世界知的所有権機関
国際事務局

PCT

特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(51) 国際特許分類 5		(11) 国際公開番号	WO 94/13425
B23K 26/00, 26/02, 26/08	A1	(43) 国際公開日	1994年6月23日(23.06.94)

(21) 国際出願番号 PCT/JP93/01798
(22) 国際出願日 1993年12月10日(10. 12. 93)

(30) 優先権データ
特願平4/333036 1992年12月14日(14. 12. 92) JP

(71) 出願人(米国を除くすべての指定国について)
ファナック株式会社(FANUC LTD)〔JP/JP〕
〒401-05 山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場3580番地
Yamanashi, (JP)
(72) 発明者;および
(75) 発明者/出願人(米国についてのみ)
二瓶 亮(NIHEI, Ryo)〔JP/JP〕
〒403 山梨県富士吉田市上吉田4508-18 Yamanashi, (JP)
寺田彰弘(TERADA, Akihiro)〔JP/JP〕
〒401-05 山梨県南都留郡忍野村忍草3511-1
ファナックマンションハリモミ8-207 Yamanashi, (JP)
佐々木康夫(SASAKI, Yasuo)〔JP/JP〕
〒401-05 山梨県南都留郡忍野村忍草3511-1
ファナックマンションハリモミ8-102 Yamanashi, (JP)
(74) 代理人
弁理士 宇井正一, 外(UI, Shoichi et al.)
〒105 東京都港区虎ノ門一丁目8番10号 静光虎ノ門ビル
青和特許法律事務所 Tokyo, (JP)

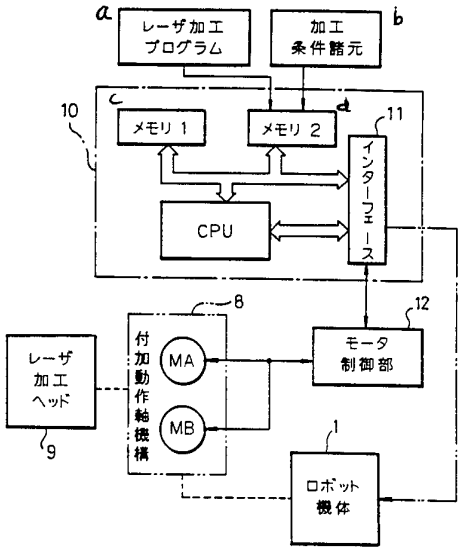
(81) 指定国
KR, US, 欧州特許(AT, BE, CH, DE, DK, ES, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).

添付公開書類 国際調査報告書

(54) Title : LASER MACHINING METHOD AND LASER ROBOT FOR EXECUTING THIS METHOD

(54) 発明の名称 レーザ加工方法と同方法を実施するためのレーザロボット

a ... laser machining program
b ... machining conditions
c ... memory 1
d ... memory 2
11 ... interface
9... laser machining head
8 ... additional operation shaft mechanism
12 ... motor control unit
1 ... robot body



(57) Abstract

In a method for effecting precision laser machining to a work by a laser machining head through additional operation shaft means (8) mounted to a robot body (1) of a multi-joint type laser robot, a required time (A+B) for taking the machining head by rapid feed from an origin point (OR) to a machining start point (E) according to various machining specifications stored in a rewritable storage means and a required time (C) for taking it similarly to the starting point without using rapid feed are calculated and compared with each other by arithmetic means (CPU) provided to a robot controller (10) of the laser robot. Only when the required time (A+B) is shorter than the required time (C), a rapid feed command is given automatically to driving motors (MA, MB) of the additional operation shaft means (8) so that the rapid feed operation of the laser machining head becomes effective to a predetermined laser machining trajectory. In this way, judgement is made automatically and laser machining efficiency can be improved.

(57) 要約

多関節形レーザロボットのロボット機体１に具備された付加動作軸手段８を介してレーザ加工ヘッドによりワークに精密レーザ加工を行う方法において、同レーザロボットのロボット制御装置１０に具備された演算手段（ＣＰＵ）が書換え可能な記憶手段に記録された加工条件緒元に基づいてレーザ加工ヘッドが始めに位置決めされる原点位置ＯＲから加工始点Ｅまでの早送り動作を行う場合と行わない場合との夫々の所要時間Ａ＋ＢとＣとの時間長の演算、両者の長短比較を行って、早送りを行った場合の所要時間Ａ＋Ｂが、早送りを行わない場合の所要時間Ｃより短い時間であるときのみ、早送り動作を付加動作軸手段８が有す駆動モータＭＡ、ＭＢに自動指令し、所定のレーザ加工軌跡まで、レーザ加工ヘッドの早送り動作を有効とするように、自動的に判断してレーザ加工能率を向上させる。

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のパンフレット第1頁にPCT加盟国を同定するために使用されるコード

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

明　細　書

レーザ加工方法と同方法を実施するためのレーザロボット

技術分野

本発明は、複数の動作軸（ここで、動作軸とは、その軸線回りにロボットの１つの可動要素が動作自由度を有する軸を言う）を有した多関節形レーザロボットによるレーザ加工方法および同方法を実施するための制御手段を備えた多関節形レーザロボットに関し、特に、レーザロボットの先端に具備されたレーザビーム出射装置を２つの送り駆動モータを有した付加動作軸装置の制御動作で小径の加工軌跡に沿って送り動作させることにより、同レーザビーム出射装置の出射口から出射されるレーザビームによって効率的にワークにレーザ加工を行うためのレーザ加工方法とその方法の実施を可能にする制御手段を備えた多関節形レーザロボットに関する。

背景技術

レーザロボット、特に、周知の６軸回りに動作自由度を有した多関節型レーザロボットにおいて、同ロボットの先端の可動要素であるロボット手首に２つの駆動モータを付加的に具備した付加動作軸手段を備え、同付加動作軸手段によりレーザ出射装置を２軸座標平面内で所定の移動軌跡をレーザ加工の送り動作軌跡として作動させ得るようにしたものが周知であり、特に、上記の送り動作軌跡が小径の円軌跡から成ることにより、ワークに小穴レーザ精密加工を実施し得るようにした多関節形レーザロボットが既に提案され、実用化されつつある。

