



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 601 19 072 T2** 2006.09.14

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 219 380 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **601 19 072.6**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **01 130 673.5**

(96) Europäischer Anmeldetag: **21.12.2001**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **03.07.2002**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **26.04.2006**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **14.09.2006**

(51) Int Cl.⁸: **B23K 26/04** (2006.01)

B23K 26/24 (2006.01)

B23Q 35/128 (2006.01)

(30) Unionspriorität:

2000400151 28.12.2000 JP

(73) Patentinhaber:

Kawasaki Jukogyo K.K., Kobe, Hyogo, JP

(74) Vertreter:

Grosse, Bockhorni, Schumacher, 81476 München

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT,
LI, LU, MC, NL, PT, SE, TR**

(72) Erfinder:

**Kubota, Tetsuya, Kobe-shi, Hyogo-ken, JP;
Kurosaki, Yoshimitsu, Kakogawa-shi, Hyogo-ken,
JP; Yagi, Eiichi, Kobe-shi, Hyogo-ken, JP; Uno,
Tomoyuki, Kobe-shi, Hyogo-ken, JP; Uehara,
Hirotaka, Ashiya-shi, Hyogo-ken, JP; Satoh,
Osamu, Hyogo-ken, JP; Shikoda, Shigekazu,
Akashi-shi, Hyogo-ken, JP; Murata, Takayuki,
Akashi-shi, Hyogo-ken, JP; Nishio, Mamoru,
Kobe-shi, Hyogo-ken, JP**

(54) Bezeichnung: **Laserschweissverfahren und Laserschweissvorrichtung**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Laserschweißverfahren und eine Laserschweißvorrichtung gemäß dem Oberbegriff von Anspruch 1 bzw. 6. Insbesondere betrifft die Erfindung ein Laserschweißverfahren und eine Laserschweißvorrichtung, die in der Lage sind, einen Laserstrahl genau auf eine zuvor erfasste Schweißposition zu projizieren.

Beschreibung der verwandten Technik

[0002] Stumpfschweißen unter Verwendung eines Laserstrahls wird überwiegend für Schweißelemente bei der Herstellung von Automobilen, etc. verwendet. Vor kürzerer Zeit wurden CO₂-Laser durch YAG-Laser ersetzt, die in der Lage sind, einen Laserstrahl in einem Punkt zu fokussieren, der kleiner ist als einer, der durch CO₂-Laser erzeugt werden kann. Mit einem Schweißprozess unter Verwendung eines YAG-Lasers, der in der Lage ist, einen Laserstrahl in einem kleinen Punkt zu fokussieren, kann ein Feinschweißen unter Verwendung eines kleinen Laserstrahlpunktes erzielt werden. Im Übrigen erfordert ein Feinschweißen, dass der Laserstrahl-Lichtfleck bei einer Nut in einer Positionsgenauigkeit von 0,1 mm oder weniger ausgebildet wird.

[0003] Jedoch ist die Spurfolgegenauigkeit eines herkömmlichen Industrieroboters nicht so groß, mit dem Ergebnis, dass der zuvor erwähnten Anforderung nicht genügt werden kann. Daher wird zum Stumpfschweißen unter Verwendung eines YAG-Lasers im Allgemeinen eine sehr teurere numerisch gesteuerte (NC)-Schweißmaschine verwendet, deren Preis bei einigen 10 Millionen Yen liegt. Die Notwendigkeit einer derart teuren NC-Schweißmaschine stellt einen Hinderungsgrund für einen überwiegenden Einsatz des Stumpfschweißens unter Verwendung eines YAG-Lasers dar.

[0004] Dieses Hemmnis kann beseitigt werden, wenn das Verfolgen einer Schweißlinie durch einen Lichtfleck eines Laserstrahls mit einer großen Spurfolgegenauigkeit wie zuvor erwähnt mittels eines kostengünstigen Industrieroboters bewerkstelligt werden kann, dessen Preis beispielsweise in der Größenordnung von einigen Millionen Yen liegt. Ein Industrieroboter, der in der Lage ist, mit einer großen Spurfolgegenauigkeit zu arbeiten, ist beispielsweise in JP-A 246660/1994 beschrieben.

[0005] Dieser Industrieroboter erfasst eine Schweißposition mittels eines Sensors, bevor eine Schweißoperation tatsächlich ausgeführt wird, und speichert durch den Sensor erhaltene Daten der Schweißposition in einem Speicher. Dann liest der Industrieroboter die Daten, wenn diese benötigt werden, aus dem Speicher aus, berechnet eine Korrektur zum Korrigieren der Position des Lichtflecks des La-

serstrahls auf Basis der Daten, und führt eine Spurfolgeoperation aus, so dass der Laserstrahl auf eine gewünschte Position projiziert wird.

[0006] Jedoch ist es für diesen Industrieroboter schwierig, eine hoch genaue Spurfolgeoperation zu erzielen, um den Laserstrahl genau auf eine gewünschte Position zu projizieren, da dieser Industrieroboter Teach-Daten (Lehrdaten) zur Berechnung der Korrektur zum Korrigieren der Position verwendet, auf die der Laserstrahl projiziert werden soll.

[0007] Das Dokument US 5,001,324, auf dem der jeweilige Oberbegriff der Ansprüche 1 und 6 basiert, offenbart eine Laser-Profiliereinrichtung, die am Fokussierkopf eines Laserschweißstrahls angebracht ist, um Profildaten für aufeinanderfolgende Transversal betrachtungsebenen einer länglichen Verbindungsstelle zu erzeugen, bevor diese dem Laserstrahl präsentiert werden.

[0008] Das Dokument DE 198 47 867 A1 betrifft eine Vorrichtung zum Laserschweißen, die eine Steuereinheit zum Einstellen der Position eines Laserstrahls beinhaltet.

[0009] Das Dokument US 5,877,960 offenbart ein Verfahren zum Überwachen und Positionieren eines Strahls zum Einwirken auf ein Werkstück, sowie einen ersten Sensor, der sich vor dem Strahl befindet, um den vom Strahl zu verfolgenden Weg zu bestimmen.

INHALT DER ERFINDUNG

[0010] Die Erfindung erfolgte in Anbetracht dieser Probleme. Daher ist es in Ziel der Erfindung, ein Laserschweißverfahren und eine Laserschweißvorrichtung bereitzustellen, die in der Lage ist, einen Laserstrahl genau auf eine Schweißposition zu projizieren, ohne dass eine Beeinflussung durch verschiedene Fehler erfolgt, wie sie für einen zugehörigen Industrieroboter inhärent sind.

[0011] Gemäß dem ersten Aspekt der Erfindung wird ein Laserschweißverfahren gemäß Anspruch 1 bereitgestellt. Das Laserschweißverfahren, bei dem eine Schweißabschnittserfassungseinrichtung und eine Laserstrahlprojektionseinrichtung, die hinter der Schweißabschnittserfassungseinrichtung angeordnet ist, um eine vorbestimmte Strecke bewegt wird, so dass sich die Schweißabschnittserfassungseinrichtung und die Laserstrahlprojektionseinrichtung nicht relativ zueinander bewegen, und bei dem ein Laserstrahl durch die Laserstrahlprojektionseinrichtung auf einen zu verschweißenden Abschnitt projiziert wird, der durch die Schweißabschnittserfassungseinrichtung erfasst wird, beinhaltet die folgenden Schritte: sequentielles Speichern, und zwar in einem Speicher, von einzelnen Daten betreffend

Schweißpositionen, die durch die Schweißabschnittserfassungseinrichtung sequentiell erfasst werden, in Kombination mit Zeiten, bei denen die einzelnen Daten betreffend die Schweißpositionen erhalten werden, sowie Bewegungsgeschwindigkeiten, mit denen die Schweißabschnittserfassungseinrichtung bewegt wird; Berechnen einer Zeit, bei der die Schweißabschnittserfassungseinrichtung einen Punkt passiert hat, an dem die Laserstrahlprojektionseinrichtung gerade angekommen ist, basierend auf den Zeiten und den Bewegungsgeschwindigkeiten, die im Speicher gespeichert sind; und Projizieren eines Laserstrahls durch die Laserstrahlprojektionseinrichtung auf den Schweißabschnitt, der durch die Schweißabschnittserfassungseinrichtung erfasst wurde, zu der durch den Berechnungsschritt berechneten Zeit.

[0012] Die Zeit, bei der die Schweißabschnittserfassungseinrichtung eine Position passiert hat, an der die Laserstrahlprojektionseinrichtung gerade angekommen ist, kann dadurch bestimmt werden, dass eine Bewegungsstrecke der Schweißabschnittserfassungseinrichtung auf Basis der im Speicher gespeicherten Zeiten und Bewegungsgeschwindigkeiten zurückberechnet wird und die Zeit als eine Zeit bestimmt wird, bei der die Bewegungsstrecke der Schweißabschnittserfassungseinrichtung mit dem vorbestimmten Abstand zwischen der Laserstrahlprojektionseinrichtung und der Schweißabschnittserfassungseinrichtung übereinstimmt oder größer ist als dieser. Vorzugsweise werden die zur Berechnung verwendeten Daten nach Abschluss der Berechnung der Zeit gelöscht, zu der die Schweißabschnittserfassungseinrichtung die Position passiert hat, an der die Laserstrahlprojektionseinrichtung gerade angekommen ist.

