (F_2 \times \sin \theta_2) - 1$ と規定したときに、

20

$$S_2 \leq 0$$

を満たすことを特徴とするビーム整形光学系。

【請求項 3】

請求項 1 又は 2 に記載のビーム整形光学系であって、

前記前群の非球面レンズが、該前群の非球面レンズを通過する光束を球面収差が発生しない状態で出射し、

前記後群の非球面レンズが、該後群の非球面レンズを通過する光束を球面収差が発生しない状態で出射することを特徴とするビーム整形光学系。

【請求項 4】

請求項 1 ~ 3 のいずれか一項に記載のビーム整形光学系であって、

30

前記前群の非球面レンズ及び前記後群の非球面レンズが共にプラスチックレンズであることを特徴とするビーム整形光学系。

【請求項 5】

請求項 1 ~ 4 のいずれか一項に記載のビーム整形光学系であって、

前記平坦分布領域とは、出射光束の光強度分布において、光強度の最大値に対して 50 % の光強度となる点における光束径を a 、最大値に対して 90 % の光強度となる点における光束径を b と規定したときに、前記光束径 b の範囲内における光強度の最大値と最小値との差が最大値に対して 10 % 以内であり、且つ、 $b / a \geq 0.5$ を満たす領域を指すことを特徴とするビーム整形光学系。

40

【請求項 6】

請求項 1 ~ 5 のいずれか一項に記載のビーム整形光学系を備え、該ビーム整形光学系により整形された出射光束を被加工物上に集光させて該被加工物を加工することを特徴とするレーザ加工機。

【請求項 7】

請求項 1 ~ 5 のいずれか一項に記載のビーム整形光学系を備え、該ビーム整形光学系から出射された光束を光情報記録媒体の情報記録面上に集光させて情報の再生及び / 又は記録を行うことを特徴とする光ピックアップ装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

50

本発明は、入射光束の光強度分布を変換して出射するビーム整形光学系、このビーム整形光学系を用いたレーザ加工機及び光ピックアップ装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

従来より、例えば、レーザ光を用いて被加工物を加工するレーザ加工機や、光情報記録媒体（光ディスク）を用いた情報の記録や再生に用いる光ピックアップ装置等に用いられ、光源から出射された光束の光強度分布を変換する光学系（以下、「ビーム整形光学系」という。）に関する技術が種々提案されている。

【0003】

例えば、ビーム整形光学系を、前群と後群のそれぞれに1枚ずつレンズを配置して構成し、ガウス型の強度分布を有する入射光束に対して、前群のレンズにおいて意図的に球面収差を発生させ、光束の密度を中心部分よりも周辺部分で大きくすることで、出射光束をほぼ均一な強度分布となるように変換して出射する技術が開示されている（例えば、特許文献1参照。）。 10

【0004】

また、光学系を、前群と後群のそれぞれに2枚以上のレンズを配置すると共に、両群のうち少なくとも一方の群において正弦条件を満たさない、つまり、正弦条件不満足量が発生するような構成とすることで、ガウス型等の不均一な強度分布を有する入射光束をほぼ均一な強度分布となるように変換して出射する技術が開示されている（例えば、特許文献2参照。）。 20

【0005】

【特許文献1】

米国特許第6295168号明細書

【特許文献2】

特開昭63-188115号公報

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

ところが、特許文献1の場合、前群のレンズにおいて意図的に球面収差を発生させるので、後群のレンズにおいてこの球面収差を補正する必要が生じ、レンズ自体及び光学系全体の設計が難しくなるという問題があった。 30

また、特許文献2の場合、各群が複数枚のレンズで構成されているので、調芯作業に手間がかかるといった問題や、コストがかかるという問題があった。

また、特許文献2の図面中には、正弦条件違反量について説明するための模式図として、各群がそれぞれ1枚のレンズからなるビーム整形光学系が表されており、これら前群及び後群のレンズとして、入射面及び出射面が突出した凸レンズが表されている。

しかし、上述のように、特許文献2の図面中の、各群がそれぞれ1枚のレンズからなるビーム整形光学系は、あくまで模式図としてその構成を簡略化して表されているものにすぎず、前群及び後群に1枚ずつレンズを配置することにより光束の強度を均一化する技術が開示されているわけではない。

