

(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2012-108478
(P2012-108478A)

(43) 公開日 平成24年6月7日(2012.6.7)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
G02B 26/10 (2006.01)	G02B 26/10 F	2C362
G02B 26/12 (2006.01)	G02B 26/10 B	2H045
B41J 2/44 (2006.01)	G02B 26/10 102	
	B41J 3/00 D	

審査請求 未請求 請求項の数 12 O L (全 46 頁)

(21) 出願番号	特願2011-202920 (P2011-202920)	(71) 出願人	000001007 キヤノン株式会社 東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(22) 出願日	平成23年9月16日 (2011.9.16)	(74) 代理人	100094112 弁理士 岡部 譲
(31) 優先権主張番号	特願2010-234667 (P2010-234667)	(74) 代理人	100096943 弁理士 臼井 伸一
(32) 優先日	平成22年10月19日 (2010.10.19)	(74) 代理人	100101498 弁理士 越智 隆夫
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)	(74) 代理人	100096688 弁理士 本宮 照久
		(74) 代理人	100107401 弁理士 高橋 誠一郎
		(74) 代理人	100128668 弁理士 齋藤 正巳

最終頁に続く

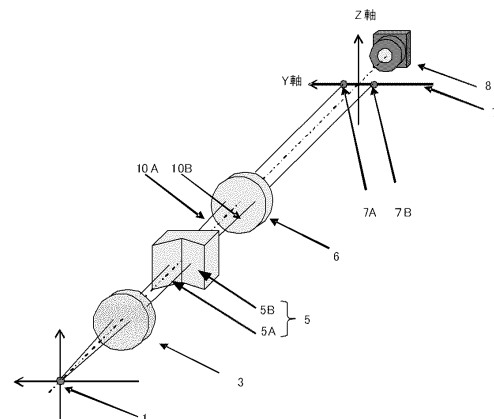
(54) 【発明の名称】 光源ユニットの調整装置及び調整方法

(57) 【要約】

【課題】 光走査装置の光源ユニットのレーザ光源と集光光学系の相対位置を短時間で容易に調整可能な調整装置を提供する。

【解決手段】 偏向器を有する光走査装置に搭載される光源ユニットの調整装置であって、光源ユニットは、レーザ光源と、レーザ光源から出射された光束を集光し偏向器に導く集光光学素子とを備え、調整装置は、光源ユニットから出射された光束を主もしくは副走査方向の少なくとも一方について複数の光束に分割する分割素子と、分割素子で分割された複数の光束を受光素子上に結像させる結像光学素子と、分割された複数の光束に対応する受光素子上に結像された複数の像間の相対位置、及び、複数の像の光軸に対する位置に基づいて、集光光学素子及びレーザ光源の集光光学素子の光軸方向の相対位置、及び、集光光学素子及びレーザ光源の集光光学素子の光軸と直交する方向の相対位置を調整する調整機構と、を有する。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

偏向器を有する光走査装置に搭載される光源ユニットの調整装置であって、
 前記光源ユニットは、レーザ光源と、前記レーザ光源から出射された光束を集光し前記偏向器に導く集光光学素子とを備え、
 前記調整装置は、
 前記光源ユニットから出射された光束を主走査方向もしくは副走査方向の少なくとも一方について複数の光束に分割する分割素子と、
 前記分割素子で分割された複数の光束を受光素子上に結像させる結像光学素子と、
 前記分割された複数の光束に対応する前記受光素子上に結像された複数の像間の相対位置、及び、前記複数の像の光軸に対する位置に基づいて、前記集光光学素子及び前記レーザ光源の前記集光光学素子の光軸方向の相対位置（ X ）、及び、前記集光光学素子及び前記レーザ光源の前記集光光学素子の光軸と直交する方向の相対位置（ Y、 Z ）を調整する調整機構と、
 を有すること特徴とする。

10

【請求項 2】

前記分割素子は、前記光走査装置内の前記レーザ光源と前記偏向器の間に設けられた第 1 の絞りと光学的に等価な位置に配置された第 2 の絞りを通じた光束を主走査方向及び副走査方向の両方について複数の光束に分割することを特徴とする請求項 1 に記載の調整装置。

20

【請求項 3】

前記調整装置は、前記集光光学素子及び前記レーザ光源の前記集光光学素子の光軸方向の相対位置、及び、前記集光光学素子及び前記レーザ光源の主走査方向の相対位置、及び、前記集光光学素子及び前記レーザ光源の副走査方向の相対位置の調整が可能であることを特徴とする請求項 2 に記載の調整装置。

【請求項 4】

前記分割素子は、入射面と出射面の一方は一つの平面であり、他方は互いに平行でなくかつ前記一つの平面に平行でない複数の平面で構成されるようにプリズムを配列したプリズムアレイであることを特徴とする、請求項 1 に記載の調整装置。

【請求項 5】

前記プリズムアレイのプリズムの配列方向は、前記プリズムアレイに入射する光束の瞳の最大径の方向と一致していることを特徴とする、請求項 4 に記載の調整装置。

30

【請求項 6】

設計値の光源ユニットから出射された光束が瞳分割素子としての前記プリズムアレイによって瞳の最大径方向に分割して前記プリズムアレイの出射面から出射された 2 つの光束の相対角度を P (rad)、光束の瞳の最大径方向の幅を H、前記集光光学素子の焦点距離を F、前記結像光学素子の焦点距離を F j、前記受光素子上に結像された光束のスポット径を S p、前記レーザ光源と、前記レーザ光源と前記集光光学素子の光軸方向の最大ズレ量の絶対値を Xmax とするとき、

$$P \times F j + S p > 2 \times F j \times Xmax \times H / (4 \times F ^ 2)$$

40

を満たすことを特徴とする請求項 5 に記載の調整装置。

【請求項 7】

前記分割素子は、入射面もしくは出射面の少なくとも一方が同一の曲率を有する複数の曲面を配列したレンズアレイであることを特徴とする請求項 1 に記載の調整装置。

【請求項 8】

前記レンズアレイの前記曲面の配列方向は、少なくとも前記レンズアレイに入射する光束の瞳の最大径の方向と一致していることを特徴とする請求項 7 に記載の調整装置。

【請求項 9】

請求項 1 乃至 8 の何れか一項に記載の調整装置によって、前記集光光学素子及び前記レーザ光源の前記集光光学素子の光軸方向の相対位置、及び、前記集光光学素子及び前記レ

50

ーザ光源の前記集光光学素子の光軸と直交する方向の相対位置が調整されたことを特徴とする光源ユニット。

【請求項 10】

前記レーザ光源は、複数の発光点を有することを特徴とする請求項 9 に記載の光源ユニット。

【請求項 11】

請求項 10 に記載の光源ユニットを有することを特徴とする光走査装置。

【請求項 12】

偏向器を有する光走査装置に搭載される光源ユニットの調整方法であって、

前記光源ユニットは、レーザ光源と、前記レーザ光源から出射された光束を集光し前記偏向器に導く集光光学素子とを備え、

10

前記光源ユニットから出射された光束を主走査方向もしくは副走査方向の少なくとも一方について複数の光束に分割し、前記分割された複数の光束を受光素子上に結像させ、前記分割された複数の光束に対応する前記受光素子上に結像された複数の像間の相対位置、及び、前記複数の像の光軸に対する位置に基づいて、前記集光光学素子及び前記レーザ光源の前記集光光学素子の光軸方向の相対位置 (X)、及び、前記集光光学素子及び前記レーザ光源の前記集光光学素子の光軸と直交する方向の相対位置 (Y、 Z) を調整することを特徴とする。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

20

【0001】

本発明は、偏向器を有する光走査装置に搭載される光源ユニットにおけるレーザ光源と集光光学素子の調整装置及び調整方法に関する。特に、前記光源ユニットは、少なくともレーザ光源と前記レーザ光源から出射した光束を集光し前記偏向器に導く集光光学素子とを備え、光走査装置内で前記レーザ光源と前記偏向器の間に設けられた絞りによって前記光源ユニットから出射した光束が主走査方向の光束幅と副走査方向の光束幅とが異なるように制限されて使用される光源ユニットの、レーザ光源と集光光学素子の相対位置を調整する調整装置及び調整方法に関する。

【背景技術】

【0002】

30

従来、レーザビームプリンターやデジタル複写機に搭載される光走査装置の、レーザ光源と集光光学素子からなる光源ユニットの製造において、レーザ光源と集光光学素子の相対位置は別工程で詳細に調整される。光走査装置において、光源ユニットより後段の走査光学系は通常拡大光学系となるため、光源部の集光光学系に対しレーザ光源の相対位置を厳密に調整する必要がある。厳密な調整が行われないと感光ドラムなどの被走査面においてビームスポット径が肥大化し、或いは、所望の照射位置にビームを結像できなくなり、高精細な印字や色レジストレーション合わせが困難になる。

【0003】

光源ユニットのレーザ光源と集光光学素子の相対位置の調整方法や調整装置について、いくつかの提案がされている。特許文献 1 に記載された調整工具では、取り付けられた光源ユニットからの射出光を工具用レンズによりスポットに結像する。結像されたビームスポットについては対物レンズと拡大光学系とカメラからなる検知系でビームスポットのプロファイルを読み込んで画像処理装置でビーム径を算出し、ビームスポット径が最小となる深度中心を算出し、更に光軸に垂直な断面内の照射位置が最適な位置にあるかを判定している。そして、ピントと照射位置が最適な位置になるように、集光光学系を保持した鏡筒を 3 次元方向に駆動制御している。この調整方法をアルゴリズムとしてまとめたものを図 20 に示す。図 20 に示したフローチャートでは、コリメータレンズを、ピント方向の設計位置 X_0 に対し $\pm d X \times N$ の範囲を、ピッチ $d X$ で $2 \times N + 1$ 回移動させ、それぞれの位置においてビームスポットのプロファイルを読み込んでピントずれ量 X を算出し、更に照射位置ズレ Y 、 Z を算出している (特許文献 1 の段落 0034 ~ 0038、図 4

40

50

～ 8 , 1 4) 。 特許文献 1 によればピント判定にビームスポット径ではなくレーザビーム光量のピーク値に基づく判定方法も記載されている (段落 0 0 4 9) 。

【 0 0 0 4 】

また、近年、光走査装置では V C S E L (Vertical Cavity Surface Emitting Laser : 面発光レーザ) をはじめとするモノリシックマルチビームなど多ビーム方式が製品化されている。多ビーム化に伴い、集光光学系の光軸に対する発光点の並びの直角度を合わせる必要性もある。直角度を合わせないと、ビーム間にピントの差、いわゆる片ボケが生じる。たとえば特許文献 2 では二つの発光点に対し、第 1 の発光点のピントを合わせた後に、第 2 の発光点のピントを見ながら、レーザ素子の回転調整とコリメータレンズの微調整を何回か繰り返す方法が提案されている (段落 0 0 2 4 、 図 4) 。

10

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 0 5 】

【 特許文献 1 】 特開平 8 - 1 3 6 7 8 1

【 特許文献 2 】 特開平 1 1 - 6 4 7 5 5

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 6 】

しかし、従来のレーザ光源ユニットの調整方法は調整時間が長く必要であるという課題がある。

20

【 0 0 0 7 】

特許文献 1 では、レーザ光源と集光光学素子の間隔を微量 $d \times$ だけ変化 (デフォーカス) させ、ビームスポットのプロファイルを読み込み、スポット径やピーク光量を算出するという工程を所定の回数を繰り返す必要がある。図 2 0 ではスポットプロファイルの取り込みとスポット径の算出を $2 \times N + 1$ 回繰り返している。そしてデフォーカスに対するスポット径やピーク光量の変化から、ベストピント位置を算出し、レーザ光源と集光光学素子の間隔を調整している。繰り返し作業のために工数がかかるという課題がある。

【 0 0 0 8 】

更に、レーザ光源と集光光学素子の間隔を決めて固定した後にピント位置の確認を行う際はカメラを含めた検知光学系をデフォーカスしてビームスポットのプロファイルを読み込み、スポット径やピーク光量を算出するという工程を所定の回数を繰り返す必要がある。このような確認工程でも調整時間がかかってしまう。

30

【 0 0 0 9 】

また、特許文献 2 では多ビームにおける発光素子ごとのピントずれの調整である、所謂、片ボケ調整を行うために、ビーム数に応じて実施しなければならないビームごとのピント測定回数が増え、調整時間が増大する。

【 0 0 1 0 】

レーザ光源と集光光学素子が光軸に垂直な方向に相対的にずれると印字位置精度に狂いが生じ、色レジストレーション合わせが困難になる。特にマルチビーム走査系では、光源を光軸周りに厳密に調整しないとビームピッチが所望の間隔とならず画像劣化の原因となる。このため、各ビームの印字位置を繰り返し測定し調整を行うために調整時間が増大する。従ってレーザ光源と集光光学素子が光軸に垂直な方向にも厳密な位置合わせが必要であり組み立て調整時間が長くなる要因となっている。

40

【 0 0 1 1 】

そこで、本発明は、偏向器を有する光走査装置に搭載される光源ユニットのレーザ光源と集光光学素子の相対位置を調整する調整時間の短縮が可能な、光源ユニットの調整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 】

【 0 0 1 2 】

本発明の、偏向器を有する光走査装置に搭載される光源ユニットの調整装置は、以下の

50

構成を有する。

該光源ユニットは、前記レーザ光源から出射された光束を集光し前記偏向器に導く集光光学素子とを備え、前記調整装置は、前記光源ユニットから出射された光束を主走査方向もしくは副走査方向の少なくとも一方について複数の光束に分割する分割素子と、前記分割素子で分割された複数の光束を受光素子上に結像させる結像光学素子と、前記分割された複数の光束に対応する前記受光素子上に結像された複数の像間の相対位置、及び、前記複数の像の光軸に対する位置に基づいて、前記集光光学素子及び前記レーザ光源の前記集光光学素子の光軸方向の相対位置 X 、及び、前記集光光学素子及び前記レーザ光源の前記集光光学素子の光軸と直交する方向の相対位置 Y 、 Z を調整する調整機構と、を有すること特徴とする。

10

【0013】

調整装置はさらに、前記分割素子は、前記光走査装置内の前記レーザ光源と前記偏向器の間に設けられた第1の絞りと光学的に等価な位置に配置された第2の絞りを通じた光束を主走査方向及び副走査方向の両方について複数の光束に分割する、こと特徴とする。

【0014】

調整装置はさらに、前記集光光学素子及び前記レーザ光源の前記集光光学素子の光軸方向の相対位置、及び、前記集光光学素子及び前記レーザ光源の主走査方向の相対位置、及び、前記集光光学素子及び前記レーザ光源の副走査方向の相対位置の調整が可能である、こと特徴とする。

20

【0015】

調整装置はさらに、前記分割素子は、入射面と出射面の一方は一つの平面であり、他方は互いに平行でなくかつ前記一つの平面に平行でない複数の平面で構成されるようにプリズムを配列したプリズムアレイである、こと特徴とする。

【0016】

調整装置はさらに、前記プリズムアレイのプリズムの配列方向は、前記プリズムアレイに入射する光束の瞳の最大径の方向と一致している、こと特徴とする。

【0017】

調整装置はさらに、設計値の光源ユニットから出射された光束が瞳分割素子としての前記プリズムアレイによって瞳の最大径方向に分割して前記プリズムアレイの出射面から出射された2つの光束の相対角度を P (rad)、光束の瞳の最大径方向の幅を H 、前記集光光学素子の焦点距離を F 、前記結像光学素子の焦点距離を F_j 、前記受光素子上に結像された光束のスポット径を S_p 、前記レーザ光源と、前記レーザ光源と前記集光光学素子の光軸方向の最大ズレ量の絶対値を X_{max} とするとき、

30

$$P \times F_j + S_p > 2 \times F_j \times X_{max} \times H / (4 \times F^2)$$

を満たすことを特徴とする。

【0018】

調整装置はさらに、前記分割素子は、入射面もしくは出射面の少なくとも一方が同一の曲率を有する複数の曲面を配列したレンズアレイであることを特徴とする。

【0019】

調整装置はさらに、前記レンズアレイの前記曲面の配列方向は、少なくとも前記レンズアレイに入射する光束の瞳の最大径の方向と一致していることを特徴とする。

40

【0020】

前記調整装置によって、前記集光光学素子及び前記レーザ光源の前記集光光学素子の光軸方向の相対位置、及び、前記集光光学素子及び前記レーザ光源の前記集光光学素子の光軸と直交する方向の相対位置が調整された、こと特徴とする光源ユニット。

【0021】

光源ユニットはさらに、前記レーザ光源が、複数の発光点を有すること特徴とする。

【0022】

偏向器を有する光走査装置に搭載される光源ユニットの調整方法であって、前記光源ユニットは、レーザ光源と、前記レーザ光源から出射された光束を集光し前記偏向器に導

50

く集光光学素子とを備え、前記光源ユニットから出射された光束を主走査方向もしくは副走査方向の少なくとも一方について複数の光束に分割し、前記分割された複数の光束を受光素子上に結像させ、前記分割された複数の光束に対応する前記受光素子上に結像された複数の像間の相対位置、及び、前記複数の像の光軸に対する位置に基づいて、前記集光光学素子及び前記レーザ光源の前記集光光学素子の光軸方向の相対位置 X 、及び、前記集光光学素子及び前記レーザ光源の前記集光光学素子の光軸と直交する方向の相対位置 Y 、 Z を調整することを特徴とする。

【0023】

偏向器を有する光走査装置に搭載される光源ユニットの製造方法であって、前記光源ユニットは、レーザ光源と、前記レーザ光源から出射された光束を集光し前記偏向器に導く集光光学素子とを備え、前記光源ユニットから出射された光束を主走査方向もしくは副走査方向の少なくとも一方について複数の光束に分割し、前記分割された複数の光束を受光素子上に結像させ、前記分割された複数の光束に対応する前記受光素子上に結像された複数の像間の相対位置、及び、前記複数の像の光軸に対する位置に基づいて、前記集光光学素子及び前記レーザ光源の前記集光光学素子の光軸方向の相対位置 X 、及び、前記集光光学素子及び前記レーザ光源の前記集光光学素子の光軸と直交する方向の相対位置 Y 、 Z を調整した後、前記集光光学素子及び前記レーザ光源の少なくとも一方の位置決めを行うこと特徴とする。

10

【発明の効果】

【0024】

20

レーザ光源と集光光学素子の相対位置を調整する組立調整時間を短縮することが可能な光源ユニットの調整装置及び調整方法を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0025】

【図1】本発明の実施例1の調整装置を示す断面図。

【図2】本発明の実施例1の調整装置を示す斜視図。

【図3】本発明のレーザ光源と集光光学素子の相対位置の調整方法を示すフローチャート。

【図4A】本発明の調整装置の概略構成図。

【図4B】図4Aに示した本発明の調整装置の概略構成図の拡大図。

30

【図5A】本発明の実施例1に係る数値実施例1における、レーザ光源が X 方向にずれた場合の、ビームスポットの Y 方向の変位量を示す図。

【図5B】本発明の実施例1に係る数値実施例1における、レーザ光源が X 方向にずれた場合の、ビームスポットの Z 方向の変位量を示す図。

【図5C】本発明の実施例1に係る数値実施例1における、レーザ光源が Y 方向にずれた場合の、ビームスポットの Y 方向の変位量を示す図。

【図5D】本発明の実施例1に係る数値実施例1における、レーザ光源が Y 方向にずれた場合の、ビームスポットの Z 方向の変位量を示す図。

【図5E】本発明の実施例1に係る数値実施例1における、レーザ光源が Z 方向にずれた場合の、ビームスポットの Y 方向の変位量を示す図。

40

【図5F】本発明の実施例1に係る数値実施例1における、レーザ光源が Z 方向にずれた場合の、ビームスポットの Z 方向の変位量を示す図。

【図5G】本発明の実施例1に係る数値実施例1における、レーザ光源が X 方向に 0.02mm ピッチで $\pm 0.1\text{mm}$ 変位した場合の、ビームスポットの YZ 平面上での移動軌跡を示す図。

【図5H】本発明の実施例1に係る数値実施例1における、レーザ光源が X 方向に 0.02mm ピッチで $\pm 0.1\text{mm}$ 変位した場合の、ビームスポットの YZ 平面上での移動軌跡を示す図。

【図5I】本発明の実施例1に係る数値実施例1における、レーザ光源が Y 方向に 0.02mm ピッチで $\pm 0.1\text{mm}$ 変位した場合の、ビームスポットの YZ 平面上での移動軌跡を示す図。

【図5J】本発明の実施例1に係る数値実施例1における、レーザ光源が Z 方向に 0.02mm ピッチで $\pm 0.1\text{mm}$ 変位した場合の、ビームスポットの YZ 平面上での移動軌跡を示す図。

