

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5070719号
(P5070719)

(45) 発行日 平成24年11月14日(2012.11.14)

(24) 登録日 平成24年8月31日(2012.8.31)

(51) Int. Cl. F I
B 2 3 K 26/04 (2006.01) B 2 3 K 26/04 C
B 2 3 K 26/20 (2006.01) B 2 3 K 26/20 3 1 0 A

請求項の数 3 (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2006-81563 (P2006-81563)	(73) 特許権者	000003997
(22) 出願日	平成18年3月23日(2006.3.23)		日産自動車株式会社
(65) 公開番号	特開2007-253200 (P2007-253200A)		神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地
(43) 公開日	平成19年10月4日(2007.10.4)	(74) 代理人	100072349
審査請求日	平成21年2月4日(2009.2.4)		弁理士 八田 幹雄
		(74) 代理人	100110995
			弁理士 奈良 泰男
		(74) 代理人	100114649
			弁理士 宇谷 勝幸
		(72) 発明者	坂本 剛
			神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産自動車株式会社内
		(72) 発明者	岡田 和也
			神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産自動車株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 レーザ溶接装置およびレーザ焦点位置調整方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

レーザ光を発生させるレーザ発振器と、
 前記レーザ発振器から導かれた前記レーザ光の進行方向下流側に位置するコリメートレンズと、

前記コリメートレンズよりも前記レーザ光の進行方向下流側に位置し、前記レーザ光の焦点距離を調節する集光距離可変用レンズと、

少なくとも2本の可視光パイロットレーザ光が前記レーザ光の光束の外周を通過するように前記可視光パイロットレーザ光を出力するパイロットレーザ光源と、を有し、

前記可視光パイロットレーザ光は、前記コリメートレンズを通過せず、かつ、前記焦点距離可変用レンズより前から前記コリメートレンズを通過した前記レーザ光の光束の外周を通過するように入射させること特徴とするレーザ溶接装置。

【請求項 2】

前記少なくとも2本パイロットレーザ光の色が互いに異なること特徴とする請求項 1 に記載のレーザ溶接装置。

【請求項 3】

請求項 1 または 2 に記載のレーザ溶接装置を用いた焦点位置調整方法であって、

前記少なくとも2本の可視光パイロットレーザ光を照射しつつ、前記少なくとも2本の可視光パイロットレーザ光が一つになるように前記集光距離可変用レンズによって焦点距離を調整すること特徴とするレーザ焦点位置調整方法。

10

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、レーザ溶接装置およびレーザ焦点位置調整方法に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、ロボットを利用した溶接にもレーザ溶接が用いられるようになってきている。このような溶接技術として、ロボットアーム（マニピレータ）の先端にレーザ光を照射するためのレーザ照射装置を取り付け、ロボットアーム移動させつつ、さらにレーザ照射装置からのレーザ光照射方向をも変えることで、レーザ光を移動させながらあらかじめ決められた溶接点を溶接する技術がある（たとえば特許文献1参照）。このような溶接をワークとレーザ照射装置の間がこれまでよりも離れていることからリモート溶接と称されている。

10

【特許文献1】特開2005-177862号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

ところで、このようなりモート溶接においては、ワークとレーザ照射装置の間が離れているため、レーザ光の合焦位置を見つけづらいという問題があった。

【0004】

20

そこで本発明の目的は、レーザ光の合焦位置を容易に見つけられるようにしたレーザ照射装置およびレーザ焦点位置調整方法を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0005】

上記目的達成するための本発明は、レーザ光を発生させるレーザ発振器と、前記レーザ発振器から導かれた前記レーザ光の進行方向下流側に位置するコリメートレンズと、前記コリメートレンズよりも前記レーザ光の進行方向下流側に位置し、前記レーザ光の焦点距離を調節する集光距離可変用レンズと、少なくとも2本の可視光パイロットレーザ光が前記レーザ光の光束の外周を通過するように前記可視光パイロットレーザ光を出力するパイロットレーザ光源と、を有し、前記可視光パイロットレーザ光は、前記コリメートレンズを通過せず、かつ、前記焦点距離可変用レンズより前から前記コリメートレンズを通過した前記レーザ光の光束の外周を通過するように入射させること特徴とするレーザ溶接装置である。

30

【0006】

また、上記目的達成するための本発明は、上記レーザ溶接装置を用いた焦点位置調整方法であって、前記少なくとも2本の可視光パイロットレーザ光を照射しつつ、前記少なくとも2本の可視光パイロットレーザ光が一つになるように前記集光距離可変用レンズによって焦点距離を調整すること特徴とするレーザ焦点位置調整方法である。

