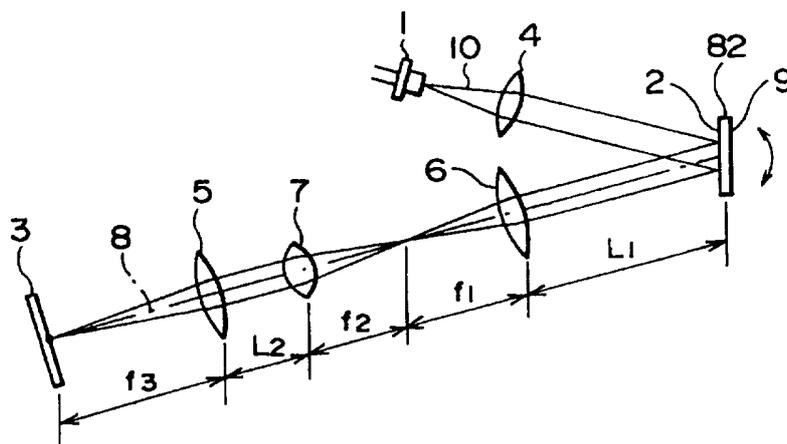




<p>(51) 国際特許分類6  <b>G02B 26/10</b></p>	<p><b>A1</b></p>	<p>(11) 国際公開番号  <b>WO97/21132</b></p> <p>(43) 国際公開日                  1997年6月12日(12.06.97)</p>
<p>(21) 国際出願番号 PCT/JP96/03538</p> <p>(22) 国際出願日 1996年12月3日(03.12.96)</p> <p>(30) 優先権データ                  特願平7/344629 1995年12月4日(04.12.95) JP</p> <p>(71) 出願人 (米国を除くすべての指定国について)                  株式会社 小松製作所(KOMATSU LTD.)(JP/JP)                  〒107 東京都港区赤坂二丁目3番6号 Tokyo, (JP)</p> <p>(72) 発明者；および                  (75) 発明者／出願人 (米国についてのみ)                  千葉貞一郎(CHIBA, Teiichiro)(JP/JP)                  〒254 神奈川県平塚市万田1200 株式会社 小松製作所                  研究所内 Kanagawa, (JP)</p> <p>(74) 代理人                  弁理士 橋爪良彦(HASHIZUME, Yoshihiko)                  〒107 東京都港区赤坂二丁目3番6号 小松ビル8階内 Tokyo, (JP)</p>		<p>(81) 指定国 CN, SG, US, 欧州特許 (DE, GB, IT).</p> <p>添付公開書類                  国際調査報告書</p>

(54)Title: **MIRROR ANGLE DETECTOR AND DETECTION METHOD**

(54)発明の名称 ミラー角度検出装置及び検出方法



(57) Abstract

A mirror angle detector and a detection method capable of detecting an angle of deviation of a movable mirror within a very small angle range used ordinarily, and reducing the size of optical machining tool. A first mirror (9) for reflecting a main laser beam (95) is formed on, or fitted to, one of the surfaces of the movable mirror (82) and a second mirror (2) for reflecting position detecting light (10) and guiding it to a position sensor (3) is formed on, or fitted to, the other surface. An imaging lens (5) is disposed in an optical path for propagating reflected light of position detecting light by the movable mirror, and the position sensor (3) for receiving outgoing light from the imaging lens is disposed at a focal point of this imaging lens on the image side. An optical system (6, 7) constituting an afocal system or an optical system (11, 12, 13) for extending the optical path while repeating reflection may be disposed in the optical path between the movable mirror and the imaging lens.

(57) 要約

通常使用する微小角度範囲での可動ミラーの角度偏差が検出でき、光加工機の小型化も可能なミラー角度検出装置及び検出方法である。このために、可動ミラー(82)の一つの面に主レーザ光(95)を反射する第1ミラー(9)を、他の面には位置検出用光(10)を反射して位置センサ(3)に導く第2ミラー(2)を形成又は取着する。この位置検出用光の可動ミラーによる反射光が伝搬する光路中に結像レンズ(5)を配設し、この結像レンズの像側焦点位置に結像レンズからの出射光を受光する位置センサ(3)を配設する。この可動ミラーと結像レンズ間の光路中には、アフォーカル系を構成する光学系(6、7)、または反射を繰り返しながら光路を延長する光学系(11、12、13)を配設してもよい。

情報としての用途のみ

PCTに基づいて公開される国際出願をパンフレット第一頁にPCT加盟国 司定するために使用されるコード

AL	アルバニア	EE	エストニア	LR	リベリ	RU	ロシア連邦
AM	アルメニア	ES	スペイン	LS	レソト	SD	スーダン
AT	オーストリア	FI	フィンランド	LT	リトアニア	SE	スウェーデン
AU	オーストラリア	FR	フランス	LU	ルクセンブルグ	SG	シンガポール
AZ	アゼルバイジャン	GA	ガボン	LV	ラトヴィア	SI	スロヴェニア
BB	バルバドス	GB	イギリス	MC	モナコ	SK	スロヴァキア共和国
BE	ベルギー	GE	グルジア	MD	モルドバ	SN	セネガル
BF	ブルキナ・ファソ	GH	ガーナ	MG	マダガスカル	SZ	スワジランド
BG	ブルガリア	GN	ギニア	MK	マケドニア	TD	チャード
BJ	ベナン	GR	ギリシャ	UA	ウクライナ	TG	トーゴ
BR	ブラジル	HU	ハンガリー	ML	マリ	TI	タジキスタン
BY	ベラルーシ	IE	アイルランド	MN	モンゴル	TM	トルクメニスタン
CA	カナダ	IS	アイスランド	MR	モーリタニア	TR	トルコ
CF	中央アフリカ共和国	IT	イタリア	MW	マラウイ	TT	トリニダード・トバゴ
CG	コンゴ	JP	日本	MX	メキシコ	UA	ウクライナ
CH	スイス	KE	ケニア	NE	ニジェール	UG	ウガンダ
CI	コート・ジボアール	KG	キルギスタン	NL	オランダ	US	米国
CM	カメルーン	KP	朝鮮民主主義人民共和国	NO	ノルウェー	UZ	ウズベキスタン共和国
CN	中国	KR	大韓民国	NZ	ニュージーランド	VN	ヴェトナム
CZ	チェッコ共和国	KZ	カザフスタン	PL	ポーランド	YU	ユーゴスラビア
DE	ドイツ	LI	リヒテンシュタイン	PT	ポルトガル		
DK	デンマーク	LK	スリランカ	RO	ルーマニア		

## 明 細 書

### ミラー角度検出装置及び検出方法

#### 技 術 分 野

本発明は、ガルバノメータ型オプティカルスキャナを使用して光ビームを走査し、加工する光加工機における可動ミラーの角度検出装置及び検出方法に関する。

#### 背 景 技 術

光ビームを走査し加工する光加工機には、例えば厚膜及び薄膜のトリミング装置、半導体パッケージ等の表面に絵柄や文字を刻印するレーザマーカ装置等がある。これらの装置は、高速に回転する可動ミラーに光ビームを入射し、その反射光を加工対象物の表面に照射して加工している。可動ミラーを回転させるアクチュエータとして、従来からガルバノメータ型オプティカルスキャナ（以下、ガルバノスキャナと言う）が使用されている。通常、ガルバノスキャナは位置検出センサを内蔵しているが、この位置検出センサの出力は温度ドリフトし易いので、周囲温度の変化によってガルバノスキャナの停止角度にドリフトが生じる。

この温度ドリフトの問題を解決するために、従来からガルバノスキャナの回転角度を補正する様々な提案がなされている。例えば、実開平 3-49522 号の公報には、図 11 及び図 12 に示されるような位置検出センサの補正手段を備えたレーザ光走査装置の一例が提案されている。図 11 及び図 12 は、それぞれ可動ミラーの角度補正手段を有するレーザ光走査装置の構成図及びその制御系を示すブロック図であり、以下これらの図面を参照して説明する。

