

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2010年4月1日(01.04.2010)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2010/035331 A1

- (51) 国際特許分類:
G02B 26/10 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2008/067452
- (22) 国際出願日: 2008年9月26日(26.09.2008)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): H O Y A 株式会社(HOYA CORPORATION) [JP/JP]; 〒1618525 東京都新宿区中落合2丁目7番5号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 松岡 祥平(MATSUOKA, Shohei) [JP/JP]; 〒1618525 東京都新宿区中落合2丁目7番5号 H O Y A 株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 松岡 修平(MATSUOKA, Shuhei); 〒2060034 東京都多摩市鶴牧1丁目24番1号 新都市センタービル6F Tokyo (JP).

- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

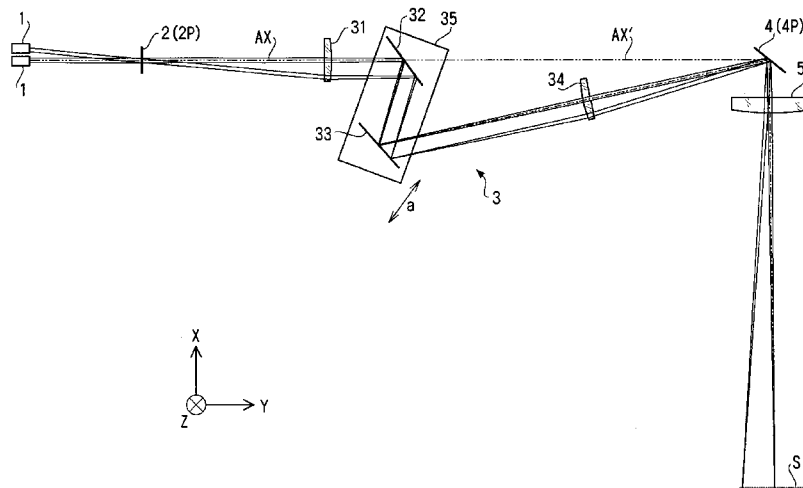
添付公開書類:

— 国際調査報告(条約第21条(3))

(54) Title: SCANNING OPTICAL DEVICE

(54) 発明の名称: 走査光学装置

【図1】



(57) Abstract: Provided is a scanning optical device, which has a relay optical system and a mechanism for linearly moving a holding member in a prescribed direction. The relay optical system is provided with front group lenses, rear group lenses and first and second mirrors. The mirrors are arranged between the front group lenses and the rear group lenses by being held by a common holding member so that their positions are relatively fixed, and the mirrors satisfy prescribed arrangement conditions.

(57) 要約: 前群レンズ、後群レンズ、および前群レンズと後群レンズとの間に配置された第一および第二ミラーであって、互いの位置が相対的に固定されるように共通の保持部材に保持され、所定の配置条件を満たす第一および第二ミラーを有するリレー光学系を有し、保持部材を所定の方向に直線的に可動する機構を有した走査光学装置を提供する。

WO 2010/035331 A1

明 細 書

走査光学装置

技術分野

- [0001] この発明は、レーザープリンタやプロジェクタといった画像形成装置に搭載される走査光学装置に関連し、詳しくは、光源から照射された光束をリレー光学系を介して被走査面上に走査する走査光学装置に関する。

背景技術

- [0002] レーザープリンタやプロジェクタ、イメージスキャナといった画像形成装置には、光源から照射された光束を被走査面上で走査する二次元走査装置やマルチビーム走査装置等の走査光学装置が搭載されている。この種の走査光学装置においては、光源から被走査面に至る光路の途中に配置された偏向器上で光束を一旦集光させるために、集光位置調整用のリレー光学系が配置された光学構成が採用されている。リレー光学系は、複数枚のリレーレンズで構成されており、走査光学装置を大型化させる要因となっている。走査光学装置を小型化させるため、一般的なリレー光学系のリレーレンズ間には、光路を折り返す折返しミラーが配置されている。
- [0003] リレー光学系は後段の光学系に比べて焦点距離が短く設定されることが多く、照射面(被走査面)上で十分にピン트가あつた像を形成するためには、リレーレンズ同士のピンタ位置を高い精度で合わせる必要がある。また、リレー光学系に光束を効率良く入射させるため、またはリレー光学系から射出された光束を後段の光学系に効率良く入射させるためには、リレー光学系(の入射瞳や射出瞳)とその前後の光学系との位置関係を高い精度で位置決めする必要がある。ところが、リレーレンズ同士を高精度に位置決めすると同時にリレー光学系の入射瞳等とその前後の光学系との位置関係も高精度に位置決めすることは、実際上困難である。例えばリレーレンズ同士のピンタ位置を調整するためにリレーレンズを動かしてリレーレンズの間隔を調整した場合、リレー光学系の前後での瞳の共役関係が変化する弊害が生じる。
- [0004] そこで、リレーレンズを固定した状態で折返しミラーをシフト調整してリレーレンズの間隔を変えることにより、リレーレンズ同士のピンタ位置を調整する方法が考えられる

。かかる方法を採用した場合、リレーレンズのピント位置を調整する間にリレーレンズ自体を動かす必要がないため、リレー光学系とその前後の光学系との位置関係が変化しないメリットがある。一方、折返しミラーのシフト調整に伴って、折返しミラー上における光束の入射位置(反射位置)が変動する。折返しミラー上における光束の反射位置がリレーレンズに対して変動したことに伴い、後段の光学系への光束の入射高さが変動するといった別の弊害が生じる。また、折返しミラーをシフト調整したときに部品のガタツキ等によって折返しミラーが傾くと、リレーレンズから後段の光学系に射出される光束の角度が変化する弊害も生じる。

[0005] かかる弊害を生じさせないため、例えば特開平11-196236号公報(以下、「特許文献1」と記す。)に開示されているピント調整機構を採用して、リレーレンズのピント位置を調整することが考えられる。特許文献1に記載のピント調整機構は、ガイドレールにガイドされた二つのミラー台の各々に設置された第一ミラーと一对の第二ミラーとの間隔を調整することによって原稿面に対する走査光学系のピント位置調整を行うように構成されている。

[0006] しかし、特許文献1に記載のピント調整機構は、例えばミラーの間隔を ΔD 変えたときに光路長が二倍の感度、つまり $\Delta 2D$ 変わる。そのため、かかるピント調整機構は、リレーレンズのピント位置を精細に調整するには不向きである。

[0007] 本発明は上記の事情に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、リレーレンズの間隔を高い精度で調整するのに適した走査光学装置を提供することである。