【発明の効果】

【0007】

40

本発明のレーザ溶接装置によれば、2本の可視光パイロットレーザ光を溶接用のレーザ光の外周を通過するように入れることとしたので、合焦点ではこの2本の可視光パイロットレーザ光の照射点が1つにまとまって見えるので、簡単に合焦点を見つけることができる。

【0008】

また、本発明のレーザ焦点位置調整方法によれば、上記レーザ溶接装置を用いて2本の可視光パイロットレーザ光の照射点が1つにまとまって見えるように焦点距離を調整することで、容易に焦点距離の調整を行うことができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0009】

50

以下、図面を参照して本発明を実施するための最良の形態を説明する。

【0010】

図1は、本発明を適用したレーザ溶接装置（リモート溶接システム（単にシステムと称する））の構成を説明するための概略図である。

【0011】

図示するシステムは、これまでのスポット溶接などと比較して、溶接治具が直接ワークと接触せずに、レーザを用いてワークから離れた場所から溶接するものである。このためこのような溶接をリモート溶接と称している。

【0012】

このシステムは、ロボット1と、このロボット1を後述する制御装置に指示に従って制御するロボットコントローラ2と、ロボット1のアーム先端に設けられレーザ光を照射するスキャナヘッド6（レーザ照射手段）と、レーザ光源であるレーザ発振器3からスキャナヘッド6までレーザ光を導く光ファイバー5（導光手段）と、スキャナヘッド6およびレーザ発振器3を制御する制御装置4（制御手段）よりなる。

【0013】

ここで、制御装置4は、たとえばコンピュータであり中央演算処理装置や記憶装置などを有する。

【0014】

レーザ発振器3は、レーザ光を光ファイバーケーブル5（以下単に光ファイバー5と省略する）によって導くためにYAGレーザ発振器を用いている。

【0015】

ロボット1は、一般的な多軸ロボット（多関節ロボットなどとも称されている）などであり、教示作業によって与えられた動作経路のデータに従い、その姿勢を変えてアームの先端、すなわちスキャナヘッド6をさまざまな方向に移動させることができる。レーザ照射の移動範囲を図示符号7として示した。

【0016】

図2は、スキャナヘッド6内部の構成を説明するための説明図である。

【0017】

図示するように、スキャナヘッド6内部は、光ファイバー5を保持する光ファイバー保持部12、ファイバー位置変更機構13、ファイバー用アクチュエータ制御装置14、コリメートレンズ16、固定ミラー17、集光距離可変用レンズ19、第1レンズ110、第2レンズ111、集光距離可変用レンズ用アクチュエータ112、レーザ走査用ミラー113（反射鏡）、ミラー用アクチュエータ114、およびミラー制御装置115を有する。なお、図面上符号15はレーザ光を示す。

【0018】

このスキャナヘッド6は、コリメートレンズ16を通過したレーザ光15が、固定ミラー17、集光距離可変用レンズ19、第1レンズ110、第2集光レンズ111を通過してさらにレーザ走査用ミラー113により反射されて射出される。

【0019】

レーザ走査用ミラー113は、ミラー用アクチュエータ114によって回動自在に動かすことができ、ミラー制御装置115があらかじめ教示された焦点速度のデータに基づいて回動させている。ミラー制御装置115は、焦点速度のデータからその焦点速度を得るためのレーザ走査用ミラー113の回動角速度を算出して、教示された（または指令された）焦点速度となるようにレーザ走査用ミラー113を制御している。

【0020】

また、ファイバー用アクチュエータ制御装置14が、溶接経路におけるスキャナヘッド6からワーク117までの距離116に合わせてファイバー位置変更機構13を制御し、光ファイバー5のレーザ射出端61の位置を変更することで溶接経路中におけるレーザ焦点位置（焦点距離）の調整を行っている。また、集光距離可変用レンズ19は、レーザ溶接装置自体の設置位置の変更やワークが変更された場合などに、スキャナヘッド6からワ

10

20

30

40

50

ークまでのレーザ照射距離が大きく変更された場合にレーザ焦点距離合わせを行うために位置移動可能となっている。なお、集光距離可変用レンズ19は、溶接動作中においては固定されていて、溶接動作中における焦点距離の変更は上記のとおり光ファイバー5のレーザ射出端61の位置変更のみにより行っているが、これに代えて、集光距離可変用レンズ19を溶接動作中においてもその位置を移動させることでレーザの焦点合わせを行うようにしてもよい。