【0007】 40

本発明の課題は、上述の問題を考慮したものであり、設計及び製作が容易で、かつ、コストの削減が可能なビーム整形光学系、このビーム整形光学系を用いたレーザ加工機及び光ピックアップ装置を提供することである。

【0008】

【課題を解決するための手段】

以上の課題を解決するため、請求項1に記載の発明は、入射光束の光強度分布を、光強度が略均一である平坦分布領域を含む分布となるように整形して出射するアフォーカル系のビーム整形光学系であって、光源側から順に前群と後群とから構成され、これら前群及び後群がそれぞれ1枚の非球面レンズからなり、前記前群の非球面レンズに関して、光軸からの高さを H_1 、高さ H_1 の位置を通過した光束が前記前群と前記後群との間で光軸と成 50

す角を θ_1 、焦点距離を F_1 、正弦条件不満足量 S_1 を $S_1 = H_1 / (F_1 \times \sin \theta_1) - 1$ 、屈折力を P_1 、入射面の近軸の曲率半径を R_{1i} 、出射面の近軸の曲率半径を R_{1o} と規定したときに、 $S_1 > 0$ 、 $P_1 > 0$ 、 $R_{1o} < R_{1i} < 0$ を満たすことを特徴とする。

【0009】

請求項1に記載の発明によれば、前群の非球面レンズの正弦条件不満足量 S_1 を正、屈折力 P_1 を正、光軸領域における入射面の曲率半径 R_{1i} と出射面の曲率半径 R_{1o} が共に負であり、かつ、入射面の曲率半径 R_{1i} の絶対値と出射面の曲率半径 R_{1o} の絶対値とを比較した場合に、入射面の曲率半径 R_{1i} の絶対値の方が大きくなるように設定する。

【0010】

従って、前群の非球面レンズの入射面に等間隔の光束密度で平行光束が入射した場合、出射面側において、光軸から離れた領域の光束密度が大きくなるように（密となるように）、逆に、光軸に近い領域の光束密度が小さくなるように（疎となるように）整形され、出射光束全体の光強度分布がほぼ均一に変換された状態となる。そして、前群の非球面レンズの屈折力 P_1 が正であることから、前群の非球面レンズからの出射光束は、前群の非球面レンズと後群の非球面レンズの間の光軸上の焦点で一旦集光し、その後、発散しながら後群の非球面レンズに至る。そして、後群の非球面レンズから、光強度分布がほぼ均一に変換された状態を維持したまま平行光として出射される。

このように、前群と後群とをそれぞれ1枚の非球面レンズから構成できるので、調芯作業に要する時間を削減でき、さらに、レンズにかかるコストを抑えることができる。

また、このような効果は、 $R_{1o} < R_{1i} < 0$ を満たすように前群の非球面レンズを構成することにより得られることが判明した。

【0011】

請求項2に記載の発明は、請求項1に記載のビーム整形光学系であって、前記後群の非球面レンズに関して、入射光束が前記前群と前記後群との間で光軸と成す角を θ_2 、角度 θ_2 で入射した光束が出射される際の光軸からの距離（高さ）を H_2 、焦点距離を F_2 、正弦条件不満足量 S_2 を $S_2 = H_2 / (F_2 \times \sin \theta_2) - 1$ と規定したときに、 $S_2 > 0$ を満たすことを特徴とする。

【0012】

請求項2に記載の発明によれば、請求項1と同様の効果を得られると共に、後群の非球面レンズの正弦条件不満足量 S_2 を0以下とする。

従って、例えば、正弦条件不満足量 S_2 をゼロ、即ち正弦条件を満たすように設定することにより、第1レンズで光強度分布が均一に変換された状態で発散光として後群の非球面レンズに入射する光束に対して、光強度分布を変更せずに平行光として出射することができると共に、前群の後群の両非球面レンズの焦点距離の比を変化させることにより、後群の非球面レンズから出射される光束の光束径を容易に変更することが可能となる。

また、例えば、正弦条件不満足量 S_2 を負に設定することにより、前群の非球面レンズと後群の非球面レンズの両者の協働させて、不均一な光強度分布を有する光束を略均一な光強度分布に変換する効果をより高めることができる。