[0013] Die Schweißabschnittserfassungseinrichtung projiziert eine Mehrzahl von ebenen Laserstrahlen auf den zu verschweißenden Abschnitt, Bilder des zu verschweißenden Abschnittes, der mit den ebenen Laserstrahlen bestrahlt wird, werden durch eine Bilderzeugungsvorrichtung erzeugt, die Bilder werden zusammengeführt, um ein zusammengesetztes Bild zu erhalten, und die Schweißposition wird auf Basis des zusammengesetzten Bildes erfasst.

[0014] Vorzugsweise bringt eine Drückvorrichtung, deren Relativposition bezüglich der Laserstrahlprojektionseinrichtung fixiert ist, während einer Laserschweißoperation Druck auf den zu verschweißenden Abschnitt auf.

[0015] Vorzugsweise projiziert die Laserstrahlprojektionseinrichtung einen YAG-Laserstrahl.

[0016] Gemäß dem zweiten Aspekt der Erfindung wird eine Laserschweißvorrichtung gemäß Anspruch

6 bereitgestellt. Die Laserschweißvorrichtung beinhaltet: eine Schweißabschnittserfassungseinrichtung zum Erfassen eines zu verschweißenden Abschnittes; eine Laserstrahlprojektionseinrichtung, welche einen Laserstrahl auf den zu verschweißenden Abschnitt projiziert; einen Halte- und Schwenkmechanismus, der die Schweißabschnittserfassungseinrichtung und die Laserstrahlprojektionseinrichtung hält, so dass ein vorbestimmter Abstand zwischen der Schweißabschnittserfassungseinrichtung und der Laserstrahlprojektionseinrichtung beibehalten wird, und der die Laserstrahlprojektionseinrichtung in Richtung senkrecht zu einer Bewegungsrichtung der Laserstrahlprojektionseinrichtung schwenkt; eine Bewegungseinheit, die den Halte- und Schwenkmechanismus bewegt; und eine Steuereinheit zum Steuern einer Laserschweißoperation, wobei die Steuereinheit einzelne Daten bezüglich von der Schweißabschnittserfassungseinrichtung erfassten Schweißpositionen zusammen mit Zeiten, bei denen die einzelnen Daten betreffend die Schweißpositionen erfasst werden, sowie Bewegungsgeschwindigkeiten, mit denen der Halte- und Schwenkmechanismus bewegt wird, in einem Speicher sequentiell speichert, eine Zeit berechnet, bei der die Schweißabschnittserfassungseinrichtung eine Position passiert hat, an der die Laserstrahlprojektionseinrichtung gerade angekommen ist, und die Laserstrahlprojektionseinrichtung und den Halte- und Schwenkmechanismus derart steuert, dass ein Laserstrahl auf eine Schweißposition projiziert wird, die durch die Schweißabschnittserfassungseinrichtung zu der durch die Steuereinheit berechneten Zeit erfasst wurde.

[0017] Die Zeit, bei der die Schweißabschnittserfassungseinrichtung eine Position passiert hat, an der die Laserstrahlprojektionseinrichtung gerade angekommen ist, kann dadurch bestimmt werden, dass eine Bewegungsstrecke der Schweißabschnittserfassungseinrichtung auf Basis der im Speicher gespeicherten Zeiten und Bewegungsgeschwindigkeiten zurückberechnet wird und die Zeit als eine Zeit bestimmt wird, bei der die Bewegungsstrecke der Schweißabschnittserfassungseinrichtung mit dem vorbestimmten Abstand zwischen der Laserstrahlprojektionseinrichtung und der Schweißabschnittserfassungseinrichtung übereinstimmt oder größer ist als dieser.

[0018] Die Schweißabschnittserfassungseinrichtung beinhaltet eine Vorrichtung zum Projizieren ebener Laserstrahlen und eine Bilderzeugungsvorrichtung, die Steuereinheit beinhaltet eine Bildverarbeitungsvorrichtung, im Gebrauch projiziert die Vorrichtung zum Projizieren ebener Laserstrahlen eine Mehrzahl von ebenen Laserstrahlen, die in vorbestimmten Intervallen angeordnet sind, die Bilderzeugungsvorrichtung erzeugt Bilder von mit den ebenen Laserstrahlen bestrahlten Teilen, und die Bildverarbeitungsvorrichtung führt die durch die Bilderzeugungsvorrichtung erzeugten Bilder zusammen, um ein zusammengesetztes Bild zu erhalten, und die Schweißposition wird auf Basis des zusammengesetzten Bildes erfasst.

gungsvorrichtung erzeugten Bilder zusammen, um ein zusammengesetztes Bild zu erzeugen, und eine Schweißposition auf Basis des zusammengesetzten Bildes wird erfasst.

[0019] Vorzugsweise weist die Laserschweißvorrichtung weiter eine Drückvorrichtung auf, deren Relativposition bezüglich der Laserstrahlprojektionseinrichtung festgelegt ist. Die Drückvorrichtung bringt während einer Laserschweißoperation Druck auf den zu verschweißenden Abschnitt auf.

[0020] Vorzugsweise weist die Laserstrahlprojektionseinrichtung einen YAG-Laser auf.

[0021] Vorzugsweise weist die Bewegungseinheit einen Roboter auf.

[0022] Bei der Erfindung, welche die oben erwähnten Merkmale aufweist, ist die Laserstrahlprojektionseinrichtung, sogar wenn die Bewegungsgeschwindigkeit der Laserstrahlprojektionseinrichtung schwankt, da die Schweißposition durch die Schweißpositions-Erfassungseinrichtung erfasst wird, die in einem vorbestimmten Abstand vor der Laserstrahlprojektionseinrichtung angeordnet ist, in der Lage, einen Laserstrahl genau auf die von der Schweißpositions-Erfassungseinrichtung erfasste Schweißposition zu projizieren.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0023] Diese und weitere Ziele, Merkmale und Vorteile der Erfindung gehen aus der folgenden Beschreibung in Verbindung mit den beiliegenden Zeichnungen klar hervor. In diesen sind:

[0024] [Fig. 1](#) eine diagrammartige Ansicht eines Schweißroboters, der mit einer Laserschweißvorrichtung einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ausgerüstet ist;

[0025] [Fig. 2](#) eine perspektivische Ansicht der in [Fig. 1](#) dargestellten Laserschweißvorrichtung;

[0026] [Fig. 3A](#), [Fig. 3B](#) u. [Fig. 3C](#) schematische Ansichten zur Unterstützung der Erläuterung eines Mechanismus zum Schwenken eines optischen Kopfes;

[0027] [Fig. 4](#) eine diagrammartige Ansicht einer Nuterfassungseinrichtung (Schweißabschnittserfassungseinrichtung);

[0028] [Fig. 5](#) eine Ansicht zur Unterstützung der Erläuterung einer Bildverarbeitungsprozedur, die durch eine Bildverarbeitungseinheit ausgeführt werden soll, wobei [Fig. 5\(a\)](#) ein Bild ist, das Bilder des Teils zeigt, der mit ebenen Laserstrahlen bestrahlt wird, und [Fig. 5\(b\)](#) eine Darstellung ist, die ein Bild zeigt, das

durch Zusammenführen der in [Fig. 5\(a\)](#) dargestellten Bilder erzielt wird;

[0029] [Fig. 6](#) eine Ansicht zur Unterstützung der Erläuterung eines Prinzips zur Berechnung eines Positionsfehlers auf Basis von durch eine Bilderzeugungsvorrichtung erzeugten Bildern;

[0030] [Fig. 7](#) eine diagrammartige Ansicht, welche die Positionsbeziehung zwischen einer erfassten Position und einer Ausbildungsposition eines Lichtflecks zeigt;

[0031] [Fig. 8](#) ein Diagramm der Inhalte eines Pufferspeichers;

[0032] [Fig. 9](#) ein Blockdiagramm einer Steuereinrichtung; und

[0033] [Fig. 10](#) eine schematische Vorderansicht eines Hauptteils einer Laserschweißvorrichtung bei einer weiteren Ausführungsform der Erfindung.

BESCHREIBUNG DER BEVORZUGTEN AUSFÜHRUNGSFORMEN

[0034] Eine Laserschweißvorrichtung A einer Ausführungsform gemäß der Erfindung zum Ausführen eines Laserschweißverfahrens gemäß der Erfindung wird nachfolgend mit Bezug auf die [Fig. 1](#) bis [Fig. 9](#) beschrieben. Bezug nehmend auf [Fig. 1](#) beinhaltet die Laserschweißvorrichtung A als wesentliche Bauelemente eine Laserstrahlprojektionseinrichtung **10**, die mit einem YAG-Laser versehen ist, eine Nuterfassungseinrichtung (Schweißabschnittserfassungseinrichtung) **20**, die bei einer vorbestimmten Position, die bezüglich der Schweißrichtung, in der die Laserschweißvorrichtung A zum Schweißen bewegt wird, vor der Laserstrahlprojektionseinrichtung **10** angeordnet ist. Die Laserschweißvorrichtung A ist am Ende eines Roboterarms RA befestigt, der Bestandteil eines Schweißroboters R ist. Eine Robotersteuereinrichtung C steuert den Roboterarm RA, derart, dass sich die Laserschweißvorrichtung A entlang einer vorbestimmten Schweißlinie **1** bewegt. Eine Steuereinheit **30**, die in der Robotersteuereinrichtung **30** enthalten ist, steuert die Laserschweißvorrichtung A, derart, dass ein Laserstrahl **2** auf die Schweißlinie **1** projiziert wird, um Arbeitsstücke W1 und W2 mittels Stumpfschweißen miteinander zu verschweißen. Die Steuereinheit **30** justiert die Position der Laserstrahlprojektionseinrichtung **10** so, dass die Laserstrahlprojektionseinrichtung **10** einen Laserstrahl in korrekter Weise auf eine Nut **3** für einen Laser-Stumpfschweißvorgang projiziert.