このような付加動作軸手段を有した多関節型レーザロボットは、

図１に示すロボット機体の構成を有し、図示されていない周知のロボット制御装置により作動制御され、所定のレーザ加工作業を遂行する。

同レーザロボットの機体１は、ロボットベース２に直立されたロボット胴部３の上部に水平面内で縦軸線回りに旋回可能なロボット旋回胴４を有し、このロボット旋回胴４の一端に枢着されたロボット上腕５は、水平軸心回りに回転可能に設けられ、同ロボット上腕５の先端に枢着されたロボット前腕６は、ロボット上腕５に対して水平軸心回りに回転可能になっており、このロボット前腕６の先端に三次元空間内で３つの相互に直交する軸心回りに回転可能な３動作自由度のロボット手首７が取着され、このロボット手首７に取着された付加動作軸手段８がレーザ加工用のレーザ出射装置から成るレーザ加工ヘッド９を備えた構成にある。従って、レーザ加工ヘッド９は、上述したロボット旋回胴４やロボット上腕５、ロボット前腕６、ロボット手首７等の動作によってワークのレーザ加工部へ接近動作させ或いは離反動作させることが可能であり、また、必要に応じてレーザ加工を実施することができる。

更に、付加動作軸手段８には、図示されていないが、２つのサーボモータから成る送り駆動モータが内蔵され、ロボット制御装置からの指令に応じて、レーザ加工ヘッド９のレーザビーム出射口９ａを、例えば、１つの直交２軸座標平面内で所望の軌跡に沿って移動可能に制御し、レーザビームの照射によりワークの切断加工やワークに対する孔明け加工等のレーザ加工を実施できる構成となっている。

斯かる付加動作軸手段８は、主としてレーザ加工ヘッド９により小穴加工を実施する場合の専用機構として設けられ、同付加動作軸手段８はロボット機体１の６軸系の可動要素（ロボット旋回胴４、

ロボット上、前腕５、６、ロボット手首７）が動作しているときには、レーザ加工ヘッド９のレーザ出射口９ａを所定の原点位置に停止、保持しており、ロボット機体１によりレーザ加工ヘッド９のレーザ出射口９ａが所望の被加工小穴の中心位置に位置決めされた後に、付加動作軸手段８の２つの駆動モータが作動して円形等の小穴加工軌跡に沿ってレーザ加工ヘッド９のレーザ出射口９ａを軌跡動作させ、同小穴のレーザ加工を実施するのである。

このような小穴加工に当たり、付加動作軸手段８がレーザ加工ヘッド９のレーザ出射口９ａを送り動作させるときには、レーザ出射口９ａがワークの加工部位の所定の原点位置に位置決め停止された後、先ず、その原点位置から所望の小穴加工軌跡の輪郭部位まで直進送りさせる助走的な送り動作をさせ、その輪郭部位の位置から同所望の加工軌跡に沿って送り動作させることにより、レーザ加工を完遂する方法がとられている。

従来より、このような小穴レーザ加工々程では、レーザビームでワークをピアシング（貫通）し、ピアシング作用後にレーザ出射口９ａを軌跡に沿って移動させて、レーザビームによるワークの切断作用を遂行している。

このとき、上記のピアシング作用をワークの原点位置で遂行する図６に図示の場合（原点位置とピアシング位置とが一致する）と、所望の加工軌跡に接近した所定の点、つまり、レーザビームのピアシング作用によりワークに形成された貫通孔の外縁が加工軌跡に掛からない非干渉位置（図示のピアシング位置）でピアシング作用を遂行してバリ発生を防止し、そこから更にレーザビームを加工軌跡部位に寄せ動作させ、同加工軌跡に沿ってレーザ加工を進行させる図７の場合がある。

前者の場合には、加工ヘッド９のレーザ出射口９ａを原点位置か

ら比較的遅い所定の加工速度で所望の加工軌跡の輪郭部位まで助走、直進させ、そこから更に同じ遅い加工速度で加工軌跡に沿ってレーザ加工を進捗させるため、加工時間が長くなり、単位時間当たりの加工能率が比較的低いという難点がある。

他方、後者の場合には、原点から所望の加工軌跡に近い所定点まではレーザ出射口９ａを早送り速度で早送り動作させ、同所定点でピアシング後に早送り速度より遅い加工速度でレーザ加工を遂行させることにより、一見、加工能率の向上が図れるが、実際には、加工軌跡に接近した所定のピアシング点へ位置決めする必要があり、前者の場合より、位置決め作用回数が増えることから、加工時間が短縮されるとは限らない場合がある。

依って、従来の技術では、原点位置から遅い加工速度のままレーザ加工を開始する方法とするか、助走直進路の途中の所定のピアシング位置までは早送りを実行し、その後は遅い加工速度でレーザ加工を遂行するようにする方法とするかの選択は作業者の試行錯誤的な決定方法又は、経験則に従って決定されていた。従って、結局は加工能率を所望の加工能率値まで十分に向上させ得ない不利を免れることができなかった。

また、作業者の試行錯誤的な決定や経験則に頼る方法では、レーザロボットによるレーザ加工の自動化を促進する上でも障害に成る問題点がある。

発明の開示

依って、本発明の目的は、上述した従来のレーザロボットの付加動作軸手段によるレーザ加工における欠点や問題点を解消し得るレーザ加工方法と、その方法の実施を可能にするための制御手段を備えた多関節形レーザロボットを提供せんとするものである。

本発明の他の目的は、多関節形レーザロボットの付加動作軸手段を用いたレーザ加工を高加工能率で、かつ、自動的に遂行可能にするレーザ加工方法と同加工方法の実施に必須の制御手段とを提供せんとするものである。

本発明は、上述の発明目的に鑑みて、多関節形レーザロボットに設けられた付加動作軸手段が具備する２つの駆動モータでレーザ加工ヘッド（レーザ出射装置）のレーザ出射口を送り動作させて高精度のレーザ加工を遂行するとき、レーザロボットの夫々の可動部のロボット動作で予め所望の加工軌跡に関する原点位置に停止、保持されたレーザ出射口を付加動作軸手段により送り動作させて所望の加工軌跡に沿って精密レーザレーザ加工を遂行する過程で、先ず、原点位置から加工軌跡の輪郭部位に到達するまでの助走直進路の送り動作において、原点位置でピアシングを行ってレーザ加工を開始した場合と、助走直進路の途中の所定点まで早送りで高速送り動作させ、そこでピアシング後、比較的遅い加工速度でレーザ加工を行う場合との両者に就いて、夫々の所要時間を予めレーザロボットおよび付加動作軸手段の作用緒元を成す既知量として認識される原点から所望加工軌跡の輪郭までの距離、加工速度値、早送り速度値、レーザ出射口の送り速度が、停止した零速度状態からこれら所定の加工速度や早送り速度まで到達するために要する時間値に相当する時定数等の値に基づいて演算し、