【0013】

請求項3に記載の発明は、請求項1又は2に記載のビーム整形光学系であって、前記前群の非球面レンズが、該前群の非球面レンズを通過する光束を球面収差が発生しない状態で出射し、前記後群の非球面レンズが、該後群の非球面レンズを通過する光束を球面収差が発生しない状態で出射することを特徴とする。

【0014】

請求項3に記載の発明によれば、請求項1又は2と同様の効果を得られると共に、前群と後群の非球面レンズは、光束を球面収差が発生しない状態で出射するので、非球面レンズ自体及びビーム整形光学系全体の設計及び製作が容易となる。

【0015】

請求項4に記載の発明は、請求項1～3のいずれか一項に記載のビーム整形光学系であっ

10

20

30

40

50

て、前記前群の非球面レンズ及び前記後群の非球面レンズが共にプラスチックレンズであることを特徴とする。

【0016】

請求項4に記載の発明によれば、請求項1～3のいずれか一項と同様の効果を得られると共に、プラスチックによりレンズを成形することで、レンズ設計の自由度が増し、ビーム整形光学系の精度を向上させることができる。

【0017】

請求項5に記載の発明は、請求項1～4のいずれか一項に記載のビーム整形光学系であって、前記平坦分布領域とは、出射光束の光強度分布において、光強度の最大値に対して50%の光強度となる点における光束径をa、最大値に対して90%の光強度となる点における光束径をbと規定したときに、前記光束径bの範囲内における光強度の最大値と最小値との差が最大値に対して10%以内であり、且つ、 $b/a \geq 0.5$ を満たす領域を指すことを特徴とする。

10

請求項5に記載の発明によれば、請求項1～4のいずれか一項と同様の効果を得られる。

【0018】

請求項6に記載の発明は、請求項1～5のいずれか一項に記載のビーム整形光学系を備え、該ビーム整形光学系により整形された出射光束を被加工物上に集光させて該被加工物を加工することを特徴とする。

【0019】

請求項6に記載の発明によれば、請求項1～5のいずれか一項と同様の効果を得られると共に、レーザ加工機の精度向上、設計及び製造の容易化、コストの削減を達成できる。

20

【0020】

請求項7に記載の発明は、請求項1～5のいずれか一項に記載のビーム整形光学系を備え、該ビーム整形光学系から出射された光束を光情報記録媒体の情報記録面上に集光させて情報の再生及び/又は記録を行うことを特徴とする。

【0021】

請求項7に記載の発明によれば、請求項1～5のいずれか一項と同様の効果を得られると共に、光ピックアップ装置の精度向上、設計及び製造の容易化、コストの削減を達成できる。

なお、光情報記録媒体とはCD、DVD、CD-R、MD、MO、高密度DVD等の所定の波長の光束を用いて情報の再生及び/又は記録を行なう一般的な光ディスクを指す。

30

【0022】

【発明の実施の形態】

本発明のビーム整形光学系の実施の形態について説明する。

本発明に係るビーム整形光学系は、平行光として入射する光束を再び平行光として出射するアフォーカル系を構成し、また、ガウス分布等の不均一な光強度分布を有する入射光束を、略均一な光強度を有するように整形して出射するものであり、具体的には、出射光束の光強度分布中に、光強度が略均一となる領域(平坦分布領域)を有するように光強度を変換するものである。

平坦分布領域とは、図1に示すように、出射光束の光強度分布において、光強度の最大値(ピーク値)に対して50%の光強度となる点における光束径をa、最大値に対して90%の光強度となる点における光束径をbと規定したときに、光束径bの範囲内における光強度の最大値と最小値との差が最大値に対して10%以内であり、且つ、 $b/a \geq 0.5$ を満たす領域を指すものとする。

40

【0023】

図2に示すように、ビーム整形光学系10は光源(図示せず)側から光束の進行方向に沿って位置する前群20と後群30とから構成されている。なお、前群20の前方には絞り40が配置されている。

前群20と後群30はそれぞれプラスチック製の一枚(単玉)の非球面レンズ21、31からなる。なお、以下の説明においては、前群20の非球面レンズ21を「第1レンズ」

50

と表記し、後群 30 の非球面レンズ 31 を「第 2 レンズ」と表記する。

【0024】

第 1 レンズ 21 の入射面 22 は、後述する非球面形状式（数 1）で表される、光軸 L に対して対称な非球面に形成されており、近軸の曲率半径 R_{1i} が負（ $R_{1i} < 0$ ）となるように設計されている。