50

- 【図 6】本発明の実施例 2 の調整装置を示す断面図。
- 【図 7】本発明の実施例 2 の調整装置を示す斜視図。
- 【図 8 A】本発明の実施例 2 に係る数値実施例 2 における、レーザ光源が X 方向にずれた場合の、ビームスポットの Y 方向の変位量を示す図。
- 【図 8 B】本発明の実施例 2 に係る数値実施例 2 における、レーザ光源が X 方向にずれた場合の、ビームスポットの Z 方向の変位量を示す図。
- 【図 8 C】本発明の実施例 2 に係る数値実施例 2 における、レーザ光源が Y 方向にずれた場合の、ビームスポットの Y 方向の変位量を示す図。
- 【図 8 D】本発明の実施例 2 に係る数値実施例 2 における、レーザ光源が Y 方向にずれた場合の、ビームスポットの Z 方向の変位量を示す図。 10
- 【図 8 E】本発明の実施例 2 に係る数値実施例 2 における、レーザ光源が Z 方向にずれた場合の、ビームスポットの Y 方向の変位量を示す図。
- 【図 8 F】本発明の実施例 2 に係る数値実施例 2 における、レーザ光源が Z 方向にずれた場合の、ビームスポットの Z 方向の変位量を示す図。
- 【図 8 G】本発明の実施例 2 に係る数値実施例 2 における、レーザ光源が X 方向に 0.02mm ピッチで ± 0.1 mm 変位した場合の、ビームスポットの YZ 平面上での移動軌跡を示す図。
- 【図 8 H】本発明の実施例 2 に係る数値実施例 2 における、レーザ光源が Y 方向に 0.02mm ピッチで ± 0.05 mm 変位した場合の、ビームスポットの YZ 平面上での移動軌跡を示す図。
- 【図 8 I】本発明の実施例 2 に係る数値実施例 2 における、レーザ光源が Z 方向に 0.02mm ピッチで ± 0.1 mm 変位した場合の、ビームスポットの YZ 平面上での移動軌跡を示す図。 20
- 【図 9】本発明の実施例 3 の調整装置をシングルビームのレーザ光源の調整に使用した場合（数値実施例 3 - 1）を示す斜視図。
- 【図 10】本発明の実施例 3 の調整装置の瞳分割素子を示す部分詳細図。
- 【図 11 A】本発明の実施例 3 に係る数値実施例 3 - 1 における、レーザ光源が X 方向にずれた場合の、ビームスポットの Y 方向の変位量を示す図。
- 【図 11 B】本発明の実施例 3 に係る数値実施例 3 - 1 における、レーザ光源が X 方向にずれた場合の、ビームスポットの Z 方向の変位量を示す図。
- 【図 11 C】本発明の実施例 3 に係る数値実施例 3 - 1 における、レーザ光源が Y 方向にずれた場合の、ビームスポットの Y 方向の変位量を示す図。
- 【図 11 D】本発明の実施例 3 に係る数値実施例 3 - 1 における、レーザ光源が Y 方向にずれた場合の、ビームスポットの Z 方向の変位量を示す図。 30
- 【図 11 E】本発明の実施例 3 に係る数値実施例 3 - 1 における、レーザ光源が Z 方向にずれた場合の、ビームスポットの Y 方向の変位量を示す図。
- 【図 11 F】本発明の実施例 3 に係る数値実施例 3 - 1 における、レーザ光源が Z 方向にずれた場合の、ビームスポットの Z 方向の変位量を示す図。
- 【図 11 G】本発明の実施例 3 に係る数値実施例 3 - 1 における、レーザ光源が X 方向に 0.02mm ピッチで ± 0.1 mm 変位した場合の、ビームスポットの YZ 平面上での移動軌跡を示す図。
- 【図 11 H】本発明の実施例 3 に係る数値実施例 3 - 1 における、レーザ光源が Y 方向に 0.02mm ピッチで ± 0.1 mm 変位した場合の、ビームスポットの YZ 平面上での移動軌跡を示す図。 40
- 【図 11 I】本発明の実施例 3 に係る数値実施例 3 - 1 における、レーザ光源が Z 方向に 0.02mm ピッチで ± 0.1 mm 変位した場合の、ビームスポットの YZ 平面上での移動軌跡を示す図。
- 【図 11 J】本発明の実施例 3 に係る数値実施例 3 - 1 における、レーザ光源が X 方向に ± 0.1 mm 変位した場合の、ビームスポットの YZ 平面上での変位を示す図。
- 【図 12】本発明の実施例 3 の調整装置をマルチビームのレーザ光源の調整に使用した場合（数値実施例 3 - 2）を示す斜視図。
- 【図 13 A】本発明の実施例 3 に係る数値実施例 3 - 2 において、レーザ光源が理想位置に配置されているときの 12 個のビームスポットの像面上での配置を示す図。 50

【図 1 3 B】本発明の実施例 3 に係る数値実施例 3 - 2 において、レーザ光源が X 方向に変位（集光レンズとの間隔が 0.1mm 増大）した場合の、12 個のビームスポットの像面上での配置を示す図。

【図 1 3 C】本発明の実施例 3 に係る数値実施例 3 - 2 において、レーザ光源が X 方向に変位（集光レンズとの間隔が 0.1mm 短縮）した場合の、12 個のビームスポットの像面上での配置を示す図。

【図 1 3 D】本発明の実施例 3 に係る数値実施例 3 - 2 において、レーザ光源が Z 軸周りに回転した場合の、12 個のビームスポットの像面上での配置を示す図。

【図 1 4】本発明の実施例 4 の調整装置を示す斜視図。

【図 1 5】本発明の実施例 4 の調整装置の瞳分割素子を示す部分詳細図。

【図 1 6】本発明の実施例 4 の調整装置を示す X Y 断面図。

【図 1 7】本発明の実施例 4 の調整装置を示す X Z 断面図。

【図 1 8 A】本発明の実施例 4 に係る数値実施例 4 における、レーザ光源が X 方向にずれた場合の、ビームスポットの Y 方向の変位量を示す図。

【図 1 8 B】本発明の実施例 4 に係る数値実施例 4 における、レーザ光源が X 方向にずれた場合の、ビームスポットの Z 方向の変位量を示す図。

【図 1 8 C】本発明の実施例 4 に係る数値実施例 4 における、レーザ光源が Y 方向にずれた場合の、ビームスポットの Y 方向の変位量を示す図。

【図 1 8 D】本発明の実施例 4 に係る数値実施例 4 における、レーザ光源が Y 方向にずれた場合の、ビームスポットの Z 方向の変位量を示す図。

【図 1 8 E】本発明の実施例 4 に係る数値実施例 4 における、レーザ光源が Z 方向にずれた場合の、ビームスポットの Y 方向の変位量を示す図。

【図 1 8 F】本発明の実施例 4 に係る数値実施例 4 における、レーザ光源が Z 方向にずれた場合の、ビームスポットの Z 方向の変位量を示す図。

【図 1 8 G】本発明の実施例 4 に係る数値実施例 4 における、レーザ光源が X 方向に 0.02 mm ピッチで ± 0.1 mm 変位した場合の、ビームスポットの Y Z 平面上での移動軌跡を示す図。

【図 1 8 H】本発明の実施例 4 に係る数値実施例 4 における、レーザ光源が Y 方向に 0.02 mm ピッチで ± 0.1 mm 変位した場合の、ビームスポットの Y Z 平面上での移動軌跡を示す図。

【図 1 8 I】本発明の実施例 4 に係る数値実施例 4 における、レーザ光源が Z 方向に 0.02 mm ピッチで ± 0.1 mm 変位した場合の、ビームスポットの Y Z 平面上での移動軌跡を示す図。

【図 1 8 J】本発明の実施例 4 に係る数値実施例 4 における、レーザ光源が X 方向に ± 0.1 mm 変位した場合の、Y Z 平面上で 4 つのビームスポットにより形成される矩形の変化を示す図。

【図 1 9】本発明の実施例 5 の光走査装置の概略図。

【図 2 0】レーザ光源と集光光学素子の相対位置の調整方法の従来例を示すフローチャート。

【発明を実施するための形態】

【0026】

以下に、本発明の好ましい実施形態を添付の図面に基づいて詳細に説明する。

【実施例 1】

【0027】

図 1 は本発明の第 1 の実施例の走査光学系用光源ユニットの調整装置の断面図、図 2 は斜視図である。

【0028】

本実施例の調整装置は、偏向器を有する光走査装置に搭載される光源ユニットのレーザ光源と集光光学素子の相対的な位置関係を調整する調整装置であって、図 1 と図 2 に示すように、調整対象であるレーザ光源 1 及び集光光学素子としての集光レンズ 3 を含む光源

10

20

30

40

50

ユニット 2 1 を固定するための取り付け部（不図示）、絞り（第 2 の絞り）4、瞳分割素子 5、結像光学素子である工具レンズ 6、受光センサ（受光素子）としての 2 次元 CCD カメラ 8 により構成される。座標系は光軸が X 軸、X 軸に直交する面に Y 軸と Z 軸を設ける。

【 0 0 2 9 】

本実施例の調整装置の構成を図 1 と図 2 を用いて説明する。

【 0 0 3 0 】

レーザ光源 1 および集光レンズ 3 は保持部材としてのレーザホルダ 2 によって保持されて走査光学系用の光源ユニット 2 1 を構成する。光源ユニット 2 1 は不図示の取り付け部により本実施例の調整装置に着脱可能である。レーザホルダ 2 に対し集光レンズ 3 が固定されて調整装置に装着される。レーザ光源 1 は、調整機構である不図示の工具ハンドにより保持され、レーザホルダ 2（集光レンズ 3）に対して 3 次元的に変位可能な構成を有する。後述する本件の調整方法によりレーザ光源 1 の位置を微調整して、集光レンズ 3 に対するレーザ光源 1 の相対位置を 3 次元的に所望の精度に追い込んだ後、レーザ光源 1 はレーザホルダ 2 に固定される。レーザ光源 1 や集光レンズ 3 をレーザホルダ 2 に固定する方法はねじ止めや勘合、接着など既知の方法による。

10

【 0 0 3 1 】

絞り 4 は Y 方向に長軸をもつ楕円の穴を開けたプレートである。楕円開口を有する絞り 4 により光束 1 0 は楕円形状となり、Y 方向に最大径となる。

【 0 0 3 2 】

瞳分割素子（分割素子）5 は、プリズム 5 A とプリズム 5 B を Y 方向に配列して構成されるプリズムアレイからなる。したがって、プリズムの配列方向は、光束の最大径方向と一致する。プリズム 5 A とプリズム 5 B は光軸を含む X Z 平面に対して対称な形状となっている。図 1 及び図 2 では入射面は Y Z 平面に対して傾斜しており、出射面は Y Z 平面に対して平行な一つの平面から構成されている。図 1 及び図 2 では入射面の傾斜が光軸側の肉厚が薄くなるような傾斜であるが、逆に光軸側の肉厚が厚くなるような傾斜であってもよい。

20

【 0 0 3 3 】

工具レンズ 6 は入射したビームを像面 7（受光素子上）に集光してビームスポット 7 A と 7 B を形成する。像面 7 に形成されたビームスポットは受光センサとしての CCD カメラ 8 により画像として取込まれる。CCD カメラ 8 は対物レンズと受光画素が 2 次元的に配列された CCD センサから構成されている。不図示の画像処理システムは、CCD カメラ 8 により画像として取込まれた各ビームスポットの重心が像面 7 の Y Z 座標系のどこにあるかを算出する。演算処理されたビームスポットの Y Z 座標に基づき、レーザ光源 1 を保持する不図示の工具ハンドを駆動制御することにより、レーザ光源と集光光学素子の相対位置を調整する。

30

【 0 0 3 4 】

より具体的な作用について図 1 と図 2 を用いて説明する。なお簡単のために図 1 では光束のマージナル光線のみを記載し、図 2 では光線の主光線のみを記載する。

【 0 0 3 5 】

光源ユニット 2 1 が不図示の取り付け部により本発明の調整装置に取り付けられ、レーザ光源 1 を点灯すると、レーザ光源 1 より出射したレーザビームは集光レンズ 3 により集光される。集光レンズ 3 の前側焦点位置にレーザ光源 1 を一致させることにより、レーザビームは平行光束に変換される。平行光束が所望の平行度となるためには集光レンズ 3 の前側焦点位置とレーザ光源 1 との光軸（X）方向の位置ズレの許容度は $\pm 0.050\text{mm}$ 、より好ましくは $\pm 0.020\text{mm}$ 以下に合わせる必要がある。また同様に集光レンズ 3 の光軸に対し、レーザ光源 1 が垂直方向（Y 方向や Z 方向）に大幅にずれると光走査装置の印字位置精度に影響を及ぼす。Y 方向や Z 方向の位置ズレの許容度は $\pm 0.100\text{mm}$ 、より好ましくは $\pm 0.030\text{mm}$ 以下に合わせる必要がある。

40

【 0 0 3 6 】

50

しかし光源ユニット 21 の組み立て時点では、光軸 (X) 方向、Y 方向や Z 方向において、この所望の精度で配置することは一般的に困難であり、組み立て後に微調整を行う必要がある。

【0037】

集光レンズ 3 から出射した光束は、楕円開口を有する絞り 4 により光軸に対して垂直な断面において楕円状の光束 10 として制限されて (成形されて) 使用される。調整装置において光源ユニット 21 の集光レンズ 3 から絞り 4 までの光軸方向の距離は、光走査装置内における集光レンズ 3 から絞り (第 1 の絞り) までの光軸方向の距離に一致させることが望ましい。もしくはこれと光学的に等価な位置に設定するとよい。

【0038】

絞り 4 を通過した光束 10 は瞳分割素子 5 を構成するプリズム 5A とプリズム 5B に入射する。図 1 からわかるように光束 10 は Y 方向に 2 分割され、瞳プラス側の光束 10A と瞳マイナス側の光束 10B に分割される。瞳プラス側の光束 10A がプリズム 5A により Y 方向プラス側へ屈折し、瞳マイナス側の光束 10B がプリズム 5B により Y 方向マイナス側へ屈折する。

【0039】

次に工具レンズ 6 に入射した光束 10A と光束 10B は、工具レンズ 6 によって結像作用を受け、工具レンズ 6 の像面 7 にビームスポット 7A と 7B を形成する。

【0040】

像面 7 上のビームスポット 7A と 7B は CCD カメラ 8 により画像として取込まれる。不図示の画像処理システムにより、画像として取込まれた各ビームスポットの重心が像面 7 の YZ 座標系のどこにあるかが算出される。

【0041】

理想状態で (設計位置に) レーザ光源 1 と集光レンズ 3 が配置され、集光レンズ 3 から射出されるレーザビームが所望の平行度の平行光束であるならば、像面 7 上における光軸上の点を YZ 平面の原点 (0, 0) として表すと、ビームスポット 7A と 7B は像面 7 の Y 軸上でそれぞれ (+Y₀, 0)、(-Y₀, 0) の位置に結像するものとする。このとき、実際のレーザ光源 1 と集光レンズ 3 の相対位置がずれた場合に、ビームスポット 7A と 7B がどのように観測されるかを説明する。

【0042】

まず、レーザ光源 1 と集光レンズ 3 との X 方向における距離が理想状態より X だけ短い場合は、集光レンズ 3 から出射した光束 10 は発散気味の光束となる。図 1 からわかるように光束 10 が発散光束だと瞳分割素子 5 によって分割された光束 10A は X 軸からより遠ざかり Y 方向プラス側に変位する。このため工具レンズ 6 に入射した光束 10A も X 軸からより遠ざかり Y 方向プラス側に変位して集光されるため、像面 7 上のビームスポット 7A の位置もプラス側に変位する。この変位量を dY とすると、ビームスポット 7A は像面 7 上で、(+Y₀ + dY, 0) の位置にビームスポットとして観測される。

同様に光束 10 が発散光束だと瞳分割素子 5 によって分割された光束 10B は X 軸からより遠ざかり Y 方向マイナス側に変位する。このため工具レンズ 6 に入射した光束 10B も X 軸からより遠ざかり Y 方向マイナス側に変位して集光されるため、像面 7 上のスポット 7B の位置もマイナス側に変位する。この変位量を -dY とすると、ビームスポット 7B は像面 7 上で、(-Y₀ - dY, 0) の位置にビームスポットとして観測される。

【0043】

よって、レーザ光源 1 と集光レンズ 3 との X 方向における距離が理想状態より X だけ短い場合は、ビームスポット 7A と 7B の間隔は 2 × dY 広がって観察される。

【0044】

次にレーザ光源 1 が集光レンズ 3 に対して Y 方向に理想状態より Y < 0 だけ移動した (Y 軸方向マイナス側へ移動した) 場合は、集光レンズ 3 から射出された光束 10 は Y 方向プラス側へ向かう角度を持つ。図 1 からわかるように光束 10 が Y 方向プラス側へ向かう角度を持つと瞳分割素子 5 によって分割された光束 10A も Y 方向プラス側へ向かう角

10

20

30

40

50

度を持つ。このため工具レンズ6に入射した光束10AもY方向プラス側へ向かう角度を持って進むため、像面7上のビームスポット7Aの位置もプラス側に変位する。この変位量を dY とすると、ビームスポット7Aは $(+Y_0 + dY, 0)$ の位置にビームスポットとして観測される。

【0045】

同様に光束10がY方向プラス側へ向かう角度を持つと瞳分割素子5によって分割された光束10BもY方向プラス側へ向かう角度を持つ。このため工具レンズ6に入射した光束10BもY方向プラス側へ向かう角度を持って進むため、像面7上のビームスポット7Bの位置もプラス側に変位する。この変位量を dY とすると、ビームスポット7Bは $(-Y_0 + dY, 0)$ の位置にビームスポットとして観測される。

10

【0046】

よってレーザー光源1が集光レンズ3に対してY方向に理想状態より $Y < 0$ だけ移動した場合は、ビームスポット7Aとビームスポット7Bの間隔は変化なく、そろってY方向に dY だけ変位して観察される。

【0047】

次にレーザー光源1が集光レンズ3に対してZ方向に理想状態より $Z < 0$ だけ移動した(Z 軸方向マイナス側へ移動した)場合は、集光レンズ3から射出された光束10はZ方向プラス側へ向かう角度を持つ。図2からわかるように光束10がZ方向プラス側へ向かう角度を持つと瞳分割素子5によって分割された光束10AもZ方向プラス側へ向かう角度を持つ。このため工具レンズ6に入射した光束10AもZ方向プラス側へ向かう角度を持って進むため、像面7上のビームスポット7Aの位置もプラス側に変位する。この変位量を dZ とすると、ビームスポット7Aは $(+Y_0, dZ)$ の位置にビームスポットとして観測される。

20

【0048】

同様に光束10がZ方向プラス側へ向かう角度を持つと瞳分割素子5によって分割された光束10BもZ方向プラス側へ向かう角度を持つ。このため工具レンズ6に入射した光束10BもZ方向プラス側へ向かう角度を持って進むため、像面7上のビームスポット7Bの位置もプラス側に変位する。この変位量を dZ とすると、ビームスポット7Bは $(-Y_0, dZ)$ の位置にビームスポットとして観測される。

30

【0049】

よってレーザー光源1が集光レンズ3に対してZ方向に理想状態より $Z < 0$ だけ移動した場合は、ビームスポット7Aとビームスポット7Bの間隔は変化なく、そろってZ方向に dZ だけ変位して観察される。

【0050】

レーザー光源1と集光レンズ3の相対位置の変化量に対してビームスポット7Aと7Bの間隔(2つのビームの像間の相対位置)や位置(2つのビームの像各々の光軸に対する位置)の変化量は、後述の数値実施例のようにリニアな比例関係がある。従ってビームスポット7Aと7Bの座標を読み取り、間隔や位置の変化量を正確に計測すれば、レーザー光源1と集光レンズ3の相対位置が理想状態に対してどれだけずれているか算出可能である。

40

【0051】

本発明では像面7上のビームスポット7Aと7BをCCDカメラ8により画像として取込む。不図示の画像処理システムにより、画像として取込まれた各ビームスポットの重心が像面7のYZ座標系のどこにあるかが算出される。2次元CCDセンサ上のスポットの重心位置座標を算出する方法は既知の方法でよい。

【0052】

算出されたビームスポット7Aと7BのYZ平面内の座標を (Y_A, Z_A) 、 (Y_B, Z_B) とする。装置に製造誤差がなければ $Z_A = Z_B$ となるが、実際は製造誤差があるので $Z_A \neq Z_B$ である。また理想状態(設計位置)の座標を $(+Y_0, 0)$ 、 $(-Y_0, 0)$ とする。

【0053】

また、レーザー光源1と集光レンズ3の相対的な位置ズレに対するビームスポット7Aと

50

7 B の座標変位敏感度を、

$$A_x = \text{ピント (X 方向)ズレ} / \text{ビームスポット Y 方向ズレ量} \quad (1)$$

$$A_y = \text{Y 方向ズレ} / \text{ビームスポット Y 方向ズレ量} \quad (2)$$

$$A_z = \text{Z 方向ズレ} / \text{ビームスポット Z 方向ズレ量} \quad (3)$$

とする。これらはシミュレーションにより求めても、実験により求めてもよい。この座標変位敏感度を用いて、レーザ光源 1 と集光レンズ 3 の X、Y、Z 方向相対位置ズレ量 (X、Y、Z) は、それぞれ、

$$\begin{aligned} \text{レーザ光源 1 と集光レンズ 3 の X 方向相対位置ズレ量 } X \\ = A_x \times ((Y_A - Y_B) - 2 \times Y_0) \end{aligned} \quad (4)$$

$$\begin{aligned} \text{レーザ光源 1 と集光レンズ 3 の Y 方向相対位置ズレ量 } Y \\ = A_y \times (Y_A + Y_B) / 2 \end{aligned} \quad (5)$$

$$\begin{aligned} \text{レーザ光源 1 と集光レンズ 3 の Z 方向相対位置ズレ量 } Z \\ = A_z \times (Z_A + Z_B) / 2 \end{aligned} \quad (6)$$

と表せる。

【0054】

X 方向相対位置ズレ量 X はビームスポット 7 A と 7 B の距離が理想状態の距離からどの程度変位しているか差分をとり算出している。Y 方向ズレはビームスポット 7 A、7 B が理想状態から Y 方向への程度変位しているか差分をとり、平均して算出している。Z 方向ズレはビームスポット 7 A、7 C が理想状態から Z 方向への程度変位しているか差分をとり平均して算出している。

【0055】

算出された X、Y、Z に基づき、レーザ光源 1 を保持する不図示の工具ハンドを 3 次元的に駆動制御しレーザ光源 1 と集光レンズ 3 の相対位置を所望の精度に追い込んだ後、レーザ光源 1 はレーザホルダ 2 に対して固定される。レーザ光源 1 や集光レンズ 3 をレーザホルダ 2 に固定する方法はねじ止めや勘合、接着など既知の方法による。

【0056】

この調整方法をアルゴリズムとしてまとめたものを図 3 に示す。図 3 に示す通り、各ビームスポットのプロファイルの読み込みは 1 度でよく、そこから算出された重心位置座標により、ピントずれ量 X、照射位置ズレ Y、Z を一回の測定結果のみから算出することが可能である。したがって本発明においては、比較例の図 20 を用いて例示したような、レンズやレーザ光源の位置を移動させて複数の位置条件における各ビームスポットのプロファイルを繰り返し読み込んでスポット径を算出する必要がない。