ガルバノスキャナ 81 によって回動される可動ミラー 82 には加工のための主レーザ光 95 が所定角度（例えば 45°）で入射し、その反射光は f $\theta$  レンズ 84 を介して加工対象の試料面 85 上に集光される。なお、主レーザ光 95 は図示しないレーザ発振器からミラー 83 を介して、可動ミラー 82 に入射している。

また、位置検出用レーザ光 9 6 は半導体レーザ 8 6 から出射され、コリメートレンズ 8 7 によって平行光にされた後、主レーザ光 9 5 の入射角度とは異なる所定角度で可動ミラー 8 2 に入射する。可動ミラー 8 2 による反射光は、円柱レンズ 8 8 を介してラインセンサ 8 9 上に集光され、可動ミラー 8 2 が回転すると、集光位置はラインセンサ 8 9 の長手方向に移動する。ここで、ラインセンサ 8 9 は受光位置の光の強度を電気的な信号（例えば、電圧信号や電流信号）に変換して受光位置を検出するものであり、その受光位置に基づいて可動ミラー 8 2 の回転角度を検出している。

ラインセンサ 8 9 によって検出された集光位置情報は、図 1 2 に示すように偏差信号出力回路 9 0 に入力され、偏差信号出力回路 9 0 はこの位置情報に応じてアナログの偏差信号を D/A コンバータ 9 1 に出力する。D/A コンバータ 9 1 は、この偏差信号によって D/A 出力の基準電圧を変化させている。D/A コンバータ 9 1 は、図示しない外部装置等からのデジタル信号の位置指令を前記基準電圧に基づいてアナログ信号に変換し、そのアナログ位置指令をサーボアンプ 9 2 に出力する。また、サーボアンプ 9 2 にはガルバノスキャナ 8 1 に内蔵された位置検出センサ（図示せず）からの位置信号が入力されていて、サーボアンプ 9 2 は前記アナログ位置指令とこの位置検出センサからの位置信号とを比較し、その偏差がゼロになるようにガルバノスキャナ 8 1 の回転を制御する。さらに、温度制御アンプ 9 3 はガルバノスキャナ 8 1 の周囲に巻き付けられたシート状のヒータ（図示せず）の電流を制御して、ガルバノスキャナ 8 1 のヒータ温度を制御している。

かかる構成において、先ずガルバノスキャナ 8 1 の温度が一定になったとき、ガルバノスキャナ 8 1 を最大振幅にして、半導体レーザ 8 6 のレーザ光 9 6 を可動ミラー 8 2 に入射する。そして、この反射光がラインセンサ 8 9 の長さの中心に戻ってくるように、ラインセンサ 8 9 や半導体レーザ 8 6 等の位置を予め調整しておく。このとき、偏差信号出力回路 9 0 からの偏差信号はゼロにしているので、D/A コンバータ 9 1 は出力の基準電圧を補正しない。従って、D/A

コンバータ 9 1 は位置指令を補正せずに、そのままサーボアンプ 9 2 に出力する。

稼働中に、ガルバノスキャナ 8 1 の周囲温度や自身の発熱による温度変化が生じると、ガルバノスキャナ 8 1 に内蔵の位置センサの出力ゲインの温度ドリフトが発生する。これにより、ガルバノスキャナ 8 1 の最大振幅のときの可動ミラー 8 2 の振れ角度が変化するので、レーザ光 9 6 のラインセンサ 8 9 上での集光位置が変化する。ラインセンサ 8 9 からのこの位置情報の変化量に応じて、偏差信号出力回路 9 0 は偏差信号を D/A コンバータ 9 1 に出力し、D/A コンバータ 9 1 はこの偏差信号により出力の基準電圧を変化させる。これにより、D/A コンバータ 9 1 に入力されたデジタルの位置指令はこの偏差信号によりゲイン補正され、サーボアンプ 9 2 に出力されることになる。従って、サーボアンプ 9 2 は補正された位置指令でガルバノスキャナ 8 1 を駆動するので、可動ミラー 8 2 はゲインドリフトの影響を受けることなく回転され、主レーザ光 9 5 が正確に位置決めされる。

しかしながら、従来の可動ミラー 8 2 の角度補正手段によって補正を行うときは、通常使用している角度範囲と異なる補正のための所定角度（上記の例では、最大振幅）に可動ミラー 8 2 を駆動し、この角度でのラインセンサ 8 9 上の集光位置の偏差に基づいて位置指令の補正を行っている。このため、しばしば実加工作業を中断して補正作業を行わなければならない、光加工機の稼働効率が低下し、作業性が悪くなっている。

また、かかる補正手段によって通常使用するような微小角度での補正を行おうとすると、半導体レーザ 8 6 からのレーザ光 9 6 の反射光がラインセンサ 8 9 上に集光する位置の変化量は非常に小さくなる。このとき、ラインセンサ 8 9 の位置検出分解能では、この集光位置の微小の変化量を検出できない。よって、このような微小角度で可動ミラー 8 2 の角度補正を行おうとすると、半導体レーザ 8 6 から可動ミラー 8 2 を介してラインセンサ 8 9 までのレーザ光 9 6 の光路長を大きくする必要がある。

しかしながら、このためにはこれらの光学ユニット間の距離を長くしなければならず、これは光加工機の大きさの制約により実現が困難となっている。

### 発 明 の 開 示

本発明は、かかる従来の問題点に着目してなされたもので、通常使用する微小角度範囲での可動ミラーの角度偏差が検出できると共に、光加工機の小型化にも対応可能なミラー角度検出装置及び検出方法を提供することを目的としている。

本発明の第1は、主レーザ光を反射しながら回転して対象物を加工し、且つ位置検出用光を反射して回転角度を検出される可動ミラーと、この可動ミラーが反射した位置検出用光を受光することによってこの可動ミラーの回転角度を検出する位置センサとを有する光加工機のミラー角度検出装置において、前記可動ミラーの一つの面に主レーザ光を反射する第1ミラーを形成すると共に、この可動ミラーの他の面には位置検出用光を反射して位置センサに導く第2ミラーを形成又は取装着している。

かかる構成により、第2ミラーは位置検出用光を反射して位置センサに導き、この位置センサによって可動ミラーの回転角度が検出される。この第2ミラーは主レーザ光を反射する第1ミラーと異なった面に設けているので、第2ミラーの表面は出力パワーの大きい主レーザ光による発熱のために、歪み等の影響を受けることがない。よって、第2ミラーから反射した位置検出用光による可動ミラーの微小回転角度の検出が正確にできる。

本発明の第2は、主レーザ光を反射しながら回転して対象物を加工し、且つ位置検出用光を反射して回転角度を検出される可動ミラーと、この可動ミラーが反射した位置検出用光を受光することによってこの可動ミラーの回転角度を検出する位置センサとを有する光加工機のミラー角度検出装置において、前記位置検出用光の可動ミラーによる反射光が伝搬する光路中に配設された結像レンズと、この結像レンズの像側焦点位置に配設された位置センサとを備えている。

かかる構成により、位置検出用光は可動ミラーにより反射され、結像レンズを

介してその像側焦点位置に配設された位置センサ上に集光される。このとき、可動ミラーの微小回転角度 $\Delta\theta$ による位置センサ上での集光位置の移動量 $y$ は、結像レンズの焦点距離 $f$ によって増幅され、

$$y = f \times 2 \Delta\theta$$

で表される。よって、可動ミラーの微小回転角度 $\Delta\theta$ が位置センサの最小検出分解能より小さい場合でも、結像レンズの焦点距離 $f$ を所定値に設定することにより、位置センサ上での集光位置の移動量 $y$ を前記最小検出分解能より大きくできる。従って、通常使用している可動ミラーの微小角度範囲でミラー角度検出が可能となる。また、この結像レンズを可動ミラーによる反射光の光路中に配設するのみでよいため、光学ユニットもコンパクトになり、加工機の小型化に対応できる。

本発明の第3は、前記位置検出用光の可動ミラーによる反射光の伝搬する光路中で、且つこの可動ミラーと結像レンズとの間に、アフォーカル系を構成する光学系を配設している。