[0008] 上記の課題を解決する本発明の一形態に係る走査光学装置は、光源から照射された光束をリレー光学系を介して被走査面上に走査する装置であり、以下の特徴を有する。すなわち、かかる走査光学装置が有するリレー光学系は、光源側に配置された少なくとも一つの前群レンズと、被走査面側に配置された少なくとも一つの後群レンズとを有している。そして、前群レンズと後群レンズとの間隔の精細な調整の実効性を担保するために、前群レンズと後群レンズとの間に配置され、互いの位置が相対的に固定されるように共通の保持部材に保持された第一ミラーおよび第二ミラーを有している。第一ミラーは、そのミラー面の法線ベクトルが前群レンズの入射光軸と角度

($180 - \omega$) (単位:deg)をなすように配置され、前群レンズからの入射光束を折り返す。第二ミラーは、そのミラー面の法線ベクトルが第一ミラーのミラー面の法線ベクトルと角度 α ($\alpha \neq 180 \times m$ 、ただし m は整数) (単位:deg)をなすように配置され、該第一ミラーからの入射光束を後群レンズに向けて折り返す。保持部材は、第一ミラーのミラー面の法線ベクトルと角度 ($\omega - \alpha + 90$) (単位:deg)をなす方向に直線的に可動する機構を有している。かかる構成によれば、前群レンズの入射瞳や後群レンズの射出瞳と、前群レンズや後群レンズの前後の光学系との位置関係を変えることなく、前群レンズと後群レンズとの間隔を高い精度で調整することができる。

[0009] すなわち、本発明に係る走査光学装置によれば、各構成部材が適切な位置に配置され、尚かつ複数の折返しミラーを保持する単一の保持部材が所定の方にシフト可能に構成されることにより、リレー光学系とその前後の光学系との位置関係を変えることなく、リレーレンズの間隔を高い精度で調整することができる。

[0010] ここで、保持部材は、前群レンズと後群レンズとの間隔を変えずに後群レンズへの光束の入射高さを調整できるよう、第一ミラーのミラー面の法線ベクトルと角度 ($\omega - \alpha$) (単位:deg)をなす方向にも直線的に可動する機構も有していることが望ましい。

[0011] 本発明に係る走査光学装置は、前群レンズと後群レンズとの間隔をより一層精細に調整できるようにするため、

$$|\sin \alpha| < 0.5$$

を満たすことが好ましい。

[0012] かかる調整によってリレー光学系前後での瞳の共役関係が崩れないために(より崩れにくくするために)、前群レンズ、後群レンズはそれぞれ、像側、物体側で略テレセントリックであることが望ましい。

[0013] 本発明に係る走査光学装置は、後群レンズの直後に配置され、該後群レンズからの入射光束を所定の方に走査するように偏向する偏向器をさらに有した構成としてもよい。係る場合に、後群レンズの射出瞳は、偏向器の偏向面近傍にあることが望ましい。さらに、当該走査光学装置は、好適には、前群レンズの入射光軸を延長した線と射出瞳が偏向面近傍で交差するように構成される。

[0014] また、上記の課題を解決する本発明の一形態に係る走査光学装置は、光源から照

射された光束をリレー光学系を介して被走査面上に走査する装置であり、以下の特徴を有する。すなわち、かかる走査光学装置が有するリレー光学系は、光源側に配置された少なくとも一つの前群レンズと、被走査面側に配置された少なくとも一つの後群レンズと、前群レンズと後群レンズとの間に配置され、互いの位置が相対的に固定されるように共通の保持部材に保持された第一ミラーおよび第二ミラーであって、第一ミラーのミラー面の法線ベクトルが前群レンズの入射光軸と角度 $(180 - \omega)$ (単位:deg)をなすように配置され、前群レンズからの入射光束を折り返す第一ミラーと、第二ミラーのミラー面の法線ベクトルが第一ミラーのミラー面の法線ベクトルと角度 α ($\alpha \neq 180 \times m$ 、ただし m は整数) (単位:deg)をなすように配置され、該第一ミラーからの入射光束を後群レンズに向けて折り返す第二ミラーとを有し、保持部材は、第一ミラーのミラー面の法線ベクトルと角度 $(\omega - \alpha)$ (単位:deg)をなす方向に直線的に可動する機構を有していることを特徴とする。

図面の簡単な説明

[0015] [図1]本発明の実施形態の二次元走査光学装置の構成を概略的に示す主走査断面図である。

[図2]本発明の実施形態の二次元走査光学装置が有するリレー光学系近傍を拡大して示す図である。

[図3]所定の条件を満たす矢印a方向を具体的に説明するための図である。

[図4]所定の条件を満たす矢印a方向を具体的に説明するための図である。

[図5]所定の条件を満たす矢印a方向を具体的に説明するための図である。

発明を実施するための最良の形態

[0016] 以下、図面を参照して、本発明の実施形態の走査光学装置について説明する。

[0017] 図1は、本発明の実施形態の走査光学装置を搭載した装置の一例である二次元走査光学装置100の構成を概略的に示す図である。なお、本明細書において、図1で紙面と直交する方向を「Z方向」と定義し、図1で紙面に平行な第一の方向(後述の被走査面(スクリーンS)と直交する方向)を「X方向」と定義し、図1で紙面に平行でかつ第一の方向と直交する第二の方向(被走査面に平行な方向)を「Y方向」と定義する。さらに、Y方向を「主走査方向」と定義し、Z方向を「副走査方向」と定義する。図1

中一点鎖線は、二次元走査光学装置100の中心軸(光軸)AXである。二次元走査光学装置100の光路を展開した状態において、二次元走査光学装置100の中心軸AXと主走査方向を含む断面を主走査断面と定義し、中心軸AXと副走査方向を含む断面を副走査断面と定義する。かかる定義によれば、図1は、二次元走査光学装置100の構成を概略的に示す主走査断面図となっている。(但し、後述するXYステージ35は便宜上図示したものであり、実際には主走査断面(つまり中心軸AX)から離れた位置に配置されている。)

[0018] 図1に示されるように、二次元走査光学装置100は、レーザー光を照射する光源部1を複数(ここでは2つ)有している。各光源部1は同一の構成を有し、主走査断面上に並ぶように配置されている。二次元走査光学装置100は、さらに、光源部1側から順に、副走査用偏向器2、リレー光学系3、主走査用偏向器4、走査光学系5、およびスクリーンSを有している。

[0019] 各光源部1は、図示省略された画像処理回路から出力される画像信号に応じて変調されたレーザー光を照射する。各光源部1から照射されたレーザー光は、副走査用偏向器2の偏向面2Pに入射される。

[0020] 副走査用偏向器2は、偏向面2Pが副走査断面上で高速振動するように構成された偏向器(例えばガルバノミラー)であり、偏向面2Pに入射されたレーザー光をスクリーンSに対して副走査方向に走査する。偏向面2Pに入射されたレーザー光は、該偏向面2Pによって、その振動状態に応じた角度で連続して偏向されつつリレー光学系3に入射される。