第 1 レンズ 21 の出射面 23 も同様に、非球面形状式（数 1）で表される、光軸 L に対して対称な非球面に形成されており、近軸の曲率半径 R_{1o} が負（ $R_{1o} < 0$ ）となるように、さらに、曲率半径 R_{1o} が曲率半径 R_{1i} より小さくなるように（ $R_{1o} < R_{1i}$ ）設計されている。

また、平行光として第 1 レンズ 21 に入射した光束が、第 1 レンズ 21 と第 2 レンズ 31 の間の軸上に合焦するように、第 1 レンズ 21 の屈折力 P_1 が正（ $P_1 > 0$ ）となるように設計されている。

【0025】

第 2 レンズ 31 は、非球面レンズであって、光束を平行光として出射できる、即ちコリメート機能を有するものであれば、その入射面 32 及び出射面 33 の形状は特に限定されるものではない。

本実施の形態においては、入射面 32 が光軸 L 上の一点を中心とした正の曲率半径を有する球面に形成されており、出射面 33 が非球面形状式（数 1）で表される、光軸 L に対して対称な非球面に形成されている。

【0026】

また、図 1 に示すように、第 1 のレンズに関して、入射光束の光軸 L からの距離（高さ）を H_1 、高さ H_1 の位置を通過した光束が前群と後群との間で光軸 L と成す角を θ_1 、焦点距離を F_1 とし、正弦条件不満足量 S_1 を、 $S_1 = H_1 / (F_1 \times \sin \theta_1) - 1$ と規定した場合に、 $S_1 > 0$ となるように設計されている。

また、第 2 のレンズに関して、入射光束が前群と後群との間で光軸 L と成す角を θ_2 、角度 θ_2 で入射した光束が出射される際の光軸 L からの距離（高さ）を H_2 、焦点距離を F_2 とし、正弦条件不満足量 S_2 を、 $S_2 = H_2 / (F_2 \times \sin \theta_2) - 1$ と規定した場合に、 $S_2 = 0$ となるように設計されている。

なお、説明の便宜上、 θ_1 と θ_2 とを区別して記載したが、実際には θ_1 と θ_2 とは等しい値（ $\theta_1 = \theta_2$ ）となる。

また、光学系を構成するレンズ群を、意図的に正弦条件を満たさないように設計することで光束の強度分布を変更する技術については、例えば特開昭 63 - 188115 号公報などに開示されており周知であるため、詳しい説明は省略する。

【0027】

このように、第 1 レンズ 21 の正弦条件不満足量 S_1 が正となるように設計することにより、第 1 レンズ 21 の入射面 22 に等間隔の光束密度で平行光束が入射した場合、出射面 23 側において、光軸 L から離れた領域の光束密度が大きくなるように（密となるように）、逆に、光軸 L に近い領域の光束密度が小さくなるように（疎となるように）整形される。

そして、上述のように第 1 レンズ 21 の屈折力 P_1 が正であることから、第 1 レンズ 21 を通過した光束は、第 1 レンズ 21 と第 2 レンズ 31 の間の光軸 L 上の焦点で一旦集光した後、発散しながら後群 30 の第 2 レンズ 31 に至る。

【0028】

そして、例えば、第 2 レンズ 31 の正弦条件不満足量 S_2 をゼロに設定する、即ち正弦条件を満たすように設定することにより、第 1 レンズ 21 で光強度分布が均一に変換された状態で発散光として第 2 レンズ 31 に入射する光束に対して、光強度分布を変更せずに平行光として出射することができる。この場合、第 1 レンズ 21 と第 2 レンズ 31 との焦点距離の比を変化させることにより、第 2 レンズ 31 から出射される光束の光束径を容易に変更することが可能となる。

【0029】

10

20

30

40

50

また、例えば、第2レンズ31の正弦条件不満足量を負に設定することにより、第2レンズ31を通過する光束の密度を、光軸Lから離れた領域において大きくし、光軸Lに近い領域において小さくすることができるので、不均一な光強度分布を有する光束を略均一な光強度分布に変換する効果をより高めることができる。