かかる構成により、位置検出用光は可動ミラーにより反射され、アフォーカル系を構成する光学系及び結像レンズを介してその像側焦点位置に配設された位置センサ上に集光される。これにより、結像レンズの焦点距離 $f$ はアフォーカル系を構成する光学系の焦点距離の比率によって増幅される。従って、この光学系の焦点距離の比率を所定の大きさに設定することにより、等価的に大きな焦点距離の結像レンズが得られ、位置センサ上での集光位置の移動量 $y$ を位置センサの最小検出分解能より大きくできる。この結果、通常使用している可動ミラーの微小角度範囲でミラー角度検出が可能となる。また、これらの結像レンズ及び光学系を光路中に配設するのみでよいため、光学ユニットもコンパクトになり、加工機の小型化に対応できる。

本発明の第4は、前記位置検出用光の可動ミラーによる反射光の伝搬する光路中で、且つこの可動ミラーと結像レンズとの間に、反射を繰り返しながら光路を延長する光学系を配設している。

かかる構成により、位置検出用光は可動ミラーにより反射され、反射を繰り返しながら光路を延長する光学系を介して位置センサ上に集光される。これによって、この光学系の光路を含む可動ミラーから位置センサまでの全光路長 $L$ は、可動ミラーから位置センサまでの物理的な寸法 $L_R$ に比して長くなる。このとき、可動ミラーの微小回転角度 $\Delta\theta$ による位置センサ上での集光位置の移動量 $y$ は、この光学系の光路を含む全光路長 $L$ によって増幅され、

$$y = L \times 2 \Delta\theta$$

で表される。よって、可動ミラーの微小回転角度 $\Delta\theta$ が位置センサの最小検出分解能より小さい場合でも、この反射を繰り返しながら光路を延長する光学系の光路を所定値に設定することにより、位置センサ上での集光位置の移動量 $y$ を前記最小検出分解能より大きくできる。従って、通常使用している可動ミラーの微小角度範囲でミラー角度検出が可能となる。また、反射を繰り返しながら光路を延長する光学系を可動ミラーによる反射光の光路中に配設するのみでよいため、光学ユニットもコンパクトになり、加工機の小型化に対応できる。

本発明の第5は、回転可能な可動ミラーによって主レーザ光を反射して対象物を加工すると共に、この可動ミラーが反射した位置検出用光を位置センサで受光することによってこの可動ミラーの回転角度を検出する光加工機のミラー角度検出方法において、前記可動ミラーの一つの面に形成した第1ミラーで主レーザ光を反射して加工し、この可動ミラーの他の面に形成又は取着した第2ミラーに位置検出用光を入射し、この第2ミラーの反射光を前記位置センサで受光している。

かかる構成により、第2ミラーが位置検出用光を反射して位置センサに導き、この位置センサによって可動ミラーの回転角度が検出される。よって、出力パワーの大きい主レーザ光による発熱のために第2ミラーの表面が歪み等の影響を受けることがなくなる。この結果、第2ミラーから反射した位置検出用光による可動ミラーの微小回転角度の検出が正確にできる。

本発明の第6は、回転可能な可動ミラーによって主レーザ光を反射して対象物

を加工すると共に、この可動ミラーが反射した位置検出用光を位置センサで受光することによってこの可動ミラーの回転角度を検出する光加工機のミラー角度検出方法において、前記位置検出用光の可動ミラーによる反射光を結像レンズに入射し、この結像レンズからの出射光を結像レンズの像側焦点位置に配設された位置センサで受光することにより、前記可動ミラーの回転角度の変移量を増幅して、前記位置センサ上の集光位置の移動量に変換している。

かかる構成により、位置検出用光は可動ミラーにより反射され、結像レンズを介してその像側焦点位置に配設された位置センサ上に集光される。このとき、可動ミラーの微小回転角度 $\Delta\theta$ による位置センサ上での集光位置の移動量 $y$ は、結像レンズの焦点距離 $f$ によって増幅され、

$$y = f \times 2 \Delta\theta$$

で表される。よって、可動ミラーの微小回転角度 $\Delta\theta$ が位置センサの最小検出分解能より小さい場合でも、結像レンズの焦点距離 $f$ を所定値に設定することにより、位置センサ上での集光位置の移動量 $y$ を前記最小検出分解能より大きくできる。したがって、通常使用している可動ミラーの微小角度範囲でミラー角度検出が可能となる。また、結像レンズを可動ミラーによる反射光の光路中に配設するのみでよいので、光学ユニットもコンパクトになり、加工機の小型化に対応できる。

本発明の第7は、前記位置検出用光の可動ミラーによる反射光をアフォーカル系を構成する光学系に入射し、このアフォーカル系を構成する光学系からの出射光を前記結像レンズに入射して、この結像レンズからの出射光を前記位置センサで受光している。

かかる構成により、位置検出用光は可動ミラーにより反射され、アフォーカル系を構成する光学系及び結像レンズを介してその像側焦点位置に配設された位置センサ上に集光される。これにより、結像レンズの焦点距離 $f$ はアフォーカル系を構成する光学系の焦点距離の比率によって増幅される。従って、この光学系の焦点距離の比率を所定の大きさに設定することにより、等価的に大きな焦点距離

の結像レンズが得られ、位置センサ上での集光位置の移動量  $y$  を位置センサの最小検出分解能より大きくできる。この結果、通常使用している可動ミラーの微小角度範囲でミラー角度検出が可能となる。また、これらの結像レンズ及び光学系を可動ミラーによる反射光の光路中に配設するのみでよいため、光学ユニットもコンパクトになり、加工機の小型化に対応できる。

本発明の第 8 は、前記位置検出用光の可動ミラーによる反射光を、反射を繰り返しながら光路を延長する光学系に入射し、この反射を繰り返しながら光路を延長する光学系からの出射光を前記結像レンズに入射して、この結像レンズからの出射光を前記位置センサで受光している。

かかる構成により、位置検出用光は可動ミラーにより反射され、反射を繰り返しながら光路を延長する光学系を介して位置センサ上に集光される。これによって、この光学系の光路を含む可動ミラーから位置センサまでの全光路長  $L$  は、可動ミラーから位置センサまでの物理的な寸法  $L_R$  に比して長くなる。このとき、可動ミラーの微小回転角度  $\Delta \theta$  による位置センサ上での集光位置の移動量  $y$  は、この光学系の光路を含む全光路長  $L$  によって増幅され、

$$y = L \times 2 \Delta \theta$$

で表される。よって、可動ミラーの微小回転角度  $\Delta \theta$  が位置センサの最小検出分解能より小さい場合でも、前記反射を繰り返しながら光路を延長する光学系の光路を所定値に設定することにより、位置センサ上での集光位置の移動量  $y$  を上記最小検出分解能より大きくできる。したがって、通常使用している可動ミラーの微小角度範囲でミラー角度検出が可能となる。また、反射を繰り返しながら光路を延長する光学系を可動ミラーによる反射光の光路中に配設するのみでよいので、光学ユニットもコンパクトになり、加工機の小型化に対応できる。