[0035] Bezug nehmend auf [Fig. 2](#) beinhaltet die Laserstrahlprojektionseinrichtung **10** einen optischen Kopf **11**, der in der Lage ist, einen YAG-Laser (eng gebündelter Laserstrahl) **2** zu projizieren, und einen

Halte- und Schwenkmechanismus **40**, der am Ende des Roboterarms RA befestigt ist und in der Lage ist, den optischen Kopf **11** zu halten und zu schwenken.

[0036] Der optische Kopf **11** weist eine Form auf, die im Wesentlichen einem gestuften Zylinder ähnelt. Ein vom YAG-Laser **2** ausgesendeter Strahl wird mittels eines Laserstrahlprojektionendes des optischen Kopfes **11** auf eine Schweißlinie projiziert. Der optische Kopf **11** hat die gleiche Konfiguration wie ein optischer Kopf, der in einer bekannten Laserstrahlprojektionseinrichtung enthalten ist, die mit einem YAG-Laser versehen ist, und daher entfällt hier eine detaillierte Beschreibung von diesem. Ein Paar von Schäften **12** sind an Teilen des zylindrischen optischen Kopfes **11** befestigt, so dass sie sich jeweils in entgegengesetzte Richtungen erstrecken, wobei ihre gemeinsame Achse durch den Schwerpunkt des optischen Kopfes **11** verläuft. Der Halte- und Schwenkmechanismus **40** schwenkt den optischen Kopf auf den Schäften **12**. Bei dieser Ausführungsform wird der optische Kopf **11** durch den Halte-Schwenkmechanismus **40** bei nach untenweisendem Laserstrahlprojektionssende gehalten.

[0037] Bezug nehmend auf [Fig. 2](#) beinhaltet der Halte-Schwenkmechanismus **40** einen den optischen Kopf **11** lagernden Schwenkrahmen **41**, einen Halterahmen **42** der den den optischen Kopf **11** lagernden Schwenkrahmen **41** schwenkbar lagert, einen Schwenkmechanismus **43**, der einen Motor **44** und eine Verbindungseinrichtung **43A** beinhaltet, und ein Verbindungselement **45**, das mit dem Halterahmen **43** verbunden ist. Ein nicht dargestellter Flansch, der integral mit dem Verbindungselement **45** ausgebildet ist, ist an einem nicht dargestellten Flansch befestigt, der am Ende des Roboterarms RA mit Bolzen und Muttern befestigt ist.

[0038] Der Schwenkrahmen **41** ist durch Verbinden der freien Enden von gegenüberliegenden Seitenteilen eines U-förmigen Elementes mit den gegenüberliegenden Enden eines halbkreisförmigen Elementes ausgebildet. Der optische Kopf **11** ist am Schwenkrahmen **41** gelagert, wobei sich die Schäfte **12** feststehend durch die gegenüberliegenden Seitenteile des U-förmigen Elementes erstrecken.

[0039] Der Halterahmen **42** ist ein U-förmiger Rahmen, der dadurch ausgebildet ist, dass plattenförmige Seitenelemente **42b** mit den gegenüberliegenden Enden eines halbkreisförmigen Elementes **42a** verbunden sind. Der Krümmungsradius des halbkreisförmigen Elementes **42a** ist größer als der des halbkreisförmigen Elementes des Schwenkrahmens **41**. Der Schwenkrahmen **41** ist vom Halterahmen **42** umgeben. Die jeweiligen halbkreisförmigen Elemente des Schwenkrahmens **41** und des Halterahmens **42** befinden sich auf der gleichen Seite bezüglich des optischen Kopfes **11**. Die Schäfte **12** sind so gelagert,

dass sie sich in Lagern **42c** drehen, die an den plattenförmigen Elementen **42b** des Halterahmens **42** gehalten sind.

[0040] Das Verbindungselement **45** ist beispielsweise eine rechteckige Platte. Die gegenüberliegenden Enden des U-förmigen Halterahmens **42** sind jeweils mit den gegenüberliegenden Seiten eines unteren Teils einer Fläche des Verbindungselementes **45** verbunden. Der Motor **44** ist an einem oberen mittleren Teil der Vorderseite des Verbindungselementes **45** befestigt. Der Flansch, der mit dem am Ende des Roboterarms RA befestigten Flansch verbunden werden soll, ist auf der Rückseite des Verbindungselementes **45** ausgebildet.

[0041] Bezug nehmend auf die [Fig. 3A](#), [Fig. 3B](#) und [Fig. 3C](#) weist der Schwenkmechanismus **43** ein Verbindungsstück **43A** auf, dessen eines Ende durch ein Kugelgelenk mit einem im Motor **44** befindlichen axialen beweglichen Antriebsschaft **44a** verbunden ist, und dessen anderes Ende über ein Kugelgelenk mit einem Verbindungsstück **41a** verbunden ist, das an der Außenfläche eines Kreuzstücks angebracht ist, welches sich zwischen den entgegengesetzten Seitenteilen des U-förmigen Elementes des Schwenkrahmens **41** erstreckt. Wenn der Motor **44** angetrieben wird, um den Antriebsschaft **44a** in Richtung des Pfeiles A1 herauszuschieben, wie in [Fig. 3A](#) dargestellt, wird das Kreuzstück des U-förmigen Elementes in Richtung des Pfeiles A2 heruntergedrückt und der optische Kopf **11** wird im Gegenuhrzeigersinn in Richtung des Pfeiles A3 geschwenkt, wie in den [Fig. 3A](#) und [Fig. 3B](#) dargestellt, so dass das Laserstrahlprojektionssende des optischen Kopfes **11** nach außen bewegt wird, d. h. vom Roboterarm AR weg, wie durch den Pfeil A3 angezeigt. Wenn der Motor **44** angetrieben wird, um den Antriebsschaft **44a** in Richtung des in [Fig. 3A](#) dargestellten Pfeiles B1 zurückzuziehen, wird das Kreuzstück des U-förmigen Elementes in Richtung des Pfeiles B2 hochgezogen und der optische Kopf **11** wird im Uhrzeigersinn in Richtung des in den [Fig. 3A](#) und [Fig. 3C](#) dargestellten Pfeiles B3 im Uhrzeigersinn geschwenkt, so dass das Laserstrahlprojektionssende des optischen Kopfes **11** nach innen bewegt wird, d. h. zum Roboterarm RA, wie durch den Pfeil B3 angezeigt. Da die Schäfte **12** des optischen Kopfes **11** in den Lagern **42c** auf dem Halterahmen **42** gelagert sind, wird der optische Kopf **11** daher auf den Schäften **12** in einer zu einer Schweißlinie senkrechten Richtung auf den Schäften **12** geschwenkt.

[0042] Bezug nehmend auf die [Fig. 1](#) und [Fig. 4](#) beinhaltet die Nut-Erfassungseinrichtung **20** eine Projektionseinrichtung **21** für einen ebenen Laserstrahl, eine Bilderzeugungsvorrichtung **22** zum Erzeugen eines Bildes eines Bereiches *r*, der eine Nut **3** beinhaltet, die durch die Projektionseinrichtung **21** für den ebenen Laserstrahl von einer Position schräg hinter

der Projektionseinrichtung **21** für den ebenen Laserstrahl beleuchtet wird, und ein Gehäuse **23**, welches die Projektionseinrichtung **21** für den ebenen Laserstrahl und die Bilderzeugungsvorrichtung **22** hält. Das Gehäuse **23** ist an einer Konsole **24** gehalten, die am Halterahmen **42** befestigt ist, so dass ebene Laserstrahlen **4** nach unten projiziert werden. Die Nutdetektoreinrichtung **20** wird somit am Halterahmen **42** vor dem optischen Kopf **11** gehalten, und zwar bezüglich einer Schweißrichtung, in der die Laserschweißvorrichtung A zum Schweißen bewegt wird.

[0043] Die Projektionseinrichtung **21** für den ebenen Laserstrahl projiziert eine Mehrzahl von ebenen Laserstrahlen **4a**, **4b**, **4c** und **4d**, die in vorbestimmten Intervallen von beispielsweise 1 mm angeordnet sind.

[0044] Die Bilderzeugungsvorrichtung **21** ist beispielsweise eine CCD-Kamera, d. h. eine mit einem CCD (ladungsgekoppelten Bauelement) versehene Kamera. Die Bilderzeugungseinrichtung **22** liefert ein elektrisches Signal, das die Änderung der Leuchtdichte einer Zielfläche repräsentiert, zu einer in der Steuereinheit **30** befindlichen Bildverarbeitungseinheit **31**.

[0045] Das Prinzip der Erfassung der Nut **3** mittels der Nuterfassungseinrichtung **20** wird nachfolgend mit Bezug auf [Fig. 5](#) beschrieben.