演算結果として得られた両所要時間を比較し、早送りを行った場合の所要時間の方が短時間であるときのみ、自動的に早送りの遂行を付加動作軸手段に指令してレーザ加工を実行するように成すものである。

即ち、本発明によれば、レーザロボットのレーザビーム出射口を２つの送り駆動モータによりワーク上の所定の原点位置から該ワー

クの所望の加工軌跡上の始点位置まで直進助走させ、次いで該始点位置から前記所望の加工軌跡に沿ってレーザビーム出射口を送り動作させるレーザ加工方法において、

上記直進助走の距離Ｒ、所定の早送り速度Ｖ０、所定の加工速度Ｖ１及び上記早送り速度、加工速度に零値から到達するための所要時間として定義される夫々の時定数を加工条件緒元として予め設定し、

上記レーザビーム出射口から出射されるレーザビームでワークを貫通するピアシング位置を上記原点位置に選定し、所定の加工速度で同原点位置から上記所望の加工軌跡上の上記始点位置まで直進動作でレーザ加工を遂行する第１の所要時間を前記加工条件緒元から演算し、

他方、前記直進助走路上における前記始点位置に接近した所定点をピアシング位置に選定し、前記所定の加工速度より速い所定の早送り速度で前記原点位置から該所定のピアシング位置までレーザビーム出射口を早送りし、ピアシング後に該直進助走路上の所定点から上記加工速度で上記始点位置まで直進動作でレーザ加工を遂行する第２の所要時間を上記加工条件緒元から演算し、

該第１の所要時間と該第２の所要時間とを比較し、

第２の所要時間が第１の所要時間より短いときにのみ、レーザ出射口を上記原点位置から上記所定点であるピアシング位置まで早送り動作させることを特徴としたレーザロボットを用いたレーザ加工方法が提供される。

また、本発明によれば、多関節形ロボット機体と、該ロボット機体に設けられたレーザ出射手段のレーザビーム出射口を２つの送り駆動モータによりワーク上の所定の原点位置から該ワークの所望の加工軌跡上の始点位置まで直進助走させ、次いで該始点位置から前

記所望の加工軌跡に沿ってレーザビーム出射口を送り動作させる付加動作軸手段と、前記付加動作軸手段の動作を制御する制御手段とを具備した多関節形レーザロボットにおいて、

上記制御手段は、

上記直進助走の距離Ｒ、所定の早送り速度Ｖ０、所定の加工速度Ｖ１及び前記早送り速度、加工速度に達するための所要時間として定義される夫々の時定数を加工条件緒元として予め設定、記憶可能な記憶手段と、

前記レーザビーム出射口から出射されるレーザビームによりワークを貫通するピアシング位置を前記原点位置に選定し、所定の加工速度で前記原点位置から前記所望の加工軌跡上の前記始点位置まで直進動作でレーザ加工を遂行する第１の所要時間と、前記直進助走路上における前記始点位置に接近した所定点をピアシング位置に選定し、前記所定の加工速度より速い所定の早送り速度で前記原点位置から該所定のピアシング位置までレーザビーム出射口を早送りしピアシング後に該直進助走路上の所定点から前記加工速度で前記始点位置まで直進動作でレーザ加工を遂行する第２の所要時間を前記記憶手段に記憶された前記加工条件緒元から演算する演算手段と、

前記演算手段によって得られた前記第１の所要時間と前記第２の所要時間との比較結果から前記第２の所要時間が前記第１の所要時間より短いときにのみ、前記２つの送り駆動モータに早送り指令を送出する指令制御手段と、

を具備した多関節形レーザロボットが提供される。

上述の制御手段によれば、第１の所要時間と第２の所要時間とが演算手段で演算され、両者の所要時間から、早送り動作を含んだレーザ加工々程による第２の所要時間の方が短時間であるときのみ、早送りが指令制御手段からの指令に従って自動的に実行され、故に、

付加動作軸手段を用いたレーザ加工ヘッドの送り動作を常に高能率に実行し、レーザ加工、特に、付加動作軸手段を用いた小穴加工等の高精度レーザ加工の高能率化を図ることが可能となる。

図面の簡単な説明

本発明の上述および他の目的、特徴、利点を、添付図面に示す実施例に基づいて更に詳細に説明するが、同添付図面において、

図１は、　付加動作軸手段を有した多関節型レーザロボット機体の一般的な構成を示す正面図、

図２は、本発明に係る多関節形レーザロボットによるレーザ加工方法の実施に用いられる制御手段の構成の実施例を略示したブロック図、

図３は、本発明に係る多関節形レーザロボットを用いたレーザ加工方法の実施に当たって早送りが行われる場合の付加動作軸手段によるレーザ出射口の送り軌跡を示すグラフ図、

図４は、本発明に係るレーザロボットのレーザ加工方法の実施に当たって早送りが行われない場合の付加動作軸手段によるレーザ出射口の送り軌跡を示すグラフ図、

図５は、早送りを行う場合および早送りが行われない場合の両者に就いて、送り速度Ｖと加工軌跡の輪郭位置に到達するまでの時間との関係の一例を示したグラフ図、

図６は、付加動作軸手段で駆動されるレーザ加工ヘッドにより小径孔のレーザ加工における従来のレーザ出射口の送り動作を説明するグラフ図、

図７は、付加動作軸手段で駆動されるレーザ加工ヘッドにより小径孔のレーザ加工における従来のレーザ出射口の送り動作を説明する他のグラフ図である。

発明を実施するための最良の態様

図１は本発明に係るレーザロボットのレーザ加工方法の実施に用いられる制御装置の構成を略示したブロック図、図２は、本発明に係るレーザロボットのレーザ加工方法の実施に当たって早送りが行われる場合の付加動作軸手段によるレーザ出射口の送り軌跡を示すグラフ図、図３は、同様に本発明に係るレーザロボットのレーザ加工方法の実施に当たって早送りが行われない場合の付加動作軸手段によるレーザ出射口の送り軌跡を示すグラフ図、図４は早送りを行う場合および早送りが行われない場合の両者に就いて、送り速度Ｖと加工軌跡の輪郭位置に到達するまでの時間との関係の一例を示したグラフ図、図５は付加動作軸手段を有した多関節型レーザロボット機体の一般的な構成を示す正面図、図６と図７とは付加動作軸手段で駆動されるレーザ加工ヘッドにより小径孔のレーザ加工における従来のレーザ出射口の送り動作を説明するグラフ図である。