【0057】

座標変位敏感度 A_y と A_z は集光レンズ 3 の焦点距離と工具レンズ 6 の焦点距離によって決まるので所望の敏感度を得るために、調整対象である光源ユニットの集光レンズ 3 に応じて工具レンズ 6 の焦点距離を最適化すればよい。敏感度を高めて検知精度を上げるためには工具レンズ 6 の焦点距離を長くすればよい。

【0058】

座標変位敏感度 A_x は集光レンズ 3 の焦点距離と工具レンズ 6 の焦点距離および光束 10 の光束幅で決まる。敏感度を高めて検知精度を上げるためには光束幅が広いほうが好ましく、瞳分割素子 5 を構成するプリズム 5 A とプリズム 5 B の配列方向を光束 10 の最大径方向と一致させるとよい。

【0059】

この理由を図 4 A、図 4 B を用いて説明する。

図 4 A は図 1 を誇張して記載している。図 4 A 中の参照符号は図 1 と同じである。図 4 A、4 B ではレーザ光源 1 が設計位置より集光レンズ 3 に近づいてレーザ光源 1' になった場合の光路を破線で示している。また図中に示した Y 方向が瞳の最大径方向であり、瞳の最大径方向の光束幅を H とする。またに瞳の最大径の方向に瞳分割素子 5 A、5 B が配列している。図 4 A 中では、簡単のために前記瞳分割素子 5 B 側の光束の記載は省略している。レーザ光源が集光レンズ 3 に近づいたことで集光レンズ 3 を出射する光線は若干発

10

20

30

40

50

散気味となる。このため瞳分割素子 5 A を通過した光束 1 0 A に対応する像面 7 上のビームスポット 7 A は 7 A ' へと変位している。

【 0 0 6 0 】

図 4 B は、図 4 A のレーザ光源 1 , 1 ' と集光レンズ 3 の部分の拡大図であり、詳細に説明する図である。レーザ光源 1、1 ' と集光レンズ 3、及び、光束 1 0 A の中心光束 (実線がレーザ光源 1、破線がレーザ光源 1 ') のみを示している。集光レンズ 3 の前側焦点距離 F の位置 (理想状態、設計位置) にレーザ光源 1 が設けられている。工具レンズ 6 の焦点距離は F j とする。レーザ光源 1 が光軸にそって d X ずれた位置にレーザ光源 1 ' が実際に組み付けられたとする。集光レンズ 3 での中心光束と光軸の距離は H / 4 である。また図 4 B に示すように、レーザ光源 1 ' の位置における、レーザ光源 1 から出射した中心光束の光軸からの距離 を定義し、レーザ光源 1 ' およびレーザ光源 1 から出射した 2 つの中心光束の相対角度を とする。このとき、

$$= (F - dX) \times F \times \quad (7)$$

と示せる。また図 4 B の相似関係から

$$(H/4) / F = \quad / dX \quad (8)$$

と示せる。式(7)及び(8)から

$$/ F = dX \times H / (4 \times F^2) \quad (9)$$

と示せる。更に 2 つの中心光束が相対角度 で工具レンズ 6 に入射することからビームスポット 7 A と 7 A ' の間隔 d Y は、

$$dY = Fj \times \quad Fj \times dX \times H / (4 \times F^2) \quad (10)$$

と示すことができる。この式によれば、d Y は H に比例しており、H が大きいほど、つまり光束の瞳径が大きいほど、d Y が大きく変動し敏感度が高くなることがわかる。従って、瞳分割素子 5 を構成するプリズム 5 A と 5 B の配列方向を光束 1 0 の最大径の方向と一致させるとよい。

【 0 0 6 1 】

また、式 (1 0) を変形すれば、

$$dX = dY \times (4 \times F^2) / H / Fj \quad (11)$$

となり、式 (1) で定義した座標変位敏感度 A x は、

$$A_x = (4 \times F^2) / H / Fj \quad (12)$$

と近似的に示すことができる。

【 0 0 6 2 】

つぎに図 1 で設計値どおりの配置の場合、瞳分割素子 5 で分離された光束 1 0 A と 1 0 B の 2 つの光束の相対角度を P (rad) とする。このとき、像面 7 上のスポット 7 A と 7 B の相対距離 2 Y o は、工具レンズ 6 の焦点距離 F j を用いて、

$$2 Y_o = P \times Fj \quad (13)$$

と示せる。

【 0 0 6 3 】

一方レーザ光源と集光光学素子が組立上生じる光軸方向の最大ズレ量の絶対値を X max とするとき、スポット 7 A と 7 B の位置はそれぞれ、

$$dY = \pm Fj \times X_{max} \times H / (4 \times F^2) \quad (14)$$

だけ変位するので、スポット 7 A と 7 B の相対距離の変位は

$$\pm Fj \times X_{max} \times H / (4 \times F^2) \times 2 \quad (15)$$

の範囲で変動すると予測できる。従って、設計値どおりの配置の場合のスポット 7 A と 7 B の相対距離 (式(13)) と、組立上生じるスポット 7 A と 7 B の相対距離の変位 (式(15)) をきちんと設定しないとスポット 7 A と 7 B の順番が入れ替わってしまい、光軸方向のズレの算出が困難になる。そこで本発明では

$$2 Y_o = P \times Fj > Fj \times X_{max} \times H / (4 \times F^2) \times 2 \quad (16)$$

さらには、スポット 7 A と 7 B スポット径 S p を勘案して、

$$2 Y_o + S_p = P \times Fj + S_p > Fj \times X_{max} \times H / (4 \times F^2) \times 2 \quad (17)$$

となるように設定する。

【 0 0 6 4 】

なお本実施例では先に集光レンズ3を固定しレーザ光源1を微調整したが、これとは逆にレーザ光源1を先に固定し集光レンズ3の位置を微調整してもよい。

理想的な配置でのビームスポットの座標はシミュレーションにより求めてもよいし、現物にあわせて作成したマスター光源ユニットでのビームスポットの座標を用いてもよい。

【 0 0 6 5 】

受光センサとして対物レンズと2次元CCDセンサからなるCCDカメラを示したが必ずしもこれに限るものではない。受光したビームスポットの重心位置座標を算出できれば既知の方式でよい。たとえば像面7に直接センサ受光面を置くとか、CMOSセンサを使用するとか、1次元ラインセンサを利用するなど様々な変形例で対応可能である。また瞳分割素子5のプリズムの角度の設定によりビームスポット7Aと7Bの間隔が広がり1台のセンサで受光できない場合は2台の受光センサを利用してもよいし、1台の受光センサを移動ステージに載せ、ビームスポット7Aと7Bの画像を順番に読み込んでもよい。また本実施例では集光レンズ3により平行光束を得る光源ユニットを想定したがこれに限られることなく、収束光束や発散光束を得る光源ユニットへも適応可能である。またレーザ光源ユニットを走査光学系に作り込むケースにも本件の瞳分割素子や工具レンズなどの光学系を応用することができる。

10

【 0 0 6 6 】

またプリズム5Aとプリズム5Bの入射面または出射面の少なくとも一方を平面ではなく同一の曲率を有する曲面を配列したレンズアレイとすることで工具レンズ6のパワーを軽減させるかもしくは工具レンズ6そのものを省略することができる。

20

【 0 0 6 7 】

さらに、本実施例においては、瞳分割素子5は、入射面がYZ平面に対して傾斜し、出射面がYZ平面に対して平行な一つの平面から構成されるプリズムアレイとして例示したが、本発明はこれに限定されることはない。出射面がYZ平面に対して傾斜し、入射面がYZ平面に対して平行な一つの平面から構成されるプリズムアレイであっても、本発明の効果を享受できる。つまり、入射面と出射面の内の一方がYZ平面に対して傾斜し、他方がYZ平面に対して平行な一つの平面から構成されるプリズムアレイであっても、本発明の効果を享受できる。

【 0 0 6 8 】

30

[数値実施例 1]

次に、図1と図2に示した第1の実施例に係る調整装置の数値実施例を示す。光学系の配置は表1に示すとおりである。表中、Rは面の曲率半径、dは第n面と第(n+1)面間の間隔、Nは屈折率を示す。

【 0 0 6 9 】

【表 1】

	面番号	R	d	N
LD	1	0.00	2.0	1.0000
カバーガラス	2	0.00	0.3	1.5105
	3	0.00	21.1	1.0000
被検レンズ	4	0.00	3.0	1.7617
	5	-19.06	23.6	1.0000
絞り	6	0.00	5.0	1.0000
瞳分割素子	7	0.00	2.0	1.5105
	8	0.00	293.0	1.0000
工具レンズG1	9	170.59	13.2	1.5105
工具レンズG2	10	-154.44	5.7	1.7851
	11	-369.90	292.4	1.0000
像面	13	0.00		

10

瞳分割素子の傾斜角度 1.0度

絞り:Y方向 5.00× Z方向 2.60

20

【0070】

図5A～5Fに、数値実施例1において、集光レンズ3に対してレーザ光源1が相対的に位置ズレを生じたときにビームスポット7Aと7Bの座標がどのように変位するかを示す。

【0071】

図5Aと図5Bに、集光レンズ3に対してレーザ光源1が相対的にX方向にずれた時のビームスポット7Aと7BのY座標及びZ座標の変位量を示す。相対位置ズレがマイナスの場合は、集光レンズ3とレーザ光源1の間隔が開く方向であることを示す。図5Aからわかるように集光レンズ3とレーザ光源1の間隔が変化するとビームスポット7Aと7BはY方向を逆方向に変位する。また、図5Bからわかるように集光レンズ3とレーザ光源1の間隔が変化するとビームスポット7Aと7BはZ方向に変位しない。図5Aからわかるように $A_x = 0.1\text{mm}/0.102\text{mm}$ である。

30

【0072】

次に図5Cと図5Dは集光レンズ3に対してレーザ光源1が相対的にY方向にずれた時のビームスポット7Aと7BのY座標及びZ座標の変位量を示している。図5Cからわかるように集光レンズ3とレーザ光源1が相対的にY方向に変化するとビームスポット7Aと7BはY方向を同じ方向に変位する。また、図5Dからわかるように集光レンズ3とレーザ光源1が相対的にY方向に変化するとビームスポット7Aと7BはZ方向に変位しない。図5Cからわかるように $A_y = 0.1\text{mm}/1.21\text{mm}$ である。

40

【0073】

次に図5Eと図5Fは集光レンズ3に対してレーザ光源1が相対的にZ方向にずれた時のビームスポット7Aと7BのY座標及びZ座標の変位量を示している。図5Eからわかるように集光レンズ3とレーザ光源1が相対的にZ方向に変化するとビームスポット7Aと7BはY方向に変位しない。また、図5Fからわかるように集光レンズ3とレーザ光源1が相対的にZ方向に変化するとビームスポット7Aと7BはZ方向を同じ方向に変位する。図5Fからわかるように $A_z = 0.1\text{mm}/1.21\text{mm}$ である。

【0074】

次に図5A～5Fでの変位に対して、像面7上のYZ平面上でビームスポット7Aと7Bの軌跡をプロットしたものを図5G～5Jに示す。

【0075】

50

図 5 G , 5 H は集光レンズ 3 に対してレーザ光源 1 が相対的に X 方向に 0.02mm のピッチで ± 0.1 mm ずれた時の Y Z 平面上でのスポットの軌跡である。この場合、Y Z 平面上でのビームスポットは Y 方向を逆方向に変位する。

【 0 0 7 6 】

図 5 I は集光レンズ 3 に対してレーザ光源 1 が相対的に Y 方向に 0.02mm のピッチで ± 0.1 mm ずれた時の Y Z 平面上でのスポットの軌跡である。この場合、Y Z 平面上でのビームスポットは Y 方向を同じ方向に変位する。

【 0 0 7 7 】

図 5 J は集光レンズ 3 に対してレーザ光源 1 が相対的に Z 方向に 0.02mm のピッチで ± 0.1 mm ずれた時の Y Z 平面上でのスポットの軌跡である。この場合、Y Z 平面上でのビームスポットは Z 方向を同じ方向に変位する。

【 0 0 7 8 】

以上のように、レーザ光源 1 と集光レンズ 3 の相対位置の変化量に対してビームスポット 7 A と 7 B の間隔や位置の変化量は、リニアな比例関係がある。従ってビームスポット 7 A と 7 B の座標を読み取り、間隔や位置の変化量を正確に計測すれば、レーザ光源 1 と集光レンズ 3 の相対位置が理想状態に対してどれだけずれているか算出可能である。

【 0 0 7 9 】

上述した式 (4) 乃至 (6) により算出された X、Y、Z に基づき、レーザ光源 1 を保持する不図示の工具ハンドを 3 次元的に駆動制御しレーザ光源 1 と集光レンズ 3 の相対位置を所望の精度に追い込んだ後、レーザ光源 1 は固定される。レーザ光源 1 や集光レンズ 3 をレーザホルダ 2 に固定する方法はねじ止めや勘合、接着など既知の方法による。またマルチビームのレーザ光源ユニットに適用できることは言うまでもない。

【 0 0 8 0 】

本発明の構成では、従来のようにビームスポット画像を読み込んでスポット径やピーク光量を算出するという工程を何度も回数を繰り返す必要がなく、1 度ビームスポット画像を読み込んで演算処理することで 3 次元的な相対位置ずれ量を算出することが可能である。

また組み立てた光源ユニットのピントなどを再確認する際も少ない工数で確認できる。これにより組立工数を大幅に削減し低コストが可能となる。

【 実施例 2 】

【 0 0 8 1 】

図 6 は本発明の第 2 の実施例の走査光学系用光源ユニットの調整装置の断面図、図 7 は斜視図である。

本実施例の調整装置は、第 1 の実施例の調整装置と同様の構成を有するが、第 1 の実施例の調整装置の瞳分割素子 5 に対し、本実施例では瞳分割素子 5 1 が用いられていることが異なる。

【 0 0 8 2 】

本実施例の調整装置の構成を図 6 と図 7 を用いて説明する。本実施例の調整装置の構成は、第 1 の実施例と瞳分割素子 5 1 を除いて同じであるので、重複する構成に関する説明は省略する。

【 0 0 8 3 】

瞳分割素子(分割素子) 5 1 は、プリズム 5 1 A と平行平板部 5 1 B とプリズム 5 1 C を Y 方向に配列して構成される。プリズム 5 1 A とプリズム 5 1 C は互いに X Z 平面に対して対称な形状となっている。図 6 及び図 7 ではプリズム 5 1 A とプリズム 5 1 C の入射面が Y Z 平面に対して傾斜しており、出射面が Y Z 平面に対して平行な 1 つの面から構成されている。図 6 及び図 7 ではプリズム 5 1 A とプリズム 5 1 C の入射面の傾斜が光軸側の肉厚が薄くなるような傾斜であるが、逆に光軸側の肉厚が厚くなるような傾斜であってもよい。

瞳分割素子 5 1 を構成するプリズム 5 1 A と平行平板部 5 1 B とプリズム 5 1 C の配列方向は Y 方向であり、光束 1 0 の最大径方向と一致させている。

10

20

30

40

50

【 0 0 8 4 】

工具レンズ 6 は入射したビームを像面 7 に集光してビームスポット 7 1 A , 7 1 B , 7 1 C を形成する。像面 7 に形成されたビームスポットは受光センサとしての CCD カメラ 8 により画像として取込まれる。CCD カメラ 8 は、対物レンズと受光画素が 2 次元的に配列された CCD センサから構成されている。CCD カメラ 8 により画像として取込まれたビームスポットは、不図示の画像処理システムにより各ビームスポットの重心が像面 7 の Y Z 座標系のどこにあるかが算出される。演算処理されたビームスポットの Y Z 座標に基づき、レーザ光源 1 を保持する不図示の工具ハンドを駆動制御する。

【 0 0 8 5 】

より具体的な作用について図 6 と図 7 を用いて説明する。なお簡単のために図 6 では光束のマージナル光線のみを記載し、図 7 では光線の主光線のみを記載する。本実施例の調整装置の構成は、第 1 の実施例と瞳分割素子 5 1 を除いては同じであるので、レーザ光源を出射してから瞳分割素子 5 1 に入射するまでの光路に関する説明は省略する。

【 0 0 8 6 】

絞り 4 を通過した光束 1 0 は瞳分割素子 5 1 を構成するプリズム 5 1 A と平行平板部 5 1 B とプリズム 5 1 C に入射する。図 6 からわかるように光束 1 0 は Y 方向に 3 分割され、瞳プラス側の光束 1 1 A と瞳中央の光束 1 1 B と瞳マイナス側の光束 1 1 C に分割される。瞳プラス側の光束 1 1 A がプリズム 5 1 A により Y 方向プラス側へ屈折し、瞳マイナス側の光束 1 1 C がプリズム 5 1 C により Y 方向マイナス側へ屈折する。瞳中央の光束 1 1 B はそのまま平行平板 5 1 B を透過する。

【 0 0 8 7 】

次に工具レンズ 6 に入射した光束 1 1 A 、 1 1 B 、 1 1 C は、工具レンズ 6 に結像作用を受け、工具レンズ 6 の像面 7 にビームスポット 7 1 A , 7 1 B , 7 1 C を形成する。

【 0 0 8 8 】

像面 7 上のビームスポット 7 1 A , 7 1 B , 7 1 C は CCD カメラ 8 により画像として取込まれる。不図示の画像処理システムにより、画像として取込まれた各ビームスポットの重心が像面 7 の Y Z 座標系のどこにあるかが算出される。

【 0 0 8 9 】

理想状態で（設計位置に）レーザ光源 1 と集光レンズ 3 が配置され、集光レンズ 3 から射出されるレーザビームが所望の平行度の平行光束であるならば、像面 7 上における光軸上の点を Y Z 平面の原点（0 , 0）として表すと、ビームスポット 7 1 A , 7 1 B , 7 1 C は像面 7 の Y 軸上でそれぞれ（+Y₀、0）、（0、0）、（-Y₀、0）の位置に結像する。

【 0 0 9 0 】

レーザ光源 1 と集光レンズ 3 の相対位置がずれた場合にビームスポット 7 1 A , 7 1 B , 7 1 C がどのように観測されるかを説明する。

【 0 0 9 1 】

まずレーザ光源 1 と集光レンズ 3 との距離が理想状態より X 方向において X だけ短い場合は、集光レンズ 3 から出射した光束 1 0 は発散気味の光束となる。図 6 からわかるように光束 1 0 が発散光束だと瞳分割素子 5 1 によって分割された光束 1 1 A は X 軸からより遠ざかり Y 方向プラス側に変位する。このため工具レンズ 6 に入射した光束 1 1 A も X 軸からより遠ざかり Y 方向プラス側に変位して集光されるため、像面 7 上のビームスポット 7 1 A の位置もプラス側に変位する。この変位量を d Y とすると、ビームスポット 7 1 A は（+Y₀+ d Y、0）の位置にビームスポットとして観測される。

【 0 0 9 2 】

同様に光束 1 0 が発散光束だと瞳分割素子 5 1 によって分割された光束 1 1 C は X 軸からより遠ざかり Y 方向マイナス側に変位する。このため工具レンズ 6 に入射した光束 1 1 C も X 軸からより遠ざかり Y 方向マイナス側に変位して集光されるため、像面 7 上のスポット 7 1 C の位置もマイナス側に変位する。この変位量を - d Y とすると、ビームスポット 7 1 C は像面 7 上で、（-Y₀- d Y、0）の位置にビームスポットとして観測される。

10

20

30

40

50

【 0 0 9 3 】

よってレーザ光源 1 と集光レンズ 3 との X 方向における距離が理想状態より X だけ短い場合は、ビームスポット 7 1 A と 7 1 C の間隔は $2 \times dY$ 広がって観察される。

【 0 0 9 4 】

一方、光束 1 0 が発散光束だと瞳分割素子 5 1 によって分割された光束 1 1 B は光束 1 1 A や光束 1 1 C のような変位は生じず、(0 , 0) の位置にビームスポットとして観測される。

【 0 0 9 5 】

次にレーザ光源 1 が集光レンズ 3 に対して Y 方向に理想状態より $Y < 0$ だけ移動した (Y 軸方向マイナス側へ移動した) 場合は、集光レンズ 3 から射出された光束 1 0 は Y 方向プラス側へ向かう角度を持つ。図 6 からわかるように光束 1 0 が Y 方向プラス側へ向かう角度を持つと瞳分割素子 5 1 によって分割された光束 1 1 A も Y 方向プラス側へ向かう角度を持つ。このため工具レンズ 6 に入射した光束 1 1 A も Y 方向プラス側へ向かう角度を持って進むため、像面 7 上のビームスポット 7 1 A の位置もプラス側に変位する。この変位量を dY とすると、ビームスポット 7 1 A は ($+Y_0 + dY$, 0) の位置にビームスポットとして観測される。

10

【 0 0 9 6 】

同様に光束 1 0 が Y 方向プラス側へ向かう角度を持つと瞳分割素子 5 1 によって分割された光束 1 1 B も Y 方向プラス側へ向かう角度を持つ。このため工具レンズ 6 に入射した光束 1 1 B も Y 方向プラス側へ向かう角度を持って進むため、像面 7 上のビームスポット 7 1 B の位置もプラス側に変位する。この変位量を dY とすると、ビームスポット 7 1 B は ($+dY$, 0) の位置にビームスポットとして観測される。

20

【 0 0 9 7 】

同様に光束 1 0 が Y 方向プラス側へ向かう角度を持つと瞳分割素子 5 1 によって分割された光束 1 1 C も Y 方向プラス側へ向かう角度を持つ。このため工具レンズ 6 に入射した光束 1 1 C も Y 方向プラス側へ向かう角度を持って進むため、像面 7 上のビームスポット 7 1 C の位置もプラス側に変位する。この変位量を dY とすると、ビームスポット 7 1 C は ($-Y_0 + dY$, 0) の位置にビームスポットとして観測される。