[0046] [Fig. 5\(a\)](#) zeigt ein Bild des durch die Bilderzeugungsvorrichtung **22** erzeugten Gebietes **r**, und [Fig. 5\(b\)](#) zeigt ein Bild, das durch ein zusammengesetztes Bildsignal repräsentiert ist, das durch Zusammensetzen von Bildsignalen erzielt wird, die mit den Laserstrahlen **4a**, **4b**, **4c** und **4d** bestrahlte Teile repräsentieren, wie in [Fig. 4](#) dargestellt. Wie aus [Fig. 5](#) klar hervorgeht, kann die Nut **3** aus den Bildern der Teile, die mit den ebenen Laserstrahlen **4a**, **4b**, **4c** und **4d** bestrahlt werden, nicht klar erfasst werden, da diese Bilder Rauschen enthalten. Bei dem in [Fig. 5\(b\)](#) dargestellten Bild wird das Rauschen eingeebnet, das Bild der Nut **3** wird betont, und somit kann die Nut **3** klar erfasst werden. Eine Spitze im Bildsignal, welche das in [Fig. 5\(b\)](#) dargestellte Bild repräsentiert, entspricht dem Mittelpunkt **3a** der Nut **3**.

[0047] Daher kann, wie z. B. in [Fig. 6](#) dargestellt, wenn eine Referenzlinie LS in einem Bild der Bilderzeugungseinrichtung **22** im Teach-Weg vorbestimmt ist, eine Abweichung D der Position des Mittelpunktes **3a** der Nut **3** bezüglich der Teach-Linie bestimmt werden, dadurch, dass eine Abweichung D der Position des Mittelpunktes **3a** der Nut **3** bezüglich der Referenzlinie LS berechnet wird. Wie zuvor erwähnt, befindet sich die Nuterfassungseinrichtung **20** in einem vorbestimmten Abstand vor dem optischen Kopf **11**. Demgemäß kann der Laserstrahl **2** nicht auf den Mit-

telpunkt **3a** der Nut **3** projiziert werden, sogar wenn die Position des optischen Kopfes **11** bezüglich der Nut **3** durch einen der Abweichung D entsprechenden Strecke korrigiert wird.

[0048] Daher führt die Laserschweißvorrichtung A die folgende Prozedur aus, um den optischen Kopf **11**, der um den vorbestimmten Abstand hinter der Nuterfassungseinrichtung **20** angeordnet ist, dazu zu veranlassen, den Laserstrahl **2** auf den Mittelpunkt **3a** der durch die Nuterfassungseinrichtung **20** erfassten Nut **3** zu projizieren.

[0049] Es sei angenommen, dass die Laserschweißvorrichtung A mit fester Bewegungsgeschwindigkeit V entlang einer Schweißlinie **1** bewegt wird, und eine durch die Nuterfassungseinrichtung **20** erfasste Position und der Lichtfleck des durch den optischen Kopf **11** projizierten Laserstrahls **2** sind um eine Strecke L voneinander entfernt. Dann erreicht der Lichtfleck des Laserstrahls **20** die erfasste Position in der Zeit L/V. Daher kann der Lichtfleck des Laserstrahls **2** in korrekter Weise auf dem Mittelpunkt **3a** der Nut **3** ausgebildet werden, wenn die Position des optischen Kopfes **11** um die Zeit L/V nach der Erfassung der erfassten Position durch die Nuterfassungseinrichtung **20** korrigiert wird. Somit kann ein Verfolgen der Schweißlinie **1** durch den Lichtfleck des Laserstrahls durch sequentielles Speichern von Daten der Positionen des Mittelpunktes **3a** der durch die Nuterfassungseinrichtung **20** erfassten Nut in einem Speicher, beispielsweise einem Pufferspeicher, die in der Steuereinheit **30** enthalten ist, ein sequentielles Auslesen der Daten aus dem Speicher zu den Zeiten L/V nach der Erfassung der Positionen des Mittelpunktes **3a** der Nut **3** und ein Korrigieren der Position des optischen Kopfes **11** auf Basis der aus dem Speicher gelesenen Daten erfolgen.

[0050] Wenn sich jedoch die Bewegungsgeschwindigkeit der Laserschweißvorrichtung A ändert, kann der Laserstrahl **2** nicht auf den Mittelpunkt **3a** der Nut **3** projiziert werden, sogar wenn die Position des optischen Kopfes **11** durch das zuvor erwähnte Korrekturverfahren korrigiert wird. Wenn die Bewegungsgeschwindigkeit der Laserschweißvorrichtung A veränderlich ist, wird der Zeitpunkt, zu dem erwartet wird, dass der durch den optischen Kopf **11** projizierte Lichtstrahl die Position des Mittelpunktes **3a** der durch die Nuterfassungseinrichtung **20** erfassten Nut passiert, durch das folgende Verfahren bestimmt. Und zwar wird die Zeit berechnet, bei der die Nuterfassungseinrichtung **20** eine Position passiert hat, bei der der Lichtfleck des Laserstrahls **2** gerade angekommen ist.

[0051] Daten einer Erfassungszeit $t(n)$, bei der die Nuterfassungseinrichtung **20** eine Position auf der Nut **3** erfasst, einer Bewegungsgeschwindigkeit $V(t(n))$ der Laserschweißvorrichtung A zur Erfas-

sungszeit, und einer Abweichung $d(t(n))$ der Position der Schweißlinie **1** vom Teach-Weg (Referenzlinie LS) werden sequentiell bei festen Intervallen von beispielsweise 20 ms in dem in der Steuereinheit **30** enthaltenen Pufferspeicher **33** gespeichert.

[0052] Ein Zeitpunkt, zu dem die Nuterfassungseinrichtung **20** die Position passiert hat, bei welcher der optische Kopf **11** gerade angekommen ist, wird auf Basis der im Pufferspeicher **33** gespeicherten Daten berechnet. Beispielsweise wird, wenn die Nuterfassungseinrichtung **20** an einem in [Fig. 7](#) dargestellten Punkt P angekommen ist, eine Zeit berechnet, zu der die Nuterfassungseinrichtung **20** einen Punkt Q passiert hat, der um eine Strecke L hinter dem Punkt P liegt. Und zwar wird eine Zeit berechnet, zu der der optische Kopf **11** am Punkt Q ankommt. Im Pufferspeicher **33** gespeicherte Daten, d. h. Daten betreffend Zeit $t(n)$ und Bewegungsgeschwindigkeit $V(t(n))$, wie in [Fig. 8](#) gezeigt, werden zur Berechnung der Zeit verwendet. Strecken, die vor der Zeit, zu der die Nuterfassungseinrichtung **20** am Punkt P angekommen ist, durchlaufen wurden, werden aufaddiert, und eine Zeit $t(q)$, zu der die aufaddierte Strecke die Strecke L erreicht oder überschritten hat, wird bestimmt. Der optische Kopf **11** erreicht den Punkt Q zur Zeit $t(q)$. Daher ist, wenn einer Ungleichung:

$$L(t(q + 1)) < L \leq L(t(q))$$

genügt wird, eine Zeit T, zu der die Nuterfassungseinrichtung **20** den Punkt Q passiert hat, ausgedrückt durch:

$$T = t(q)$$

wobei

$$L(t(q)) = V(t(p)) \times (t(p) - t(p - 1) + V(t(p - 1)) \times t(p - 1) - t(p - 2) + \dots + V(t(q + 1)) \times t(q + 1) - t(q)) + V(t(q)) \times (t(q) - t(q - 1))$$

$$L(t(q + 1)) = V(t(p)) \times (t(p) - t(p - 1) + V(t(p - 1)) \times t(p - 1) - t(p - 2) + \dots + V(t(q + 1)) \times t(q + 1) - t(q))$$

[0053] Die Positionsabweichung D der Schweißlinie **1** von der Referenzlinie LS wird, aus den im Pufferspeicher **33** gespeicherten Daten, ausgedrückt durch:

$$D = d(t(q))$$

[0054] Die Steuereinheit **30** steuert den Halte-/Schwenkmechanismus **40** auf Basis der Positionsabweichung D, so dass der Laserstrahl **2** auf den Punkt **3a** der Nut **3** projiziert wird. Nachdem die Steuereinheit **30** die zuvor erwähnte Steueroperation beendet hat, werden die Daten, die vor der Zeit $t(q)$ im Pufferspeicher **33** gespeichert sind, gelöscht, so dass es sich beim Speicher **33** um einen Speicher handeln

kann, der keine unnötige Speicherkapazität aufweist.

[0055] [Fig. 9](#) ist ein Blockdiagramm der Steuereinheit **30**, welche die zuvor erwähnte Bildverarbeitungsfunktion sowie die Zeitberechnungsfunktion zur Berechnung der Zeit aufweist, zu der erwartet wird, dass der optische Kopf **11** an der durch die Nuterfassungseinrichtung **20** erfassten Position ankommt. Die Steuereinheit **30** beinhaltet die Bildverarbeitungseinheit **31**, eine Ankunftszeit-Berechnungseinheit **32** und den Pufferspeicher **33**. Tatsächlich ist die die Einheiten **31** und **32** enthaltende Steuereinheit **30** durch Speichern von Programmen realisiert, welche die Funktionen der Einheiten **31** und **32** in der Robotersteuereinrichtung C definieren.

