

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-174586
(P2004-174586A)

(43) 公開日 平成16年6月24日(2004.6.24)

(51) Int. Cl. ⁷	F I	テーマコード (参考)
B 2 3 K 26/00	B 2 3 K 26/00 M	4 E 0 6 8
B 2 3 K 7/00	B 2 3 K 7/00 5 O 5 B	5 H 2 6 9
B 2 3 K 10/00	B 2 3 K 10/00 5 O 2 A	
G O 5 B 19/404	G O 5 B 19/404 E	

審査請求 有 請求項の数 8 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2002-345950 (P2002-345950)	(71) 出願人	390008235 ファナック株式会社 山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場358 〇番地
(22) 出願日	平成14年11月28日(2002.11.28)	(74) 代理人	100082304 弁理士 竹本 松司
		(74) 代理人	100088351 弁理士 杉山 秀雄
		(74) 代理人	100093425 弁理士 湯田 浩一
		(74) 代理人	100102495 弁理士 魚住 高博
		(72) 発明者	村川 和彦 山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場358 〇番地 ファナック株式会社内

最終頁に続く

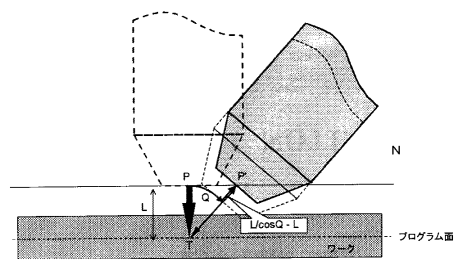
(54) 【発明の名称】 数値制御装置

(57) 【要約】

【課題】 レーザ加工機、プラズマ加工機、ガス切断機において、ノズルを傾けて加工するとき、簡単で容易にビーム等の照射点と加工プログラムとの間のズレを修正しワークとノズルの干渉を防止する。

【解決手段】 ノズルNとワーク間のギャップLを保持して加工する。照射点Tを中心にノズルNを傾斜角Q傾斜させ開先加工するとき、ノズルNをノズル中心軸に沿って「 $(L / \cos Q) - L$ 」だけ後退させる。照射点Tとプログラム経路とのずれはなく、ノズルNとワークの干渉を避ける。又、プログラム経路に沿ってならい制御を行う場合には、ノズルを傾けた分、ギャップを検出するセンサの目標測定値を変更し、所定ギャップ量を保持するようにする。

【選択図】 図4



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

レーザ加工機、プラズマ加工機、ガス切断機等を制御する数値制御装置において、被加工ワークの表面と略平行なプログラム面に対する前記ノズルの姿勢が垂直で、ノズル先端点が前記プログラム面より所定距離隔たる位置の位置指令データで加工経路が教示された加工プログラムを記憶する手段と、前記ノズルの目標姿勢を指令する手段と、加工進行方向に垂直な面内で、レーザビーム、プラズマジェット又はガス噴射流等が向けられるプログラム面上の位置を固定したまま前記ノズルが前記目標姿勢となる位置から、さらに前記ノズルを該ノズルの中心軸線に沿って後方に、該ノズル先端と前記プログラム面との距離が前記所定距離となる位置を求め、該位置にノズル先端点を移動させ補正する位置補正手段と、を備えたことを特徴とする数値制御装置。

10

【請求項 2】

レーザ加工機、プラズマ加工機、ガス切断機等を制御する数値制御装置において、被加工ワークの表面と略平行なプログラム面に対する前記ノズルの姿勢が垂直で、ノズル先端点が前記プログラム面より所定距離隔たる位置の位置指令データで加工経路が教示された加工プログラムを記憶する手段と、前記ノズルの目標姿勢、及び前記ノズルの先端と前記プログラム面間の目標距離を指令する手段と、加工進行方向に垂直な面内で、レーザビーム、プラズマジェット又はガス噴射流等が向けられるプログラム面上の位置を固定したまま前記ノズルが前記目標姿勢となる位置から、さらに前記ノズルを該ノズルの中心軸線に沿って後方に、該ノズル先端と前記プログラム面との距離が前記目標距離となる位置を求め、該位置にノズル先端点を移動させ補正する位置補正手段と、を備えたことを特徴とする数値制御装置。

20

【請求項 3】

前記ノズルに設けられたワークまでの距離を測定するセンサと、ノズルの傾斜角とノズル先端点とプログラム面間の距離に対応して前記センサで測定される目標測定距離を求める手段と、前記位置補正手段による位置補正でのノズルの垂直状態からの傾斜角と前記所定距離若しくは目標距離より、前記目標測定距離を求める手段から目標測定距離を求め、該目標測定距離をならい制御における前記センサによる測定距離の目標値に変更する変更手段と、を備える請求項 1 又は請求項 2 に記載の数値制御装置。