【0030】

以上のように、本実施の形態で示したビーム整形光学系10によれば、前群20と後群30とをそれぞれ1枚ずつの非球面レンズ(第1レンズ21及び第2レンズ31)から構成できるので、調芯作業に要する時間を削減でき、さらに、レンズにかかるコストを抑えることができる。また、このような効果は、 $R1o < R1i < 0$ を満たすように前群20の第1レンズ21を構成することにより得られるものである。

10

また、第1レンズ21と第2レンズ31は、球面収差が発生しない状態で光束を出射するので、レンズ自体及びビーム整形光学系10全体の設計及び製作が容易となる。また、プラスチックによりレンズを成形するので、レンズ設計の自由度が増し、ビーム整形光学系10の精度を向上させることができる。

【0031】

なお、上記実施の形態では、第1レンズ21及び第2レンズ31をプラスチックレンズであるとしたが、これに限らず、例えばガラスなど、レンズの材料として一般的に用いられているものを使用しても良い。

また、平坦分布領域として、光束径bの範囲内における光強度の最大値と最小値との差が最大値に対して10%以内であり、且つ、 $b/a = 0.5$ を満たす領域を指すものとしたが、これに限らず、ビーム整形光学系10を使用する対象や条件に応じて適宜変更可能である。

20

なお、図示は省略するが、上記ビーム整形光学系10を光ピックアップ装置に用いるには、第2レンズ31の後方に対物レンズを配置し、対物レンズからの出射光束を、光情報記録媒体の情報記録面上に集光させ、光情報記録媒体からの反射光を光検出器で読取る構成とすればよい。

【0032】

【実施例】

次に、ビーム整形光学系の実施例について説明する。

本実施例のビーム整形光学系は、図2に示したものと同様に、光源側から光束の進行方向に沿って配置される前群と後群とから構成され、各群はそれぞれ1枚の非球面レンズ(第1レンズL1及び第2レンズL2)を備える。また、第1レンズL1の前方に絞りが配置されている。

30

表1、表2に第1レンズL1及び第2レンズL2のレンズデータを示す。

【0033】

【表1】

	第i面	Ri	di	ni (532nm)	
	0		∞		
L1	1	-1.54844	5.000	1.54804	絞り径 $\phi 5.000\text{mm}$
	2	-2.90777	83.657	1.0	
L2	3	335.9483	2.000	1.54804	
	4	-24.6586	0.000	1.0	

40

【表2】

非球面データ

第1面

非球面係数

κ	-1.9311×E-0
A4	-1.5313×E-2
A6	+1.2298×E-3
A8	-1.5307×E-4
A10	+1.3319×E-5
A12	-4.4366×E-7

第2面

非球面係数

κ	-1.0607×E-0
A4	-8.6378×E-4
A6	+1.1914×E-5
A8	-2.3709×E-6
A10	+5.9484×E-8

10

第4面

非球面係数

κ	-1.0000×E-1
A4	+4.9405×E-6
A6	+5.8726×E-9

20

【0034】

表1に示すように、本実施例においては、波長532nmの光束を使用する。そして、第1レンズL1は、焦点距離F1=20.0mm、入射面(第1面)の近軸の曲率半径が-1.54844mm、出射面(第2面)の近軸の曲率半径が-2.90777mmに設定されている。

第2レンズL2は、焦点距離F2が42.0mm、入射面(第3面)の近軸の曲率半径が335.9483mm、出射面(第4面)の近軸の曲率半径が-24.6586mmに設定されている。

なお、表1中の d_i は第i面から第i+1面までの光軸方向の距離、 n_i は波長532nmの光束に対する第i面と第i+1面の間の屈折率を表している。 30

【0035】

第1レンズL1の入射面及び出射面と第2レンズL2の出射面は、それぞれ次式(数1)に表1及び表2に示す係数を代入した数式で規定される、光軸に対して対称な非球面に形成されている。

【0036】

【数1】

$$\text{非球面形状式 } X(h) = \frac{(h^2/R_i)}{1 + \sqrt{1 - (1 + \kappa)(h/R_i)^2}} + \sum_{i=0}^6 A_{2i} h^{2i}$$