[0056] Sogar wenn die Bewegungsgeschwindigkeit der Laserschweißvorrichtung A in der vorliegenden Ausführungsform veränderlich ist, kann der Lichtpunkt des Laserstrahls **2** genau auf dem Mittelpunkt **3a** der Nut **3** erzeugt werden, die durch die Nuterfassungseinrichtung **20** erfasst wird, welche bezüglich der Schweißrichtung vor dem optischen Kopf **11** angeordnet ist, so dass ein genauer Schweißvorgang erzielt werden kann. Da das Verbindungselement **45**, welches sowohl den optischen Kopf **11** als auch die Nuterfassungseinrichtung **20** haltet, an der Roboterhand RA befestigt ist, kann verhindert werden, dass dem Schweißroboter R inhärente Fehler die Schweißgenauigkeit beeinträchtigen. Das bedeutet, da die Strecke, um die der optische Kopf **11** bewegt wird, ein Relativwert ist, der auf Basis der Daten der Position des optischen Kopfes **11** vor der Bewegung sowie nach der Bewegung berechnet wird, wird die Strecke nicht durch dem Schweißroboter R inhärente Fehler beeinflusst. Da die Position der Nut **3** durch Zusammenfügen der Mehrzahl von Bildern der durch die Mehrzahl von ebenen Laserstrahlen bestrahlten Teile erfasst wird, wird die Schwankung der Nut **3** vergrößert, der Einfluss von Rauschen kann beseitigt werden, und der Mittelpunkt **3a** der Nut **3** kann in genauer Weise erfasst werden.

[0057] Im Übrigen können geringfügige Stufen und Spalte durch das zuvor erwähnte Nuterfassungsverfahren erfasst werden.

[0058] Ein Laserschweißverfahren bei einer weiteren Ausführungsform gemäß der Erfindung zum Ausführen eines Laserschweißverfahrens wird nachfolgend mit Bezug auf [Fig. 10](#) beschrieben. Die Laserschweißvorrichtung A1 ist eine Modifikation der Laserschweißvorrichtung A der vorliegenden Ausführungsform. Bezug nehmend auf [Fig. 10](#) beinhaltet die Laserschweißvorrichtung A1, zusätzlich zu den Bauelementen ähnlich denen der Laserschweißvorrichtung A der vorhergehenden Ausführungsform, eine Drückeinheit **50**. Die Drückeinheit **50** drückt ein dem Werkstück W4 überlagert angeordnetes Werkstück W3 mit einem Druckrad **51** während eines

Überlappungsschweißvorgangs, der unter Verwendung eines Laserstrahls (stark gebündelter Strahl) **2** durchgeführt wird, der durch den im optischen Kopf der Laserstrahlprojektionseinrichtung **10** enthaltenen YAG-Laser ausgesendet wird.

[0059] Die Drückeinheit **50** beinhaltet das Druckrad **51**, das Druck auf einen Teil des Werkstücks W3 um eine Schweißlinie herum aufbringt, ein Trägerelement **52**, welches das Druckrad **51** drehbar lagert, ein Gleitverschiebungselement **53**, und einen Zylinderstellantrieb **54**, wie beispielsweise einen pneumatischen Zylinderstellantrieb **54A**. Ein oberer Teil des Trägerelementes **52** ist an einem unteren Teil des Gleitverschiebungselementes **53** befestigt. Der Zylinderstellantrieb **54** treibt das Gleitverschiebungselement **53** für eine gleitende Verschiebung entlang einer am Verbindungselement **45** befestigten Führungseinrichtung an, um durch das Druckrad **51** Druck auf das Werkstück W3 auszuüben. Das Gleitverschiebungselement **53** und der Zylinderstellantrieb **54** sind auf der Oberfläche des Verbindungselementes **45** gehalten, auf dem die Laserstrahlprojektionseinrichtung **10** befestigt ist. Somit sind die Laserstrahlprojektionseinrichtung **10** und die Drückeinheit **50** so vereinigt, dass sie die gleiche Positionsbeziehung beibehalten, d. h. die Laserstrahlprojektionseinrichtung **10** und die Drückeinheit **50** bewegen sich als integrale Einheit in vertikaler Richtung. Der Zylinderstellantrieb **54** wird derart gesteuert, dass das Druckrad **51** einen festgelegten Druck auf das Werkstück W3 aufbringt.

[0060] Gemäß der vorliegenden Ausführungsform kann, da das Werkstück W3 mit einem festgelegten Druck während des Schweißvorgangs gegen das Werkstück W4 gedrückt wird, eine zufriedenstellende Verschweißungsqualität erzielt werden. Da die Laserstrahlprojektionseinrichtung **10** und die Drückeinheit **50** die gleiche Positionsbeziehung beibehalten, verändert sich der Abstand zwischen dem optischen Kopf **11** und der Oberfläche des Werkstückes W3 nicht, sogar wenn das Druckrad **51** entlang der Oberfläche des Werkstückes W3 abrollt. Somit kann sich der Brennpunkt des optischen Kopfes **11** immer auf der Oberfläche des Werkstückes W3 befinden, sogar wenn das Druckrad **51** entlang der Oberfläche des Werkstückes W3 abrollt. Und zwar kann ein Laserstrahl, der vom YAG-Laser ausgesendet und durch die Laserstrahlprojektionseinrichtung **10** projiziert wird, immer auf die Oberfläche des Werkstückes W3 fokussiert werden.

[0061] Verschiedene Modifikationen der vorhergehenden bevorzugten Ausführungsformen sind möglich. Beispielsweise kann, auch wenn bei der Nuterfassungseinrichtung der Laserschweißvorrichtung bei den zuvor erwähnten Ausführungsformen vier ebene Laserstrahlen verwendet werden, die Anzahl der durch die Nuterfassungseinrichtung projizierten

ebenen Laserstrahlen eine beliebige geeignete Anzahl abgesehen von vier sein, z. B. zwei oder fünf.

[0062] Auch wenn bei der Laserschweißvorrichtung bei den zuvor erwähnten Ausführungsformen beschrieben wurde, dass sie auf Schweißoperationen angewandt werden, bei denen die Schweißlinie geradlinig ist, sind die Laserschweißvorrichtungen der Erfindung für Schweißvorgänge entlang einer gekrümmten Schweißlinie anwendbar, vorausgesetzt, dass die gekrümmte Schweißlinie einen großen Krümmungsradius hat und ein Segment der gekrümmten Schweißlinie zwischen der Laserstrahlprojektionseinrichtung und der Nuterfassungseinrichtung als geradliniges Segment betrachtet werden kann.

[0063] Auch wenn sich die Steuereinheit **30** der zuvor erwähnten Ausführungsformen in der Robotersteuereinrichtung C befindet, kann die Steuereinheit **30** in die Laserstrahlprojektionseinrichtung **10** eingebaut sein und kann in der Lage sein, mit der Robotersteuereinrichtung C Signale auszutauschen.

[0064] Wie aus der vorhergehenden Beschreibung klar hervorgeht, ist die Laserstrahlprojektionseinrichtung in der Lage, einen Laserstrahl genau auf einen Teil eines Werkstückes zu projizieren, der durch die Nuterfassungseinrichtung erfasst wird, die bezüglich der Schweißrichtung in einem vorbestimmten Abstand vor der Laserstrahlprojektionseinrichtung gehalten wird, sogar wenn die Bewegungsgeschwindigkeit der Laserschweißvorrichtung veränderlich ist.

[0065] Die Laserschweißvorrichtung der Erfindung ist in der Lage, eine Nut, d. h. eine Schweißlinie, sicher und genau zu erfassen, sogar wenn die Form der Nut eine so geringe Variation aufweist, dass die Erfassung der Nut schwierig ist.

[0066] Die Laserschweißvorrichtung der Erfindung verwendet einen Speicher in effektiver Weise.

[0067] Auch wenn die Erfindung in ihren bevorzugten Ausführungsformen mit einem gewissen Grad an Spezifität beschrieben wurden, sind bei diesen offensichtlich viele Änderungen und Modifikationen möglich. Es versteht sich daher, dass die Erfindung in der Praxis anders als hier speziell beschrieben ausgeführt sein kann, ohne vom Schutzzumfang der Erfindung abzuweichen, der in den anliegenden Ansprüchen definiert ist.

Patentansprüche

1. Laserschweißverfahren, bei dem eine Schweißabschnitt-Erfassungseinrichtung (**20**) und eine Laserstrahl-Projektionseinrichtung (**10**), die hinter der Schweißabschnitt-Erfassungseinrichtung (**20**) angeordnet ist, um eine vorbestimmte Strecke be-

wegt wird, so dass sich die Schweißabschnitt-Erfassungseinrichtung (20) und die Laserstrahl-Projektionseinrichtung (10) nicht relativ zueinander bewegen, und bei dem ein Laserstrahl durch die Laserstrahl-Projektionseinrichtung (10) auf einen zu verschweißenden Abschnitt (1) projiziert wird, der durch die Schweißabschnitt-Erfassungseinrichtung (20) erfasst wird, wobei das Verfahren beinhaltet:

sequentielles Speichern, und zwar in einem Speicher, von einzelnen Daten betreffend Schweißpositionen, die durch die Schweißabschnitt-Erfassungseinrichtung (20) sequentiell erfasst werden, in Kombination mit Zeiten, bei denen die einzelnen Daten betreffend die Schweißpositionen erhalten werden, sowie Bewegungsgeschwindigkeiten, mit denen die Schweißabschnitt-Erfassungseinrichtung (20) bewegt wird;

Berechnen einer Zeit, bei der die Schweißabschnitt-Erfassungseinrichtung (20) einen Punkt passiert hat, an dem die Laserstrahl-Projektionseinrichtung (10) gerade angekommen ist, basierend auf den Zeiten und den Bewegungsgeschwindigkeiten, die im Speicher gespeichert sind; und

Projizieren eines Laserstrahls durch die Laserstrahl-Projektionseinrichtung (10) auf den Schweißabschnitt (1), der durch die Schweißabschnitt-Erfassungseinrichtung (20) erfasst wurde, zu der durch den Berechnungsschritt berechneten Zeit,

dadurch gekennzeichnet, dass

die Schweißabschnitt-Erfassungseinrichtung (20) eine Mehrzahl von ebenen Laserstrahlen (4a-d) auf den zu verschweißenden Abschnitt projiziert, Bilder des zu verschweißenden Abschnittes, der mit den ebenen Laserstrahlen bestrahlt wird, durch eine Bilderzeugungsvorrichtung erzeugt werden, die Bilder zusammengeführt werden, um ein zusammengesetztes Bild zu erhalten, und die Schweißposition auf Basis des zusammengesetzten Bildes erfasst wird.