図１を参照すると、ロボット制御装置１０は、ロボット機体１と二点鎖線で示す信号ラインで結合され、同ロボット機体の諸可動部の動作を制御してロボット手首７（図１参照）に取着された付加動作軸手段８に結合されたレーザ出射装置から成るレーザ加工ヘッド９を移動または位置決めするように構成されている。このとき、ロボット制御装置１０は内蔵するＲＯＭから成るメモリ１にロボット制御の基本プログラム等を記憶すると共にＲＡＭから成る書換え可能なメモリ２には入力手段によって入力された種々のレーザ加工プログラムを記憶し、これらメモリ１および２に記憶されたプログラムに従って制御回路を形成するＣＰＵおよびインターフェイス１１を介してレーザロボット機体１の諸可動部を制御する。

また、このロボット制御装置１０のメモリ２には本発明に係る付加動作軸手段８によりレーザ加工ヘッド９の送り制御を行って遂行

する小穴加工等の高精度レーザ加工用の加工条件の緒元、つまりレーザ加工ヘッド９のレーザ出射口９ａ（図１参照）がレーザ加工時に送り動作する加工軌跡に対して原点位置から加工軌跡部位までの直進助走の距離Ｒ、予め選定された所定の早送り速度Ｖ０、上記早送り速度に零値から到達するための所要時間として定義される時定数等を加工条件緒元として予め記憶されている。この高精度レーザ加工時にも、必要に応じてレーザ加工プログラムから所要のデータを取り入れることが可能であり、例えば、レーザ加工速度Ｖ１は、レーザ加工プログラムに選定、設定されている加工速度が利用される。

ここで、付加動作軸手段８は、サーボモータから成る２つの駆動モータＭＡ，ＭＢを備え、両駆動モータＭＡ，ＭＢによりレーザ加工ヘッド９を直交二軸座標系内で送り動作を精密に制御する駆動機構として設けられ、従って、ロボット機体１のロボット旋回胴、ロボット上腕、前腕、ロボット手首等の諸可動部を作動させてレーザ加工ヘッド９を直接、所定の加工軌跡に沿って送り動作させることでレーザ加工を遂行する場合よりも例えば既述の小穴加工等の更に高精度のレーザ加工や細密なレーザ加工を遂行する場合に用いられるために設けられている。

上記付加動作軸手段８の駆動モータＭＡ，ＭＢはモータ制御部１２によって作動制御され、このモータ制御部１２は、ロボット制御装置１０に接続されて同ロボット制御装置１０からの指令信号により、付加動作軸手段８の駆動モータＭＡ，ＭＢに制御入力を送出する構成を有している。

上述したロボット制御装置１０による制御に基づいて付加動作軸手段８を介してレーザ加工ヘッド９を作動させることにより遂行される本発明に係るレーザ加工方法の高能率化に就いて以下に説明す

る。

さて、図３および図４は、付加動作軸手段８によりレーザ加工ヘッド９の送り動作を制御して遂行するレーザ加工の２つの動作態様例を示している。これら図３及び図４に示す例は、加工軌跡が１例としてワークに楕円孔をレーザ加工する場合であり、勿論、その他に真円状の円形孔、正方形状の角孔をレーザ加工する場合にも本発明による高能率レーザ加工方法が適用可能であることは言うまでもない。

図３、図４に示す楕円形状の輪郭を有した加工軌跡Ｆに沿ってレーザ加工ヘッド９のレーザ出射口９ａを送り制御する場合、先ず、同レーザ加工ヘッド９のレーザ出射口９ａはレーザロボット機体１の可動部の動作によって加工軌跡Ｆの中心位置ＯＲに位置決めされる。このとき、付加動作軸手段８は、両駆動モータＭＡ，ＭＢを介してレーザ加工ヘッド９のレーザ出射口９ａを同付加動作軸手段８に関する原点位置に停止、保持している。

ここで、図３に示す場合には、加工軌跡Ｆの中心位置ＯＲから同加工軌跡Ｆに達する助走直進路（距離Ｒ）上の所定点、つまりレーザ加工開始点Ｓまでは早送り速度Ｖ０で早送り動作し、同所定点Ｓでレーザビームでワークのピアシング作用を行い、同レーザ加工始点Ｓから上記加工軌跡Ｆのレーザ加工始点Ｅまでの寄せ送り路（距離Ｌ）並びに加工軌跡Ｆに沿う送り動作路は、早送り速度Ｖ０に比較して低速度の加工速度Ｖ１で加工する場合である。

他方、図４に示す場合は、加工軌跡Ｆの中心位置ＯＲをレーザ加工開始点Ｓとして位置決めし、その後にレーザ加工ヘッド９のレーザビームでワークのピアシング作用を行い、そこから早送りを行うことなく、遅い加工速度Ｖ１で加工軌跡Ｆの加工始点Ｅを経由して同加工軌跡Ｆに沿ってレーザ加工を行う場合である。

ここで、本発明によると、上述した図3 及び図4 に示すレーザ加工の送り動作の何れを採用する方が高能率にレーザ加工を遂行可能であるかを判断する判断処理を制御装置１０に設けられた制御手段によって遂行可能となる。

なお、一般的には早送り速度Ｖ0 は、レーザ出射口９ａを一点から他の一点は移動するたげの送り動作であるから、１００～２００ｍｍ／ＳＥＣの高速度であり、他方、加工速度Ｖ1 は、レーザビームを加工軌跡に沿って移動させることによりワークに加工を施すため、略３０ｍｍ／SEC 程度の低速度である。これらの数値は、もちろん、本発明の範囲を直接的に限定するものでないことは言うまでもない。

本発明によると、先ず、加工軌跡Ｆの原点位置ＯＲから加工軌跡上の加工始点Ｅまでの工程に要する所要時間を図３の場合と図４の場合に就いて演算し、演算結果から比較、検討し、早送り動作を取り入れた方が迅速に加工始点Ｅへ辿り着くことができることを判明したときのみ、そのような早送り動作をとり入れたレーザ加工方法が遂行されるのである。

図５を参照すると、同図は縦軸を送り速度、横軸を時間経過に選定して、加工軌跡Ｆのレーザ加工に当たり、助走直進動作工程を図３に示した早送り動作工程を含んで実行する場合の所要時間Ａ＋Ｂを実線で図示し、図３に示した原点位置ＯＲから直ちにレーザ加工を行う場合の所要時間Ｃを点線で示している。従って、本発明は、上記の所要時間Ａ＋ＢとＣとの時間を演算し、その長短を比較、検討するものである。