40

【0037】

ここで、 $X(h)$ は光軸L方向の軸(光の進行方向を正とする)、 κ は円錐係数、 A_{2i} は非球面係数である。

【0038】

図3(a)は第1レンズL1の正弦条件不満足量を示すグラフ、図3(b)は第2レンズL2の正弦条件不満足量を示すグラフである。また、各グラフの縦軸は瞳座標(図3(a)は縦軸の1が5.0mmに相当し、図3(b)は縦軸の1が6.4mmに相当する。)を表している。

図3(a)、(b)から、第1レンズL1の正弦条件不満足量 $S_1 > 0$ 、第2レンズL2 50

の正弦条件不満足量 $S_2 = 0$ となり、正弦条件不満足量 $S_1 > 0$ 及び正弦条件不満足量 $S_2 = 0$ の条件を満たしていることが分かる。

【0039】

図4(a)は第1レンズL1の球面収差量を示すグラフ、図4(b)は第2レンズL2の球面収差量を示すグラフである。また、各グラフの縦軸は瞳座標(図4(a)は縦軸の1が5.0mmに相当し、図4(b)は縦軸の1が6.4mmに相当する。)を表している。

図4(a)、(b)から、第1レンズL1及び第2レンズL2のそれぞれで、出射光束の球面収差がほぼ補正されていることが分かる。

【0040】

図5(a)は、第1レンズL1へ入射する前の光束の光強度分布であり、光強度の最大値を100%とした場合における、光軸からの高さに応じた光強度の変化率を示すグラフであり、入射光束がガウス分布を持つことが分かる。

図5(a)より、入射光束の光強度分布において、光強度の最大値に対して50%の光強度となる点における光束径aは2.94mmであり、最大値に対して90%の光強度となる点における光束径bは1.14mmである。従って、 $b/a = 0.388$ となり、 $b/a = 0.5$ を要件の一つとする平坦分布領域を持たないことが分かる。

【0041】

図5(b)は、第2レンズL2から出射された光束の光強度分布であり、光強度の最大値を100%とした場合における、光軸からの高さに応じた光強度の変化率を示すグラフである。

図5(b)より、出射光束の光強度分布において、上記光束径aは6.20mmであり、光束径bは4.38mmである。従って、 $b/a = 0.706$ となり、 $b/a = 0.5$ の要件を満たしている。また、目視により、光束径bの範囲内における光強度の最大値と最小値との差が最大値に対して10%以内であることが分かる。

従って、本発明に係るビーム整形光学系により、不均一な光強度分布を有する入射光束が、光強度分布中に平坦分布領域を有する略均一な光強度に整形され、出射されたことを確認できた。

【0042】

【発明の効果】

本発明によれば、ビーム整形光学系を前群と後群とをそれぞれ1枚の非球面レンズから構成できるので、調芯作業に要する時間を削減でき、さらに、レンズにかかるコストを抑えることができる。

また、このような効果は、 $R_{1o} < R_{1i} < 0$ を満たすように前群の非球面レンズを構成することにより得られることが判明した。

また、前群と後群の非球面レンズは、光束を球面収差が発生しない状態で出射するので、非球面レンズ自体及びビーム整形光学系全体の設計及び製作が容易となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】平坦分布領域を説明するためのグラフである。