【 0 0 9 8 】

よってレーザ光源 1 が集光レンズ 3 に対して Y 方向に理想状態より $Y < 0$ だけ移動した場合は、ビームスポット 7 1 A , 7 1 B , 7 1 C の間隔は変化なく、そろって Y 方向に dY だけ変位して観察される。

30

【 0 0 9 9 】

次にレーザ光源 1 が集光レンズ 3 に対して Z 方向に理想状態より $Z < 0$ だけ移動した (Z 軸方向マイナス側へ移動した) 場合は、集光レンズ 3 から射出された光束 1 0 は Z 方向プラス側へ向かう角度を持つ。図 7 からわかるように光束 1 0 が Z 方向プラス側へ向かう角度を持つと瞳分割素子 5 1 によって分割された光束 1 1 A も Z 方向プラス側へ向かう角度を持つ。このため工具レンズ 6 に入射した光束 1 1 A も Z 方向プラス側へ向かう角度を持って進むため、像面 7 上のビームスポット 7 1 A の位置もプラス側に変位する。この変位量を dZ とすると、ビームスポット 7 1 A は ($+Y_0$, dZ) の位置にビームスポットとして観測される。

40

【 0 1 0 0 】

同様に光束 1 0 が Z 方向プラス側へ向かう角度を持つと瞳分割素子 5 1 によって分割された光束 1 1 B も Z 方向プラス側へ向かう角度を持つ。このため工具レンズ 6 に入射した光束 1 1 B も Z 方向プラス側へ向かう角度を持って進むため、像面 7 上のビームスポット 7 1 B の位置もプラス側に変位する。この変位量を dZ とすると、ビームスポット 7 1 B は (0 , dZ) の位置にビームスポットとして観測される。

【 0 1 0 1 】

同様に光束 1 0 が Z 方向プラス側へ向かう角度を持つと瞳分割素子 5 1 によって分割された光束 1 1 C も Z 方向プラス側へ向かう角度を持つ。このため工具レンズ 6 に入射した

50

光束 1 1 C も Z 方向 プラス側 へ 向 か う 角 度 を 持 っ て 進 む た め 、 像 面 7 上 の ビ ー ム スポ ッ ト 7 1 C の 位 置 も プ ラ ス 側 に 変 位 す る 。 こ の 変 位 量 を dZ と す る と 、 ビ ー ム スポ ッ ト 7 1 C は $(-Y_0, dZ)$ の 位 置 に ビ ー ム スポ ッ ト と し て 観 測 さ れ る 。

【 0 1 0 2 】

よ っ て レ ー ザ 光 源 1 が 集 光 レ ン ズ 3 に 対 し て Z 方 向 に 理 想 状 態 よ り $Z < 0$ だ け 移 動 し た 場 合 は 、 ビ ー ム スポ ッ ト 7 1 A , 7 1 B , 7 1 C の 間 隔 は 変 化 な く 、 そ ろ っ て Z 方 向 に dZ だ け 変 位 し て 観 察 さ れ る 。

【 0 1 0 3 】

レ ー ザ 光 源 1 と 集 光 レ ン ズ 3 の 相 対 位 置 の 変 化 量 に 対 し て ビ ー ム スポ ッ ト 7 1 A , 7 1 B , 7 1 C の 間 隔 (3 つ の ビ ー ム の 像 間 の 相 対 位 置) や 位 置 (3 つ の ビ ー ム の 像 各 々 の 光 軸 に 対 す る 位 置) の 変 化 量 は 、 後 述 の 数 値 実 施 例 の よ う に リ ニ ア な 比 例 関 係 が あ る 。 従 っ て ビ ー ム スポ ッ ト 7 1 A , 7 1 B , 7 1 C の 座 標 を 読 み 取 り 、 間 隔 や 位 置 の 変 化 量 を 正 確 に 計 測 す れ ば 、 レ ー ザ 光 源 1 と 集 光 レ ン ズ 3 の 相 対 位 置 が 理 想 状 態 に 対 し て ど れ だ け ず れ て い る か 算 出 可 能 で あ る 。

10

【 0 1 0 4 】

本 発 明 で は 像 面 7 上 の ビ ー ム スポ ッ ト 7 1 A , 7 1 B , 7 1 C を CCD カ メ ラ 8 に よ り 画 像 と し て 取 込 む 。 不 図 示 の 画 像 処 理 シ ス テ ム に よ り 、 画 像 と し て 取 込 ま れ た ビ ー ム スポ ッ ト は 各 ビ ー ム スポ ッ ト の 重 心 が 像 面 7 の Y Z 座 標 系 の ど こ に あ る か が 算 出 さ れ る 。 2 次 元 CCD セ ン サ 上 の スポ ッ ト の 重 心 位 置 座 標 を 算 出 す る 方 法 は 既 知 の 方 法 で よ い 。

20

【 0 1 0 5 】

算 出 さ れ た ビ ー ム スポ ッ ト 7 1 A , 7 1 B , 7 1 C の Y Z 平 面 上 で の 座 標 を (Y_A, Z_A) 、 (Y_B, Z_B) 、 (Y_C, Z_C) と す る 。 ま た 理 想 の 状 態 の 座 標 を $(+Y_0, 0)$ 、 $(0, 0)$ ($-Y_0, 0$) と す る 。

ま た 、 レ ー ザ 光 源 1 と 集 光 レ ン ズ 3 の 相 対 的 な 位 置 ズ レ に 対 す る ビ ー ム スポ ッ ト 7 1 A , 7 1 B , 7 1 C の 座 標 変 位 敏 感 度 (式 (1)、 式 (2)、 式 (3)) は 、 シ ミ ュ レ ー シ ョ ン に よ り 求 め て も 、 実 験 に よ り 求 め て も よ い 。 こ の 座 標 変 位 敏 感 度 を 用 い て 、 レ ー ザ 光 源 1 と 集 光 レ ン ズ 3 の X , Y , Z 方 向 相 対 位 置 ズ レ 量 (X , Y , Z) は 、 そ れ ぞ れ 、

$$\begin{aligned} \text{レ ー ザ 光 源 1 と 集 光 レ ン ズ 3 の X 方 向 相 対 位 置 ズ レ 量 } X \\ = A_x \times ((Y_A - Y_C) - 2 \times Y_0) \end{aligned} \quad (18)$$

$$\begin{aligned} \text{レ ー ザ 光 源 1 と 集 光 レ ン ズ 3 の Y 方 向 相 対 位 置 ズ レ 量 } Y \\ = A_y \times ((Y_A + Y_C) / 2 - Y_0) \end{aligned} \quad (19)$$

$$\begin{aligned} \text{レ ー ザ 光 源 1 と 集 光 レ ン ズ 3 の Z 方 向 相 対 位 置 ズ レ 量 } Z \\ = A_z \times ((Z_A + Z_C) / 2 - Z_0) \end{aligned} \quad (20)$$

30

と 表 せ る 。

【 0 1 0 6 】

X 方 向 相 対 位 置 ズ レ 量 X は ビ ー ム スポ ッ ト 7 1 A と 7 1 C の 距 離 が 理 想 状 態 の 距 離 か ら ど の 程 度 変 位 し て い る か 差 分 を と り 算 出 し て い る 。 Y 方 向 ズ レ は ビ ー ム スポ ッ ト 7 1 A , 7 1 C が 理 想 状 態 か ら Y 方 向 へ ど の 程 度 変 位 し て い る か 差 分 を と り 、 平 均 し て 算 出 し て い る 。 ま た こ の 平 均 は ビ ー ム スポ ッ ト 7 1 B が 理 想 状 態 か ら Y 方 向 へ 変 位 し た 量 に 一 致 す る 。 Z 方 向 ズ レ は ビ ー ム スポ ッ ト 7 1 A , 7 1 C が 理 想 状 態 か ら Z 方 向 へ ど の 程 度 変 位 し て い る か 差 分 を と り 平 均 し て 算 出 し て い る 。 ま た こ の 平 均 は ビ ー ム スポ ッ ト 7 1 B が 理 想 状 態 か ら Z 方 向 へ 変 位 し た 量 に 一 致 す る 。

40

【 0 1 0 7 】

算 出 さ れ た X , Y , Z に 基 づ き 、 レ ー ザ 光 源 1 を 保 持 す る 不 図 示 の 工 具 ハ ン ド を 3 次 元 的 に 駆 動 制 御 し レ ー ザ 光 源 1 と 集 光 レ ン ズ 3 の 相 対 位 置 を 所 望 の 精 度 に 追 い 込 ん だ 後 、 レ ー ザ 光 源 1 は レ ー ザ ホ ル ダ 2 に 対 し て 固 定 さ れ る 。 レ ー ザ 光 源 1 や 集 光 レ ン ズ 3 を レ ー ザ ホ ル ダ 2 に 固 定 す る 方 法 は ね じ 止 め や 勘 合 、 接 着 な ど 既 知 の 方 法 に よ る 。

【 0 1 0 8 】

座 標 変 位 敏 感 度 A_y と A_z は 集 光 レ ン ズ 3 の 焦 点 距 離 と 工 具 レ ン ズ 6 の 焦 点 距 離 に よ っ て 決 ま る の で 所 望 の 敏 感 度 を 得 る た め に 、 調 整 対 象 で あ る 光 源 ユ ニ ッ ト の 集 光 レ ン ズ 3 に 応 じ

50

て工具レンズ6の焦点距離を最適化すればよい。感度を高めて検知精度を上げるためには工具レンズ6の焦点距離を長くすればよい。

【0109】

座標変位感度Axは集光レンズ3の焦点距離と工具レンズ6の焦点距離および光束10の光束幅で決まる。感度を高めて検知精度を上げるためには光束幅が広いほうが好ましく、瞳分割素子51を構成するプリズム51Aとプリズム51Cの配列方向を光束10の最大径方向と一致させるとよい。

なお本実施例では先に集光レンズ3を固定しレーザ光源1を微調整したが、これとは逆にレーザ光源1を先に固定し集光レンズ3の位置を微調整してもよい。

【0110】

受光センサとして対物レンズと2次元CCDセンサからなるCCDカメラを示したが必ずしもこれに限るものではない。受光したビームスポットの重心位置座標を算出できれば既知の方式でよい。たとえば像面7に直接センサ受光面を置くとか、CMOSセンサを使用するとか、1次元ラインセンサを利用するなど様々な変形例で対応可能である。また瞳分割素子51のプリズムの角度の設定によりビームスポット71A, 71B, 71Cの間隔が広がり1台のセンサで受光できない場合は複数の受光センサを利用してもよいし、1台の受光センサを移動ステージに載せ、ビームスポット71A, 71B, 71Cの画像を順番に読み込んでもよい。また本実施例では集光レンズ3により平行光束を得る光源ユニットを想定したがこれに限られることなく、収束光束や発散光束を得る光源ユニットへも適応可能である。またレーザ光源ユニットを走査光学系に作り込むケースにも本件の瞳分割素子や工具レンズなどの光学系を応用することができる。

【0111】

またプリズム51Aとプリズム51Cと平行平板部51Bの入射面または出射面の少なくとも一方を平面ではなく同一の曲率を有する曲面を配列したレンズアレイとすることで工具レンズ6のパワーを軽減させるかもしくは工具レンズ6そのものを省略することができる。

【0112】

さらに、本実施例において、瞳分割素子51は、入射面にYZ平面に対して傾斜する面を有し、出射面がYZ平面に対して平行な一つの平面から構成されるプリズムアレイとして例示したが、本発明はこれに限定されることはない。出射面がYZ平面に対して傾斜する面を有し、入射面がYZ平面に対して平行な一つの平面から構成されるプリズムアレイであっても、本発明の効果を享受できる。つまり、入射面と出射面の内の一方がYZ平面に対して傾斜する面を有し、他方がYZ平面に対して平行な一つの平面から構成されるプリズムアレイであっても、本発明の効果を享受できる。

【0113】

[数値実施例2]

次に図6と図7に示した第2の実施例に係る調整装置の数値実施例を示す。光学系の配置は表2に示すとおりである。

【0114】

10

20

30

【表 2】

	面番号	R	d	N
LD	1	0.00	2.0	1.0000
カバーガラス	2	0.00	0.3	1.5105
	3	0.00	21.1	1.0000
被検レンズ	4	0.00	3.0	1.7617
	5	-19.06	23.6	1.0000
絞り	6	0.00	5.0	1.0000
瞳分割素子	7	0.00	2.0	1.5105
	8	0.00	293.0	1.0000
工具レンズG1	9	170.59	13.2	1.5105
工具レンズG2	10	-154.44	5.7	1.7851
	11	-369.90	292.4	1.0000
像面	13	0.00		

10

瞳分割素子の傾斜角度 0.1度

絞り:Y方向 5.00× Z方向 2.60

瞳分割素子の平行平板部BのY方向の幅 2.50

20

【0115】

次に図8A～8Fに、数値実施例2において、集光レンズ3に対してレーザ光源1が相対的に位置ズレを生じたときにビームスポット71A、71B、71Cの座標がどのように変位するかを示す。

【0116】

図8Aと図8Bは集光レンズ3に対してレーザ光源1が相対的にX方向にずれた時のビームスポット71A、71B、71CのY座標及びZ座標の変位量を示す。相対位置ズレがマイナスの場合は、集光レンズ3とレーザ光源1の間隔が開く方向であることを示す。図8Aからわかるように集光レンズ3とレーザ光源1の間隔が変化するとビームスポット71A、71CはY方向を逆方向に変位し、71Bは変位しない。また、図8Bからわかるように集光レンズ3とレーザ光源1の間隔が変化するとビームスポット71A、71B、71CはZ方向に変位しない。図8Aからわかるように $A_x = 0.1\text{mm}/0.183\text{mm}$ である。

30

【0117】

次に図8Cと図8Dは集光レンズ3に対してレーザ光源1が相対的にY方向にずれた時のビームスポット71A、71B、71CのY座標及びZ座標の変位量を示している。図8Cからわかるように集光レンズ3とレーザ光源1が相対的にY方向に変化するとビームスポット71A、71B、71CはY方向を同じ方向に変位する。また、図8Dからわかるように集光レンズ3とレーザ光源1が相対的にY方向に変化するとビームスポット71A、71B、71CはZ方向に変位しない。図8Cからわかるように $A_y = 0.1\text{mm}/1.21\text{mm}$ である。

40

【0118】

次に図8Eと図8Fは集光レンズ3に対してレーザ光源1が相対的にZ方向にずれた時のビームスポット71A、71B、71CのY座標及びZ座標の変位量を示している。図8Eからわかるように集光レンズ3とレーザ光源1が相対的にZ方向に変化するとビームスポット71A、71B、71CはY方向に変位しない。また、図8Fからわかるように集光レンズ3とレーザ光源1が相対的にZ方向に変化するとビームスポット71A、71B、71CはZ方向を同じ方向に変位する。図8Fからわかるように $A_z = 0.1\text{mm}/1.21\text{mm}$ である。

【0119】

50

次に図 8 A ~ 8 F での変位に対して、像面 7 上の Y Z 平面上でビームスポット 7 1 A、7 1 B、7 1 C の軌跡をプロットしたものを図 8 G ~ 8 I に示す。図 8 G は集光レンズ 3 に対してレーザ光源 1 が相対的に X 方向に 0.02mm のピッチで ± 0.1 mm ずれた時の Y Z 平面上でのスポットの軌跡である。Y Z 平面上でのビームスポットは、Y 方向を逆方向に変位する。

【 0 1 2 0 】

図 8 H は集光レンズ 3 に対してレーザ光源 1 が相対的に Y 方向に 0.02mm のピッチで ± 0.05 mm ずれた時の Y Z 平面上でのスポットの軌跡である。Y Z 平面上でのビームスポットは、Y 方向を同じ方向に変位する。

【 0 1 2 1 】

図 8 I は集光レンズ 3 に対してレーザ光源 1 が相対的に Z 方向に 0.02mm のピッチで ± 0.1 mm ずれた時の Y Z 平面上でのスポットの軌跡である。Y Z 平面上でのビームスポットは、Z 方向を同じ方向に変位する。

【 0 1 2 2 】

以上のように。レーザ光源 1 と集光レンズ 3 の相対位置の変化量に対してビームスポット 7 1 A、7 1 B、7 1 C の間隔や位置の変化量は、リニアな比例関係がある。従って 7 1 A、7 1 B、7 1 C の座標を読み取り、間隔や位置の変化量を正確に計測すれば、レーザ光源 1 と集光レンズ 3 の相対位置が理想状態に対してどれだけずれているか算出可能である。

また、ピント方向のズレについてはビームスポット 7 1 A、7 1 C に着目し、Y 方向と Z 方向のズレについてはビームスポット 7 1 B に着目して算出してもよい。

【 0 1 2 3 】

上述した式 (18) ~ (20) により算出された、レーザ光源 1 と集光レンズ 3 の X、Y、Z 方向相対位置ズレ量 (X、 Y、 Z) に基づき、レーザ光源 1 を保持する不図示の工具ハンドを 3 次元的に駆動制御しレーザ光源 1 と集光レンズ 3 の相対位置を所望の精度に追い込んだ後、レーザ光源 1 は固定される。レーザ光源 1 や集光レンズ 3 をレーザホルダ 2 に固定する方法はねじ止めや勘合、接着など既知の方法による。またマルチビームのレーザ光源ユニットに適用できることは言うまでもない。

【 0 1 2 4 】

本発明の構成では、従来のようにビームスポット画像を読み込んでスポット径やピーク光量を算出するという工程を何度も回数を繰り返す必要がなく、1 度ビームスポット画像を読み込んで演算処理することで 3 次元的な相対位置ズレ量を算出することが可能である。

また組み立てた光源ユニットのピントなどを再確認する際も少ない工数で確認できる。これにより組立工数を大幅に削減し低コストが可能となる。

【 実施例 3 】

【 0 1 2 5 】

図 9 に、本発明の第 3 の実施例の走査光学系用光源ユニットの調整装置の斜視図を示す。本実施例の調整装置は、第 1 及び第 2 の実施例の調整装置とほぼ同様の構成を有し、第 1、第 2 の実施例の調整装置の瞳分割素子に対し、本実施例では、瞳分割素子 5 2 を有することが異なる、また図 10 は本実施例に係る調整装置の瞳分割素子 5 2 を示す。

【 0 1 2 6 】

本実施例の調整装置の構成を図 9 と図 10 を用いて説明する。本実施例の調整装置の構成は、第 1 及び第 2 の実施例とは、瞳分割素子 5 2 を除いて同じであるので、重複する構成に関する説明は省略する。

【 0 1 2 7 】

絞り 4 は、図 1 (実施例 1) や 6 (実施例 2) と同じく、集光レンズ 3 の直後に設けられ (図 9 では不図示)、Y 方向に長軸をもつ矩形の穴を開けたプレートである。矩形開口を有する絞り 4 により光束 10 は矩形形状となる。

【 0 1 2 8 】

10

20

30

40

50

瞳分割素子（分割素子）52は、プリズム52A, 52B, 52C, 52DをY方向とZ方向に配列して構成される。プリズム52A, 52B, 52C, 52Dから構成される瞳分割素子52は、光軸を含むXY平面及び光軸を含むXZ平面に対して対称な形状となっている。図9及び図10ではプリズムプリズム52A, 52B, 52C, 52Dの入射面がYZ平面に対して傾斜しており、出射面がYZ平面に対して平行な1つの平面から形成されている。プリズム52A, 52B, 52C, 52Dの入射面の傾斜が光軸側の肉厚が厚く、瞳分割素子52の外周の4隅側が薄くなるような傾斜を持たせている。

【0129】

工具レンズ6は入射したビームを像面7（受光センサ上、受光素子上）に集光してビームスポット72A, 72B, 72C, 72Dを形成する。像面7に形成されたビームスポットは受光センサとしてのCCDカメラ8により画像として取込まれる。CCDカメラ8は対物レンズと受光画素が2次元的に配列されたCCDセンサから構成されている。CCDカメラ8により画像として取込まれたビームスポットは不図示の画像処理システムにより各ビームスポットの重心が像面7のYZ座標系のどこにあるかを算出される。演算処理されたビームスポットのYZ座標に基づき、レーザ光源1を保持する不図示の工具ハンドを駆動制御する。

10

【0130】

より具体的な作用について図9と図10を用いて説明する。なお簡単のために図9では光線の主光線のみを記載する。本実施例の調整装置の構成は、第1及び第2の実施例とは、瞳分割素子52を除いては同じであるので、レーザ光源を出射してから瞳分割素子52に入射するまでの光路に関する説明は省略する。

20

【0131】

絞り4を通過した光束10は瞳分割素子52を構成するプリズム52A, 52B, 52C, 52Dに入射する。図9からわかるように光束10はY方向とZ方向に4分割され、瞳A光束12A、瞳B光束12B、瞳C光束12C、瞳D光束12Dとなる。瞳A光束12A、瞳B光束12B、瞳C光束12C、瞳D光束12Dがそれぞれプリズム52A, 52B, 52C, 52Dにより光軸（X軸）側へ屈折する。

【0132】

本実施例においては、瞳分割素子52にて1本の光束10を像面7（受光センサ上、受光素子上）上に2次元方向に4分割し、瞳A光束12A、瞳B光束12B、瞳C光束12C、瞳D光束12Dとなるように構成している。

30

【0133】

2次元方向に4分割したことで、主走査方向のピント位置と副走査方向のピント位置の差分（いわゆる非点収差）がある場合でも、主走査方向のピント位置と副走査方向のピント位置をそれぞれ個別に検知することが可能となる。

たとえば、本発明のレーザ光源1に端面発光タイプの半導体レーザを使用した場合には、素子構造上の理由で主走査断面内での半導体レーザ内の発光点と副走査断面内での半導体レーザ内の発光点が光軸方向にずれている。このような場合でも、実施例1（図2）の1次元方向に光束を分割する場合に比べて、瞳分割素子52にて1本の光束10を像面7（受光センサ上、受光素子上）上に2次元方向に4分割して、主走査方向のピントずれ量と副走査方向のピントずれ量を各々測定することでより良好なピントずれ補正が実現できる。