ここで、図５において、時間Ｔ１は原点位置ＯＲで停止しているレーザ加工ヘッド９を早送り速度の所定速度値Ｖ0 まで増速する場合並びに加工速度を零速度から所定速度Ｖ1 まで増速する場合の両

者に共通の所要時間、つまり、時定数であり、時間Ｔ２は早送り速度や加工速度の立ち上がり時または所定速度値Ｖ０，Ｖ１への到達時点や減速過程で急速な加・減速を回避するために速度曲線を円滑化する帯域時間を示す時定数であり、加工条件緒元としてロボット制御装置１０のメモリ２に入力、設定される時間値である。

この場合に、実線で示す早送り工程を含む場合には、時間Ａが原点位置ＯＲからレーザ加工開始点Ｓまでの所要時間であり、時間Ｂがピアシング作用を行ってから加工軌跡Ｆ上の加工始点Ｅまでを加工速度Ｖ１で送り動作する所要時間である。勿論、時間Ｃは原点位置ＯＲでピアシング作用を行い、加工速度Ｖ１で加工始点Ｅへ到達する時間を示している。

そして、条件式：Ａ＋Ｂ＜Ｃ・・・・（１）が成立する場合には早送り動作の遂行を有効と判断する。

他方、　条件式：Ａ＋Ｂ≧Ｃ・・・・（２）が成立する場合には早送り動作の遂行を無効と判断するのである。

なお、所要時間ＡおよびＢ、所要時間Ｃの演算は、ロボット制御装置１０においてＣＰＵがメモリ１、２の記憶されたデータに基づいて実行するが、これらの演算に当たっては、夫々、加工条件緒元の距離値Ｒ，Ｌ，予め選択、設定される所定の早送り速度値Ｖ０、レーザ加工プログラムから設定される所定の加工速度値Ｖ１、時定数Ｔ１，Ｔ２の値に応じて、予めメモリ１に場合分けして記憶された以下の演算式を用いて実行する。

すなわち、

(1)　早送り動作を行うと仮定したときの早送り直進路、即ち原点位置ＯＲからレーザ加工開始点Ｓまでの動作に関して、その間に早送り速度が所定早送り速度値Ｖ０に停止状態から到達することが可能な場合（Ｖ０×Ｔ１＜Ｒ－Ｌ）

$$A = [(R - L) - (V0 \times T1) / V0] + 2 \times (T1 + T2)$$

… (3)

(2) 早送り動作を行うと仮定したときの早送り直進路、即ち原点位置ORからレーザ加工開始点Sまでの動作に関して、その間に早送り速度が所定早送り速度値V0に停止状態から到達することが不可能な場合 ($V0 \times T1 \geqq R - L$)

$$A = [(R - L) / V0] + T1 + (2 \times T2)$$

… (4)

(3) 早送り動作を行うと仮定した時のレーザ加工開始点Sから加工軌跡Fの加工始点Eまでの寄せ動作に関して、その間に加工速度が所定速度値V0に到達することが可能な場合 ($V1 \times T1 < L$) の場合

$$B = [L - (V1 \times T1)) / V1] + 2 \times (T1 + T2)$$

… (5)

(4) 早送り動作を行うと仮定した時のレーザ加工開始点Sから加工軌跡Fの加工始点Eまでの寄せ動作に関して、その間に加工速度が所定速度値V0に到達することが不可能な場合 ($V1 \times T2 \geqq L$) の場合

$$B = (L / V1) + T1 + (2 \times T2)$$

… (6)

(5) 早送り動作を行わないと仮定した時の原点位置ORから加工軌跡F上の加工始点Eまでのレーザ加工動作に関して、その間に加工速度がピアシング後の零加工速度から所定速度値V1に到達する場合 ($V1 \times T1 < R$)

$$C = [(R - V1) \times T1 / V1] + 2 \times (T1 + T2)$$

… (7) (6) 早送り動作を行わないと仮定した時の原点位置ORから加工軌跡F上の加工始点Eまでのレーザ加工動作に関して、

その間に加工速度がピアシング後の零加工速度から所定速度値Ｖ１に到達する場合（Ｖ１ ×Ｔ１ ≧Ｒ）

Ｃ＝Ｒ／Ｖ１ ＋Ｔ１ ＋（２×Ｔ２ ）

…（８）

上述した条件式（１）、（２）および演算式（３）～（８）は、予めロボット制御装置１０のメモリ１に記憶され、又、加工条件緒元の値は、メモリ２に記憶されている。従って、同制御装置１０のＣＰＵは、付加動作軸手段８の送り動作制御でレーザ加工ヘッド９が精密レーザ加工を遂行する際に、上述の条件式（１）と（２）の比較演算を行って早送り動作の有効、無効を判断し、有効の場合にはインターフェイス１１を介してモータ制御部１２に早送り指令を自動送出する。

他方、早送り無効と判断したときは、レーザ加工プログラムから導入される加工速度で原点位置ＯＲでピアシング作用を行い、そこからレーザ加工を加工速度Ｖ０ で遂行するように加工指令を自動送出するのである。

以上の説明において、図５のグラフは、送り速度Ｖと所要時間Ｔとの間の関係の１例を示すもので、例えば、上記の(2)、(4)、(6)の場合には、グラフ図は異なったものとなることは容易に理解できるであろう。

以上の説明から明らかなように、本発明によれば、レーザロボットの付加動作軸手段が具備する２つの駆動モータＭＡ，ＭＢでレーザ加工ヘッドのレーザ出射口を送り動作させて、精密レーザ加工を遂行する場合に、レーザロボットの可動部のロボット動作で予め所望の加工軌跡に関する原点位置ＯＲに停止、保持されたレーザ出射口を付加動作軸手段により送り動作させて所望の加工軌跡Ｆに沿って精密なレーザ加工を遂行する過程で、先ず、原点位置から加工軌

跡Ｆの輪郭部位に到達するまでの助走直進路の送り動作において、原点位置ＯＲでピアシング作用を行ってレーザ加工を開始した場合と、助走直進路の途中の所定点Ｓまで早送りで高速送りさせ、そこでピアシング後に、比較的遅い加工速度でレーザ加工を行う場合とに就いて、両者の所要時間を、予めレーザロボットおよび付加動作軸手段の加工条件緒元等の値に基づいて制御装置内の制御手段が演算を実行し、かつ、演算結果として得られた両所要時間を比較し、早送りを行った場合の所要時間の方が短時間であるときのみ、自動的に早送りの遂行を付加動作軸手段に指令してレーザ加工を実行するように成すものであるから、従来、作業者が試行錯誤的に判断していた煩瑣を解消し、かつ、レーザロボットによる付加動作軸手段を用いた精密レーザ加工における早送りを有効と判断したときには自動的に遂行するから、レーザ加工能率を著しく向上させることが可能と成る。そして、レーザロボットを操作してレーザ加工を実行する際に、作業者の熟練度にかかわりなく、容易に加工時間の短縮を図ることが可能になると言う効果を奏するのである。