[0021] リレー光学系3は、副走査用偏向器2側から順に、集光レンズ31、折返しミラー32、33、および集光レンズ34を有している。折返しミラー32、33は、周知のXYステージ35上に、互いの位置が相対的に固定された状態で保持されている。XYステージ35は、XYステージ35上に保持された折返しミラー32、33を図1中矢印a方向に移動(シフト)させて、折返しミラー32、33の位置を集光レンズ31や集光レンズ34に対して相対的にシフトさせるように構成されている。なお、本実施形態において、リレー光学系3は、折返しミラー32、33の前後にレンズを一枚ずつ有する構成として示されているが、かかるレンズ枚数はあくまで一例である。折返しミラー32、33の前後にレンズを

複数枚ずつ有するリレー光学系3の構成もあり得る。

[0022] 集光レンズ31に入射されたレーザー光は、折返しミラー32、33によって折り返された後に、集光レンズ34を介して主走査用偏向器4の偏向面4Pに入射される。なお、集光レンズ31に入射されたレーザー光は、集光レンズ31のパワーにより、集光レンズ34に入射される前にその光路中で一旦中間像を形成する。折返しミラー32、33には、非平行光(ここでは収束光)が入射される。

[0023] 集光レンズ31は像側で略テレセントリックとなっており、集光レンズ34は物体側で略テレセントリックとなっている。そのため、折返しミラー32、33を矢印a方向にシフトさせた場合にも、各折返しミラー上に形成される各レーザー光の像の間隔は略一定に保たれる。

[0024] 主走査用偏向器4は、主走査断面上で回転自在に構成された偏向器(例えばポリゴンミラー)であり、主走査用偏向器4の偏向面4Pに入射されたレーザー光をスクリーンSに対して主走査方向に走査する。偏向面4Pに入射されたレーザー光は、該偏向面4Pによって、主走査用偏向器4の回転状態に応じた角度で連続して偏向されつつ走査光学系5に入射される。

[0025] ここで、副走査用偏向器2は、リレー光学系3(集光レンズ31)の入射瞳が、副走査用偏向器2の偏向面2Pに略一致するように配置、構成されている。また、主走査用偏向器4は、リレー光学系3(集光レンズ34)の射出瞳が、主走査用偏向器4の偏向面4Pに略一致するように配置、構成されている。すなわち、副走査用偏向器2の偏向面2Pと主走査用偏向器4の偏向面4Pは、リレー光学系3によって光学的に共役な位置に配置されている。リレー光学系3の入射瞳位置、射出瞳位置を各偏向器の偏向面におくことにより、偏向面2Pによって偏向されたレーザー光は、偏向面4Pにもれなく入射される。但し、かかる入射瞳位置や射出瞳位置は、各偏向器の偏向面と厳密に一致させる必要はない。入射瞳位置や射出瞳位置と各偏向器の偏向面は大凡一致していれば、二次元走査光学装置100の光学性能に特に影響を及ぼすことはない。

[0026] 図1に示される延長線(二点鎖線)AX'は、光源部1から集光レンズ31に延びる中心軸AXを主走査用偏向器4側に延長した線である。図1に示されるように、延長線A

X'は、主走査用偏向器4の偏向面4Pと交差する。また、折返しミラー33から集光レンズ34に延びる中心軸AXと延長線AX'は、主走査用偏向器4の偏向面4P近傍で交差する。かかる配置構成を採用した場合、二次元走査光学装置100の組立工程において、光源部1から集光レンズ31までの光学系と主走査用偏向器4との位置関係を容易にアライメントして決めることができる。具体的には、二次元走査光学装置100の筐体(不図示)に折返しミラー32(又は折返しミラー32、33を取り付けたXYステージ35)を組み込む前に、光源部1、副走査用偏向器2、主走査用偏向器4を組み込む。次いで、光源部1を駆動してレーザー光を射出させる。そして、光源部1から射出されたレーザー光が副走査用偏向器2の偏向面2Pに偏向されて主走査用偏向器4の偏向面4P上に照射されているかを検査する。かかるレーザー光の偏向面4P上における照射位置が正規の位置となるように副走査用偏向器2の位置を調整することにより、副走査用偏向器2の位置が高精度に決まり、射出直後のレーザー光路の正確性が確保される。

[0027] 副走査用偏向器2の位置を調整した後は、集光レンズ31を二次元走査光学装置100の筐体に取り付ける。そして、副走査用偏向器2の偏向面2Pに偏向されて集光レンズ31に入射されたレーザー光が主走査用偏向器4の偏向面4P上に照射されているかを検査する。かかるレーザー光の偏向面4P上における照射位置が正規の位置となるように集光レンズ31の位置を調整することにより、集光レンズ31の位置が高精度に決まる。

[0028] ここで、延長線AX'上に主走査用偏向器4を配置しない構成である場合には、副走査用偏向器2と折返しミラー32、33を同時に設置しなければ主走査偏向器までの光路が成立せず、調整の際に副走査用偏向器2と折返しミラー32、33の何れに誤差があるか特定できなかった。本実施形態における構成では、上記調整作業において副走査用偏向器2と主走査用偏向器4との位置関係を確定した後、集光レンズ31を配置して、同様に偏向面4P上に照射されているかを検査することで、集光レンズ31を正規の位置に配置することができる。

[0029] 走査光学系5は、複数枚(図1では便宜上1枚とする)のレンズから構成されており、全体としてf θ 特性を有している。走査光学系5から射出されたレーザー光は、かかる

$f\theta$ 特性により、スクリーンS上を主走査方向に略等速で走査する。

[0030] 二次元走査光学装置100では、主走査用偏向器4による主走査方向への走査一回につき、副走査用偏向器2が所定量回転するように構成されている。所定量は、スクリーンSの走査に同時使用される、副走査方向に並ぶレーザー光の本数(本実施形態では各光源部1が主走査断面上に配置されているため、副走査方向に並ぶレーザー光は一本である。)に、該レーザー光によってスクリーンS上に形成されるスポットサイズ(副走査方向のスポット径)を乗じた長さに対応する量として定義される。かかる主走査方向の走査を繰り返し行いつつ副走査方向の走査も同時に行うことにより、スクリーンS上に二次元画像が形成される。つまり、本実施形態における被走査面であるスクリーンSは、回動自在な感光ドラム等とは異なり、走査光学系5に対して不動である。