【0021】

本実施形態では、ファイバー位置変更機構13および/または集光距離可変用レンズ19が焦点位置調整手段として機能する。

【0022】

このレーザ溶接装置では、ロボットによるスキャナヘッド6の動きと共にレーザ走査用ミラー113の動きによってさまざまな方向へレーザを照射することが可能となっている。

【0023】

このスキャナヘッド6によるレーザの照射範囲は、図1の符号7に示すとおり、3次元的范围となる。つまり、そのX-Y方向は反射鏡11により位置変更可能となり、Z方向はレンズ群12による焦点位置(焦点距離)の変更により変更可能となっている。

【0024】

また、レーザ溶接時においては、ロボット1の動きによるスキャナヘッド6を動かすロボット1の動作速度(ロボット速度)と、レーザ走査用ミラー113によるレーザ焦点位置の移動速度(焦点速度)の合成された速度(溶接点速度)となる。

【0025】

ロボットコントローラ2は、あらかじめ教示データが記憶されており、教示データに従ってロボット1の各軸を動作させて溶接動作を実行する。教示データは、たとえば、溶接動作中のロボットの動作経路(すなわち、スキャナヘッド6を移動させる経路)、この動作経路進行中におけるロボットの動作速度、ロボットの動作経路に対応させたレーザ走査用ミラー113による焦点速度、レーザ照射位置に対応させた焦点距離変更のためのレーザ射出端61の位置データ、溶接条件などである。これら記憶されているロボット速度および回転速度は生産現場に投入されてロボットを稼働させるときの速度である。レーザ照射位置に対応させた焦点距離変更のためのレーザ射出端61の位置データは、ロボット1の動作経路およびレーザ走査用ミラー113の回転角度に対応させているため、ロボット速度や焦点速度には依存せず、ロボット1の現在位置およびレーザ走査用ミラー113の現在回転角度に対応して変化するように指令されている。なお、ロボット1の現在位置およびレーザ走査用ミラー113の現在回転角度は、それぞれに取り付けられているエンコーダの値により得られている。

【0026】

また、溶接条件としては、ロボット速度と焦点速度の合成速度である溶接点速度、レーザ出力、レーザ照射開始位置、およびレーザ照射終了位置などである。レーザ照射開始位置、およびレーザ照射終了位置は、ロボット1各軸のエンコーダ(不図示)から取得される現在位置とミラー用アクチュエータ114のエンコーダ(不図示)から取得されるレーザ走査用ミラー113の現在回転角度に対応してレーザ照射位置がリアルタイムで算出され、レーザ照射開始点に到達した時点でレーザ照射が開始され、レーザ照射終了点に到達した時点でレーザ照射が終了される。

【0027】

図3は、本実施形態におけるレーザ溶接装置の合焦位置確認にかかる部材を説明するための光学系を示す図である。

【0028】

図に示した光学系は、既に説明したスキャナヘッド6内の構成と同様であるが、焦点位置認識方法を説明するためのものであるため、第2レンズは省略した。

【0029】

スキャナヘッド6の光学系は、基本的には光ファイバー5から出たレーザがコリメートレンズ16を通過し、固定ミラー17、集光距離可変用レンズ19、第1レンズ110を通過してさらにレーザ走査用ミラー113により反射されて射出される。

【0030】

ここで本実施形態では、合焦位置確認のために、溶接用レーザ光のコリメートレンズ通過後の光束の外周部分（以下単に外周という）に沿うように可視光のパイロットレーザ光を入れている。符号200はパイロットレーザ光源である。

【0031】

パイロットレーザ光を入れる方法としては（パイロットレーザ光源の配置位置）、たとえば、図3（a）に示すように、固定ミラー17をハーフミラーとして、このハーフミラーとした固定ミラー17の裏側に2本のパイロットレーザ光源200を配置して、溶接用レーザ15の外周に沿うように溶接用レーザ15の進行方向へ照射する方法がある。

【0032】

また、参考例として図3（b）に示すように、コリメートレンズ16の手前に2本のパイロットレーザ光源200を配置して、溶接用レーザ15の外周に沿うように、2本のパイロットレーザ光源200から出力されるパイロットレーザ光がクロスするように照射する方法がある。