2. Laserschweißverfahren nach Anspruch 1, bei dem die Zeit, bei der die Schweißabschnitt-Erfassungseinrichtung (20) eine Position passiert hat, an der die Laserstrahl-Projektionseinrichtung (10) gerade angekommen ist, dadurch bestimmt wird, dass eine Bewegungsstrecke der Schweißabschnitt-Erfassungseinrichtung (20) auf Basis der im Speicher gespeicherten Zeiten und Bewegungsgeschwindigkeiten zurückberechnet wird und die Zeit als eine Zeit bestimmt wird, bei der die Bewegungsstrecke der Schweißabschnitt-Erfassungseinrichtung (20) mit dem vorbestimmten Abstand zwischen der Laserstrahl-Projektionseinrichtung (10) und der Schweißabschnitt-Erfassungseinrichtung (20) übereinstimmt oder größer ist als dieser.

3. Laserschweißverfahren nach Anspruch 1 oder 2, bei dem die zur Berechnung verwendeten Daten nach Abschluss der Berechnung der Zeit, bei der die Schweißabschnitt-Erfassungseinrichtung (20) die Position passiert hat, an der die Laserstrahl-Projektionseinrichtung (10) gerade angekommen ist, gelöscht werden.

4. Laserschweißverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, bei dem eine Drückvorrichtung (50), deren Relativposition bezüglich der Laserstrahl-Projektionseinrichtung (10) fixiert ist, während einer Laserschweißoperation Druck auf den zu verschweißenden Abschnitt aufbringt.

5. Laserschweißverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, bei dem die Laserstrahl-Projektionseinrichtung (10) einen YAG-Laserstrahl projiziert.

6. Laserschweißvorrichtung, aufweisend:

eine Schweißabschnitt-Erfassungseinrichtung (20) zum Erfassen eines zu verschweißenden Abschnittes (1);

eine Laserstrahl-Projektionseinrichtung (10), welche einen Laserstrahl auf den zu verschweißenden Abschnitt projiziert;

einen Halte- und Drehmechanismus (40), der die Schweißabschnitt-Erfassungseinrichtung (20) und die Laserstrahl-Projektionseinrichtung (10) hält, so dass ein vorbestimmter Abstand zwischen der Schweißabschnitt-Erfassungseinrichtung (20) und der Laserstrahl-Projektionseinrichtung (10) beibehalten wird, und der die Laserstrahl-Projektionseinrichtung (10) in einer Richtung senkrecht zu einer Bewegungsrichtung der Laserstrahl-Projektionseinrichtung dreht;

eine Bewegungseinheit (44), die den Halte- und Drehmechanismus (40) bewegt; und

eine Steuereinheit (30) zum Steuern einer Laserschweißoperation, wobei die Steuereinheit einzelne Daten bezüglich von der Schweißabschnitt-Erfassungseinrichtung (20) erfassten Schweißpositionen (1) zusammen mit Zeiten, bei denen die einzelnen Daten betreffend die Schweißpositionen erfasst werden, sowie Bewegungsgeschwindigkeiten, mit denen der Halte- und Drehmechanismus (40) bewegt wird, in einem Speicher sequentiell speichert, eine Zeit berechnet, bei der die Schweißabschnitt-Erfassungseinrichtung (20) eine Position passiert hat, an der die Laserstrahl-Projektionseinrichtung (10) gerade angekommen ist, und die Laserstrahl-Projektionseinrichtung (10) und den Halte- und Drehmechanismus (40) derart steuert, dass ein Laserstrahl auf eine Schweißposition (1) projiziert wird, die durch die Schweißabschnitt-Erfassungseinrichtung (20) zu der durch die Steuereinheit berechneten Zeit erfasst wurde, dadurch gekennzeichnet, dass

die Schweißabschnitt-Erfassungseinrichtung (20) eine Vorrichtung zum Projizieren eines ebenen Laserstrahls und eine Bilderzeugungsvorrichtung (22) beinhaltet, die Steuereinheit (30) eine Bildverarbeitungsvorrichtung (31) beinhaltet, wobei im Gebrauch die Vorrichtung (21) zum Projizieren eines ebenen Laserstrahls eine Mehrzahl von ebenen Laserstrahlen (4a-d) projiziert, die in vorbestimmten Intervallen

angeordnet sind, wobei die Bilderzeugungsvorrichtung (22) Bilder von mit den ebenen Laserstrahlen (4a–d) bestrahlten Teilen erzeugt, und die Bildverarbeitungsvorrichtung (22) die durch die Bilderzeugungsvorrichtung (21) erzeugten Bilder zusammenführt, um ein zusammengesetztes Bild zu erzeugen, und eine Schweißposition auf Basis des zusammengesetzten Bildes erfasst wird.

7. Laserschweißvorrichtung nach Anspruch 6, bei der im Gebrauch die Zeit, bei der die Schweißabschnitt-Erfassungseinrichtung (20) eine Position passiert hat, an der die Laserstrahl-Projektionseinrichtung (10) gerade angekommen ist, dadurch bestimmt wird, dass eine Bewegungsstrecke der Schweißabschnitt-Erfassungseinrichtung (20) auf Basis der im Speicher gespeicherten Zeiten und Bewegungsgeschwindigkeiten zurückberechnet wird und die Zeit als eine Zeit bestimmt wird, bei der die Bewegungsstrecke der Schweißabschnitt-Erfassungseinrichtung (20) mit dem vorbestimmten Abstand zwischen der Laserstrahl-Projektionseinrichtung (10) und der Schweißabschnitt-Erfassungseinrichtung (20) übereinstimmt oder größer ist als dieser.

8. Laserschweißvorrichtung nach einem der Ansprüche 6 oder 7, die weiter eine Drückvorrichtung (50) aufweist, deren Relativposition bezüglich der Laserstrahl-Projektionseinrichtung (10) fixiert ist, wobei die Drückvorrichtung (50) ausgebildet ist, um während einer Laserschweißoperation Druck auf den zu verschweißenden Abschnitt auszuüben.

9. Laserschweißvorrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 8, bei der die Laserstrahl-Projektionseinrichtung einen YAG-Laser aufweist.

10. Laserschweißvorrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 9, bei der die Bewegungseinheit einen Roboter (12) beinhaltet.