[0031] 次に、リレー光学系3の構成を詳細に説明する。リレー光学系3は、その入射瞳位置、射出瞳位置を各偏向器の偏向面上に略一致させつつも集光レンズ31から集光レンズ34に至る光路長(別の表現によれば、集光レンズ31と集光レンズ34とのピント位置)を精細に調整できるように構成されている。図2は、リレー光学系3近傍の構成を拡大して示す主走査断面図である。なお、図2並びに以降の各図においては、XYステージ35の図示を省略する。

[0032] 図2においては、XYステージ35により折返しミラー32、33を矢印a方向にシフトさせる前後の折返しミラー32、33の位置、および各光源部1から照射されたレーザー光の光路を示している。図2中、折返しミラー32、33をシフトさせる前の各レーザー光の光路を点線で、折返しミラー32、33をシフトさせた後の各レーザー光の光路を実線で、それぞれ示す。折返しミラー32、33をシフトさせる前後の各レーザー光の光路が重なる場合には、当該光路を実線で示す。また、シフトさせる前の折返しミラー32、33を点線で、シフトさせた後の折返しミラー32'、33'を実線で、それぞれ示す。

[0033] 図2に示されるように、折返しミラー32、33をシフトさせる前後で、折返しミラー32、33に対するレーザー光の入射位置が変動している。そのため、折返しミラー32、33をシフトさせる前後で、かかるレーザー光の光路長が変動している。一方、集光レンズ34に対するレーザー光の入射位置並びに入射角度は、折返しミラー32、33をシ

フトさせる前後で実質的に変動していない。すなわち、二次元走査光学装置100では、リレー光学系3の入射瞳位置、射出瞳位置を各偏向器の偏向面上に略一致させつつも、集光レンズ31から集光レンズ34に至る光路長(以下、便宜上「集光レンズ間光路長」と記す。)を折返しミラー32、33のシフト量に応じて調整することができる。

[0034] なお、折返しミラー32は入射してくる光線から遠ざかる(逃げる)ようにシフト(又は近づく(向かう)ようにシフト)することで、集光レンズ間光路長を延ばし(又は縮め)、反対に、折返しミラー33は入射してくる光線に近づく(向かう)ようにシフト(又は遠ざかる(逃げる)ようにシフト)することで、集光レンズ間光路長を縮めている(延ばしている)。つまり、集光レンズ31から折返しミラー32までの光路長と、折返しミラー33から集光レンズ34までの光路長は、互いにキャンセルするように伸縮している。そのため、折返しミラー32、33のシフト量に対する集光レンズ間光路長の変化量は小さい。つまり、二次元走査光学装置100においては、折返しミラー32、33のシフト量に対する集光レンズ間光路長の変化の感度が低いため、集光レンズ間光路長を精細に調整することができる。

[0035] 以上説明された集光レンズ間光路長の精細な調整の実効性を担保するためには、矢印a方向、すなわちXYステージ35により折返しミラー32、33がシフトされる方向が所定の条件を満たす必要がある。図3～図5は、かかる条件を満足する矢印a方向を具体的に説明するための図である。図3～図5の各図は、主走査断面図となっている。

[0036] XYステージ35により折返しミラー32を矢印a方向に移動させたときの、折返しミラー32のミラー面の法線方向の移動距離を l_1 と定義する。例えば図3においては、点Aから点A'までの距離AA'が移動距離 l_1 である。移動距離 l_1 は、折返しミラー32が集光レンズ31から離れる方向にシフトされたときに正の値となり、折返しミラー32が集光レンズ31に近付く方向にシフトされたときに負の値となる。図3の二点鎖線は、折返しミラー32をシフトさせる前のレーザー光の光路(ここでは中心軸AXと同じ)を、図3の実線は、折返しミラー32を矢印a方向にシフトさせた後のレーザー光の光路を、それぞれ示している。図3に示されるように、レーザー光は、折返しミラー32がシフトされる前は点Aで反射され、折返しミラー33に向かって進行する。一方、折返しミラー32が

シフトされた後では、レーザー光は、点Aを通過して点Bで反射された後、点Cを通過して折返しミラー33に向かい、進行する。

[0037] ここで、折返しミラー32の移動は、集光レンズ31をはじめとする他の光学素子に対する矢印a方向のシフトでありティルトを含まない。そのため、折返しミラー32のミラー面が集光レンズ31に対してなす角度は、折返しミラー32をシフトさせる前後で変わらない。したがって、折返しミラー32をシフトさせたときに、折返しミラー32に対するレーザー光の入射位置は変動するものの、当該ミラー面により反射されるレーザー光の反射角は実質的に変わらない。具体的には、折返しミラー32は、矢印a方向へのシフト量に応じて、当該ミラー面に入射されたレーザー光を、中心軸AXと直交する方向に Δh_1 (図3における点Aから点Cまでの距離に相当する高さ)シフトした位置を進行するように反射する。

[0038] 図4に示されるように、折返しミラー32のミラー面上におけるレーザー光の反射角を 2ω (別の表現によれば、折返しミラー32のミラー面に対するレーザー光の入射角、射出角がともに ω) (単位:deg)と定義した場合、シフト量 Δh_1 は、以下の式(1)で表される。なお、中心軸AXと後述の法線ベクトルDとがなす角度は $180-\omega$ (単位:deg)である。また、以降の図3～図5の各図の説明において、特に断りがなければ、ミラー面に入射されるレーザー光の入射角度に対して反時計回りの角度を正とし、ミラー面に入射されるレーザー光の角度に対して時計回りの角度を負とする。

[数1]

$$\Delta h_1 = l_1 \cdot 2 \sin \omega \cdots (1)$$

[0039] 図3に示されるように、折返しミラー32がシフトされたとき、レーザー光の光路長は、折返しミラー32がシフトされる前の光路長に対して、点Aから点Bまでの距離ABと、点Bから点Cまでの距離BCの分だけ延びる。折返しミラー32がシフトされたときのレーザー光の光路長の変化量を ΔOPD_1 と定義した場合、該光路長の変化量 ΔOPD_1 は、以下の式(2)で表される。

[数2]

$$\Delta OPD_1 = l_1 \cdot \frac{1 + \cos 2\omega}{\cos \omega} = l_1 \cdot 2 \cos \omega \cdots (2)$$

[0040] 図4に示される符号D(D')、符号Eはそれぞれ、ミラー面側から折返しミラー本体を突き抜ける方向成分を有する、折返しミラー32、33のミラー面の法線ベクトルを示す。図4に示されるように、法線ベクトルD'と法線ベクトルEは、角度 α (単位:deg)をなす。角度 α は、折返しミラー32のミラー面に対する折返しミラー33のミラー面の反時計回りの回転角度を示している。なお、 $\alpha \neq 180 \times m$ (ただし m は整数)である。すなわち、折返しミラー32と折返しミラー33は、互いのミラー面が非平行となるように配置されている。