請 求 の 範 囲

1．レーザロボットのレーザビーム出射口を2つの送り駆動モータによりワーク上の所定の原点位置から該ワークの所望の加工軌跡上の始点位置まで直進助走させ、次いで該始点位置から前記所望の加工軌跡に沿ってレーザビーム出射口を送り動作させるレーザ加工方法において、

前記直進助走の距離R、所定の早送り速度V0、所定の加工速度V1及び前記早送り速度、加工速度に零値から到達するための所要時間として定義される夫々の時定数を加工条件緒元として予め設定し、

前記レーザビーム出射口から出射されるレーザビームによりワークを貫通するピアシング位置を前記原点位置に選定し、所定の加工速度で前記原点位置から前記所望の加工軌跡上の前記始点位置まで直進動作でレーザ加工を遂行する第1の所要時間を前記加工条件緒元から演算し、

他方、前記直進助走路上における前記始点位置に接近した所定点をピアシング位置に選定し、前記所定の加工速度より速い所定の早送り速度で前記原点位置から該所定のピアシング位置までレーザビーム出射口を早送りし、ピアシング後に該直進助走路上の所定点から前記加工速度で前記始点位置まで直進動作でレーザ加工を遂行する第2の所要時間を前記加工条件緒元から演算し、

前記第1の所要時間と前記第2の所要時間とを比較し、

該第2の所要時間が該第1の所要時間より短いときにのみ、前記レーザ出射口を前記原点位置から前記所定点であるピアシング位置まで早送り動作させることを特徴とするレーザロボットを用いたレーザ加工方法。

2．多関節形ロボット機体と、該ロボット機体に設けられたレーザ出射手段のレーザビーム出射口を2つの送り駆動モータによりワーク上の所定の原点位置から該ワークの所望の加工軌跡上の始点位置まで直進助走させ、次いで該始点位置から前記所望の加工軌跡に沿ってレーザビーム出射口を送り動作させる付加動作軸手段と、前記付加動作軸手段の動作を制御する制御手段とを具備した多関節形レーザロボットにおいて、前記制御手段は、

前記直進助走の距離R、所定の早送り速度V0、所定の加工速度V1及び前記早送り速度、加工速度に達するための所要時間として定義される夫々の時定数を加工条件緒元として予め設定、記憶可能な記憶手段と、

前記レーザビーム出射口から出射されるレーザビームでワークを貫通するピアシング位置を前記原点位置に選定し、所定の加工速度で前記原点位置から前記所望の加工軌跡上の前記始点位置まで直進動作でレーザ加工を遂行する第1の所要時間と、前記直進助走路上における前記始点位置に接近した所定点をピアシング位置に選定し、前記所定の加工速度より速い所定の早送り速度で前記原点位置から該所定のピアシング位置までレーザビーム出射口を早送りし、ピアシング後に該直進助走路上の所定点から前記加工速度で前記始点位置まで直進動作でレーザ加工を遂行する第2の所要時間を前記記憶手段に記憶された前記加工条件緒元から演算する演算手段と、

前記演算手段によって得られた前記第1の所要時間と前記第2の所要時間との比較結果から前記第2の所要時間が前記第1の所要時間より短いときにのみ、前記2つの送り駆動モータに早送り指令を送出する指令制御手段と、

を具備した多関節形レーザロボット。

3．前記記憶手段は、書換え可能なＲＡＭから成る請求の範囲2

に記載の多関節形レーザロボット。

4．前記2つの送り駆動モータに早送り指令を送出する指令制御手段は、前記演算手段とインターフェース手段を介して接続されたモータ制御手段である請求の範囲2に記載の多関節形レーザロボット。