40

但し、実施例1（図2）のように、瞳分割素子5にて1本の光束10を像面7（受光センサ上、受光素子上）上に1次元方向（主走査方向）に2分割する光学系でも、実施例に述べたように、ピントずれ量の補正は可能である。

【0134】

1次元方向（主走査方向）に2分割されたビームスポット7A, 7Bの主走査方向の間隔を測定し、主走査方向のピントずれ量を算出する。

また、主走査断面内での半導体レーザ内の発光点と副走査断面内での半導体レーザ内の発光点が光軸方向にずれている量を予めテーブル値として測定しておく。

50

そして、主走査方向のピントずれ量、テーブル値を用いて、主走査方向のピントずれ量と副走査方向のピントずれ量をバランス良く補正できる量を算出すれば良い。

つまり、像面7上での非点収差を考慮して、主走査方向のピントずれ量と副走査方向のピントずれ量の違いを考慮した補正值を算出すれば良い。

【0135】

次に工具レンズ6に入射した光束12A、12B、12C、12Dは、工具レンズ6に結像作用を受け、工具レンズ6の像面7にビームスポット72A、72B、72C、72Dを形成する。

【0136】

像面7上のビームスポット72A、72B、72C、72DはCCDカメラ8により画像として取込まれる。不図示の画像処理システムにより、画像として取込まれた各ビームスポットの重心が像面7のYZ座標系のどこにあるかが算出される。

10

【0137】

理想状態で（設計位置に）レーザ光源1と集光レンズ3が配置され、集光レンズ3から射出されるレーザビームが所望の平行度の平行光束であるならば、像面7上における光軸上の点をYZ平面の原点(0,0)として表すと、ビームスポット72A、72B、72C、72Dは像面7で(-Yo、-Zo)、(-Yo、Zo)、(Yo、Zo)、(Yo、-Zo)の位置に結像する。

レーザ光源1と集光レンズ3の相対位置がずれた場合にビームスポット72A、72B、72C、72Dがどのように観測されるかを説明する。

20

【0138】

まずレーザ光源1と集光レンズ3との距離が理想状態よりX方向においてXだけ短い場合は、集光レンズ3から出射した光束10は発散気味の光束となる。図9からわかるように光束10が発散光束だと瞳分割素子52によって分割された光束12A、12B、12C、12DはX軸に近づく方向へ変位する。逆にレーザ光源1と集光レンズ3との距離が理想状態よりX方向においてXだけ長い場合は、集光レンズ3から出射した光束10は収束気味となり、工具レンズ6に入射した光束12A、12B、12C、12DはX軸から遠ざかる方向へ変位する。この結果、像面7上の72A、72B、72C、72Dは放射状の移動として観測される。

【0139】

30

次にレーザ光源1が集光レンズ3に対してY方向に理想状態よりY<0だけ移動した（Y軸方向マイナス側へ移動した）場合は、集光レンズ3から射出された光束10はY方向プラス側へ向かう角度を持つ。図9からわかるように光束10がY方向プラス側へ向かう角度を持つと瞳分割素子52によって分割された光束12A、12B、12C、12DはそれぞれY方向プラス側へ向かう角度を持つ。このため工具レンズ6に入射した光束12A、12B、12C、12DもY方向プラス側へ向かう角度を持って進むため、像面7上のビームスポット72A、72B、72C、72Dの位置もY方向プラス側に変位して観察される。

【0140】

40

次にレーザ光源1が集光レンズ3に対してZ方向に理想状態よりZ<0だけ移動した（Z軸方向マイナス側へ移動した）場合は、集光レンズ3から射出された光束10はZ方向プラス側へ向かう角度を持つ。図9からわかるように光束10がZ方向プラス側へ向かう角度を持つと瞳分割素子52によって分割された光束12A、12B、12C、12DはそれぞれZ方向プラス側へ向かう角度を持つ。このため工具レンズ6に入射した光束12A、12B、12C、12DもZ方向プラス側へ向かう角度を持って進むため、像面7上のビームスポット72A、72B、72C、72Dの位置もZ方向プラス側に変位して観察される。

【0141】

レーザ光源1と集光レンズ3の相対位置の変化量に対してビームスポット72A、72B、72C、72Dの間隔（4つのビームの像間の相対位置）や位置（4つのビームの像

50

各々の光軸に対する位置)の変化量は、後述の数値実施例のようにリニアな比例関係がある。従ってビームスポット72A, 72B, 72C, 72Dの座標を読み取り、間隔や位置の変化量を正確に計測すれば、レーザ光源1と集光レンズ3の相対位置が理想状態に対してどれだけずれているか算出可能である。

【0142】

本発明では像面7上のビームスポット72A, 72B, 72C, 72DをCCDカメラ8により画像として取込む。画像として取込まれたビームスポットは不図示の画像処理システムにより各ビームスポットの重心が像面7のYZ座標系のどこにあるかを算出する。2次元CCDセンサ上のスポットの重心位置座標を算出する方法は既知の方法でよい。

【0143】

算出されたビームスポット72A, 72B, 72C, 72DのYZ平面上の座標を(YA, ZA)、(YB, ZB)、(YC, ZC)、(YD, ZD)とする。また理想の状態の座標を(-Yo, -Zo)、(-Yo, Zo)、(Yo, Zo)、(Yo, -Zo)とする。

また、レーザ光源1と集光レンズ3の相対位置ズレに対するビームスポット72A, 72B, 72C, 72Dの座標変位敏感度(式(1)、式(2)、式(3))は、シミュレーションにより求めても、実験により求めてもよい。この座標変位敏感度を用いて、レーザ光源1と集光レンズ3のX, Y, Z方向相対位置ズレ量(X, Y, Z)は、それぞれ、

レーザ光源1と集光レンズ3のX方向相対位置ズレ量 X

【数1】

$$= \frac{Ax}{2} \times \left(\sqrt{(YA - YC)^2 + (ZA - ZC)^2} - 2 \times \sqrt{Yo^2 + Zo^2} + \sqrt{(YB - YD)^2 + (ZB - ZD)^2} - 2 \times \sqrt{Yo^2 + Zo^2} \right) \quad (21)$$

レーザ光源1と集光レンズ3のY方向相対位置ズレ量 ΔY

$$= Ay \times (YA + YB + YC + YD) / 4 \quad (22)$$

レーザ光源1と集光レンズ3のZ方向相対位置ズレ量 Z

$$= Az \times (ZA + ZB + ZC + ZD) / 4 \quad (23)$$

と表せる。

【0144】

X方向相対位置ズレ量 Xはビームスポット72Aと72Cの距離やビームスポット72Bと72Dの距離が理想状態の距離からどの程度変位しているか差分をとり、平均して算出している。Y方向ズレはビームスポット72A, 72B, 72C, 72Dが理想状態からY方向へどの程度変位しているか差分をとり、平均して算出している。Z方向ズレはビームスポット72A, 72B, 72C, 72Dが理想状態からZ方向へどの程度変位しているか差分をとり、平均して算出している。

【0145】

算出された X, Y, Zに基づき、レーザ光源1を保持する不図示の工具ハンドを3次的に駆動制御しレーザ光源1と集光レンズ3の相対位置を所望の精度に追い込んだ後、レーザ光源1は固定される。レーザ光源1や集光レンズ3をレーザホルダ2に固定する方法はねじ止めや勘合、接着など既知の方法による。

なお本実施例では先に集光レンズ3を固定しレーザ光源1を微調整したが、これとは逆にレーザ光源1を先に固定し集光レンズ3の位置を微調整してもよい。

【0146】

受光センサとして対物レンズと2次元CCDセンサからなるCCDカメラを示したが必ずしもこれに限るものではない。受光したビームスポットの重心位置座標を算出できれば既知の方式でよい。たとえば像面7に直接センサ受光面を置くとか、CMOSセンサを使用するとか、1次元ラインセンサを利用するなど様々な変形例で対応可能である。また瞳分割素子52のプリズムの角度の設定によりビームスポット72A, 72B, 72C, 72Dの間隔が広がり1台のセンサで受光できない場合は複数の受光センサを利用してもよいし、1台の受光センサを移動ステージに載せ、ビームスポット72A, 72B, 72C, 72Dの

10

20

30

40

50

画像を順番に読み込んでもよい。また本実施例では集光レンズ3により平行光束を得る光源ユニットを想定したがこれに限られることなく、収束光束や発散光束を得る光源ユニットへも適応可能である。またレーザ光源ユニットを走査光学系に作り込むケースにも本件の瞳分割素子や工具レンズなどの光学系を応用することができる。

【0147】

またプリズム52A, 52B, 52C, 52Dの入射面または出射面の少なくとも一方を平面ではなく同一の曲率を有する曲面を配列したレンズアレイとすることで工具レンズ6のパワーを軽減させるかもしくは工具レンズ6そのものを省略することができる。

さらに、本実施例において、瞳分割素子52は、入射面はYZ平面に対して傾斜し、出射面がYZ平面に対して平行な一つの平面から構成されるプリズムアレイとして例示したが、本発明はこれに限定されることはない。出射面がYZ平面に対して傾斜し、入射面がYZ平面に対して平行な一つの平面から構成されるプリズムアレイであっても、本発明の効果を楽しむことができる。つまり、入射面と出射面の内の一方がYZ平面に対して傾斜し、他方がYZ平面に対して平行な一つの平面から構成されるプリズムアレイであっても、本発明の効果を楽しむことができる。

【0148】

[数値実施例3-1]

次に図9と図10に示した第3の実施例に係る調整装置の数値実施例を示す。光学系の配置は表3に示すとおりである。

【0149】

【表3】

	面番号	R	d	N
LD	1	0.00	2.0	1.0000
カバーガラス	2	0.00	0.3	1.5105
	3	0.00	21.1	1.0000
被検レンズ	4	0.00	3.0	1.7617
	5	-19.06	23.6	1.0000
絞り	6	0.00	5.0	1.0000
瞳分割素子	7	0.00	2.0	1.5105
	8	0.00	293.0	1.0000
工具レンズG1	9	170.59	13.2	1.5105
工具レンズG2	10	-154.44	5.7	1.7851
	11	-369.90	292.4	1.0000
像面	13	0.00		

瞳分割素子の傾斜角度 0.1度

絞り: Y方向 6.00× Z方向 4.00

【0150】

次に図11A~11Jに集光レンズ3に対してレーザ光源1が相対的に位置ズレを生じたときに瞳A光束12A、瞳B光束12B、瞳C光束12C、瞳D光束12Dが結像したビームスポット72A, 72B, 72C, 72Dの座標がどのように変位するかを示す。

【0151】

図11Aと図11Bに、集光レンズ3に対してレーザ光源1が相対的にX方向にずれた時のビームスポット72A, 72B, 72C, 72DのY座標及びZ座標の変位量を示す。相対位置ズレがマイナスの場合は、集光レンズ3とレーザ光源1の間隔が開く方向であることを示す。図11Aからわかるように、集光レンズ3とレーザ光源1の間隔が変化す

るとビームスポット72Aと72Dに対し、72Bと72CがY方向を逆方向に変位する。また。図11Bからわかるように集光レンズ3とレーザ光源1の間隔が変化するとビームスポット72Aと72Bに対し、72Cと72DがZ方向を逆方向に変位する。

【0152】

次に図11Cと図11Dは集光レンズ3に対してレーザ光源1が相対的にY方向にずれた時のビームスポット72A, 72B, 72C, 72DのY座標及びZ座標の変位量を示している。図11Cからわかるように集光レンズ3とレーザ光源1が相対的にY方向に変化するとビームスポット72A, 72B, 72C, 72DはY方向を同じ方向に変位する。また。図11Dからわかるように集光レンズ3とレーザ光源1が相対的にY方向に変化するとビームスポット72A, 72B, 72C, 72D変位しない。

10

【0153】

次に図11Eと図11Fは集光レンズ3に対してレーザ光源1が相対的にZ方向にずれた時のビームスポット72A, 72B, 72C, 72DのY座標及びZ座標の変位量を示している。図11Eからわかるように集光レンズ3とレーザ光源1が相対的にZ方向に変化するとビームスポット72A, 72B, 72C, 72DはY方向に変位しない。また。図11Fからわかるように集光レンズ3とレーザ光源1が相対的にZ方向に変化するとビームスポット72A, 72B, 72C, 72DはZ方向を同じ方向に変位する。

【0154】

次に図11A~11Fでの変位に対して、像面7上のYZ平面上でビームスポット72A, 72B, 72C, 72Dの軌跡をプロットしたものを図11G~11Iに示す。

20

【0155】

図11Gは集光レンズ3に対してレーザ光源1が相対的にX方向に0.02mmのピッチで±0.1mmずれた時のYZ平面上でのスポットの軌跡である。放射状に変位する。

【0156】

図11Hは集光レンズ3に対してレーザ光源1が相対的にY方向に0.02mmのピッチで±0.1mmずれた時のYZ平面上でのスポットの軌跡である。Y方向を同じ方向に変位する。

【0157】

図11Iは集光レンズ3に対してレーザ光源1が相対的にZ方向に0.02mmのピッチで±0.1mmずれた時のYZ平面上でのスポットの軌跡である。Z方向を同じ方向に変位する。

【0158】

更に図11Jにはレーザ光源1が光軸(X)方向に±0.1mmずれた場合の像面7上のYZ平面上でビームスポット72A, 72B, 72C, 72Dの軌跡をプロットしている。ここでは、レーザ光源1と集光レンズ3との間隔が、理想状態に対して、0.1mm長くなった場合(def=-0.1)と、0.1mm短くなった場合(def=+0.1)を示す。4つのビームスポットによって矩形が構成され、レーザ光源1が光軸(X)方向のズレによって矩形の大きさが変わる様に観測される。

30

【0159】

以上のように。レーザ光源1と集光レンズ3の相対位置の変化量に対してビームスポット72A, 72B, 72C, 72Dの間隔や位置の変化量は、リニアな比例関係がある。従ってビームスポット72A, 72B, 72C, 72Dの座標を読み取り、間隔や位置の変化量を正確に計測すれば、レーザ光源1と集光レンズ3の相対位置が理想状態に対してどれだけずれているか算出可能である。

40

上述した式(21)、(22)、(23)によって算出された、レーザ光源1と集光レンズ3のX, Y, Z方向相対位置ズレ量(X, Y, Z)に基づき、レーザ光源1を保持する不図示の工具ハンドを3次的に駆動制御しレーザ光源1と集光レンズ3の相対位置を所望の精度に追い込んだ後、レーザ光源1は固定される。レーザ光源1や集光レンズ3をレーザホルダ2に固定する方法はねじ止めや勘合、接着など既知の方法による。

【0160】

本発明の構成では、従来のようにビームスポット画像を読み込んでスポット径やピーク光量を算出するという工程を何度も回数を繰り返す必要がなく、1度ビームスポット画像

50

を読み込んで演算処理することで3次元的な相対位置ずれ量を算出することが可能である。

また組み立てた光源ユニットのピントなどを再確認する際も少ない工数で確認できる。これにより組立工数を大幅に削減し低コストが可能となる。

【0161】

[数値実施例3-2]

次に図12に、第3の実施例に係る調整装置を適用した別の数値実施例を示す。本数値実施例は、レーザ光源1として複数の発光点を有するマルチビームのレーザ光源の調整に適用した事例である。調整対象である光源ユニットのレーザ光源は、発光点100, 101, 102を有する。中央部の発光点100は図9のレーザ光源1に相当する。

10

調整装置内の光学系の配置は数値実施例3-1(表3)と同等である。

【0162】

調整対象であるレーザ光源の発光点の間隔は0.05mmである。図12に示すように発光点100, 101, 102は直線状に並びかつXY平面に対し傾斜角 θ を有する配置である。傾斜角度は $\theta = 4.5$ 度である。

レーザ光源1および集光レンズ3は保持部材としてのレーザホルダ2によって保持されて走査光学系用の光源ユニット21を構成する。光源ユニット21は不図示の取り付け部により調整装置に着脱可能である。レーザホルダ2に対し集光レンズ3が固定されて調整装置に装着される。レーザ光源1は不図示の工具ハンドにより保持され、レーザホルダ2に対して3次元的に変位可能な構成をとる。後述する本件の調整方法によりレーザ光源1の位置を微調整して、集光レンズ3に対するレーザ光源1の相対位置を、中心の発光点100のX、Y、Z方向の位置及び3つの発光点100, 101, 102の配列方向のX軸及びZ軸周りに対する回転角において、所望の精度に追い込んだ後、レーザ光源1は固定される。レーザ光源1や集光レンズ3をレーザホルダ2に固定する方法はねじ止めや勘合、接着など既知の方法による。

20

【0163】

絞り(第2の絞り)4は図9に示した数値実施例の場合と同じく、集光レンズ3の直後に設けられている。絞り4はY方向に長軸をもつ矩形の穴を開けたプレートである。矩形開口を有する絞り4により光束10は矩形形状となる。

【0164】

瞳分割素子52はプリズム52A, 52B, 52C, 52DをY方向とZ方向に配列して構成される。プリズム52A, 52B, 52C, 52DはXY平面、XZ平面に対して対称な形状となっている。図9及び図10ではプリズム52A, 52B, 52C, 52Dの入射面がYZ平面に対して傾斜しており、出射系面がYZ平面に対して平行となっている。プリズム52A, 52B, 52C, 52Dの入射面の傾斜が光軸側の肉厚が厚く、瞳分割素子52の外周の4隅側が薄くなるような傾斜を持たせている。

30

【0165】

工具レンズ6は入射したビームを像面7(受光センサ上、受光素子上)に集光してビームスポット72A(n), 72B(n), 72C(n), 72D(n)、ただし $n = 100, 101, 102$ を形成する。像面7に形成されたビームスポットは受光センサとしてのCCDカメラ8により画像として取込まれる。CCDカメラ8は対物レンズと受光画素が2次元的に配列されたCCDセンサから構成されている。不図示の画像処理システムにより、CCDカメラ8により画像として取込まれた各ビームスポットの重心が像面7のYZ座標系のどこにあるかが算出される。演算処理されたビームスポットのYZ座標に基づき、レーザ光源1を保持する不図示の工具ハンドを駆動制御する。

40

【0166】

数値実施例3-2の調整装置の光学配置は数値実施例3-1の調整装置の光学配置(表2)と同等なので、レーザ光源1と集光レンズ3の相対位置のずれ量に対するビームスポット変位は数値実施例3-1と同等になる。すなわち図11A~11Fと同じである。

【0167】

50

像面7で観測されるビームスポットは合計12点である。発光点100からの光束が4分割されてビームスポット72A(100), 72B(100), 72C(100)、72D(100)を形成する。発光点101からの光束が4分割されてビームスポット72A(101), 72B(101), 72C(101)、72D(101)を形成する。発光点102からの光束が4分割されてビームスポット72A(102), 72B(102), 72C(102)、72D(102)を形成する。

【0168】

図13Aにはレーザ光源1と集光レンズ3の相対位置が理想状態のときの12個のビームスポットが像面7上でどのように観測されるかを示している。なお図13Aで中央の発光点100による4つのビームスポットは、数値実施例3-1で示した図11Jのベストピントの状態と同じである。

10

【0169】

図13Aに示すように、3つの発光点それぞれに対応する像面7上での各4つ組みのビームスポットは、前述の方法で集光レンズ3と3つ発光とY方向とZ方向の相対位置ずれを算出できる。またY方向とZ方向の相対位置ずれから、発光点の配列方向とY軸の傾き角度を算出できる。理想どおりの配置なら傾き角4.5度で観測される。もし3つの発光点が光軸回りに回転していた場合は4.5度とは異なる値となる。その場合は所望の角度差以下になるように不図示の工具ハンドでレーザ光源をX軸周りに回転して調整すれば良い。

【0170】

図13Bにはレーザ光源1と集光レンズ3の相対位置が理想状態からピント(X軸)方向に0.1mm広がったとき12個のビームスポットが像面7上でどのように観測されるかを示している。なお図13Bで中央の発光点100による4つのビームスポットは、数値実施例3-1で示した図11Jのdef=-0.1の状態と同じである。

20

図13Cにはレーザ光源1と集光レンズ3の相対位置が理想状態からピント(X方向)に0.1mm縮まったとき12個のビームスポットが像面7上でどのように観測されるかを示している。なお図13Cで中央の発光点100による4つのビームスポットは、数値実施例3-1で示した図11Jのdef=+0.1の状態と同じである。

【0171】

図13A~図13Cを比較すればわかるように、レーザ光源1と集光レンズ3の相対位置が理想状態からピント(X方向)に変位した場合、ビームスポット72A(n), 72B(n), 72C(n)、72D(n)で形成される矩形は、発光点100, 101, 102によらず、同じように縮小拡大して観測される。数値実施例3-1で示したように、各発光点100, 101, 102に対応したビームスポットの座標を計測しピントズレ量をビームごとに算出可能である。図13A~図13Cではピントズレ量が同じなのでビームスポットの変位量も同じである。

30

【0172】

次に図13Dにはレーザ光源がZ軸周りに回転して所謂片ボケが生じた場合に観測されるビームスポットを示している。レーザ光源がZ軸周りに回転して、中央発光点100がベストピント、発光点101がDEF=-0.1、発光点102がDEF=+0.1となった場合を示している。3つの発光点それぞれに対応する像面7上での各4つ組みのビームスポットで形成される矩形が異なって観測される。それぞれ各4つ組みのビームスポットにてピントズレ量を算出し、その相対差を計算することで片ボケ量がわかる。

40

【0173】

片ボケ量と発光点ピッチからZ軸周りに回転している量が特定されるので所望のピント差以下になるように不図示の工具ハンドでレーザ光源をZ軸周りに回転調整すれば良い。

【実施例4】

【0174】

図14に、本発明の第4の実施例の走査光学系用光源ユニットの調整装置の斜視図、図16はXY断面図、図17はXZ断面図を示す。本実施形態の調整装置は、偏向器を有する光走査装置に搭載される光源ユニットのレーザ光源と集光光学素子としての集光アナモ