[0041] 折返しミラー33のミラー面上におけるレーザー光の反射角は、 $2\alpha - 2\omega - 360$ (別の表現によれば、折返しミラー33のミラー面に対するレーザー光の入射角、射出角がともに $\alpha - \omega - 180$) (単位:deg)で定義される。ここで、上述したように、折返しミラー33は折返しミラー32と相対的に固定された状態でシフトされる。そのため、折返しミラー33をシフトさせたとき、折返しミラー33に対するレーザー光の入射位置は、折返しミラー32に対するレーザー光の入射位置の変動に伴い、変動するものの、折返しミラー33のミラー面により反射されるレーザー光の反射角は実質的に変わらない。さらに、折返しミラー33のミラー面が集光レンズ34に対してなす角度は、折返しミラー33のシフト前後で変わらない。したがって、折返しミラー33をシフトさせた場合にも、集光レンズ34に対するレーザー光の入射角度は実質的に変わらない。

[0042] 折返しミラー33が矢印a方向にシフトされたときの、折返しミラー33のミラー面に反射されるレーザー光の中心軸AXと直交する方向へのシフト量を Δh_2 と定義した場合、シフト量 Δh_2 は、以下の式(3)で表される。

[数3]

$$\Delta h_2 = -l_2 \cdot 2\sin(\alpha - \omega - 180) = l_2 \cdot 2\sin(\alpha - \omega) \cdots (3)$$

[0043] また、 ΔOPD_1 と同様に、折返しミラー33がシフトされたときのレーザー光の光路長の変化量を ΔOPD_2 と定義した場合、該光路長の変化量 ΔOPD_2 は、以下の式(4)で表される。

[数4]

$$\Delta OPD_2 = l_2 \cdot 2 \cos(\alpha - \omega - 180) = -l_2 \cdot 2 \cos(\alpha - \omega) \cdots (4)$$

- [0044] 図5に示されるように、XYステージ35による折返しミラー32のシフト量を d と定義し、法線ベクトルDに対して折返しミラー32のシフト方向(つまり矢印a方向)がなす角度を θ (単位:deg)と定義した場合、以下の式(5)が成り立つ。

$$l_1 = d \cdot \cos \theta \cdots (5)$$

また、上記角度を θ (単位:deg)とした場合には、法線ベクトルEに対して折返しミラー33のシフト方向(つまり矢印a方向)がなす角度は、 $\theta - \alpha$ (単位:deg)と定義される。その場合、以下の式(6)が成り立つ。

$$l_2 = d \cdot \cos(\theta - \alpha) \cdots (6)$$

式(1)に式(5)を、式(3)に式(6)をそれぞれ代入すると、

$$\Delta h_1 = d \cdot \cos \theta \cdot 2 \sin \omega \cdots (7)$$

$$\Delta h_2 = d \cdot \cos(\theta - \alpha) \cdot 2 \sin(\alpha - \omega) \cdots (8)$$

となる。

- [0045] 集光レンズ34の射出瞳を主走査用偏向器4の偏向面4Pに略一致させつつ集光レンズ間光路長を変化させるためには、集光レンズ34に対するレーザー光の入射高さおよび入射角度を折返しミラー32、33のシフト前後で略一定に保つ必要がある。そのためには、角度 θ を以下の式(9)を満たす角度に設定する必要がある。

$$\Delta h_1 + \Delta h_2 = d \cdot \cos \theta \cdot 2 \sin \omega + d \cdot \cos(\theta - \alpha) \cdot 2 \sin(\alpha - \omega) = 0 \cdots (9)$$

- [0046] すなわち、折返しミラー32、33の両ミラーがシフトされたときの、中心軸AXと直交する方向のレーザー光のシフト量 Δh_1 、 Δh_2 がキャンセルされて、その加算値が0となるときに、集光レンズ34に対するレーザー光の入射高さおよび入射角度が略変動することなく集光レンズ間光路長のみが変動することとなる。式(9)を満たす角度 θ は、 $90 + \alpha - \omega$ (単位:deg)である。かかる角度 θ を満足するように矢印a方向を設定することにより、リレー光学系3の入射瞳位置、射出瞳位置を各偏向器の偏向面上に略一致させつつも集光レンズ間光路長を精細に調整することができる。

- [0047] なお、XYステージ35による折返しミラー32、33のシフト量 d に対する集光レンズ間光路長の変化量($\Delta OPD_1 + \Delta OPD_2$)は、以下の式(10)を満たす。

$$\Delta \text{OPD}_1 + \Delta \text{OPD}_2 = 2d \cdot \sin \alpha \cdots (10)$$

シフト量dに対する集光レンズ間光路長の調整感度をより一層低くする(例えばシフト量dに対して集光レンズ間光路長の変化量($\Delta \text{OPD}_1 + \Delta \text{OPD}_2$)を小さくする)ためには、以下の式(11)を満たすことが好ましい。

$$|\sin \alpha| < 0.5 \cdots (11)$$

[0048] また、例えばXYステージ35がガタツキ等により主走査断面内で設計上の位置に対して傾いて配置された場合を考える。かかる場合、折返しミラー32のミラー面が集光レンズ31に対して(設計上の角度から)傾いた角度が、折返しミラー33のミラー面が集光レンズ34に対して(設計上の角度から)傾いた角度により相殺される。また、折返しミラー32、33の互いのミラー面のなす角度は一定である。そのため、XYステージ35がガタツキ等によって設計上の位置から傾いて配置された場合、集光レンズ34に対するレーザー光の入射高さは変動するものの、当該レーザー光の入射角度は変動しないメリットがある。

[0049] 以上説明した本実施形態の二次元走査光学装置100に対応する具体的実施例の数値構成を表1に示す。

[0050] [表1]

d	3 mm
θ	60 deg 1.047 rad
α	186 deg 3.246 rad
ω	36 deg 0.628 rad
Δh_1	1.763 mm
Δh_2	-1.763 mm
$\Delta h_1 + \Delta h_2$	0 mm
像面での高さ変化	0 mm
ΔOPD_1	2.427 mm
ΔOPD_2	-3.054 mm
$\Delta \text{OPD}_1 + \Delta \text{OPD}_2$ (リレー光学系のピント位置移動)	-0.627 mm
像面でのピント移動	2.509 mm

[0051] かかる場合、XYステージ35を3.0mmシフトさせたにも拘わらず集光レンズ間光路

長の変化(つまり集光レンズ31と集光レンズ34とのピント位置の移動)が -0.627mm に過ぎず、シフト量 d に対する集光レンズ間光路長の調整感度が低い水準に抑えられていることが分かる。このとき、像面での高さ変化が生じることなく(つまりスクリーンS上に形成されるレーザー光のスポットの主走査方向の位置を変えることなく)、スクリーンSに対するレーザー光のピント位置が 2.509mm 延びる。シフト量 d に対する集光レンズ間光路長の調整感度を低く抑えることにより、高感度であるスクリーンSに対するレーザー光のピント移動を調整しやすくなるメリットがある。