#### 図面の簡単な説明

図 1 は本発明に係るミラー角度検出装置及び検出方法の基本説明図である。

図 2 は図 1 におけるミラーでの反射角度の変化量の説明図である。

図 3 は図 1 における位置検出センサでの検出位置変位置量の説明図である。

図 4 は本発明に係る第 1 実施例のミラー角度検出装置の構成図である。

図 5 は図 4 における各レンズの作用の説明図である。

図 6 は図 4 における各レンズの作用を 1 枚のレンズに置き換えた場合の説明図である。

図 7 は図 6 における 1 枚のレンズの作用の説明図である。

図 8 は本発明に係る第 2 実施例のミラー角度検出装置の構成図である。

図 9 は本発明に係る第 3 実施例のミラー角度検出装置の構成図である。

図 10 は本発明に係る第 4 実施例のミラー角度検出装置の構成図である。

図 11 は従来技術の可動ミラーの角度補正手段を有するレーザ光走査装置の構成図である。

図 12 は図 11 の可動ミラーの角度補正手段の制御系を示すブロック図である。

### 発明を実施するための最良の形態

本発明に係るミラー角度検出装置及び方法の実施例を、図面を参照して説明する。

まず、図 1～図 3 に基づいて本発明の解決手段の基本的な考え方を説明する。図 1 は、この基本的考え方を説明する構成図である。加工用の主レーザ光 9 5 は図示しないレーザ発振器によって発振され、可動ミラー 8 2 の一つの面に形成された第 1 ミラー 9 によって反射されて、加工対象物に照射される。可動ミラー 8 2 は、図示しない制御装置及びサーボアンプを介して角度指令を受けるガルバノスキャナにより回転駆動されている。また、光源 1 は位置検出用光 1 0 を出射するものであり、例えば半導体レーザや発光ダイオード等で構成される。これらの光源の出射光が多少の広がり角を有しているので、コリメータレンズ 4 を介して平行光にしている。この平行光は、可動ミラー 8 2 の第 1 ミラー 9 と異なる他の面に形成又は取着された第 2 ミラー 2 に入射され、第 2 ミラー 2 による反射光は結像レンズ 5 によって位置センサ 3 上に集光される。なお、第 2 ミラー 2 を主レ

ーザ光を反射する第1ミラー9と異なった面に設けるのは、出力パワーの大きい主レーザ光95による発熱のために第2ミラー2の表面が歪み等の影響を受けることがないようにするためである。これにより、第2ミラー2の反射光による可動ミラー82の微小角度の検出が正確にできる。

位置センサ3は受光位置の光の強度によって位置が検出でき、例えばCCD (Charge-Coupled Device)やPSD (Position Sensing Detector)等で構成される位置センサである。ここで、可動ミラー82から位置センサ3までの光路長をLとする。

なお、図1では、コリメータレンズ4で平行光にした後、結像レンズ5によって集光させているが、コリメータレンズ4によって平行光にせず、結像レンズ5によって位置センサ3上に直接集光させることも考えられる。

いま、図2のように可動ミラー82が回転角度 $\Delta\theta$ だけ回転したとすると、可動ミラー82による反射光の方向は、この回転角度 $\Delta\theta$ と同じ方向に $2\Delta\theta$ だけ回転する。このとき、位置センサ3上の集光位置は、光路長はLだから、略

$$L \times 2 \Delta \theta$$

で表される距離だけ移動する。但し、ここでは、結像レンズ5と位置センサ3との距離(結像レンズ5の焦点距離) $f$ が光路長Lに比べて小さいとする。これによって、位置センサ3ではこの移動距離から可動ミラー82の回転角度 $\Delta\theta$ が検出される。しかしながら、この角度 $\Delta\theta$ が微小角度であるときには、位置センサ3上の集光位置の移動距離が位置センサ3の最小検出分解能より小さくなる場合が生じる。このときは、位置センサ3上でこの集光位置の移動距離を検出できない。

このような問題点を解決する方法として、位置センサ3上での集光位置の移動距離が  $L \times 2 \Delta \theta$  で表されることから、次のような二つの基本的な考え方がある。

- (1) 回転角度 $\Delta\theta$ に掛かる係数を大きくする、即ち角度を増幅する。

なお、ここでの係数は、可動ミラー82での反射光の微小回転角度を増幅する

係数である。図1では、この係数は"2"で固定である。

(2) 光路長Lを大きくする。

図1において、単純に光路長Lを大きくすると、それに伴って光学ユニットの距離が長くなってしまうので、加工機全体が大型になり実用的でなくなる。

次に、以上の考え方を基本にして、回転角度 $\Delta\theta$ に掛かる係数を大きくした第1実施例を詳細に説明する。

図4では、図1と同じ構成には同じ符号を付けて、説明を省略する。コリメータレンズ4により平行光にされた位置検出用光10は可動ミラー82の第2ミラー2により反射し、第2ミラー2の反射光は可動ミラー82から光路 $L_1$ の距離にある第1レンズ6に入射する。第1レンズ6の出射光は、第2レンズ7及び結像レンズ5を介して位置センサ3上に集光される。第1レンズ6は焦点距離 $f_1$ を有し、また第2レンズ7は焦点距離 $f_2$ を有していて、それぞれのレンズは第1レンズ6の像側焦点と第2レンズ7の物体側焦点とが一致するように配設されている。また、結像レンズ5は焦点距離 $f_3$ を有し、結像レンズ5の像側焦点が位置センサ3の検出面と光軸8との交点に一致するように、結像レンズ5が配設されている。

このような構成における各レンズ6, 7, 5の作用を、図5に基づいて説明する。図5は第1レンズ6、第2レンズ7及び結像レンズ5の組み合わせレンズを詳細に記述している。同図において、各レンズ6, 7, 5と光軸8との交点をそれぞれD、G、Kとし、第1レンズ6の像側焦点(第2レンズ7の物体側焦点)の位置をB、結像レンズ5の像側焦点(位置センサ3の検出面)をCとする。また、第1レンズ6に入射する平行光の片側最大広がり幅を $h_1$ 、第1レンズ6における交点Dから広がり幅 $h_1$ の距離にある点をE、第1レンズ6からの出射光が焦点Bを通過して第2レンズ7に入射したときの点Gから片側最大広がり幅 $h_2$ の距離にある点をI、そして第2レンズ7から出射した平行光が結像レンズ5に入射したときの点Kから片側最大広がり幅 $h_2$ の距離にある点をMとする。さら

に、点Cと点Mを結ぶ線を結像レンズ5の入射側に延長し、この線と第1レンズ6の点Eから光軸8に平行に延長した線との交点をJとし、点Jから線分EDに平行に引いた線と光軸8との交点をAとする。

このとき、三角形DEBと三角形GIBは相似なので、式

$$f_1 / h_1 = f_2 / h_2$$

が成立し、また三角形AJCと三角形KMCは相似なので、式

$$f_4 / h_1 = f_3 / h_2$$

が成立する。よって、これらから式

$$f_4 = (f_1 / f_2) \times f_3$$

が成立する。この $f_4$ は、第1レンズ6、第2レンズ7及び結像レンズ5の組み合わせレンズの焦点距離を表している。したがって、図4の構成は、図6のように焦点距離 $f_4$ を有する1枚の結像レンズ5aを使用した構成に置き換えることができる。

図7は、この1枚の結像レンズ5aによる可動ミラー82の回転角度の増幅作用を説明している。いま、可動ミラー82によって反射した平行光が結像レンズ5aに入射し、その結像レンズ5aからの出射光が焦点距離 $f_4$ と一致する位置にある位置センサ3上の点 $C_1$ に集光されているものとする。ここで、可動ミラー82が $\Delta\theta$ だけ回転したとき、位置センサ3上での集光位置 $C_2$ の点 $C_1$ からの移動距離 $y$ は、式

$$y = f_4 \times \tan(2 \Delta\theta)$$

で表されることは良く知られている。回転角度 $\Delta\theta$ が微小角度のときは

$$\tan(2 \Delta\theta) = 2 \Delta\theta$$

で表されることより、前記移動距離 $y$ は式

$$y = f_4 \times 2 \Delta\theta$$

で表され、回転角度 $\Delta\theta$ に掛かる係数を組み合わせレンズの焦点距離 $f_4$ によって大きくすることが可能となる。

前述の式

$$f_4 = (f_1 / f_2) \times f_3$$

より、第1レンズ6及び第2レンズ7の焦点距離の比 $f_1 / f_2$ を所定の大きさに設定することによって、組み合わせレンズの焦点距離 $f_4$ を所定値に設定可能である。しかも、この焦点距離 $f_4$ は前記のように焦点距離の比 $f_1 / f_2$ を結像レンズ5の焦点距離 $f_3$ にかけた値として求められるので、焦点距離 $f_4$ に相当するような焦点距離を有する一枚の結像レンズ5aで構成するよりも物理的な寸法を小さくできる。従って、このような組み合わせレンズを使用し、等価的に焦点距離の大きなレンズによって回転角度 $\Delta\theta$ を増幅できると共に、加工機全体の小型化にも対応が可能となる。