5．前記制御手段は、前記多関節形レーザロボットのロボット制御装置に内蔵されていることを特徴とする請求の範囲2に記載の多関節形レーザロボット。

Fig.1

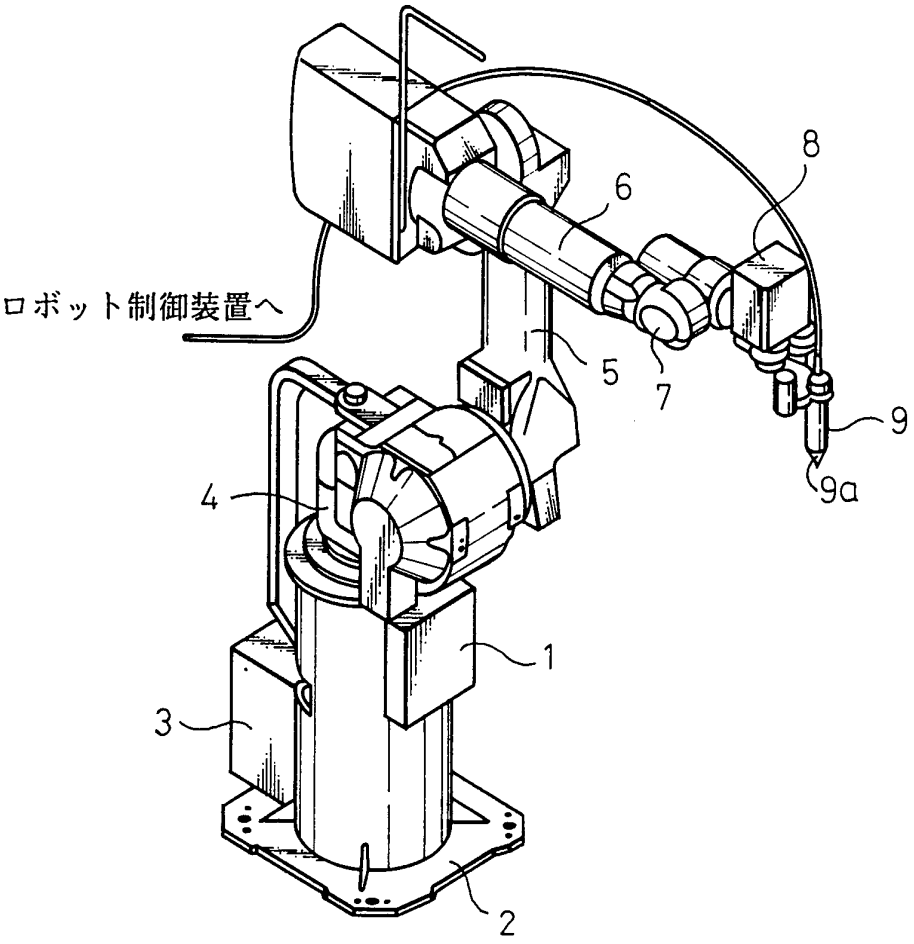


Fig. 2

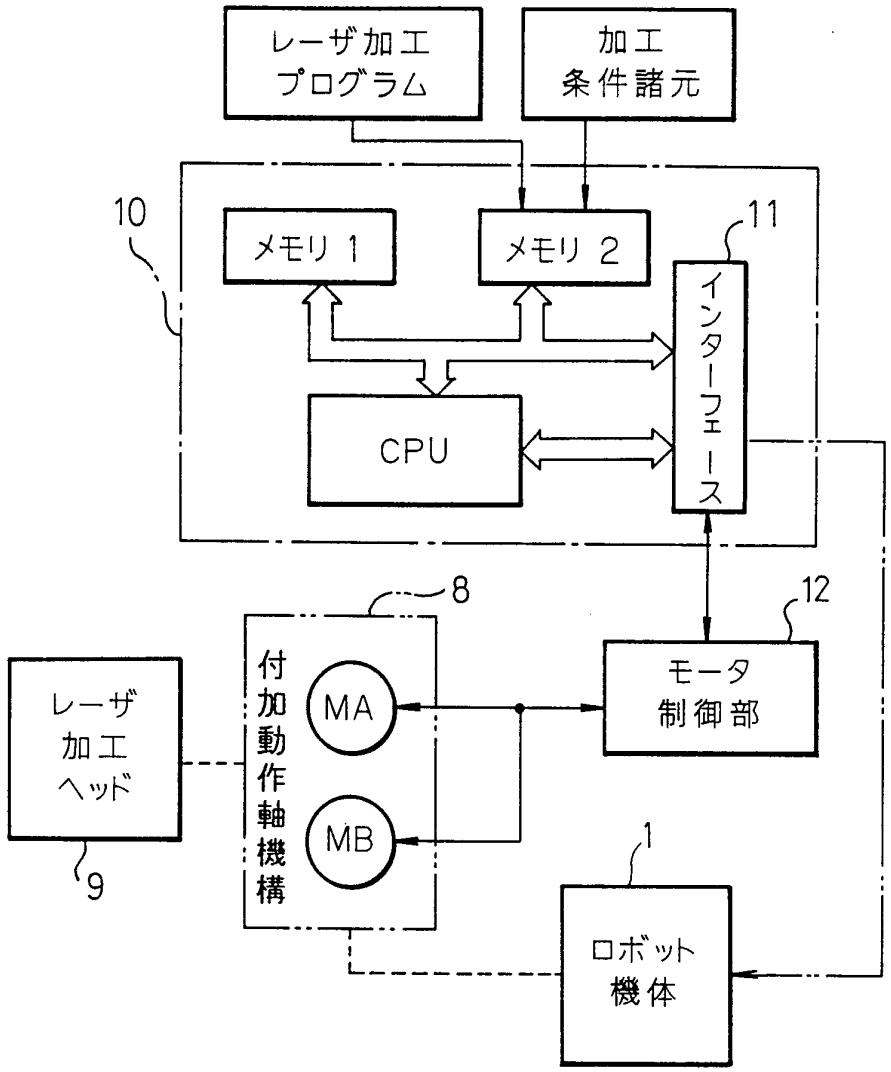

レーザ加工
プログラム
加工
条件諸元
10
メモリ 1
メモリ 2
11
インターフェース
CPU
8
12
付加動作軸機構
MA
MB
モータ
制御部
レーザ
加工
ヘッド
9
1
ロボット
機体