[0052] 以上が本発明の実施形態である。本発明に係る二次元走査光学装置は、上記の構成に限定されるものではなく、本発明の技術的思想の範囲において様々な変形が可能である。

[0053] 例えば、XYステージ35により折返しミラー32、33がシフトされる方向を上記条件と異なる条件を満たす方向に設定した場合には、集光レンズ間光路長を略一定に保つたまま集光レンズ34に対するレーザー光の入射高さのみを変化させることも可能である。

[0054] 具体的には、法線ベクトルDに対して折返しミラー32のシフト方向がなす角度を θ' (単位:deg)と定義した場合、以下の式(12)、(13)が成り立つ。

$$l_1 = d \cdot \cos \theta' \cdots (12)$$

$$l_2 = d \cdot \cos(\theta' - \alpha) \cdots (13)$$

次に、式(2)に式(12)を、式(4)に式(13)をそれぞれ代入すると、

$$\Delta \text{OPD}_1 = d \cdot \cos \theta' \cdot 2 \cos \omega \cdots (14)$$

$$\Delta \text{OPD}_2 = -d \cdot \cos(\theta' - \alpha) \cdot 2 \cos(\alpha - \omega) \cdots (15)$$

となる。

[0055] 集光レンズ間光路長を折返しミラー32、33のシフト前後で略一定に保ちつつ集光レンズ34に対するレーザー光の入射高さのみを変化させるためには、角度 θ' を以下の式(16)を満たす角度に設定する必要がある。

$$\begin{aligned} \Delta \text{OPD}_1 + \Delta \text{OPD}_2 &= d \cdot \cos \theta' \cdot 2 \cos \omega - d \cdot \cos(\theta' - \alpha) \cdot 2 \cos(\alpha - \omega) \\ &= 2d \cdot \sin \alpha \cdot 2 \sin(\theta' - \alpha + \omega) \\ &= 0 \cdots (16) \end{aligned}$$

[0056] すなわち、各折返しミラー32、33のシフトに伴う集光レンズ間光路長の変化量 ΔOPD_1 、 ΔOPD_2 がキャンセルされて、その加算値が0となるときに、集光レンズ間光路長が略変化することなく集光レンズ34に対するレーザー光の入射高さのみが変化することとなる。式(16)を満たす角度 θ' は、 $\alpha - \omega$ (単位:deg)である。ここで、例えば二次元走査光学装置100の各部品のガタツキ等により、集光レンズ34に対するレーザー光の入射高さがばらつくことあり得る。かかる角度 θ' を満足する方向に折返しミラー32、33をシフトするようにXYステージ35を構成した場合、集光レンズ34に対するレーザー光の入射高さを調整して上記ばらつきを好適に抑えることができるようになる。

[0057] また、本実施形態の二次元走査光学装置100は、プロジェクタへの搭載を想定しているが、他の画像形成装置、例えばプリンタやイメージスキャナ等にも好適に使用することができる。また、リレー光学系は入射瞳と共役な射出瞳を生成することを目的とした(広義の意味でのリレー)光学系であり、倍率の正負、収差の負荷量、光学構成、両群の対称性等は問わない。

請求の範囲

- [1] 光源から照射された光束をリレー光学系を介して被走査面上に走査する走査光学装置において、
- 前記リレー光学系は、
- 前記光源側に配置された少なくとも一つの前群レンズと、
- 前記被走査面側に配置された少なくとも一つの後群レンズと、
- 前記前群レンズと前記後群レンズとの間に配置され、互いの位置が相対的に固定されるように共通の保持部材に保持された第一ミラーおよび第二ミラーであって、
- 前記第一ミラーのミラー面の法線ベクトルが前記前群レンズからの入射光軸と角度 $(180 - \omega)$ (単位:deg) をなすように配置され、前記前群レンズからの入射光束を折り返す第一ミラーと、
- 前記第二ミラーのミラー面の法線ベクトルが前記第一ミラーのミラー面の法線ベクトルと角度 α ($\alpha \neq 180 \times m$ 、ただし m は整数) (単位:deg) をなすように配置され、該第一ミラーからの入射光束を前記後群レンズに向けて折り返す第二ミラーと、
- を有し、
- 前記保持部材は、前記第一ミラーのミラー面の法線ベクトルと角度 $(\omega - \alpha + 90)$ (単位:deg) をなす方向に直線的に可動する機構を有していることを特徴とする、走査光学装置。
- [2] 前記保持部材は、前記第一ミラーのミラー面の法線ベクトルと角度 $(\omega - \alpha)$ (単位:deg) をなす方向に直線的に可動する機構も有していることを特徴とする、請求項1に記載の走査光学装置。
- [3] $|\sin \alpha| < 0.5$ であることを特徴とする、請求項1または請求項2の何れかに記載の走査光学装置。
- [4] 前記前群レンズ、前記後群レンズはそれぞれ、像側、物体側で略テレセントリックであることを特徴とする、請求項1から請求項3の何れかに記載の走査光学装置。
- [5] 前記後群レンズの直後に配置され、該後群レンズからの入射光束を所定の方向に走査するように偏向する偏向器、
- をさらに有し、