【0033】

その他にも、さまざまな位置が考えられるが、基本的には、焦点距離を変更するための光学系と一緒に動かすか、または手前からパイロットレーザ光を出力するようにすればよい。すなわち、集光距離可変用レンズ19のみによって焦点距離を変更する場合には、図3（a）の方法を採用して、集光距離可変用レンズ19を通過するようにパイロットレーザ光を入れる。一方、レーザ射出端61の位置を変更することで焦点距離を変更する場合には、参考例である図3（b）に示すように、パイロットレーザ光源200を配置して、光ファイバー5のレーザ出力端61と一緒にパイロットレーザ光源200が移動するようにする。

【0034】

図4は、本実施形態における焦点位置認識方法を説明するための説明図である。図は焦点位置認識方法を説明するためのものであるので、第1レンズ110のみを示しその他の部材は省略した。

【0035】

図示するように、レーザ光は最終のレンズ（ここでは第1レンズ110）を通った位置から集光し始め、光学系の位置によって定まる焦点位置で焦点を結ぶ。このとき、溶接用レーザの外周に沿って入力されたパイロットレーザ光201は、焦点を結んだ位置にワークなどの照射物体があると（b）に示すよう2本のパイロットレーザ光201の点が一つになる。一方、焦点が合っていない位置にワークなどの照射物体があると（a）または（c）のように2本のパイロットレーザ光201の点が2つとなって現れる。

【0036】

したがって、この2本のパイロットレーザ光201の照射点が一つになった時点が合焦位置となる。

【0037】

2つの点の分離幅は、焦点距離によって異なるもの、0.数mmから数mm程度となるため目視により十分に認識可能である。

【0038】

このように2本のパイロットレーザ光201を溶接用レーザの外周部に沿うようにスキャナヘッド6の光学系内を通すことで簡単に、合焦位置を判別することができる。

【0039】

このように本実施形態によれば簡単に合焦位置が確認できるので、たとえば、ロボットの教示動作中に、ワーク上に2本のパイロットレーザ光201による点を照射しながら、ロボットの動作経路およびレーザ走査用ミラー113の回動角度を教示し、その際ワーク

10

20

30

40

50

上に2本のパイロットレーザ光201による点の一つとなるように焦点位置調整手段(たとえばファイバ位置変更機構13および/または集光距離可変用レンズ19)により焦点位置を調整し、そのときの焦点位置調整手段の調整位置を興じデータとして教示させればよい。

【0040】

ところで溶接用レーザ光とパイロットレーザ光との波長の違いによる収差が発生する。(たとえば、溶接用レーザ光の波長はYAGレーザの場合1064nm、可視光のパイロットレーザ光の波長はc線(赤色)656nm、e線(緑色)546nmである)。

【0041】

一方、溶接用レーザにおいても溶接可能な焦点深度があるため、たとえ可視光であるパイロットレーザ光と間で収差のために両者の焦点位置がわずかに違ってても、溶接自体に大きな問題は発生しない。しかし、焦点距離や用いるレンズ系によっては、この収差のために、パイロットレーザ光で焦点合わせをした後、溶接用レーザ光の焦点位置が違ってしまい良好な溶接ができない場合もある。そこで、このような収差による問題が生じるような場合には、収差を補正するとよい。

10

【0042】

図5は凸レンズにおける焦点距離を説明するための説明図である。

【0043】

焦点での入射角 A は以下の式であらわされる。

【0044】

$$A = \sin^{-1} \left((n_2 / n_1) \sin \left(i - \sin^{-1} \left((n_1 / n_2) \sin \left(i + z \right) \right) \right) \right)$$

また、図中角度 i, t はそれぞれ以下のようにあらわすことができる。

【0045】

$$j = i - t$$

$$t = \sin^{-1} \left((n_1 / n_2) \sin i \right)$$

これらをふまえるとレンズ中心からw1だけ離れた部分に入射角 inで照射された光はレンズ後ろ側からf離れた場所で焦点を結ぶ。このfは以下の式で表される。

【0046】

$$f' = (w_1 - t_1 \tan j) / (\tan A)$$

したがって、

$$f' = (w_1 - t_1 \tan \left(i - \sin^{-1} \left((n_1 / n_2) \sin i \right) \right)) / \left(\tan \left(\sin^{-1} \left((n_2 / n_1) \sin \left(i - \sin^{-1} \left((n_1 / n_2) \sin \left(i + z \right) \right) \right) \right) \right) \right)$$