50

フィックレンズの相対的な位置関係を調整する調整装置であって、図14に示すように、調整対象であるレーザ光源1及び集光アナモフィックレンズ31を含む光源ユニットを固定するための取り付け部（不図示）、絞り4（不図示）、工具アナモフィックレンズ61、瞳分割素子53、工具レンズ6、受光センサとしての2次元CCDカメラ8により構成される。座標系は光軸がX軸、X軸に直交する面にY軸とZ軸を設ける。第1乃至3の実施例の調整装置と比較して異なる構成要素は、瞳分割素子53であり、また、工具アナモフィックレンズ61を有することも異なる。図15に本実施例の瞳分割素子53を示す。

【0175】

本実施例の調整装置の構成を図14～図17を用いて説明する。

【0176】

レーザ光源1および集光アナモフィックレンズ31は保持部材としてのレーザホルダ2によって保持されて走査光学系用の光源ユニット21を構成する。光源ユニット21は不図示の取り付け部により本実施例の調整装置に着脱可能である。レーザホルダ2に対し集光アナモフィックレンズ31が固定されて調整装置に装着される。レーザ光源1は不図示の工具ハンドにより保持され、レーザホルダ2に対して3次元的に変位可能な構成をとる。後述する本件の調整方法によりレーザ光源1の位置を微調整して、集光アナモフィックレンズ31に対するレーザ光源1の3次元的に相対位置を所望の精度に追い込んだ後、レーザ光源1は固定される。レーザ光源1や集光アナモフィックレンズ31をレーザホルダ2に固定する方法はねじ止めや勘合、接着など既知の方法による。

【0177】

光学ユニットの集光アナモフィックレンズ31は、XY平面内のパワーとZX平面内のパワーが異なる集光レンズである。単一のレンズでもよいし、複合レンズでもよい。

【0178】

絞り4はY方向に長軸をもつ矩形の穴を開けたプレートである。矩形開口を有する絞り4により光束10は矩形形状となる。

【0179】

図15に示す瞳分割素子53はプリズム53A, 53B, 53C, 53DをY方向とZ方向に配列して構成される。図10に示した実施例3の調整装置の瞳分割素子52に対して光軸周りに45度回転させた配置である。プリズム53A, 53B, 53C, 53Dから構成される瞳分割素子53は、光軸を含むXY平面及び光軸を含むXZ平面に対して対称な形状となっている。図14及び図15ではプリズム53A, 53B, 53C, 53Dの入射面がYZ平面に対して傾斜しており、出射面がYZ平面に対して平行な一つの平面から構成されている。プリズム53A, 53B, 53C, 53Dの入射面の傾斜が光軸側の肉厚が厚く、瞳分割素子53の外周の4辺側が薄くなるような傾斜を持たせている。

【0180】

工具レンズ6は入射したビームを像面7（受光センサ上、受光素子上）に集光してビームスポット73A, 73B, 73C, 73Dを形成する。像面7に形成されたビームスポットは受光センサとしてのCCDカメラ8により画像として取込まれる。CCDカメラ8は対物レンズと受光画素が2次元的に配列されたCCDセンサから構成されている。CCDカメラ8により画像として取込まれたビームスポットは不図示の画像処理システムにより各ビームスポットの重心が像面7のYZ座標系のどこにあるかを算出される。演算処理されたビームスポットのYZ座標に基づき、レーザ光源1を保持する不図示の工具ハンドを駆動制御する。

【0181】

より具体的な作用について図14～図17を用いて説明する。なお簡単のために図14では光線の主光線のみ、図16に示したXY断面図と図17に示したXZ断面図にはマージナル光線のみを記載する。

【0182】

光源ユニット21が不図示の取り付け部により本発明の調整装置に取り付けられ、レーザ光源1を点灯すると、レーザ光源1より出射したレーザビームは集光アナモフィックレ

10

20

30

40

50

レンズ31により集光される。集光アナモフィックレンズ31の前側焦点位置にレーザ光源1を一致させることでレーザビームをXY平面内で平行光束に、ZX平面内で収束光束に変換させる。平行光束が所望の平行度となるためには集光アナモフィックレンズ31の前側焦点位置とレーザ光源1との光軸(X)方向の位置ズレの許容度は $\pm 0.050\text{mm}$ 、より好ましくは $\pm 0.020\text{mm}$ 以下に合わせる必要がある。また同様に集光アナモフィックレンズ31の光軸に対して垂直方向のY方向やZ方向に対してもレーザ光源1が大幅にずれると光走査装置の印字位置精度に影響を及ぼす。Y方向やZ方向の位置ズレの許容度は $\pm 0.100\text{mm}$ 、より好ましくは $\pm 0.030\text{mm}$ 以下に合わせる必要がある。

【0183】

しかし光源ユニット21が製造時に組み立てられた時点では、光軸(X)方向、Y方向やZ方向に所望の位置精度で配置することは一般に困難であり、組み立て後に微調整を行う必要がある。

10

【0184】

集光アナモフィックレンズ31から出射した光束は、矩形開口を有する絞り4により光軸に対して垂直な断面が矩形状の光束10に変換される。調整装置において光源ユニット21の集光アナモフィックレンズ31から絞り4までの光軸方向の距離は、光走査装置での集光アナモフィックレンズ31から絞り(第1の絞り)までの光軸方向の距離に一致させることが望ましい。もしくはこれと光学的に等価な位置に設定するとよい。

【0185】

絞り4を通過した光束はZX平面内で1度集光した後、工具アナモフィックレンズ61により平行光となる。ZX平面内で集光アナモフィックレンズ31の後ろ側集光点と工具アナモフィックレンズ61の前側焦点は一致させてある。

20

【0186】

工具アナモフィックレンズ61を通過した光束10は瞳分割素子53を構成するプリズム53A, 53B, 53C, 53Dに入射する。図14からわかるように光束10はY方向とZ方向に対し45度方向に4分割され、瞳A光束13A、瞳B光束13B、瞳C光束13C、瞳D光束13Dに分割される。瞳A光束13A、瞳B光束13B、瞳C光束13C、瞳D光束13Dがそれぞれプリズム53A, 53B, 53C, 53Dにより光軸(X軸)側へ屈折する。

【0187】

次に工具アナモフィックレンズ61に入射した光束13A, 13B, 13C, 13Dは、工具アナモフィックレンズ61に結像作用を受け、調整装置の像面7にビームスポット73A, 73B, 73C, 73Dを形成する。

30

【0188】

像面7上のビームスポット73A, 73B, 73C, 73DはCCDカメラ8により画像として取込まれる。不図示の画像処理システムにより、画像として取込まれた各ビームスポットの重心が像面7のYZ座標系のどこにあるかが算出される。

【0189】

理想状態どおりにレーザ光源1と集光アナモフィックレンズ31が配置され、集光アナモフィックレンズ31から射出されるレーザビームが所望の平行度の平行光束であるならば、ビームスポット73A, 73B, 73C, 73Dは像面7で(0, -Z₀)、(-Y₀, 0)、(0, Z₀)、(Y₀, 0)の位置に結像する。

40

レーザ光源1と集光アナモフィックレンズ31の相対位置ずれた場合にビームスポット73A, 73B, 73C, 73Dがどのように観測されるかを説明する。

【0190】

まずレーザ光源1が集光アナモフィックレンズ31に対してX方向の距離が理想状態よりXだけ近い場合は、集光アナモフィックレンズ31から出射した光束10は発散気味の光束となる。図14~図17からわかるように光束10が発散光束だと集光アナモフィックレンズ31直後では光束13A, 13B, 13C, 13DはX軸に近づく方向へ変位する。さらにZX平面内で1度集光した後、工具アナモフィックレンズ61に入射すると

50

きは、光束 13A、13CはX軸に近づく方向へ、光束 13B、13D、はX軸から離れる方向へ変位する。

【0191】

この結果、像面7上の73A、73B、73C、73Dは放射状の移動であるが、光束13A、13Cに対して13Bと13D光束は反対方向の変位として観測される。

【0192】

次にレーザ光源1が集光アナモフィックレンズ31に対してY方向に理想状態より $Y < 0$ だけ移動した (Y方向マイナス側へ移動した) 場合は、集光アナモフィックレンズ31から出射した光束10は、Y方向プラス側へ向かう角度を持つ。図14~図17からわかるように光束10がY方向プラス側へ向かう角度を持つと瞳分割素子53によって分割された光束13A、13B、13C、13DはそれぞれY方向プラス側へ向かう角度を持つ。このため工具レンズ6に入射した光束13A、13B、13C、13DもY方向プラス側へ向かう角度を持って進むため、像面7上のビームスポット73A、73B、73C、73Dの位置もY方向プラス側に変位して観察される。

10

【0193】

次にレーザ光源1が集光アナモフィックレンズ31に対してZ方向に理想状態より $Z < 0$ だけ移動した (Z方向マイナス側へ移動した) 場合は、集光アナモフィックレンズ31から出射した光束10はZ方向プラス側へ向かう角度を持つ。一方、ZX平面内で1度集光した後、工具アナモフィックレンズ61に入射するため、工具アナモフィックレンズ61を通過後の光束はZ方向マイナス側へ向かう角度を持つ。よって像面7上のビームスポット73A、73B、73C、73Dの位置もZ方向マイナス側に変位して観察される。

20

【0194】

レーザ光源1と集光アナモフィックレンズ31の相対位置の変化量に対してビームスポット73A、73B、73C、73Dの間隔 (4つのビームの像間の相対位置) や位置 (4つのビームの像各々の光軸に対する位置) の変化量は、後述の数値実施例のようにリニアな比例関係がある。従ってビームスポット73A、73B、73C、73Dの座標を読み取り、間隔や位置の変化量を正確に計測すれば、レーザ光源1と集光アナモフィックレンズ31の相対位置が理想状態に対してどれだけずれているか算出可能である。

【0195】

本発明では像面7上のビームスポット73A、73B、73C、73DをCCDカメラ8により画像として取込む。画像として取込まれたビームスポットは不図示の画像処理システムにより各ビームスポットの重心が像面7のYZ座標系のどこにあるかを算出する。2次元CCDセンサ上のスポットの重心位置座標を算出する方法は既知の方法でよい。

30

【0196】

算出されたビームスポット73A、73B、73C、73Dの座標を (YA, ZA)、(YB, ZB)、(YC, ZC)、(YD, ZD) とする。また理想状態 (設計位置) の座標を (-Yo, 0)、(0, Zo)、(Yo, 0)、(0, -Zo) とする。

また、レーザ光源1と集光アナモフィックレンズ31の相対位置ズレに対するビームスポット73A、73B、73C、73Dの座標変位敏感度、

40

$$Ax1 = \text{ピント (X方向)ズレ} / \text{ビームスポットY方向ズレ量} \quad (24)$$

$$Ax2 = \text{ピント (X方向)ズレ} / \text{ビームスポットZ方向ズレ量} \quad (25)$$

$$Ay = \text{Y方向ズレ} / \text{ビームスポットY方向ズレ量} \quad (26)$$

$$Az = \text{Z方向ズレ} / \text{ビームスポットZ方向ズレ量} \quad (27)$$

はシミュレーションにより求めても、実験により求めてもよい。この座標変位敏感度を用いて、レーザ光源1と集光アナモフィックレンズ31のX、Y、Z方向相対位置ズレ量 (X、Y、Z) は、それぞれ、

レーザ光源1と集光アナモフィックレンズ31のX方向相対位置ズレ量 X

【数 2】

$$= \frac{1}{2} \times \{Ax1 \times ((YA - YC) - 2 \times Yo) + Ax2 \times ((ZB - ZD) - 2 \times Zo)\} \quad (28)$$

レーザ光源 1 と集光アナモフィックレンズ 3 1 の Y 方向相対位置ズレ量 Y
 $= Ay \times (YA + YB + YC + YD) / 4$ (29)

レーザ光源 1 と集光アナモフィックレンズ 3 1 の Z 方向相対位置ズレ量 Z
 $= Az \times (ZA + ZB + ZC + ZD) / 4$ (30)

と表せる。

【0197】

10

X 方向相対位置ズレ量 X は、ビームスポット 7 3 A と 7 3 C の距離やビームスポット 7 3 B と 7 3 D の距離が理想状態の距離からどの程度変位しているか差分をとり、平均して算出している。Y 方向ズレはビームスポット 7 3 A, 7 3 B, 7 3 C, 7 3 D が理想状態から Y 方向へどの程度変位しているか差分をとり、平均して算出している。Z 方向ズレはビームスポット 7 3 A, 7 3 B, 7 3 C, 7 3 D が理想状態から Z 方向へどの程度変位しているか差分をとり、平均して算出している。

【0198】

算出された X, Y, Z に基づき、レーザ光源 1 を保持する不図示の工具ハンドを 3 次元的に駆動制御しレーザ光源 1 と集光アナモフィックレンズ 3 1 の相対位置を所望の精度に追い込んだ後、レーザ光源 1 は固定される。レーザ光源 1 や集光アナモフィックレンズ 3 1 をレーザホルダ 2 に固定する方法はねじ止めや勘合、接着など既知の方法による。

20

なお本実施例では先に集光アナモフィックレンズ 3 1 を固定しレーザ光源 1 を微調整したが、これとは逆にレーザ光源 1 を先に固定し集光アナモフィックレンズ 3 1 を微調整してもよい。

【0199】

受光センサとして対物レンズと 2 次元 CCD センサからなる CCD カメラを示したが必ずしもこれに限るものではない。受光したビームスポットの重心位置座標を算出できれば既知の方式でよい。たとえば像面 7 に直接センサ受光面を置くとか、CMOS センサを使用するとか、1 次元ラインセンサを利用するなど様々な変形例で対応可能である。また瞳分割素子 5 3 のプリズムの角度の設定によりビームスポット 7 3 A, 7 3 B, 7 3 C, 7 3 D の間隔が広がり 1 台のセンサで受光できない場合は複数の受光センサを利用してもよいし、1 台の受光センサを移動ステージに載せ、ビームスポット 7 3 A, 7 3 B, 7 3 C, 7 3 D の画像を順番に読み込んでもよい。また本実施例では集光アナモフィックレンズ 3 1 により平行光束を得る光源ユニットを想定したがこれに限られることなく、収束光束や発散光束を得る光源ユニットへも適応可能である。またレーザ光源ユニットを走査光学系に作り込むケースにも本件の瞳分割素子や工具レンズなどの光学系を応用することができる。

30

【0200】

またプリズム 5 3 A, 5 3 B, 5 3 C, 5 3 D の入射面または出射面の少なくとも一方を平面ではなく同一の曲率を有する曲面を配列したレンズアレイとすることで工具レンズ 6 のパワーを軽減させるかもしくは工具レンズ 6 そのものを省略することができる。

40

さらに、本実施例において、瞳分割素子 5 3 は、入射面は YZ 平面に対して傾斜し、出射面が YZ 平面に対して平行な一つの平面から構成されるプリズムアレイとして例示したが、本発明はこれに限定されることはない。出射面が YZ 平面に対して傾斜し、入射面が YZ 平面に対して平行な一つの平面から構成されるプリズムアレイであっても、本発明の効果を楽しむことができる。つまり、入射面と出射面の内の一方が YZ 平面に対して傾斜し、他方が YZ 平面に対して平行な一つの平面から構成されるプリズムアレイであっても、本発明の効果を楽しむことができる。

[数値実施例 4]

【0201】

50

次に図14～図17に示した第4の実施例に係る調整装置の数値実施例を示す。光学系の配置は表4に示すとおりである。表中、Ryは面のY方向曲率半径、Rzは面のZ方向曲率半径、dは第n面と第(n+1)面間の間隔、Nは屈折率を示す。

【0202】

【表4】

	面番号	Ry	Rz	d	N	
	1	0.00	0.00	2.0	1.0000	
カバーガラス	2	0.00	0.00	0.3	1.5105	
	3	0.00	0.00	21.1	1.0000	
被検レンズ	4	0.00	57.17	3.0	1.7617	10
	5	-19.06	-19.06	23.6	1.0000	
絞り	6	0.00	0.00	121.3	1.0000	
工具レンズCL	7	0.00	0.00	5.0	1.5105	
	8	0.00	-38.72	5.0	1.0000	
瞳分割素子	9	0.00	0.00	2.0	1.5105	
	10	0.00	0.00	293.0	1.0000	
工具レンズG1	11	170.59	170.59	13.2	1.5105	
工具レンズG2	13	-154.44	-154.44	5.7	1.7851	
	14	-369.90	-369.90	292.4	1.0000	20
	15	0.00				

瞳分割素子の傾斜角度 0.1度

絞り:Y方向 5.00× Z方向 5.00

【0203】

次に図18A～18Jに集光アナモフィックレンズ31に対してレーザ光源1が相対的に位置ズレを生じたときに瞳A光束13A、瞳B光束13B、瞳C光束13C、瞳D光束13Dが結像したビームスポット73A、73B、73C、73Dの座標がどのように変位するかを示す。

30

【0204】

図18Aと図18Bは集光アナモフィックレンズ31に対してレーザ光源1が相対的にX方向にずれた時のビームスポット73A、73B、73C、73DのY座標及びZ座標の変位量を示している。相対位置ズレがマイナスとは集光アナモフィックレンズ31とレーザ光源1の間隔が開く方向である。図18Aからわかるように集光アナモフィックレンズ31とレーザ光源1の間隔が変化するとビームスポット73Aと73CはY方向に変位し、73Bと73DはZ方向に変位する。

【0205】

次に図18Cと図18Dは集光アナモフィックレンズ31に対してレーザ光源1が相対的にY方向にずれた時のビームスポット73A、73B、73C、73DのY座標及びZ座標の変位量を示している。図18Cからわかるように集光アナモフィックレンズ31とレーザ光源1が相対的にY方向に変化するとビームスポット73A、73B、73C、73DはY方向を同じ方向に変位する。また、図18Dからわかるように集光アナモフィックレンズ31とレーザ光源1が相対的にY方向に変化するとビームスポット73A、73B、73C、73DはZ方向に変位しない。

40

【0206】

次に図18Eと図18Fは集光アナモフィックレンズ31に対してレーザ光源1が相対的にZ方向にずれた時のビームスポット73A、73B、73C、73DのY座標及びZ座標の変位量を示している。図18Eからわかるように集光アナモフィックレンズ31と

50

レーザ光源 1 が相対的に Z 方向に変化するとビームスポット 73 A, 73 B, 73 C、73 D は Y 方向に変位しない。また、図 18 F からわかるように集光アナモフィックレンズ 31 とレーザ光源 1 が相対的に Z 方向に変化するとビームスポット 73 A, 73 B, 73 C、73 D は Z 方向を同じ方向に変位する。

【0207】

次に図 18 A ~ 18 F での変位に対して、像面 7 上の YZ 平面上でビームスポット 73 A, 73 B, 73 C、73 D の軌跡をプロットしたものを図 18 G ~ 18 I に示す。

【0208】

図 18 G は集光アナモフィックレンズ 31 に対してレーザ光源 1 が相対的に X 方向に 0.02mm のピッチで ± 0.1 mm ずれた時の YZ 平面上でのスポットの軌跡である。放射状に変位する。

10

【0209】

図 18 H は集光アナモフィックレンズ 31 に対してレーザ光源 1 が相対的に Y 方向に 0.02mm のピッチで ± 0.1 mm ずれた時の YZ 平面上でのスポットの軌跡である。Y 方向を同じ方向に変位する。

【0210】

図 18 I は集光アナモフィックレンズ 31 に対してレーザ光源 1 が相対的に Z 方向に 0.02mm のピッチで ± 0.1 mm ずれた時の YZ 平面上でのスポットの軌跡である。Z 方向を同じ方向に変位する。

【0211】

更に図 18 J にはレーザ光源 1 が光軸 (X) 方向に ± 0.1 mm ずれた場合の像面 7 上の YZ 平面上でビームスポット 73 A, 73 B, 73 C、73 D の軌跡をプロットしている。4 つのビームスポットによって矩形が構成され、レーザ光源 1 が光軸 (X) 方向のズレによって矩形の大きさが変わる様に観測される。

20

【0212】

以上のように、レーザ光源 1 と集光アナモフィックレンズ 31 の相対位置の変化量に対してビームスポット 73 A, 73 B, 73 C、73 D の間隔や位置の変化量は、リニアな比例関係がある。従ってビームスポット 73 A, 73 B, 73 C、73 D の座標を読み取り、間隔や位置の変化量を正確に計測すれば、レーザ光源 1 と集光アナモフィックレンズ 31 の相対位置が理想状態に対してどれだけずれているか算出可能である。

30

算出された X、Y、Z に基づき、レーザ光源 1 を保持する不図示の工具ハンドを 3 次元的に駆動制御しレーザ光源 1 と集光アナモフィックレンズ 31 の相対位置を所望の精度に追い込んだ後、レーザ光源 1 は固定される。レーザ光源 1 や集光アナモフィックレンズ 31 をレーザホルダ 2 に固定する方法はねじ止めや勘合、接着など既知の方法による。

【0213】

本発明の構成では、従来のようにビームスポット画像を読み込んでスポット径やピーク光量を算出するという工程を何度も回数を繰り返す必要がなく、1 度ビームスポット画像を読み込んで演算処理することで 3 次元的な相対位置ずれ量を算出することが可能である。

40

また組み立てた光源ユニットのピントなどを再確認する際も少ない工数で確認できる。これにより組立工数を大幅に削減し低コストが可能となる。

【0214】

上記した第 1 ~ 第 4 の実施例においては、調整対象である光源ユニット 21 内には絞り (第 2 の絞り) を含まない構成であり、前記光源ユニットが搭載される光走査装置内でのレーザ光源に対する絞り (第 1 の絞り) の位置と光学的に等価な調整装置内の位置に絞り 4 を設ける場合を例示して説明したが、本発明はこれに限定されることはない。光源ユニット 21 内に絞りを含む場合、すなわち、レーザ光源 1 と集光レンズ 3 の間の光路上に絞りが設置されている光源ユニットを調整対象とする場合には、本発明の調整装置は絞りを有する必要はなく、絞りを含む光源ユニットを本発明の調整装置の光源ユニットの取り付