前記後群レンズの射出瞳は、前記偏向器の偏向面近傍にあることを特徴とする、請求項1から請求項4の何れかに記載の走査光学装置。

[6] 前記前群レンズの入射光軸を延長した線と前記射出瞳が前記偏向面近傍で交差することを特徴とする、請求項1から請求項5の何れかに記載の走査光学装置。

[7] 光源から照射された光束をリレー光学系を介して被走査面上に走査する走査光学装置において、

前記リレー光学系は、

前記光源側に配置された少なくとも一つの前群レンズと、

前記被走査面側に配置された少なくとも一つの後群レンズと、

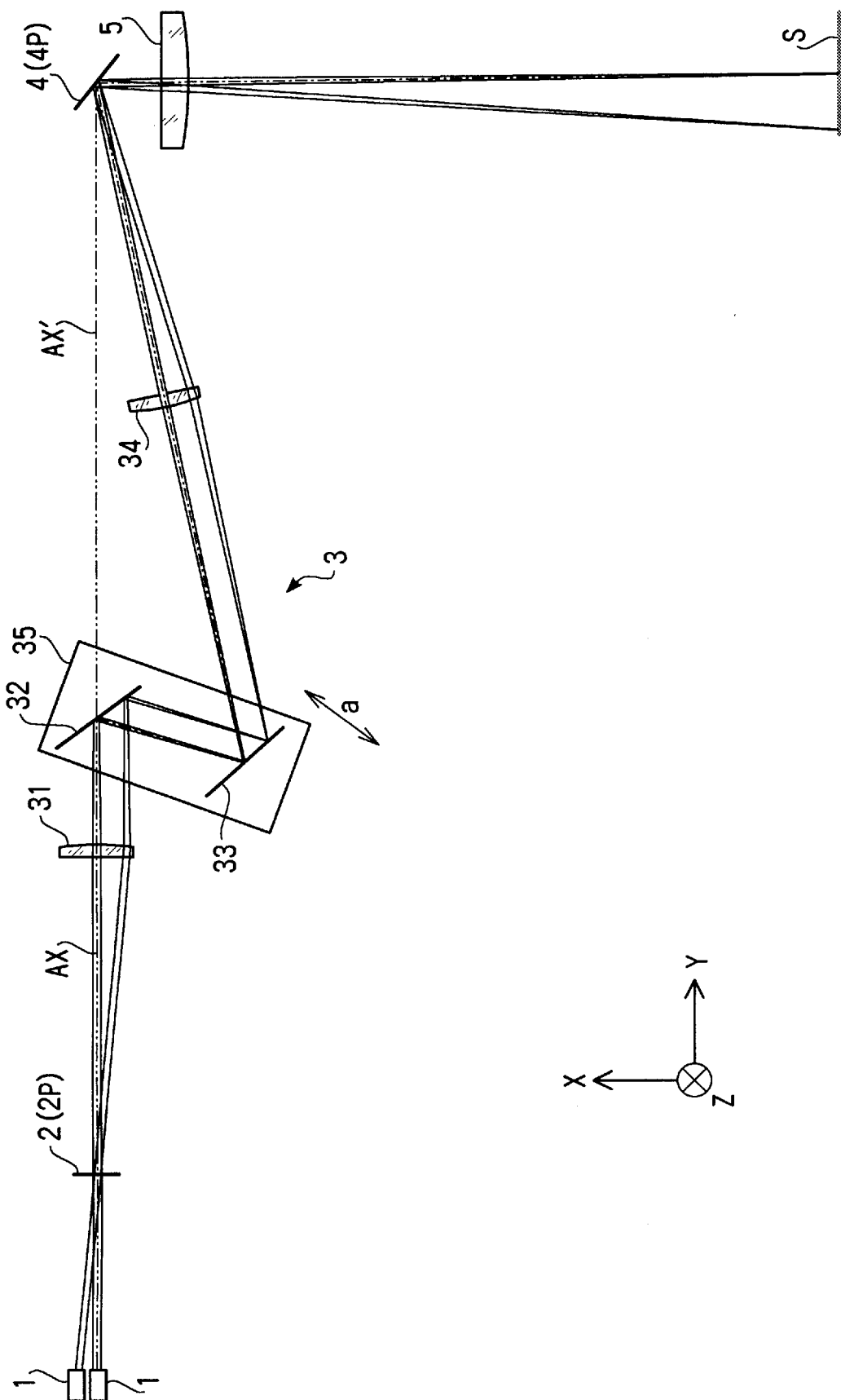
前記前群レンズと前記後群レンズとの間に配置され、互いの位置が相対的に固定されるように共通の保持部材に保持された第一ミラーおよび第二ミラーであって、

前記第一ミラーのミラー面の法線ベクトルが前記前群レンズの入射光軸と角度($180 - \omega$) (単位:deg)をなすように配置され、前記前群レンズからの入射光束を折り返す第一ミラーと、

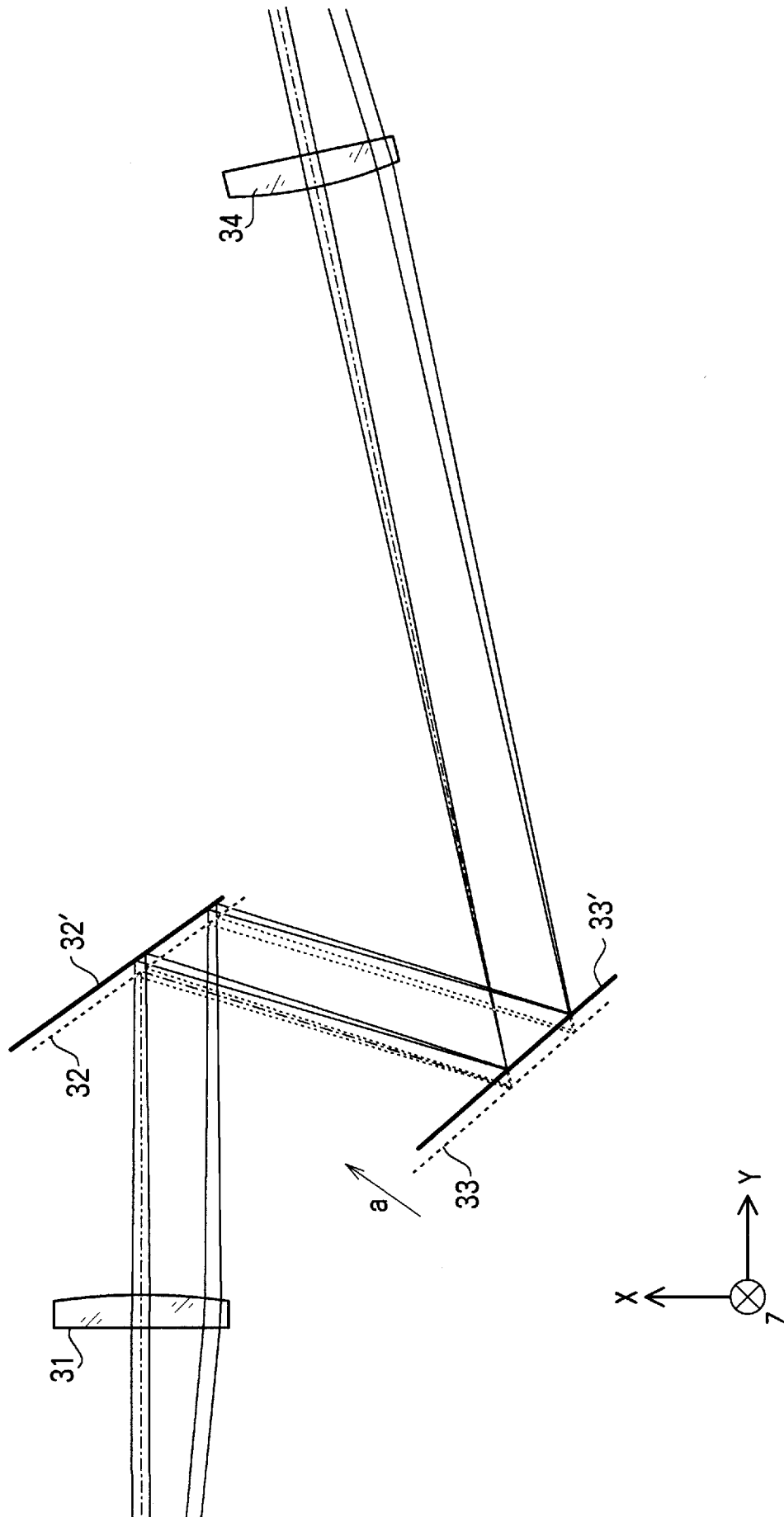
前記第二ミラーのミラー面の法線ベクトルが前記第一ミラーのミラー面の法線ベクトルと角度 α ($\alpha \neq 180 \times m$ 、ただし m は整数) (単位:deg)をなすように配置され、該第一ミラーからの入射光束を前記後群レンズに向けて折り返す第二ミラーと、
を有し、