これまで説明したように、第1レンズ6と第2レンズ7の組み合わせは光軸8に平行な入射光を光軸8に平行に出射しているが、このような光学系をアフォーカル系(Aforcal System)を構成する光学系と呼んでいる。本実施例のように、組み合わせレンズにより等価的に焦点距離の大きなレンズを構成することは、一般的にアフォーカル系を構成する光学系によって実現可能となる。すなわち、可動ミラー82と結像レンズ5との間にこのアフォーカル系を構成する光学系を配設し、アフォーカル系を構成する光学系に平行光を入射し、そのアフォーカル系を構成する光学系からの出射光を結像レンズ5に入射して位置センサ3に集光するようにする。そして、アフォーカル系を構成する光学系の焦点距離の比率を所定値に設定することによって、前述同様に所定の焦点距離の等価的な結像レンズ5aが得られる。この結果、同様に可動ミラー82の回転角度 $\Delta\theta$ を増幅できると共に、加工機全体の小型化にも対応が可能となる。

次に、光路長Lを大きくする第2実施例を図8により詳細に説明する。なお、第1実施例と同じ構成には同符号を付して説明を省略する。本実施例では、可動ミラー82と結像レンズ5との間で、且つ可動ミラー82からの反射光が伝搬する光路中に、プリズム11を配設している。プリズム11に入射した平行光はプリズム11内で所定回数の反射を繰り返した後、反対側から出射して結像レンズ

5に入射し、位置センサ3上に集光される。

本実施例においてプリズム11は、反射を繰り返しながら光路を延長する光学系として使用している。これによって、この光学系の光路を含む可動ミラー82から位置センサ3までの全光路長Lは、可動ミラーから82位置センサ3までの物理的な寸法L<sub>R</sub>に比して長くなる。前述のように、可動ミラー82が微小角度Δθだけ回転したとき、位置センサ3上での集光位置の移動距離yは、

$$y = L \times 2 \Delta \theta$$

となるので、実際の反射光の光路長Lを大きくすることによってこの集光位置の移動距離yを増幅することが可能となる。この結果、集光位置を位置センサ3の最小検出分解能より大きく移動させることができ、微小回転角度Δθの検出が容易になると共に、加工機全体の小型化にも対応できる。

次に、三角プリズム12を使用して光路長Lを延長する第3実施例を、図9により詳細に説明する。なお、第1-2実施例と同じ構成には同符号を付して説明を省略する。本実施例では、可動ミラー82からの反射光の光路中に2個の三角プリズム12、12を配設しており、第1の三角プリズム12の直角面で入射光を受けてこの反射光を出射し、第2の三角プリズム12に導くようにしている。第2の三角プリズム12の出射光は、結像レンズ5を介して位置センサ3上に集光されている。なお、三角プリズム12の個数は図9のように2個に限定されず、少なくとも1個以上であればよい。このように本実施例では、2個の三角プリズム12、12は反射を繰り返しながら光路を延長する光学系として使用されている。

この光学系の光路を含む可動ミラー82から位置センサ3までの全光路長Lは、可動ミラーから82位置センサ3までの物理的な寸法L<sub>R</sub>に比して長くなる。これによって、前述同様に可動ミラー82が微小角度Δθだけ回転したときでも、位置センサ3上での集光位置の移動距離yを増幅することが可能となり、集光位置を位置センサ3の最小検出分解能より大きく移動させることができる。この

結果、可動ミラー82の微小回転角度 $\Delta\theta$ の検出が容易になると共に、加工機全体の小型化にも対応できる。

次に、固定ミラー13を使用して光路長Lを延長する第4実施例を、図10により詳細に説明する。なお、第1-3実施例と同じ構成には同符号を付して説明を省略する。本実施例では、可動ミラー82からの反射光の光路中に2個の固定ミラー13, 13を配設しており、第1の固定ミラー13の反射面で入射光を反射し、第2の固定ミラー13に導くようにしている。第2の固定ミラー13の反射光は結像レンズ5を介して位置センサ3上に集光されている。なお、固定ミラー13の個数は図10のように2個に限定されず、少なくとも1個以上であればよい。本実施例でも、2個の固定ミラー13, 13は反射を繰り返しながら光路を延長する光学系として使用されている。

この光学系の光路を含む可動ミラー82から位置センサ3までの全光路長Lは、可動ミラーから82位置センサ3までの物理的な寸法 $L_R$ に比して長くなる。これによって、前述同様に可動ミラー82が微小角度 $\Delta\theta$ だけ回転したときでも、位置センサ3上での集光位置の移動距離yを増幅することが可能となり、集光位置を位置センサ3の最小検出分解能より大きく移動させることができる。この結果、可動ミラー82の微小回転角度 $\Delta\theta$ の検出が容易になると共に、加工機全体の小型化にも対応できる。

#### 産業上の利用可能性

本発明は、ガルバノスキャナを使用して光ビームを走査する光加工機において、通常使用する微小角度範囲での可動ミラーの角度偏差が検出できると共に、光加工機の小型化にも対応可能なミラー角度検出装置及び検出方法として有用である。

## 請求の範囲

1. 主レーザー光(95)を反射しながら回転して対象物を加工し、且つ位置検出用光(10)を反射して回転角度を検出される可動ミラー(82)と、この可動ミラーが反射した位置検出用光を受光することによってこの可動ミラーの回転角度を検出する位置センサ(3)とを有する光加工機のミラー角度検出装置において、

前記可動ミラー(82)の一つの面に前記主レーザー光(95)を反射する第1ミラー(9)を形成すると共に、この可動ミラーの他の面には前記位置検出用光(10)を反射して前記位置センサ(3)に導く第2ミラー(2)を形成又は取着したことを特徴とするミラー角度検出装置。

2. 主レーザー光(95)を反射しながら回転して対象物を加工し、且つ位置検出用光(10)を反射して回転角度を検出される可動ミラー(82)と、この可動ミラーが反射した位置検出用光を受光することによってこの可動ミラーの回転角度を検出する位置センサ(3)とを有する光加工機のミラー角度検出装置において、

前記位置検出用光(10)の可動ミラー(82)による反射光が伝搬する光路中に配設された結像レンズ(5)と、この結像レンズの像側焦点位置に配設された位置センサ(3)とを備えたことを特徴とするミラー角度検出装置。

3. 前記位置検出用光(10)の可動ミラー(82)による反射光の伝搬する光路中で、且つこの可動ミラーと前記結像レンズ(5)との間に、アフォーカル系を構成する光学系(6, 7)を配設したことを特徴とする請求の範囲2記載のミラー角度検出装置。

4. 前記位置検出用光(10)の可動ミラー(82)による反射光の伝搬する光路中で、且つこの可動ミラーと前記結像レンズ(5)との間に、反射を繰り返しながら光路を延長する光学系(11, 12, 13)を配設したことを特徴とする請求の範囲2記載のミラー角度検出装置。

5. 回転可能な可動ミラー(82)によって主レーザ光(95)を反射して対象物を加工すると共に、この可動ミラーが反射した位置検出用光(10)を位置センサ(3)で受光することによってこの可動ミラーの回転角度を検出する光加工機のミラー角度検出方法において、

前記可動ミラー(82)の一つの面に形成した第1ミラー(9)で前記主レーザ光(95)を反射して加工し、この可動ミラーの他の面に形成又は取着した第2ミラー(2)に前記位置検出用光(10)を入射し、この第2ミラーの反射光を前記位置センサ(3)で受光することを特徴とするミラー角度検出方法。

6. 回転可能な可動ミラー(82)によって主レーザ光(95)を反射して対象物を加工すると共に、この可動ミラーが反射した位置検出用光(10)を位置センサ(3)で受光することによってこの可動ミラーの回転角度を検出する光加工機のミラー角度検出方法において、

前記位置検出用光(10)の可動ミラー(82)による反射光を、結像レンズ(5)に入射して、この結像レンズからの出射光をこの結像レンズの像側焦点位置に配設された前記位置センサ(3)で受光することにより、前記可動ミラーの回転角度の変移量を増幅して、この位置センサ上の集光位置の移動量に変換することを特徴とするミラー角度検出方法。