50

け部に固定することによって、本発明のメリットを享受して前記光源ユニットの調整をすることができることに留意されたい。

【0215】

また、上記した第1～第4の実施例においては、瞳分割素子を、出射面を同一の平面で構成し、入射面を互いに非平行な複数の平面から構成するものとして例示したが、本発明はこれに限定されることはない。入射面を同一の平面で構成し出射面を互いに非平行な複数の平面から構成される瞳分割素子としても良い。

【0216】

さらに、上記した第1～第4の実施例（数値実施例）においては、結像光学素子である工具レンズは、色消しのために2枚のレンズを接合した接合レンズとして例示したが、本発明はこの構成に限定されることはないことに留意されたい。

10

【実施例5】

【0217】

図19に本発明の第5の実施例における光走査装置の概略図であって、主走査断面での配置図を示す。光走査装置は、レーザ光源1、レーザホルダ2、集光レンズ3、絞り104、シリンダレンズ105、偏向器としてのポリゴンミラー106、第1走査レンズ107A、第2走査レンズ107Bからなる走査レンズ系107、カバーガラス108、被走査面（感光体）109を有する。またレーザースキャナ箱101内に、集光レンズ3、絞り104、シリンダレンズ105、ポリゴンミラー106、走査レンズ系107が収容されている。走査レンズ系107を経た光束は、カバーガラス108を介してレーザースキャナ箱101出射し、被走査面109を走査する。

20

第1走査レンズ107A、第2走査レンズ107Bは樹脂製の結像レンズである。

【0218】

レーザ光源1から出射した発散光束は集光レンズ3によって平行光に変換される。平行光は絞り104により所望の光束幅に変換された後、シリンダレンズ105により副走査方向に収束する光束に変換され、偏向器106の偏向反射面近傍に集光する。よって偏向反射面近傍に光束は線像を形成している。

【0219】

複数の偏向反射面で構成された偏向器106は、不図示の駆動系により図19の紙面に垂直な回転軸により回転駆動される。そして回転駆動する任意の偏向反射面で光束を偏向し走査レンズ系（F レンズ）107に導いている。

30

【0220】

次に、走査レンズ系107の作用について述べる。走査光学系（F レンズ）は、樹脂製の第1結像レンズと樹脂製の第2結像レンズの2枚で構成される。偏向器106で反射偏向された光束を被走査面109上に結像しビームスポットを形成すると共に被走査面109上を等速で走査する。樹脂製の走査光学手段は、金型に樹脂を充填させ冷却後に型から取り出す既知の成形技術にて製造される。これによりガラスレンズを使用した従来の走査レンズより安価に製造できる。

【0221】

主に主走査方向にパワーを有する第1の走査レンズ107Aは、レンズ面形状は既知の関数で表現された非球面形状である。第1の走査レンズ107Aは副走査断面内のパワーより主走査断面内のパワーの方が大きく、かつ、主走査断面が非円弧で偏向器106側に凹面を向けた凸メニスカス形状を有する。主走査断面内の形状は光軸に対して対称である。副走査方向に対しては入射面と出射面が同じ曲率の略ノンパワーであるが、例えば両面が副走査方向にフラットなシリンダー形状でもよい。入射した光束に対し主に主走査方向の結像を担う事になる。

40

【0222】

一方の第2の走査レンズ107Bは主に副走査方向にパワーを持つアナモフィックレンズである。レンズ面形状は既知の関数で表現された非球面形状である。第2の走査レンズ107Bは主走査断面内のパワーより副走査断面内のパワーの方が大きく、かつ、主走査

50

断面の入射面が円弧であり他の面が非円弧の形状をしている。第 1、第 2 の走査レンズ 107A、107B からなる走査レンズ系 107 による副走査方向の結像関係は、偏向反射面と被走査面 109 が略共役関係となる所謂倒れ補正系となっている。

【0223】

カバーガラス 108 は、紙面に垂直な副走査断面内で入射光束に対し角度を持つように傾けられている。これはカバーガラスでの表面反射光が光源に回帰しないようにするためである。表面反射光が光源に回帰してしまうと光源のレーザ発振が不安定になり光量変動することがあるためである。

【0224】

光源ユニット 21 はレーザ光源 1 と集光レンズ 3 はレーザホルダ 2 により保持されている。光源ユニット 21 はレーザ光源 1 と集光レンズ 3 の光軸方向及び光軸と直交する方向の相対位置の調整が可能であり、第 1～第 4 の実施例に示した調整装置により所望の精度で調整される。

10

【0225】

レーザースキャナ箱 101 には、光源ユニット 21 と絞り 104、シリンダレンズ 105、偏向器としてのポリゴンミラー 106、第 1 走査レンズ 107A、第 2 走査レンズ 107B、カバーガラス 108 が組みつけられている。レーザースキャナ箱 101 の光源ユニット取り付け座面 102 に勘合穴（不図示）があげられており、組立調整された光源ユニット 21 を組み付ける。

【0226】

第 1～第 4 実施例に示した調整装置に光源ユニット 21 を取り付けのために、光源ユニット取り付け座面 102 や勘合穴（不図示）と同様の構成を調整装置に設けることで精度良い調整が可能となる。

20

【0227】

本実施例では集光レンズ 3 とシリンダレンズ 105 の間に絞り 104 が設けられている。光源ユニット 21 の調整装置でも絞り 104 と光学的な等価な位置に絞り 4 を設けることが望ましい。具体的には光源 1 もしくは集光レンズ 3 からの光軸方向の距離が同じになるように、光走査装置の絞り 104 と第 1～第 4 の実施例に示した調整装置の絞り 4 を設ける。また絞り 104 と絞り 4 は同一形状の開口部を有している。

【0228】

絞りの位置は必ずしも図 19 のように集光レンズ 3 とシリンダレンズ 104 の間でなくてもよい。例えばレーザ光源 1 と集光レンズ 3 の間とか、シリンダレンズ 105 と偏向器 106 の間、もしくはその両方に絞りを複数も受けてもよい。

30

【0229】

レーザ光源 1 と集光レンズ 3 の間に絞り 104 を設ける場合はレーザホルダ 2 に作り込むとコストダウンになる。レーザホルダ 2 内に絞り 104 が構成された光源ユニット 21 のレーザ光源 1 と集光レンズ 3 の位置を調整するために用いられる調整装置においては、絞り 4 は不要となる。シリンダレンズ 105 と偏向器 106 の間に絞り 104 を有する光走査装置に使用される光源ユニット 21 のレーザ光源 1 と集光レンズ 3 の位置を調整するための調整装置においては、光走査装置内でのレーザ光源 1 に対する絞り 104 と光学的に等価な調整装置内の位置に絞り 4 を設けることが望ましい。具体的にはレーザ光源 1 もしくは集光レンズ 3 からの光軸方向の距離が同じになるように、光走査装置の絞り 104 と第 1～第 4 の実施例に示した調整装置の絞り 4 を設ける。また絞り 104 と絞り 4 は同一形状の開口部を有している。

40

レーザ光源 1 はシングルビームタイプでもモノリシックマルチビームタイプでも、VCSEL（面発光レーザ）でもよい。

【0230】

本発明に係るレーザ光源と集光光学素子の相対位置調整の調整装置は、前記レーザ光源と集光光学素子からなる光源ユニットが光走査装置に搭載され使用されることを前提として記載したが、本発明の調整装置はこれに限定されることはない。光走査装置以外の光源

50

ユニットのレーザ光源と集光光学素子の相対位置を調整するために使用しても、本発明の効果を享受することができる。

【0231】

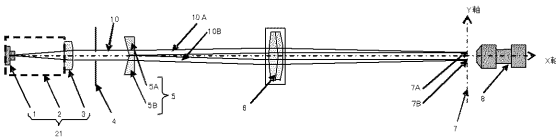
以上、本発明の好ましい実施例について説明したが、本発明はこれらの実施例に限定されず、その要旨の範囲内で種々の変形および変更が可能である。

【符号の説明】

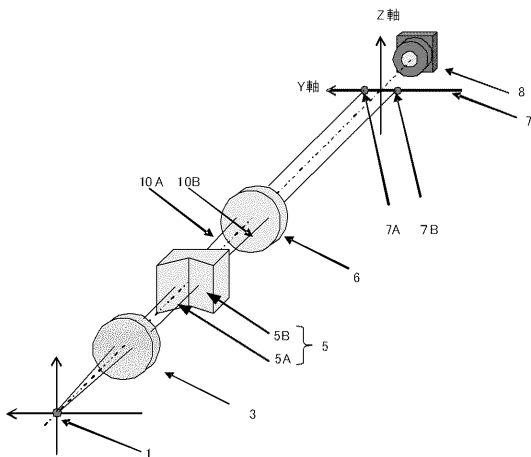
【0232】

- 1 レーザ光源
- 3 集光レンズ（レーザ光源からの光束を集光する集光光学素子）
- 4 絞り
- 5 瞳分割素子
- 6 結像光学素子
- 7 像面
- 8 受光センサ（2次元受光センサ）
- 21 光源ユニット
- 104 絞り
- 106 偏向器