この式を用いると溶接用レーザのレンズ裏面から焦点までの距離f'yは下記式にy掘り表すことができる。

【0047】

$$f' y = (w_1 - t_1 \tan \left(i - \sin^{-1} \left((n_{1y} / n_{2y}) \sin i \right) \right)) / \left(\tan \left(\sin^{-1} \left((n_{2y} / n_{1y}) \sin \left(i - \sin^{-1} \left((n_{1y} / n_{2y}) \sin \left(i + z \right) \right) \right) \right) \right) \right)$$

またパイロットレーザ光のレンズ表面から焦点までの距離f pは以下のようにあらわすことができる。

【0048】

$$f' p = (w_1 - t_1 \tan \left(i - \sin^{-1} \left((n_{1p} / n_{2p}) \sin i \right) \right)) / \left(\tan \left(\sin^{-1} \left((n_{2p} / n_{1p}) \sin \left(i - \sin^{-1} \left((n_{1p} / n_{2p}) \sin \left(i + z_p \right) \right) \right) \right) \right) \right)$$

ここで、

n1p:パイロットレーザ光の空気中の屈折率、

n2p:パイロットレーザ光のレンズ中の屈折率、

n1y:溶接用レーザの空気中の屈折率、

50

$n_2 y$: 溶接用レーザのレンズ中の屈折率、とする。

【0049】

ここでパイロットレーザ光入射角 z_p を $f' y = f' p$ となるように照射する。

【0050】

これにより、パイロットレーザ光と溶接用レーザとの波長の違いによる収差を補正していっそう正確に焦点位置を決めることができる。

【0051】

なお、上記各式はあくまでも凸レンズでの事例である。したがって、実際の補正に当たっては、スキャナヘッドに用いている集光レンズ（たとえば複数のレンズを使用している場合など）にあわせて収差を補正すればよい。

10

【0052】

図6は、2本の可視光のパイロットレーザ光に色を付けた事例を説明する説明図である。

【0053】

図示するように溶接用レーザの外周に沿って入れている2本のパイロットレーザ光204および205にそれぞれ異なる色を付ける。たとえば、図では、緑色と赤色のパイロットレーザ光204および205を用いている。

【0054】

これにより、合焦していない位置（a）または（c）では、2つの点がそれぞれの色と
な
って見える。一方、合焦点（b）では、緑色と赤色のパイロットレーザ光204および205が重なるため、見える色はほぼ白色に変化して見える。

20

【0055】

したがって、合焦した時点でパイロットレーザ光による照射点の色が変わるため、合焦点を判別しやすくなる。もちろんパイロットレーザ光の色は赤や緑に限定される者ではない。

【0056】

以上、本発明を適用した実施形態を説明したが、本発明は、これらの実施形態に限定されるものではない。たとえば、パイロットレーザ光は2本としたが、これに限らず3本などであってもよい。

30

【産業上の利用可能性】

【0057】

本発明は、レーザ溶接、レーザ加工に利用できる。

【図面の簡単な説明】

【0058】

【図1】本発明を適用したレーザ溶接装置の構成を説明するための概略図である。

【図2】スキャナヘッド内部の構成を説明するための説明図である。

【図3】本実施形態におけるレーザ溶接装置の合焦位置確認にかかる部材を説明するための光学系を示す図である。

【図4】本実施形態における焦点位置認識方法を説明するための説明図である。

40

【図5】凸レンズにおける焦点距離を説明するための説明図である。

【図6】2本の可視光のパイロットレーザ光に色を付けた事例を説明する説明図である。

【符号の説明】

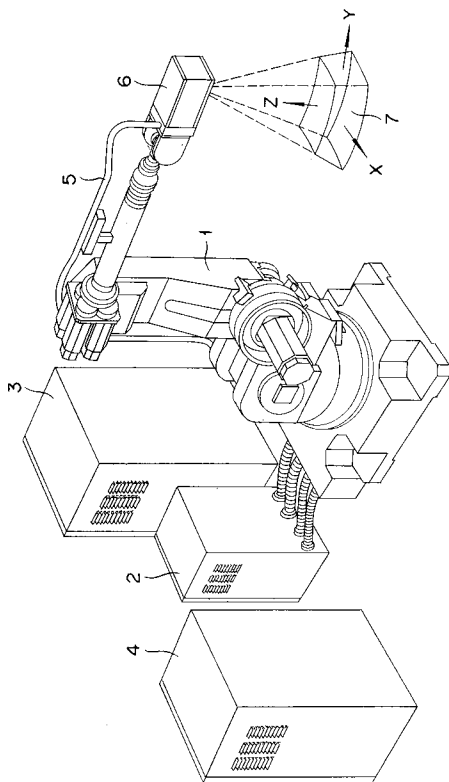
【0059】

- 1 ... ロボット、
- 2 ... ロボットコントローラ、
- 3 ... レーザ発振器、
- 4 ... 制御装置、
- 5 ... 光ファイバーケーブル、
- 6 ... スキャナヘッド、