Es folgen 8 Blatt Zeichnungen

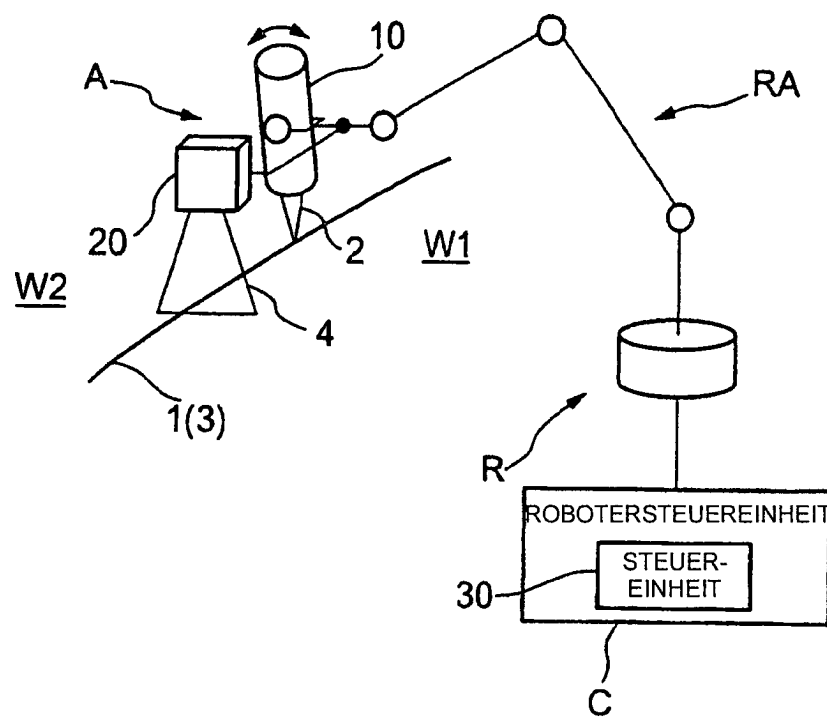


FIG.1

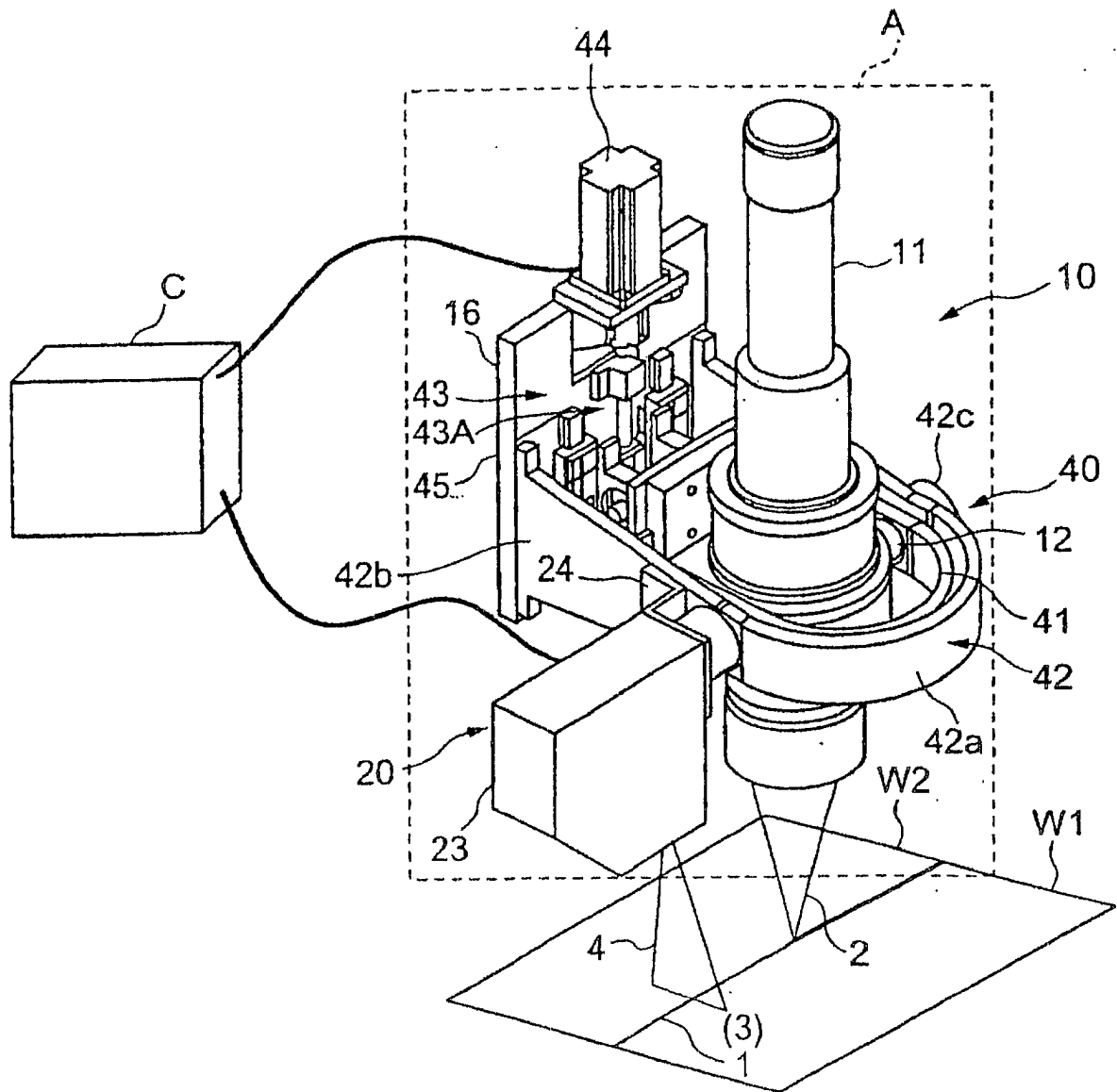


FIG.2

FIG.3A

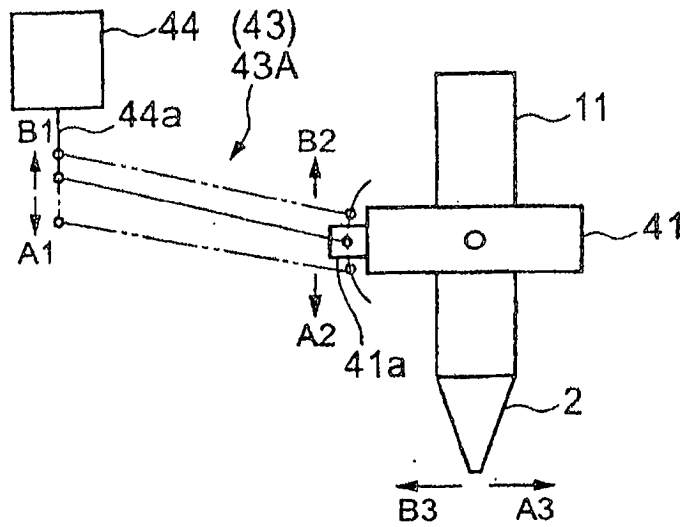


FIG.3B

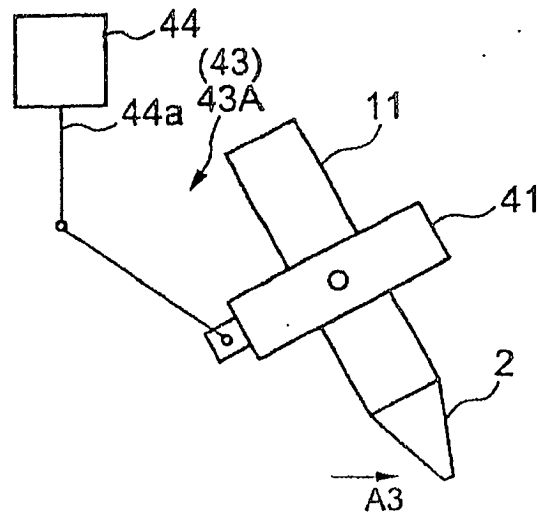
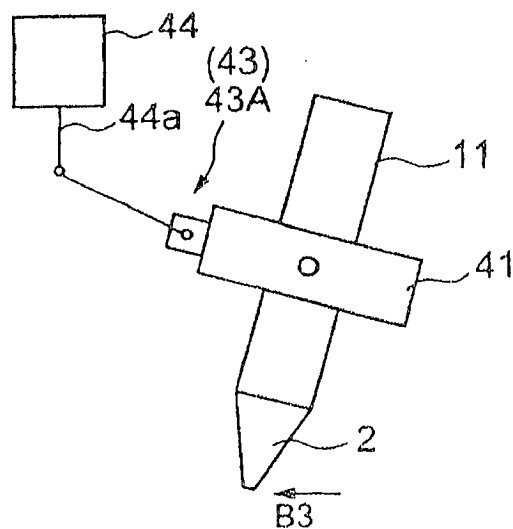


FIG.3C



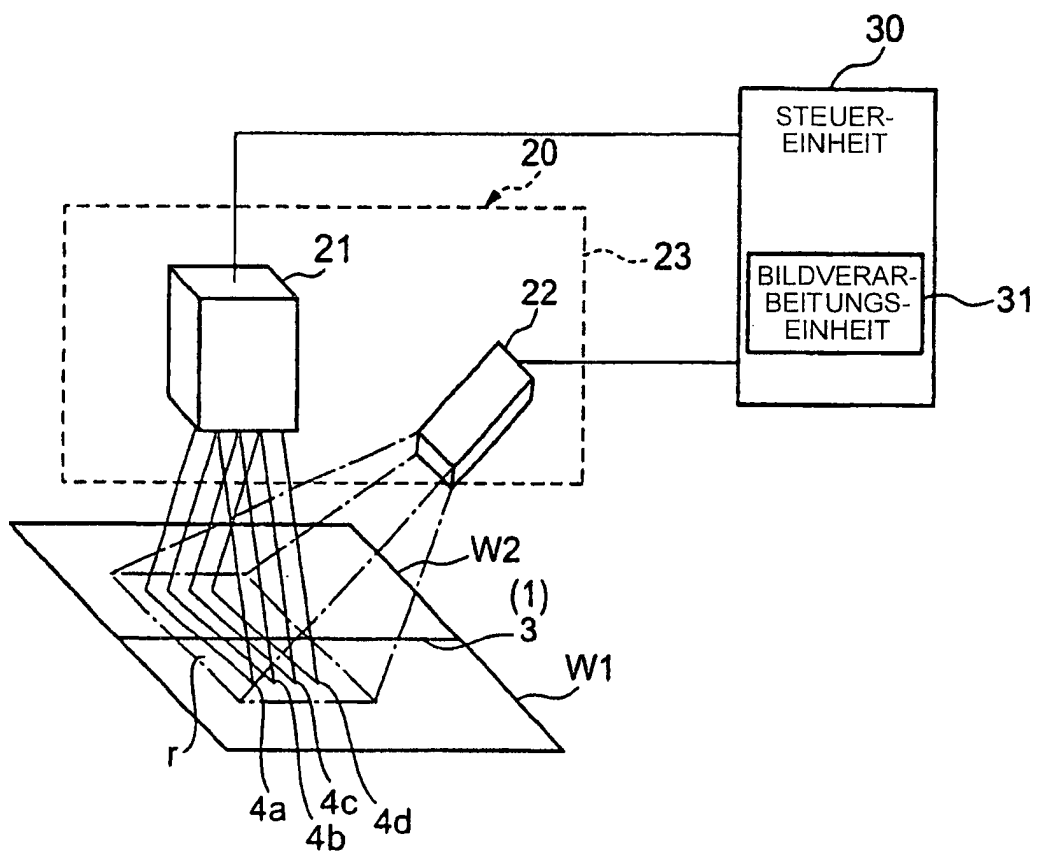
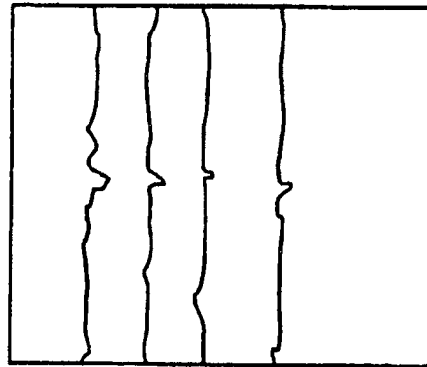
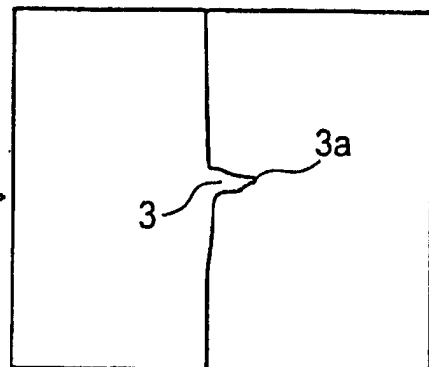