7. 前記位置検出用光(10)の可動ミラー(82)による反射光をアフォーカル系を構成する光学系(6,7)に入射し、このアフォーカル系を構成する光学系からの出射光を前記結像レンズ(5)に入射して、この結像レンズからの出射光を前記位置センサ(3)で受光することを特徴とする請求の範囲6記載のミラー角度検出方法。

8. 前記位置検出用光(10)の可動ミラー(82)による反射光を、反射を繰り返しながら光路を延長する光学系(11, 12, 13)に入射し、この反射を繰り返しながら光路を延長する光学系からの出射光を前記結像レンズ(5)に入射して、この結像レンズからの出射光を前記位置センサで受光することを特徴とする請求の範囲6記載のミラー角度検出方法。

FIG. 1

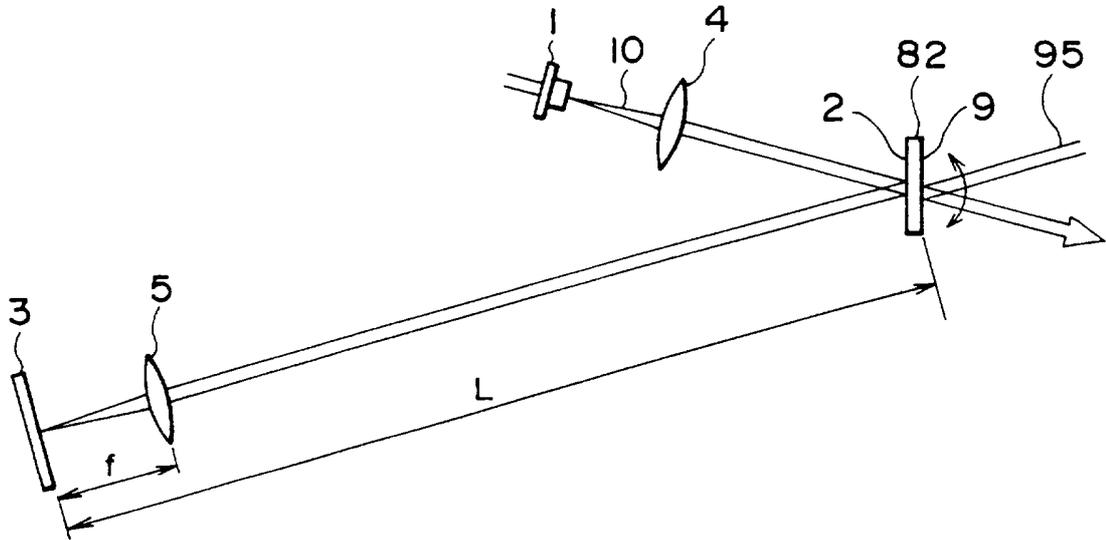


FIG. 2

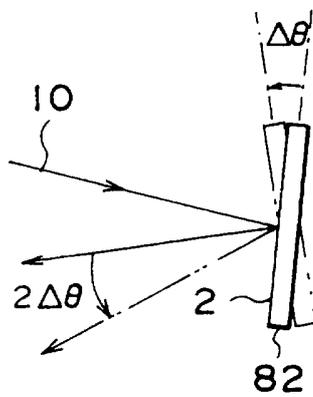


FIG. 3

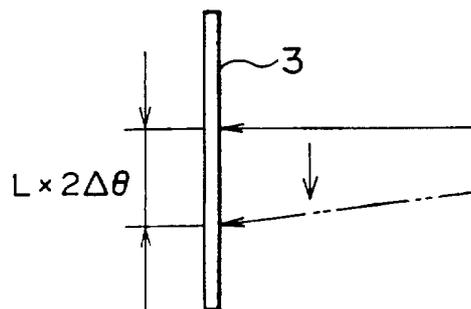


FIG. 4

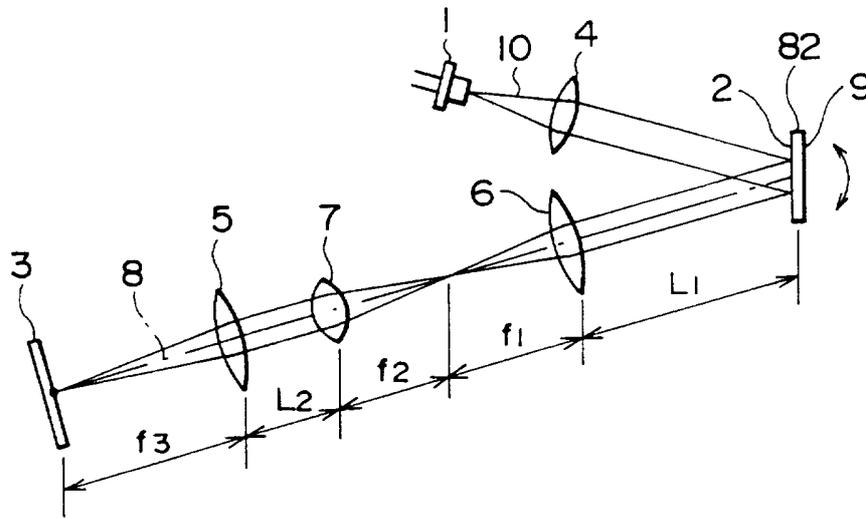


FIG. 5

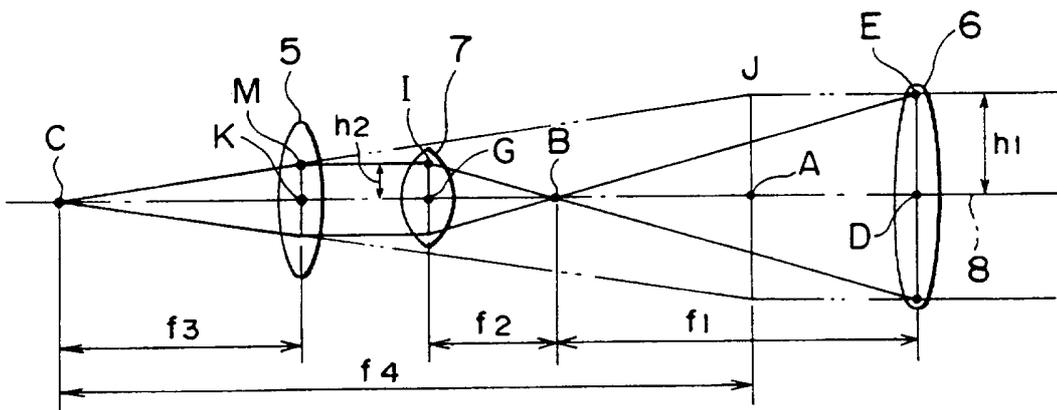


FIG. 6

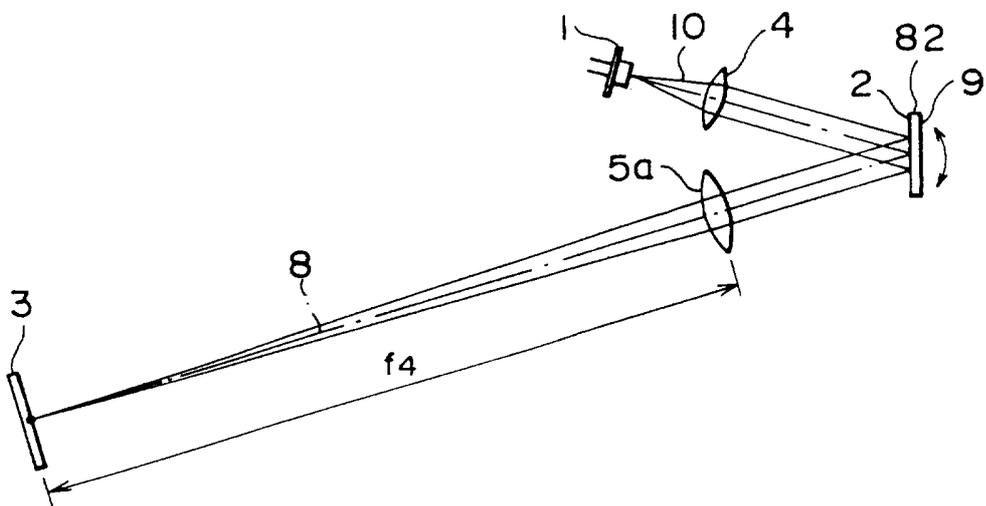


FIG. 7

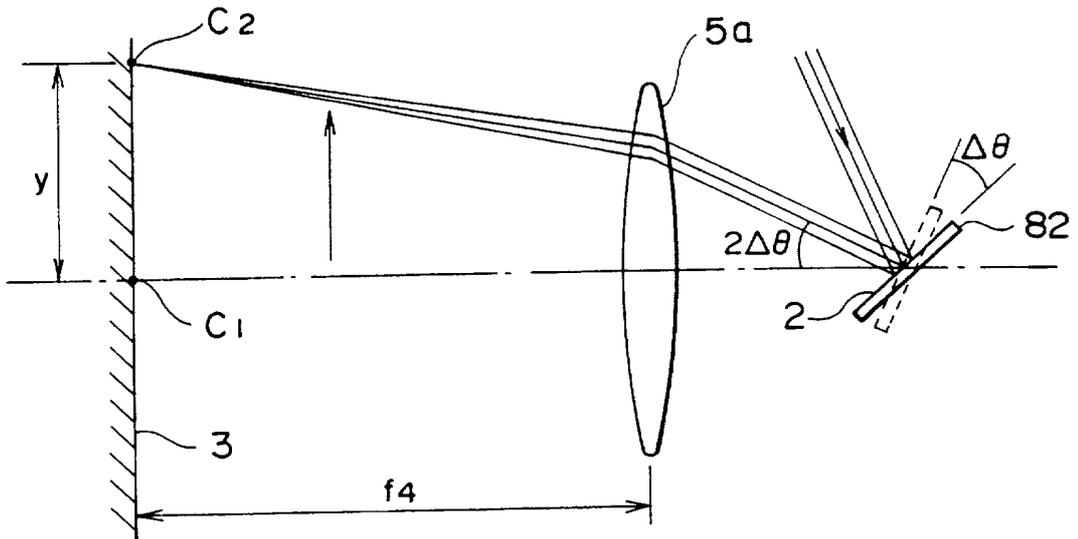


FIG. 8

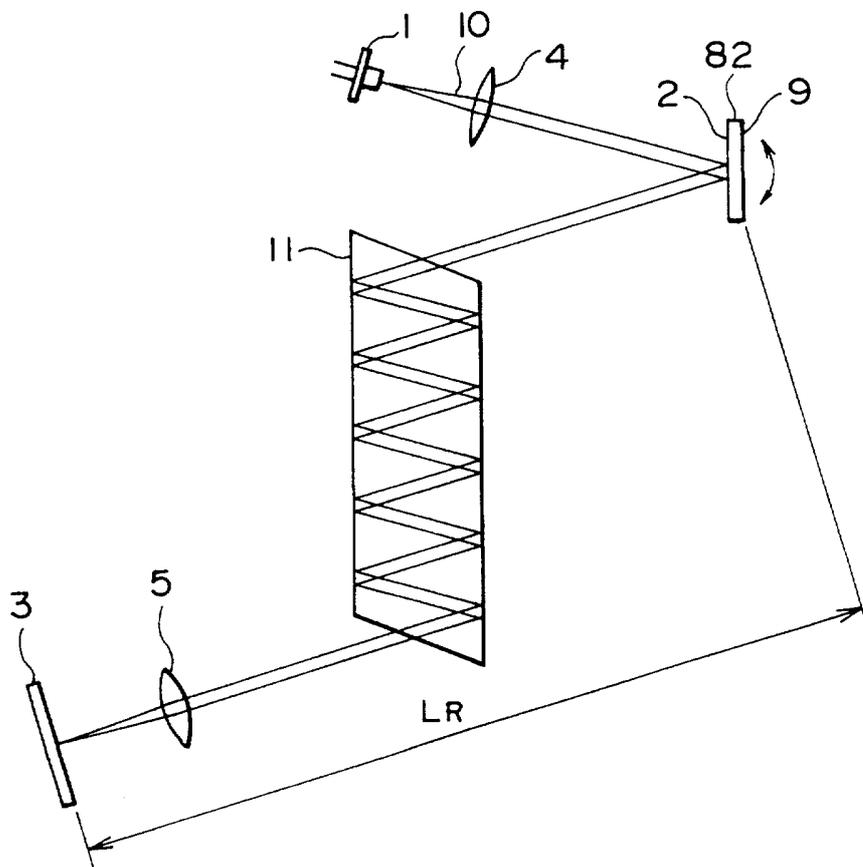


FIG. 9

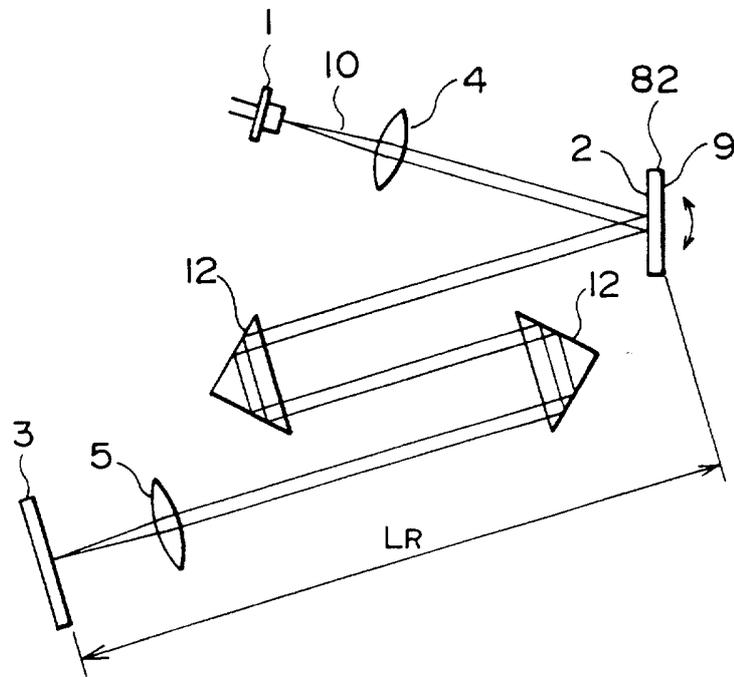


FIG. 10

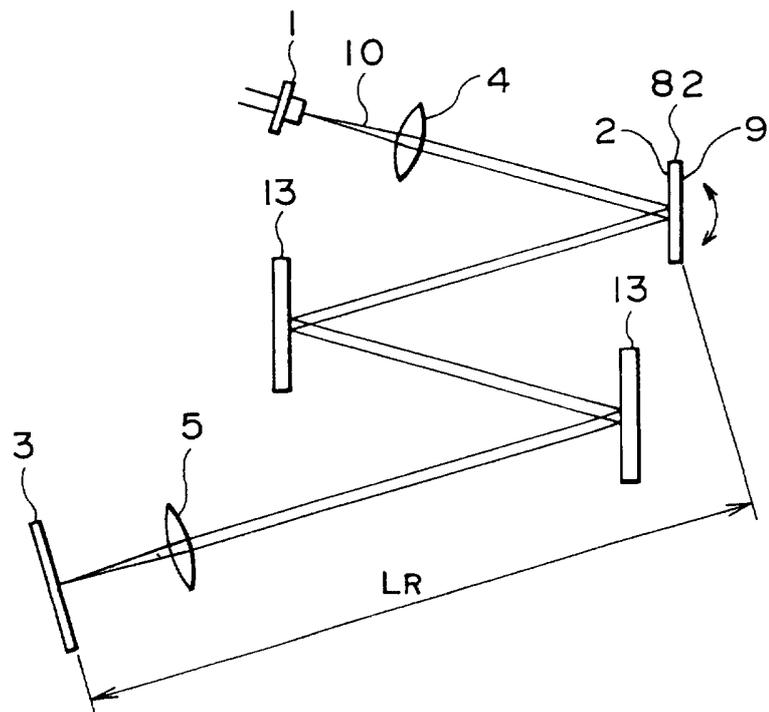


FIG. 11 従来技術

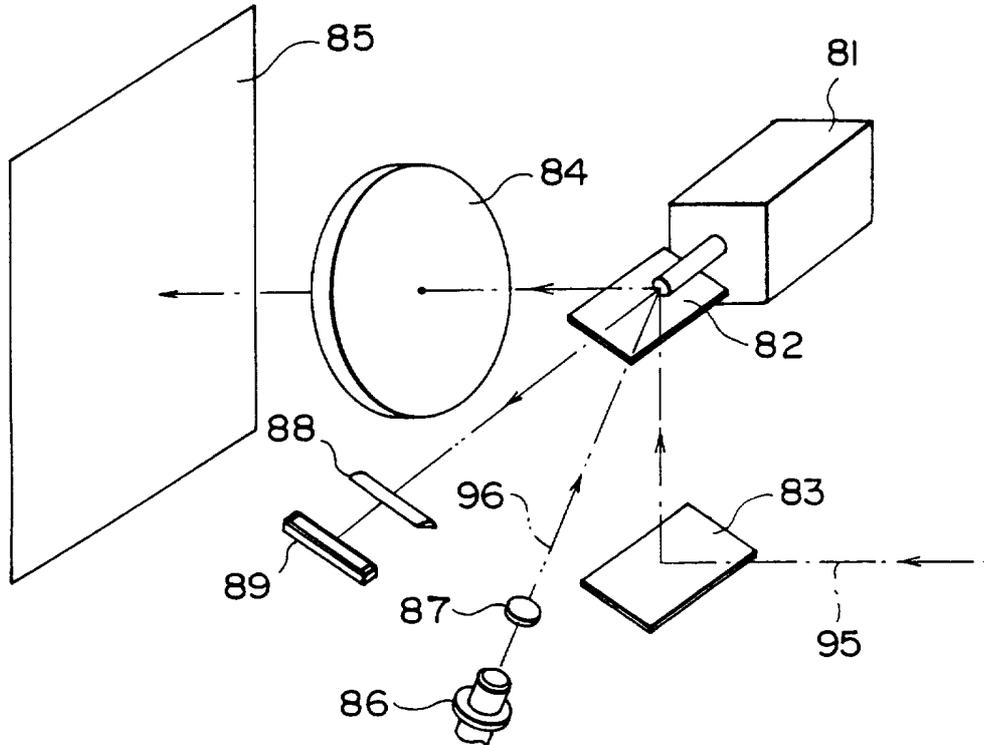
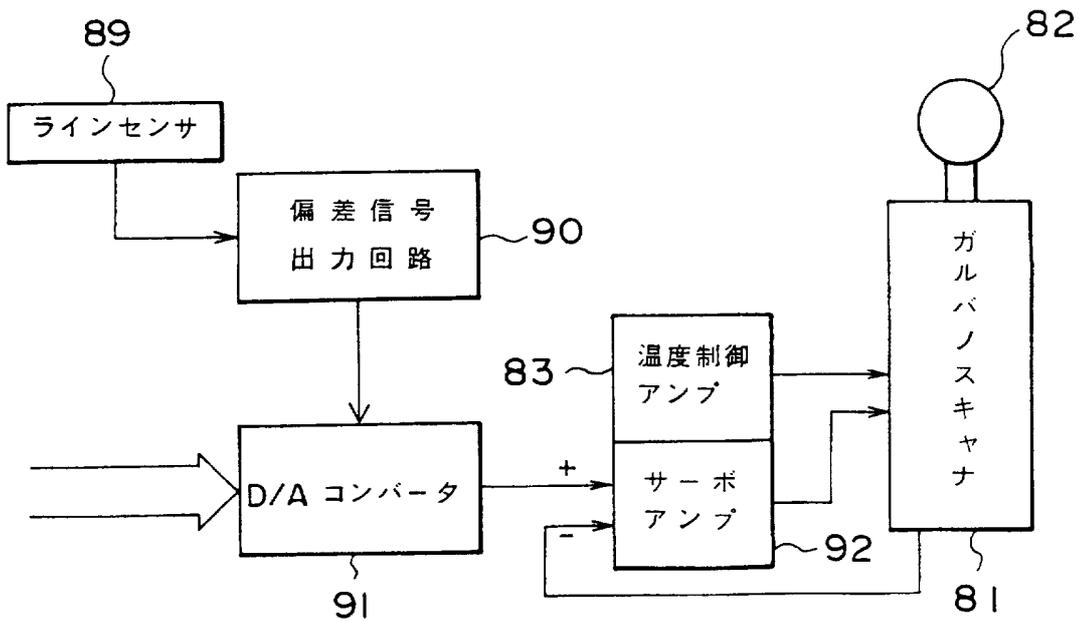


FIG. 12 従来技術



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP96/03538

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl<sup>6</sup> G02B26/10

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)

Int. Cl<sup>6</sup> G02B26/10, G01B11/00

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

Jitsuyo Shinan Koho	1926 - 1995
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971 - 1995