【図2】本実施の形態に係るビーム整形光学系の一例を示す平面図である。

【図3】正弦条件不満足量 S_1 、 S_2 に関するグラフ(a)、(b)である。

【図4】球面収差量に関するグラフ(a)、(b)である。

【図5】光強度分布に関するグラフ(a)、(b)である。

【符号の説明】

- 10 ビーム整形光学系
- 20 前群
- 21 第1レンズ
- 30 後群
- 31 第2レンズ

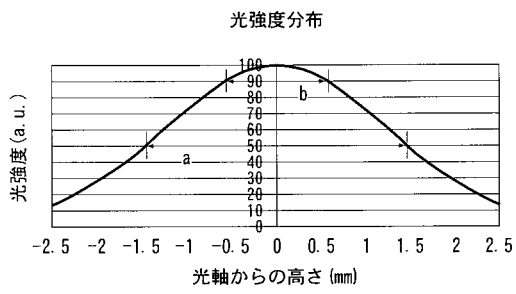
10

20

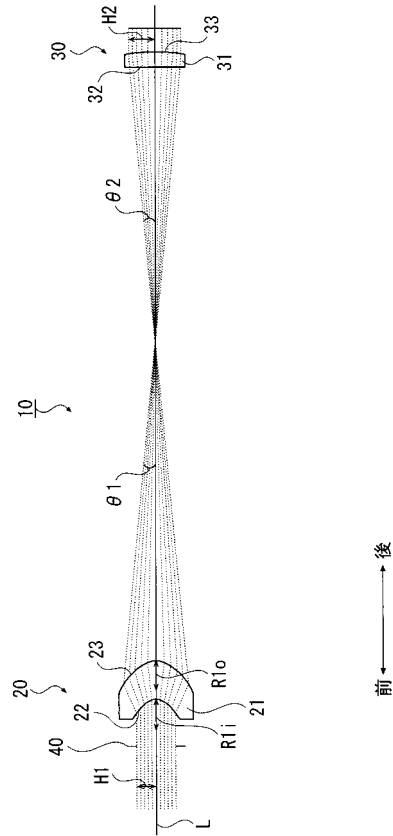
30

40

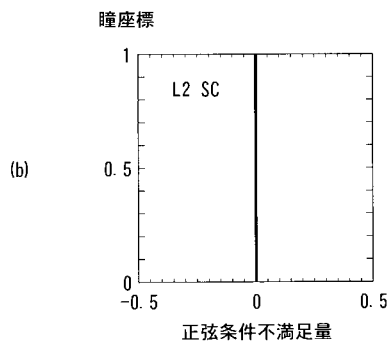
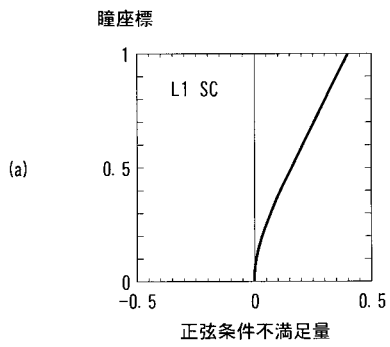
【 図 1 】



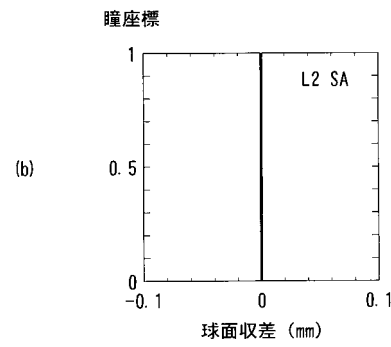
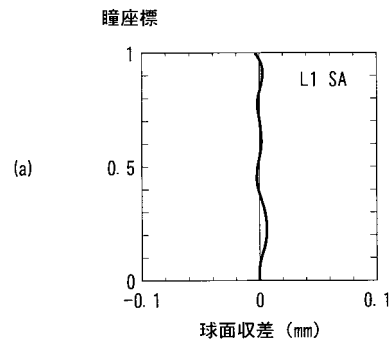
【 図 2 】



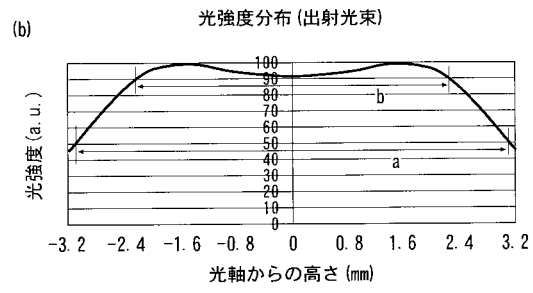
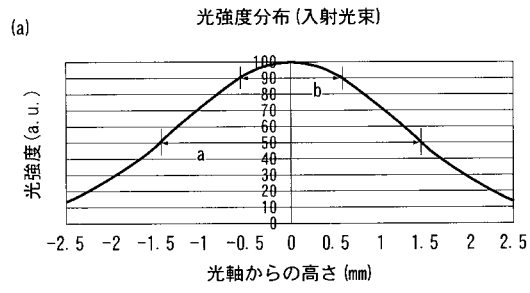
【 図 3 】



【 図 4 】



【 図 5 】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.⁷

G 1 1 B 7/135

F I

G 1 1 B 7/135

Z

テーマコード(参考)