Fig. 3

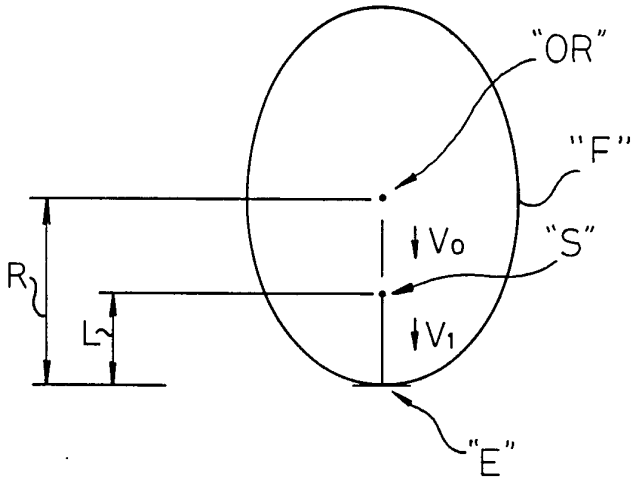


Fig. 4

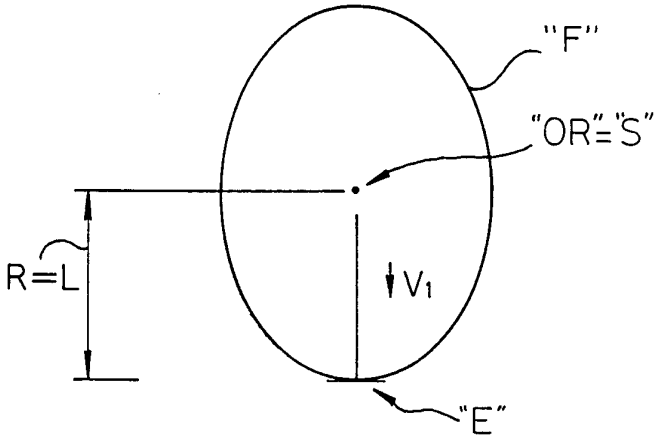


Fig.5

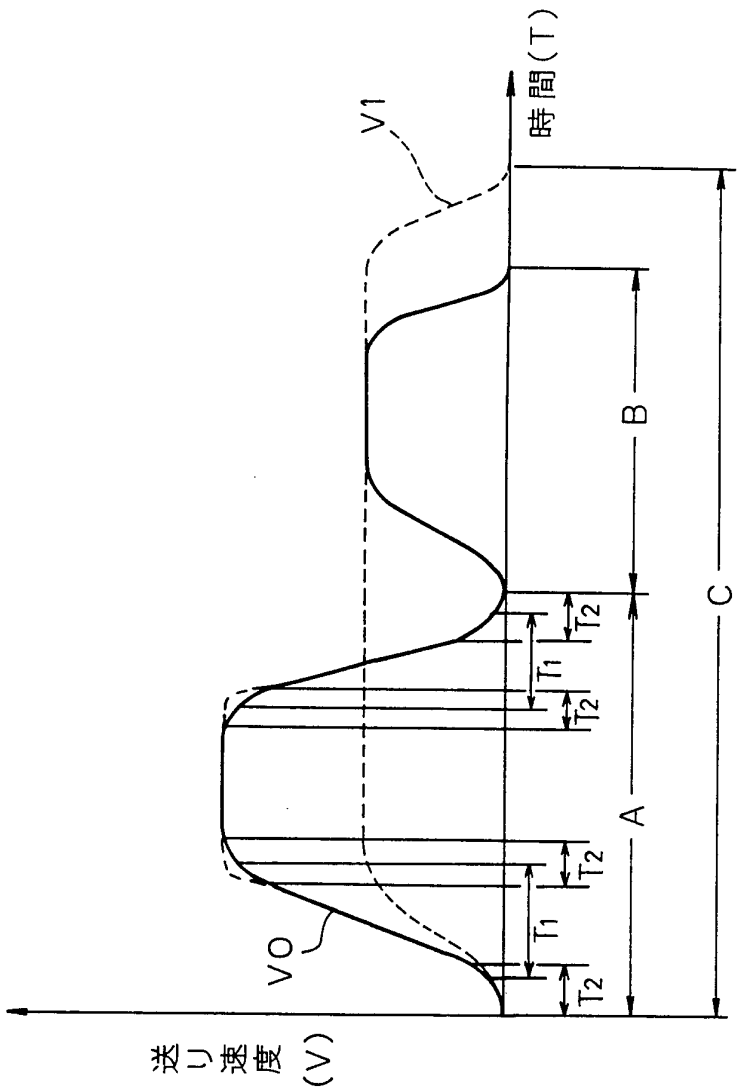


Fig.6
(従来技術)

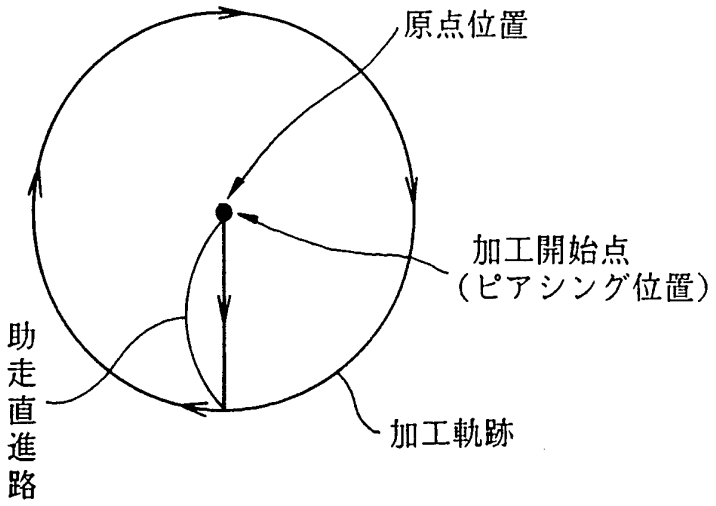
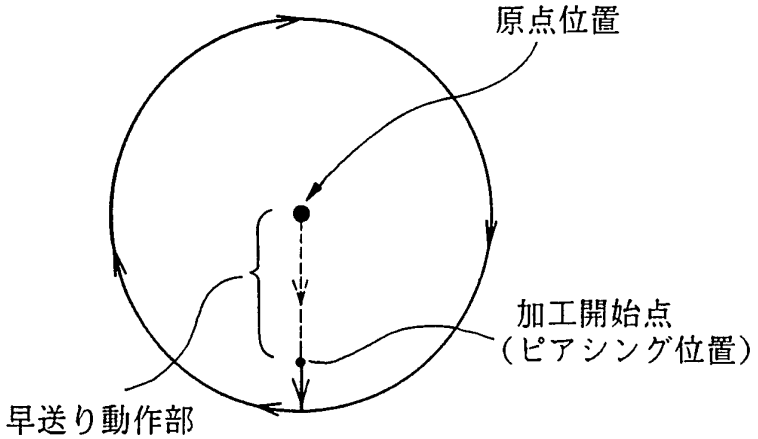


Fig.7
(従来技術)



参照番号，事項の一覧表

1…ロボット機体

2…ロボットベース

3…ロボット胴部

4…ロボット旋回胴

5…ロボット上腕

6…ロボット前腕

7…ロボット手首

8…付加動作軸手段

9…レーザ加工ヘッド

9a…レーザ出射口

10…ロボット制御装置

11…インターフェース

12…モータ制御部

MA…駆動モータ

MB…駆動モータ

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP93/01798

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl^5 B23K26/00, 26/02, 26/08

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^5 B23K26/00, 26/02, 26/08

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

Jitsuyo Shinan Koho 1926 - 1993
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971 - 1993

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, U, 63-56982 (Shibuya Kogyo K.K.), April 16, 1988 (16. 04. 88), Claim, Fig. 1 & JP, Y, 2-33996	1-5
A	JP, A, 63-104793 (Canon Inc.), May 10, 1988 (10. 05. 88), Claim, Fig. 1 & JP, B, 2-57477	1-5

☐ 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 document 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	Date of mailing of the international search report
February 15, 1994 (15. 02. 94)	March 8, 1994 (08. 03. 94)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office Facsimile No.	Authorized officer Telephone No.

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 1992)

国際調査報告

国際出願番号 PCT/JP 93/01798

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int. Cl[5] B23K26/00, 26/02, 26/08

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[5] B23K26/00, 26/02, 26/08

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 1926－1993年
日本国公開実用新案公報 1971－1993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	JP, U, 63－56982（渋谷工業株式会社）, 16. 4月. 1988（16. 04. 88）, 実用新案登録請求の範囲, 第1図 &JP, Y, 2－33996	1－5
A	JP, A, 63－104793（キヤノン株式会社）, 10. 5月. 1988（10. 05. 88） 特許請求の範囲, 第1図 & JP, B, 2－57477	1－5

☐ 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
15. 02. 94

国際調査報告の発送日
08.03.94

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）
鈴木 由紀夫 ㊞ 4E 7425

電話番号 03－3581－1101 内線 3425

様式PCT/ISA/210（第2ページ）（1992年7月）