30

【請求項 4】

ノズル部にノズル先端点とワーク面間の距離を計測するセンサを備えたレーザ加工機、プラズマ加工機、ガス切断機等を制御する数値制御装置において、被加工ワークの表面と略平行なプログラム面に対する前記ノズルの姿勢が垂直で、ノズル先端点が前記プログラム面より所定距離隔たる位置の位置指令データで加工経路が教示された加工プログラムを記憶する手段と、前記ノズルの目標姿勢を指令する手段と、ノズルの傾斜角とノズル先端点とプログラム面間の距離に対応して前記センサで測定される目標測定距離を求める手段と、加工進行方向に垂直な面内で、レーザビーム、プラズマジェット又はガス噴射流等が向けられるプログラム面上の位置を固定したまま前記ノズルが前記目標姿勢へ移動すると共に、前記目標測定距離を求める手段より前記所定距離とノズル姿勢より前記センサで測定される目標測定距離を求め、該目標測定距離とセンサで計測される距離が一致するようにノズルをノズル中心軸線方向に移動させる制御手段と、を備えたことを特徴とする数値制御装置。

40

【請求項 5】

50

ノズル部にノズル先端点とワーク面間の距離を計測するセンサを備えたレーザ加工機、プラズマ加工機、ガス切断機等を制御する数値制御装置において、
被加工ワークの表面と略平行なプログラム面に対する前記ノズルの姿勢が垂直で、ノズル先端点前記プログラム面より所定距離隔たる位置の位置指令データで加工経路が教示された加工プログラムを記憶する手段と、

前記ノズルの目標姿勢、及び前記ノズルの先端と前記プログラム面間の目標距離を指令する手段と、

ノズルの傾斜角とノズル先端点とプログラム面間の距離に対応して前記センサで測定される目標測定距離を求める手段と、

加工進行方向に垂直な面内で、レーザビーム、プラズマジェット又はガス噴射流等が向けられるプログラム面上の位置を固定したまま前記ノズルが前記目標姿勢へ移動すると共に、前記目標測定距離を求める手段より前記目標距離とノズル姿勢より前記センサで測定される目標測定距離を求め、該目標測定距離とセンサで計測される距離が一致するようにノズルをノズル中心軸線方向に移動させる制御手段と、
を備えたことを特徴とする数値制御装置。

【請求項 6】

前記センサとして静電容量型距離センサを用いる請求項 3 乃至 5 の内いずれか 1 項に記載の数値制御装置。

【請求項 7】

前記目標測定距離を求める手段は、ワークに対する前記センサ又は前記ノズルの傾きと、ワークと前記ノズル間の実際の距離に対する前記センサによる目標測定距離又は該目標測定距離に相当する物理量とで表したデータテーブルで構成されていることを特徴とする、請求項 3 乃至 6 の内いずれか 1 項に記載の数値制御装置。

【請求項 8】

前記目標測定距離を求める手段は、ノズル先端点とプログラム面間の距離とワークに対する前記センサ又は前記ノズルの傾きにより、前記センサによる目標測定距離又は該目標測定距離に相当する物理量を求める式から演算する手段で構成されている請求項 3 乃至 6 の内いずれか 1 項に記載の数値制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】
ノズル姿勢を変化させることのできる機構を持った加工機、特にワーク切断面に傾斜をつける開先加工を行うレーザ加工機、プラズマ加工機、ガス切断機等を制御する数値制御装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

レーザ加工機、プラズマ加工機、ガス切断機等のノズル先端位置固定制御を有する加工機では、加工しようとするワークに対して加工プログラム面を設け、該加工プログラム面にプログラムされた経路上を、レーザビーム、プラズマジェット、ガス噴射流等が向けられる点（以下ビーム等の照射点という）が通るように制御される。又、ワーク切断面に傾斜をつける開先加工を行う場合、ワークに対してノズルを垂直状態から傾斜させることにより、切断面に傾斜をつけて加工することが行われる。また、加工中に徐々にノズル姿勢を変化させることによって、切断面の傾斜を加工の進行と共に変化させることも行われている。