FIG.4

(RICHTUNG DES AUFADDIERENS)

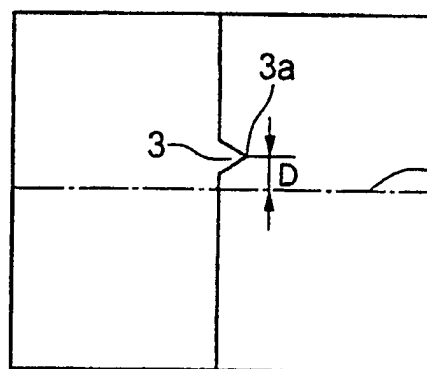


(a)



(b)

FIG.5



REFERENZLINIE LS
(TEACH-PFAD)

FIG.6

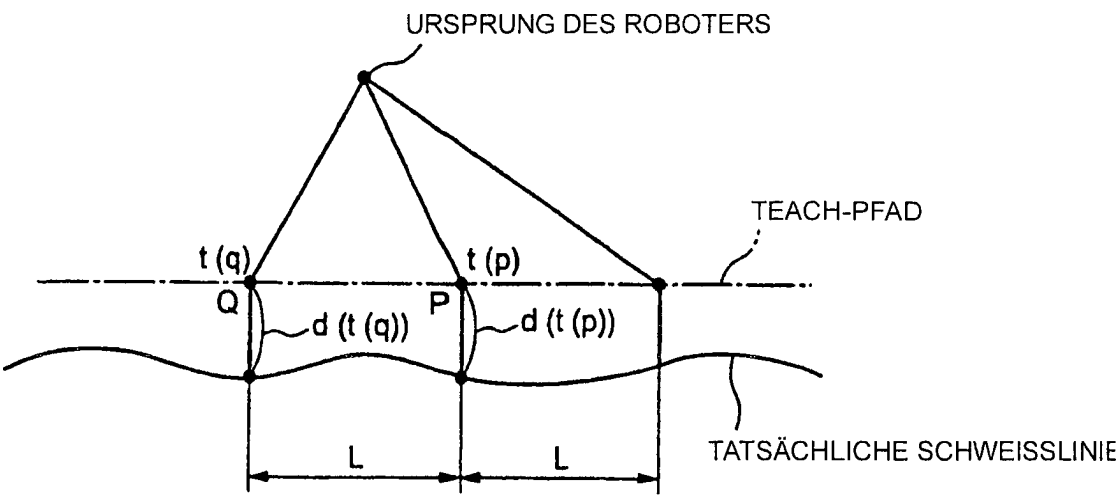


FIG.7

VERSTREICHEN DER ZEIT

RICHTUNG DES AUFADDIERENS

	$t(q-1)$	$v(t(q-1))$	$d(t(q-1))$
Q	$t(q)$	$v(t(q))$	$d(t(q))$
	$t(q+1)$	$v(t(q+1))$	$d(t(q+1))$
	$t(q+2)$	$v(t(q+2))$	$d(t(q+2))$
⋮	⋮	⋮	⋮
	$t(p-3)$	$v(t(p-3))$	$d(t(p-3))$
	$t(p-2)$	$v(t(p-2))$	$d(t(p-2))$
	$t(p-1)$	$v(t(p-1))$	$d(t(p-1))$
P	$t(p)$	$v(t(p))$	$d(t(p))$

FIG.8

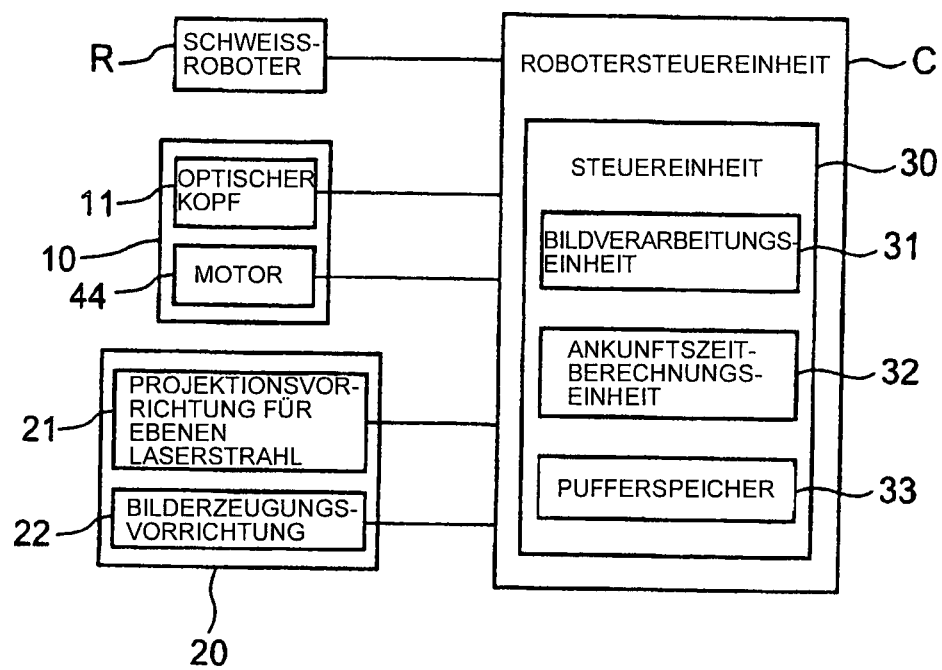


FIG.9

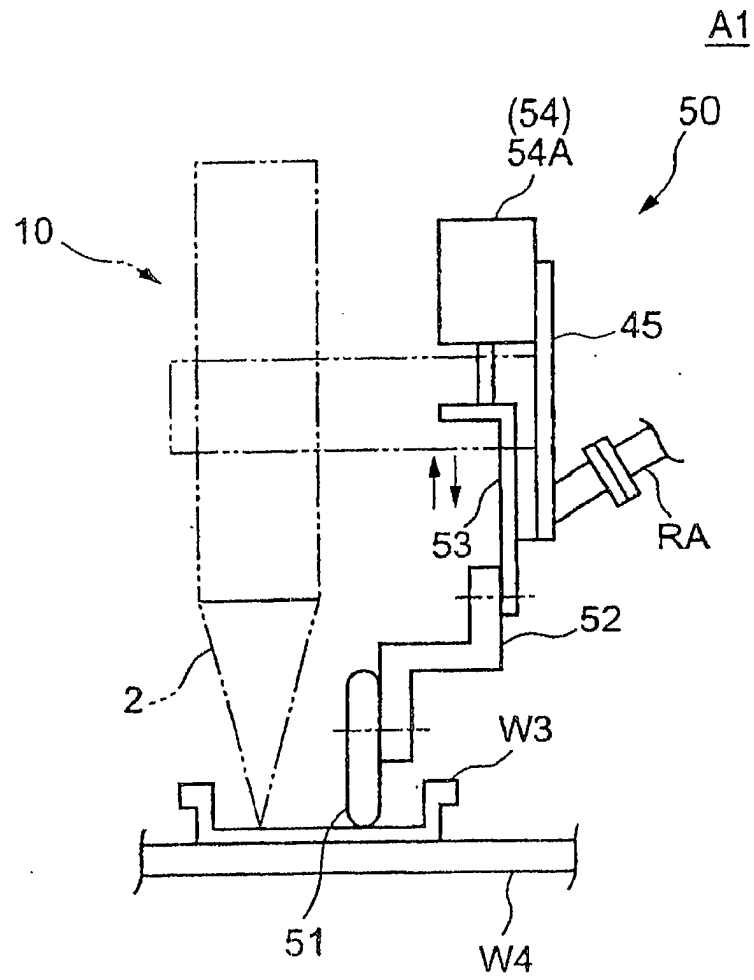


FIG.10