前記保持部材は、前記第一ミラーのミラー面の法線ベクトルと角度($\omega - \alpha$) (単位:deg)をなす方向に直線的に可動する機構を有していることを特徴とする、走査光学装置。

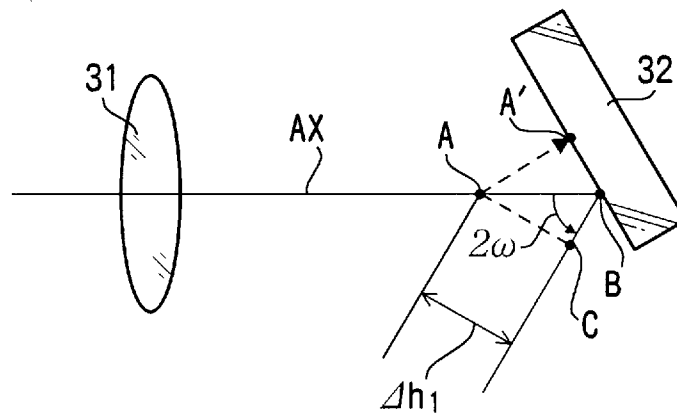
[図1]



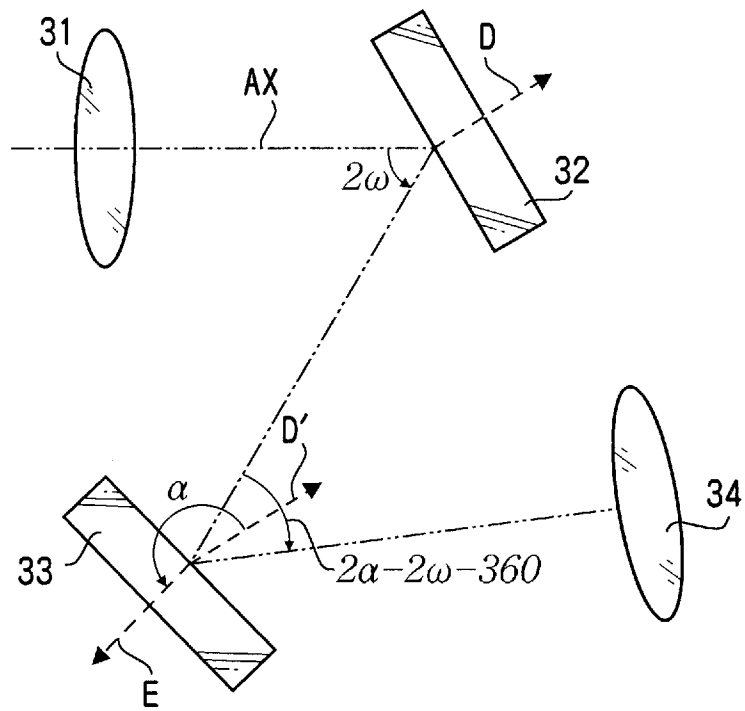
[図2]



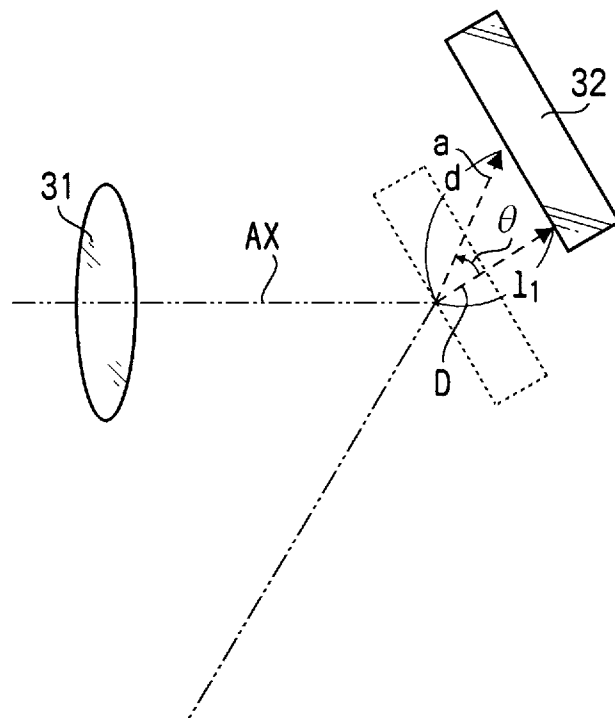
[図3]



[図4]



[図5]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2008/067452

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G02B26/10(2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G02B26/10-26/12

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2008
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2008	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2008

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2005-106894 A (Seiko Epson Corp.), 21 April, 2005 (21.04.05), Full text; all drawings & US 2005/0088512 A1	1-7
A	JP 11-196236 A (Canon Inc.), 21 July, 1999 (21.07.99), Full text; all drawings (Family: none)	1-7

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

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
 "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
 "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
 "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
 "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
 "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
 "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
 "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
18 December, 2008 (18.12.08)

Date of mailing of the international search report
06 January, 2009 (06.01.09)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. G02B26/10(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. G02B26/10-26/12

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2008年
日本国実用新案登録公報	1996-2008年
日本国登録実用新案公報	1994-2008年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	J P 2 0 0 5 - 1 0 6 8 9 4 A (セイコーエプソン株式会社) 2 0 0 5 . 0 4 . 2 1, 全文, 全図 & U S 2 0 0 5 / 0 0 8 8 5 1 2 A 1	1-7
A	J P 1 1 - 1 9 6 2 3 6 A (キヤノン株式会社) 1 9 9 9 . 0 7 . 2 1, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-7

C欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

18.12.2008

国際調査報告の発送日

06.01.2009

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

河原 正

2 X

9 0 1 7

電話番号 03-3581-1101 内線 3294