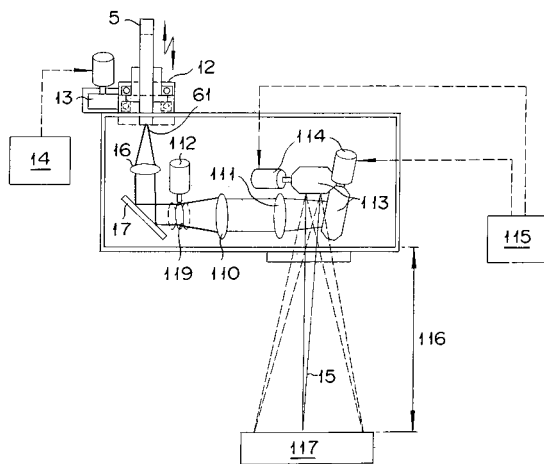
50

200 ...パイロットレーザ光源、
201 ...パイロットレーザ光。

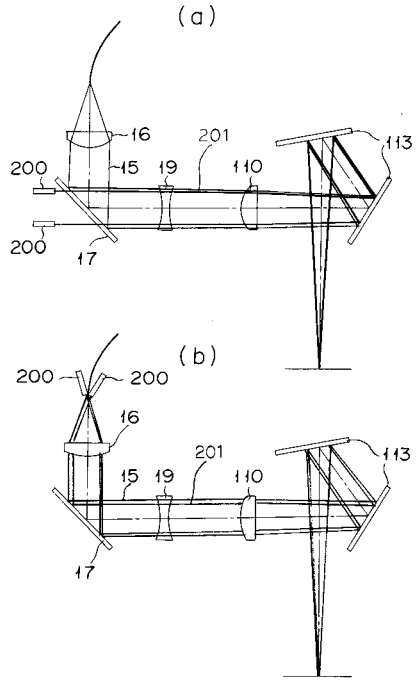
【図1】



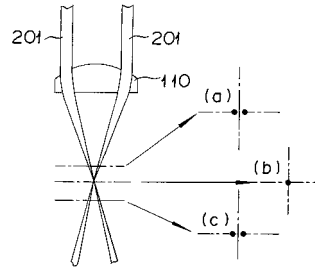
【図2】



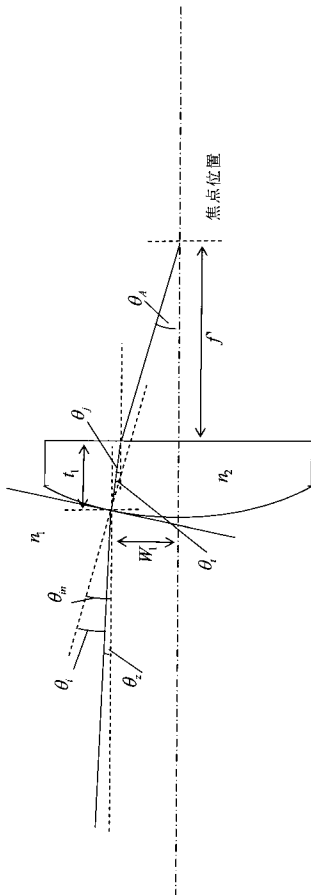
【 図 3 】



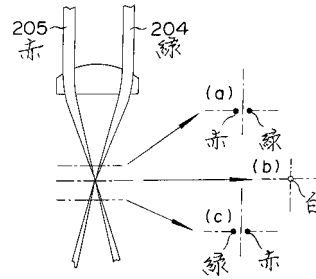
【 図 4 】



【 図 5 】



【 図 6 】



フロントページの続き

- (72)発明者 森川 靖
神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産自動車株式会社内
- (72)発明者 長谷川 隆久
神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産自動車株式会社内

審査官 大屋 静男

- (56)参考文献 特開平05 - 034149 (JP, A)
特開2003 - 048092 (JP, A)
特開2004 - 128299 (JP, A)
特開2005 - 271563 (JP, A)
特開2005 - 313195 (JP, A)
特開2003 - 001465 (JP, A)
特開2001 - 340979 (JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
B23K 26/00 - 26/42