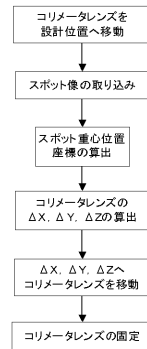
【図1】



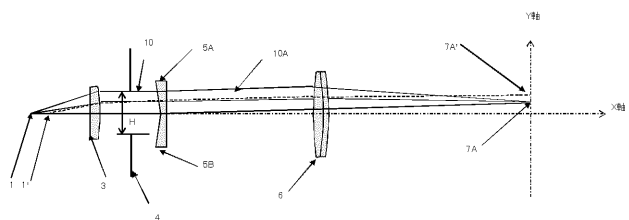
【図2】



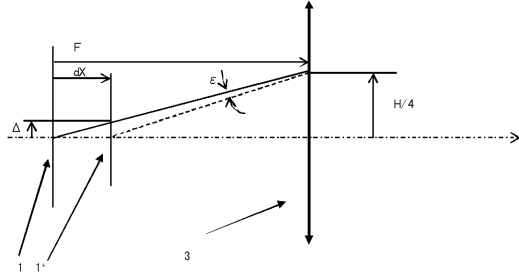
【図3】



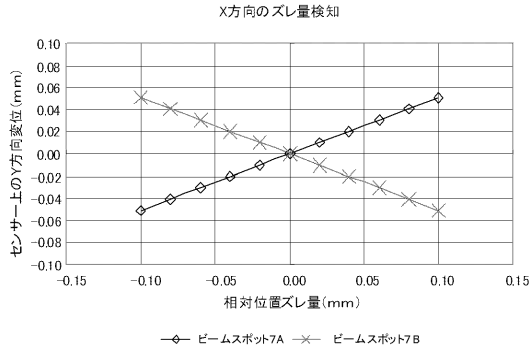
【図4A】



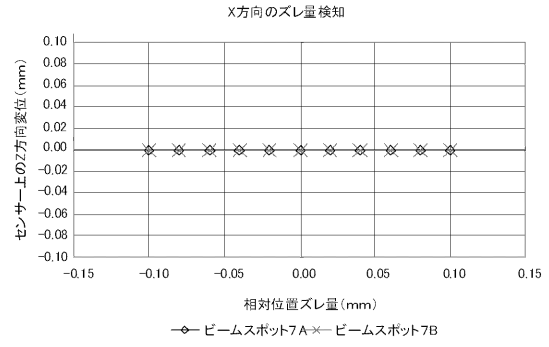
【 図 4 B 】



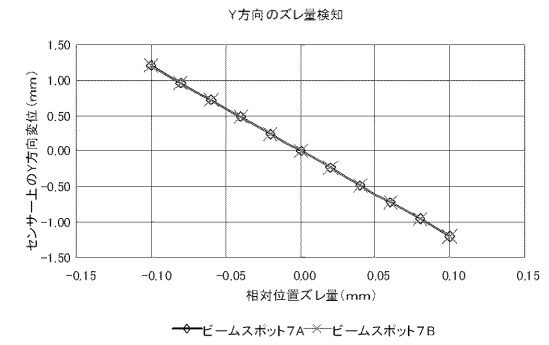
【 図 5 A 】



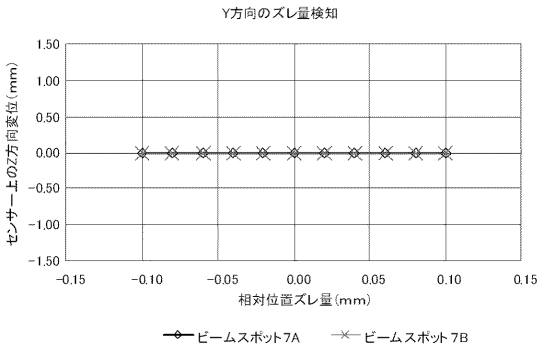
【 図 5 B 】



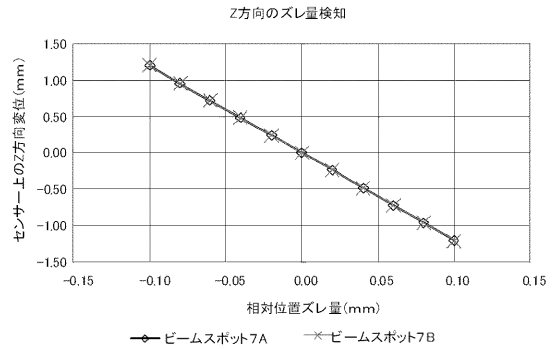
【 図 5 C 】



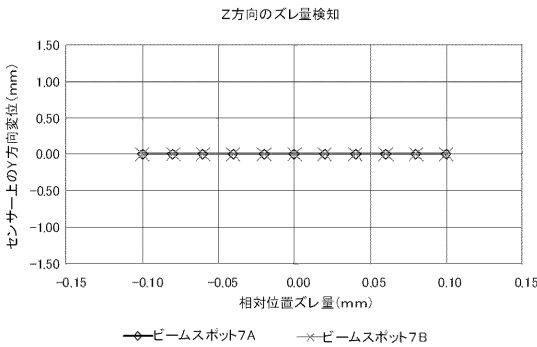
【 図 5 D 】



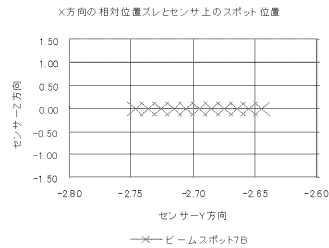
【 図 5 F 】



【 図 5 E 】

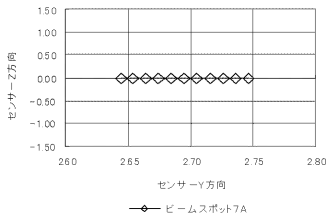


【 図 5 G 】



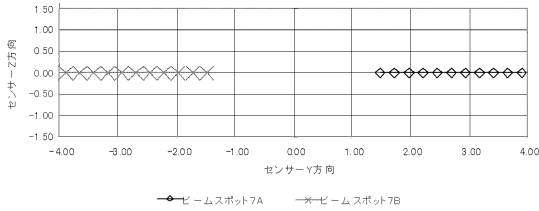
【図 5 H】

X方向の相対位置ズレとセンサ上のスポット位置



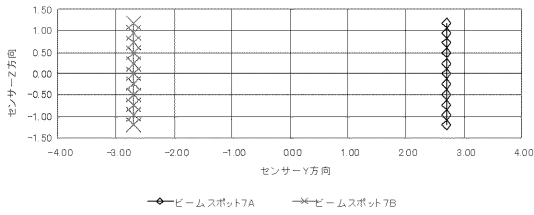
【図 5 I】

Y方向の相対位置ズレとセンサ上のスポット位置

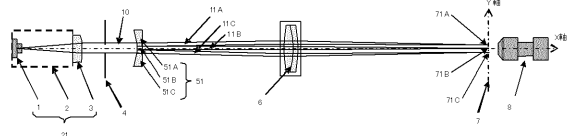


【図 5 J】

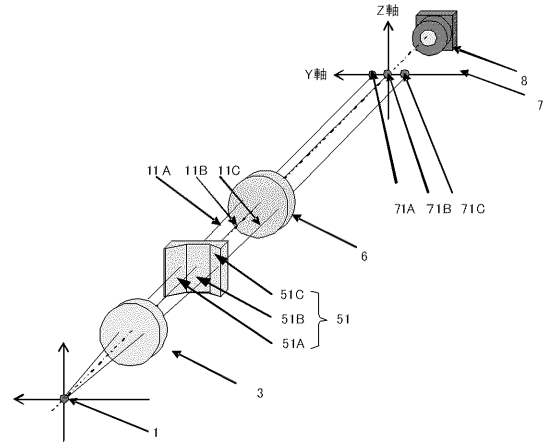
Z方向の相対位置ズレとセンサ上のスポット位置



【図 6】

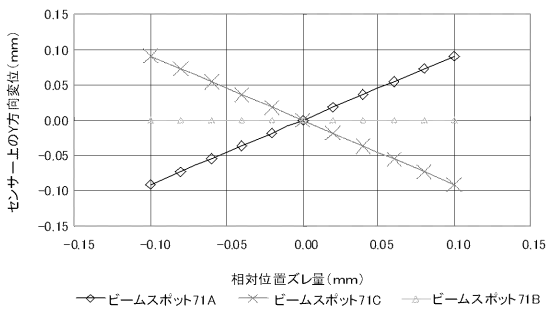


【図 7】



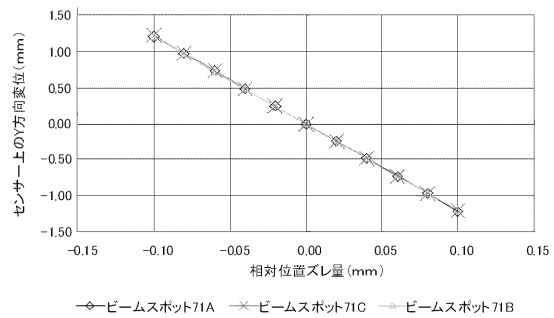
【図 8 A】

X方向のズレ量検知



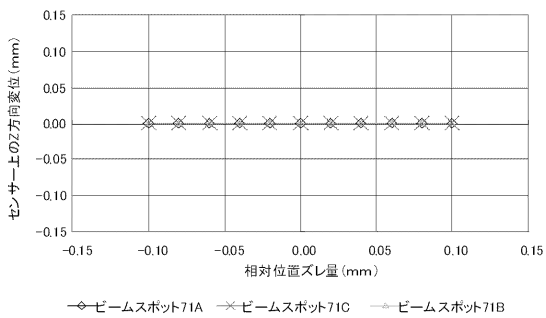
【図 8 C】

Y方向のズレ量検知



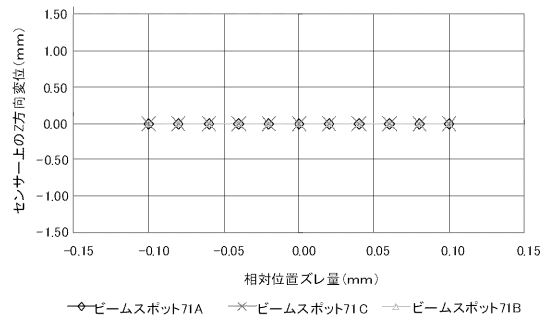
【図 8 B】

X方向のズレ量検知

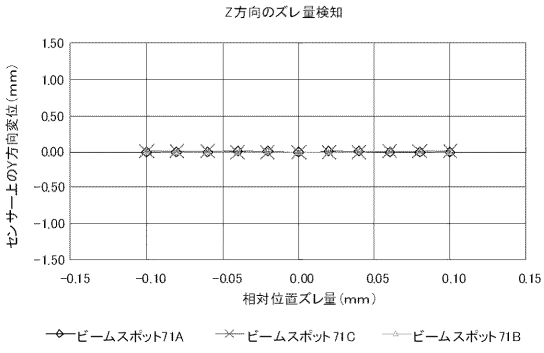


【図 8 D】

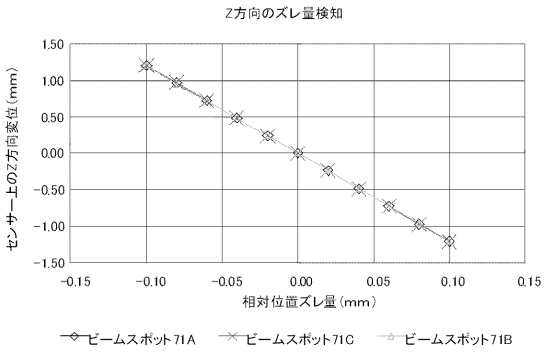
Y方向のズレ量検知



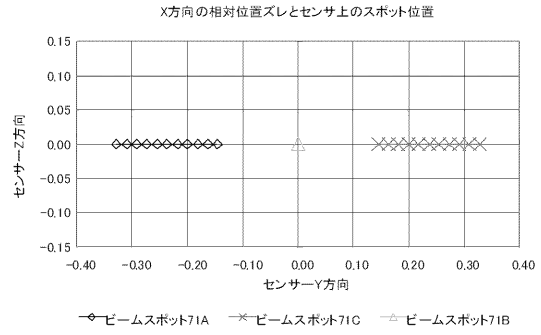
【 図 8 E 】



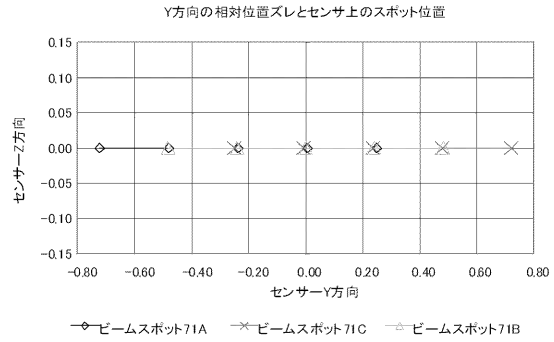
【 図 8 F 】



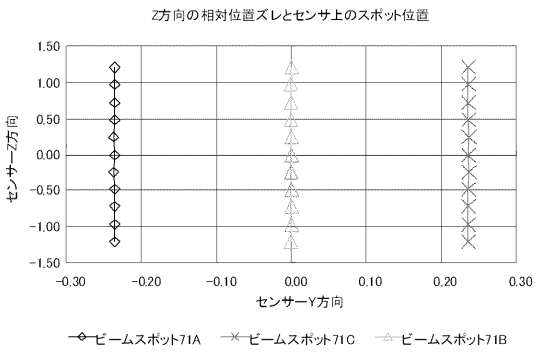
【 図 8 G 】



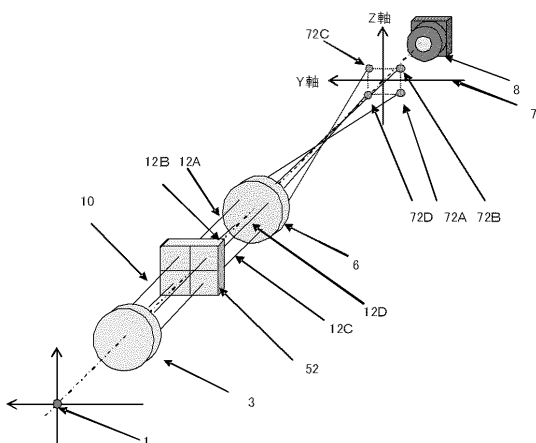
【 図 8 H 】



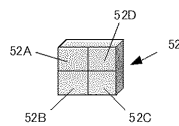
【 図 8 I 】



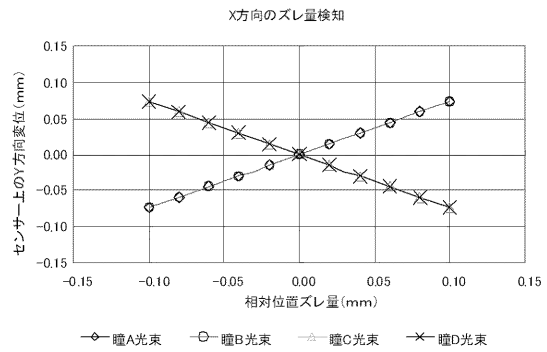
【 図 9 】



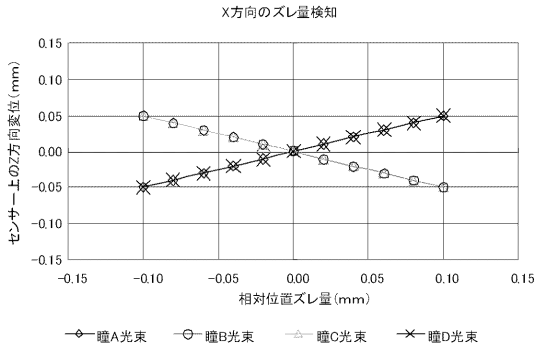
【 図 10 】



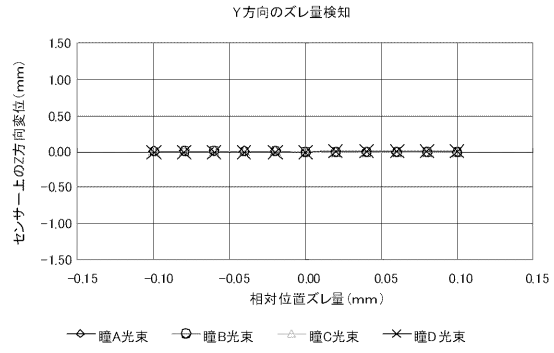
【 図 11 A 】



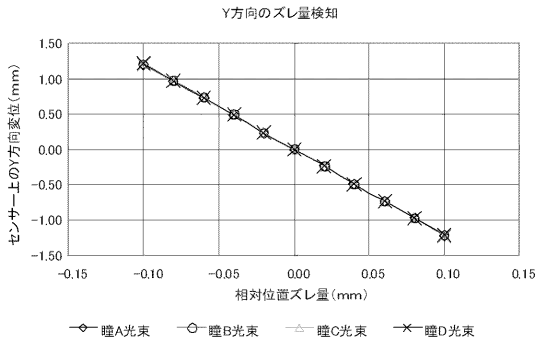
【図11B】



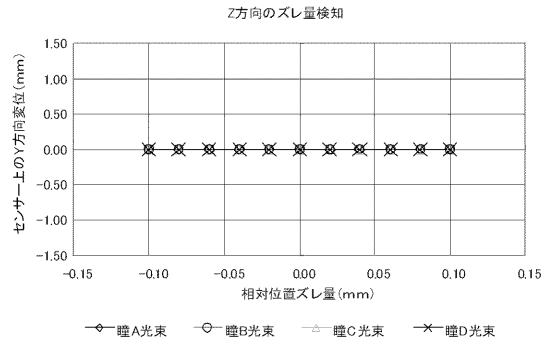
【図11D】



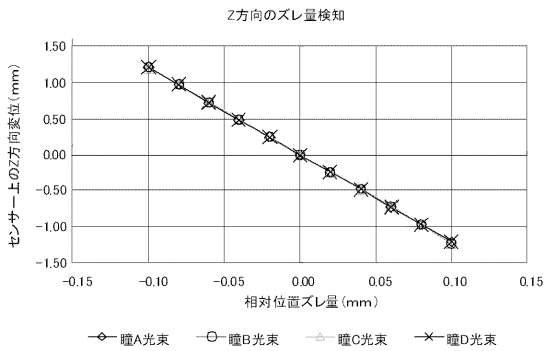
【図11C】



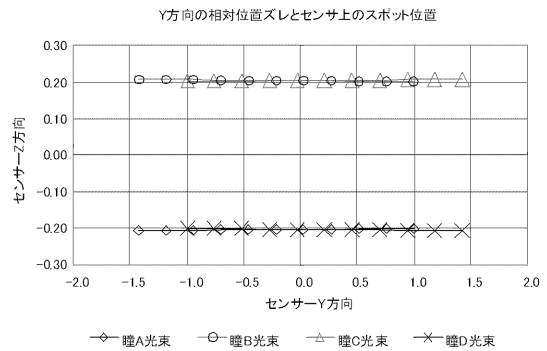
【図11E】



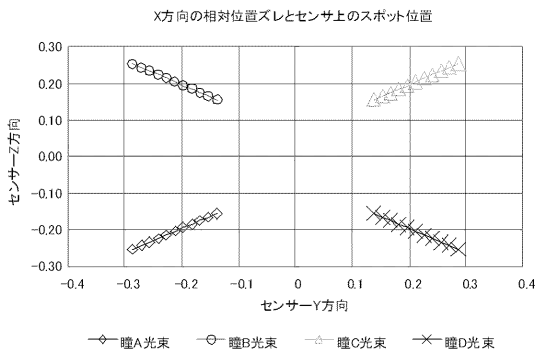
【図11F】



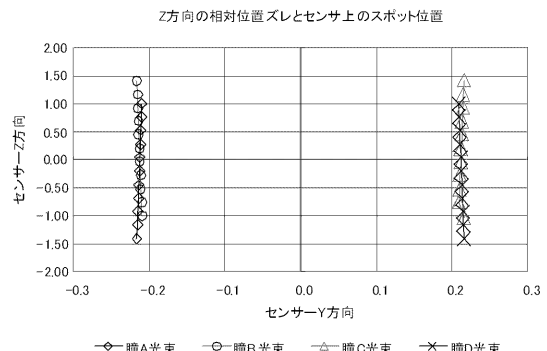
【図11H】



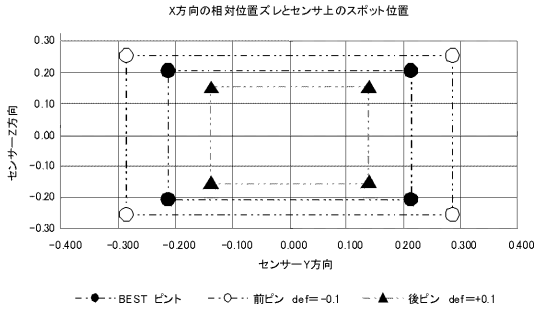
【図11G】



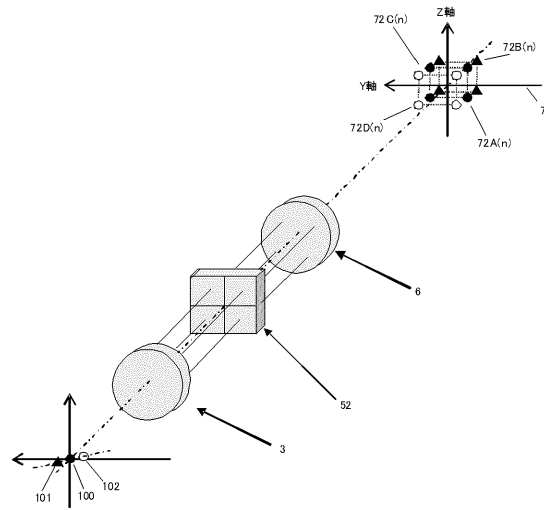
【図11I】



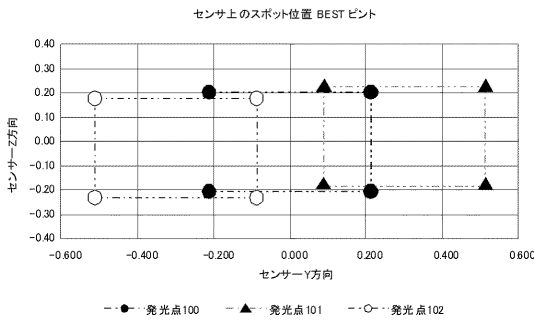
【 図 1 1 J 】



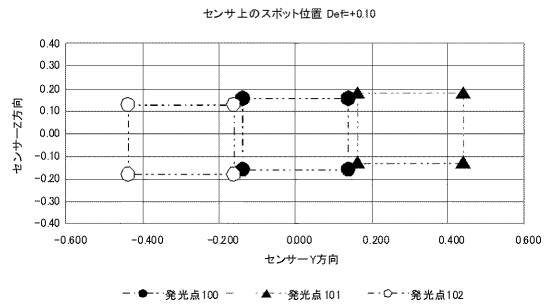
【 図 1 2 】



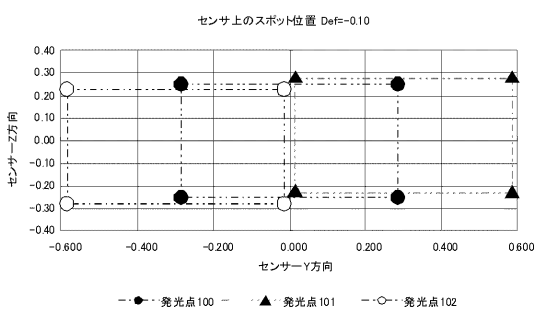
【 図 1 3 A 】



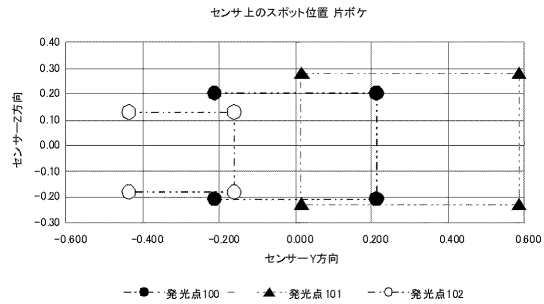
【 図 1 3 C 】



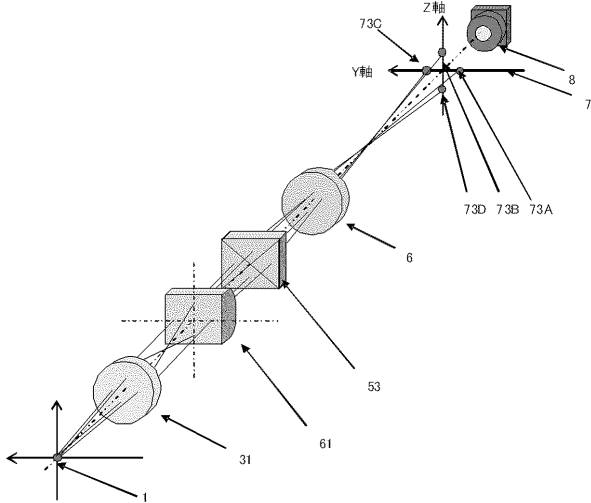
【 図 1 3 B 】



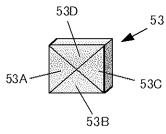
【 図 1 3 D 】



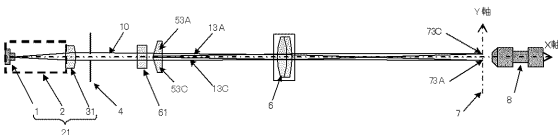
【図14】



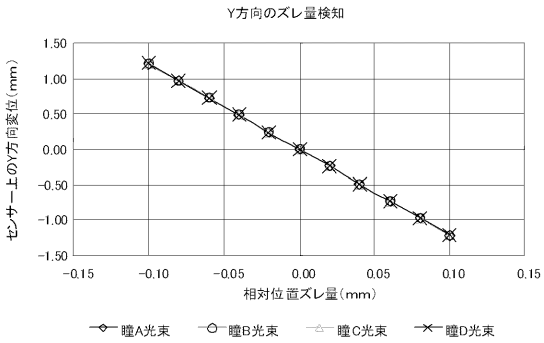
【図15】



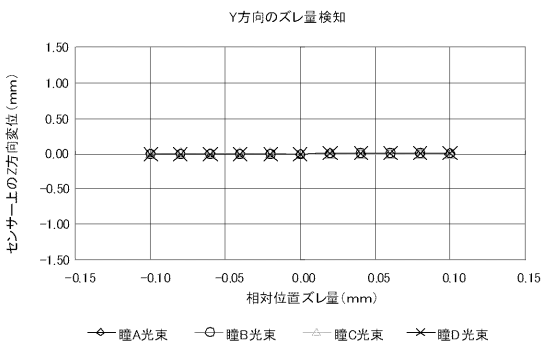
【図16】



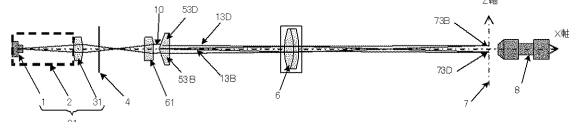
【図18C】



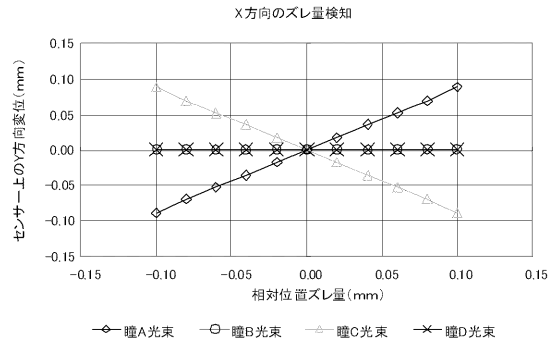
【図18D】



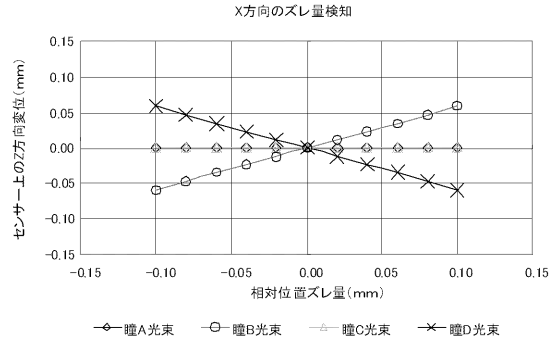
【図17】



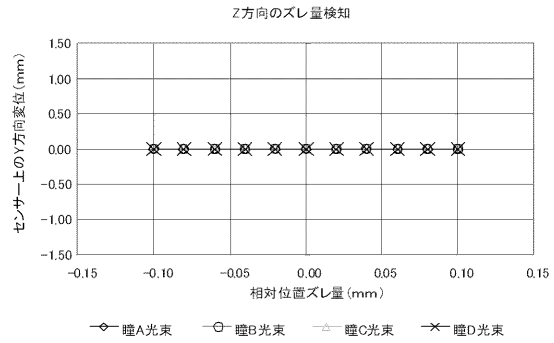
【図18A】



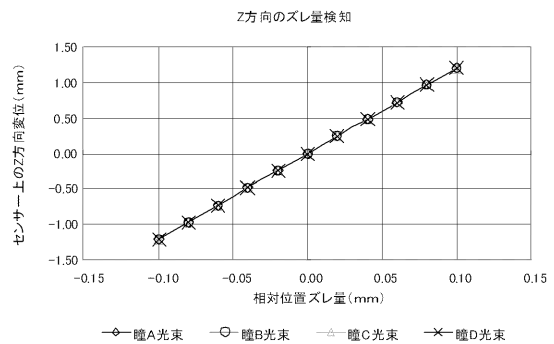
【図18B】



【図18E】

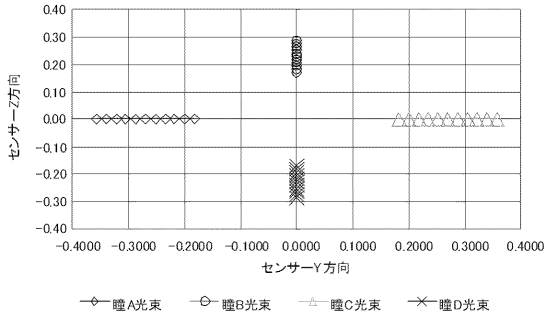


【図18F】



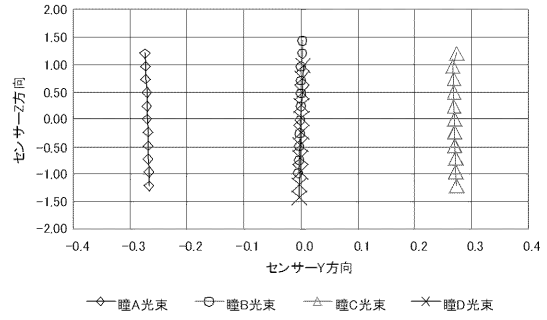
【図18G】

X方向の相対位置ズレとセンサ上のスポット位置



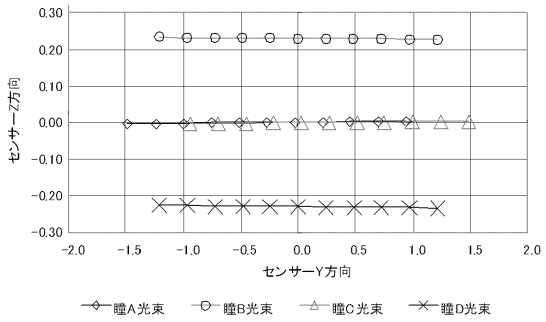
【図18I】

Z方向の相対位置ズレとセンサ上のスポット位置



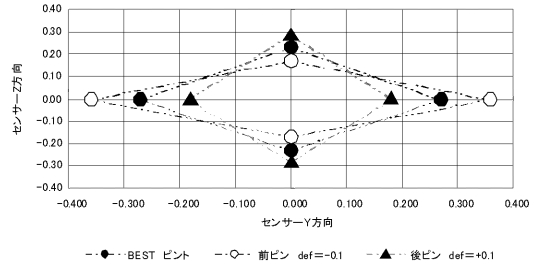
【図18H】

Y方向の相対位置ズレとセンサ上のスポット位置

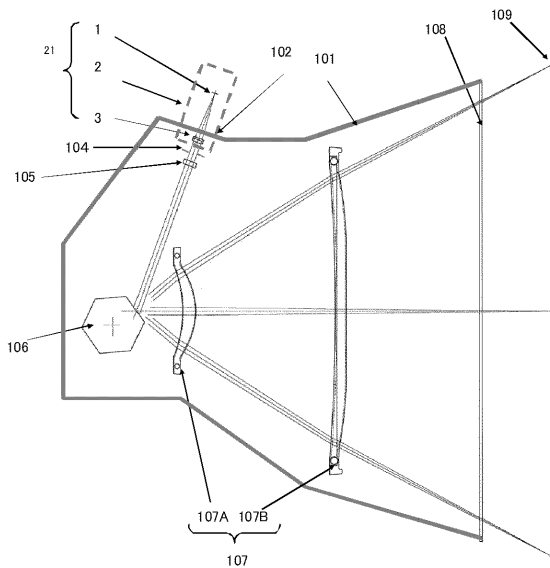


【図18J】

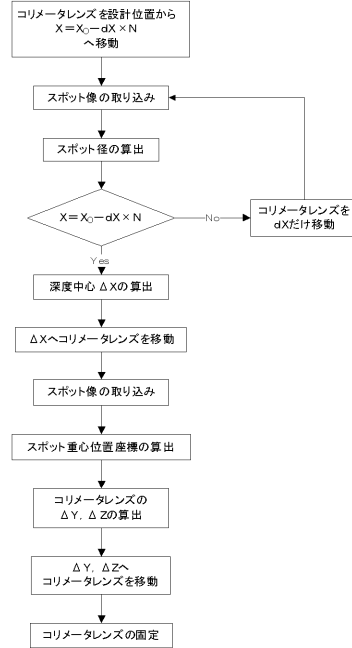
X方向の相対位置ズレとセンサ上のスポット位置



【図19】



【図20】



フロントページの続き

(74)代理人 100134393

弁理士 木村 克彦

(74)代理人 100160967

弁理士 濱 口 岳久

(72)発明者 木村 一己

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内

Fターム(参考) 2C362 AA03 AA48 AA49 AA53 BA84 BA90

2H045 AA01 BA23 BA26 DA02