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.
Y A	Microfilm of the specification and drawings annexed to the written application of Japanese Utility Model Application No. 110785/1989 (Laid-open No. 49522/1991) (NEC Corp.), May 15, 1991 (15. 05. 91), Page 1, line 16 to page 2, line 2; page 4, lines 9 to 18; Fig. 1 (Family: none)	1-3, 5-7 4, 8
Y A	JP, 6-289305, A (Olympus Optical Co., Ltd.), October 18, 1994 (18. 10. 94), Page 3, right column, lines 15 to 30; Fig. 2 (Family: none)	1, 5 4, 8
Y A	JP, 2-7001, B2 (Hitachi, Ltd.), February 15, 1990 (15. 02. 90), Page 2, left column, lines 23 to 25; page 3, left column, lines 8 to 30; Fig. 4 (Family: none)	2, 3, 6, 7 4, 8
A	JP, 52-113750, A (Canon Inc.), September 24, 1977 (24. 09. 77),	4, 8

 Further documents are listed in the continuation of Box C.
  See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier document but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search February 18, 1997 (18. 02. 97)	Date of mailing of the international search report March 4, 1997 (04. 03. 97)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office Facsimile No.	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP96/03538

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
	<p>Page 3, upper left column, line 10 to lower right column, line 16; Figs. 6, 10 &amp; US, 4130339, A</p>	

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>6</sup> G02B26/10

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>6</sup> G02B26/10, G01B11/00

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 1926-1995年  
日本国公開実用新案公報 1971-1995年

国際調査で使用了電子データベース (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
Y A	日本国実用新案登録出願1-110785号 (日本国実用新案登録出願公開3-49522号) の願書に添付された明細書及び図面のマイクロフィルム (日本電気株式会社) 15. 5月. 1991 (15. 05. 91) 第1頁第16行~第2頁第2行, 第4頁第9~18行, 第1図 (ファミリーなし)	1-3, 5-7 4, 8
Y A	J P, 6-289305, A (オリンパス光学工業株式会社) 18. 10月. 1994 (18. 10. 94) 第3頁右欄第15~30行, 第2図 (ファミリーなし)	1, 5 4, 8
Y A	J P, 2-7001, B2 (株式会社日立製作所) 15. 2月. 1990 (15. 02. 90) 第2頁左欄第23~25行, 第3頁左欄第8~30行, 第4図 (ファミリーなし)	2, 3, 6, 7 4, 8

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」 先行文献ではあるが、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つ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つて、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つて、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. 02. 97

国際調査報告の発送日  
04.03.97

国際調査機関の名称及びあて先  
日本国特許庁 (ISA/JP)  
郵便番号100  
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)  
津田 俊明   
2K 9412  
電話番号 03-3581-1101 内線 3255

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP, 52-113750, A (キャノン株式会社) 24. 9月. 1977 (24. 09. 77) 第3頁左上欄第10行~同ページ右下欄第16行, 第6図, 第10図 &US, 4130339, A	4, 8