【0003】

この切断面に傾斜を設けるためにノズルを傾斜させるとき、図 1 に示すように、ビーム等の照射点 T を中心にノズル N を傾斜させることにより、ビーム等の照射点と加工プログラム間との軌跡ずれが生じないようにしなければ、加工誤差が生じる。そのため、ビーム等の照射点 T を中心にノズル N を傾斜させ N' の状態とすると、ノズル N とワークが接触することが考えられるため、大型の機械では、図 2 のようにノズル中心軸線に沿ってならい

10

20

30

40

50

制御を行い、ノズルNを後方に逃がしている。又、コンパクトで安価に作成できるZ軸方向のみのならい制御機構を用いて、図3のように、Z軸方向にならい制御を行うことも行われている。

【0004】

又、ノズルを傾斜したときのビーム照射点のずれ量を、ノズル姿勢毎に予め測定し、それを補正量として記憶しておき、加工の際にノズルの姿勢が変化するとその姿勢に応じた補正量を読み出し、自動的に補正するようにしたレーザ加工機の工具補正方法も知られている(特許文献1参照)。

【0005】

【特許文献1】

特開2000-305613号公報(特に、請求項1参照)

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

図2のようにならい制御をノズルNの中心軸線に沿って行う場合、ビーム等の照射点Tの軌跡が加工プログラムでの指令経路とズレることはないが、ノズル構造が複雑となるため機構が大きくなり、コストもかかるという欠点がある。又、図3のように、Z軸方向にならい制御を行うようにすれば、コンパクトで安価に構成できるが、ビーム等の照射点と加工プログラムとの間に軌跡ズレが発生し、プログラム指令通りの加工をすることができず、加工精度が低下する。

【0007】

また、静電容量形センサをノズル先端にノズルと同じ向きに取り付けてワーク面とノズル先端点間の距離を所定距離に保持しながらならい制御により加工する場合、ノズルが傾斜することによりセンサも傾斜しセンサの測定値に誤差が生じる。センサの測定誤差のため、ワークとノズル間が目標距離とならず、Z軸方向のならい制御による加工では、ビーム等の照射点と加工プログラムとの間に軌跡ズレが発生し、プログラム指令通りの加工物を得ることができないという問題がある。

【0008】

そこで、本発明の目的は、ノズルを傾けて加工するとき、簡単で容易にビーム照射点と加工プログラムとの間のズレを防止でき、ワークとノズルの干渉も防止するレーザ加工機、プラズマ加工機、ガス切断機の制御を行う数値制御装置を提供することにある。

【0009】

【課題を解決するための手段】

請求項1に係わる発明は、レーザ加工機、プラズマ加工機、ガス切断機等を制御する数値制御装置において、被加工ワークの表面と略平行なプログラム面に対する前記ノズルの姿勢が垂直で、ノズル先端点が前記プログラム面より所定距離隔たる位置の位置指令データで加工経路が教示された加工プログラムを記憶する手段と、前記ノズルの目標姿勢を指令する手段と、加工進行方向に垂直な面内で、レーザビーム、プラズマジェット又はガス噴射流等が向けられるプログラム面上の位置を固定したまま前記ノズルが前記目標姿勢となる位置から、さらに前記ノズルを該ノズルの中心軸線に沿って後方に、該ノズル先端と前記プログラム面との距離が前記所定距離となる位置を求め、該位置にノズル先端点を移動させ補正する位置補正手段と、を備えたことを特徴とする数値制御装置である。

【0010】

又、請求項2に係わる発明は、さらに、前記ノズルの目標姿勢、及び前記ノズルの先端と前記プログラム面間の目標距離を指令する手段を設けることにより、ノズルを傾斜したとき前記所定位置の代わりに指令された前記目標距離となる位置を求め、該位置にノズル先端点を移動させるようにしたものである。

【0011】

請求項3に係わる発明は、さらに、前記ノズルに設けられたワークまでの距離を測定するセンサと、ノズルの傾斜角とノズル先端点とプログラム面間の距離に対応して前記センサで測定される目標測定距離を求める手段と、前記位置補正手段による位置補正でのノズル

10

20

30

40

50

の垂直状態からの傾斜角と前記所定距離若しくは目標距離より、前記目標測定距離を求める手段から目標測定距離を求め、該目標測定距離をならい制御における前記センサによる測定距離の目標値に変更する変更手段とを設けたものである。

【0012】

請求項4に係わる発明は、ノズル部にノズル先端点とワーク面間の距離を計測するセンサを備えたレーザ加工機、プラズマ加工機、ガス切断機等を制御する数値制御装置において、被加工ワークの表面と略平行なプログラム面に対する前記ノズルの姿勢が垂直で、ノズル先端点が前記プログラム面より所定距離隔たる位置の位置指令データで加工経路が教示された加工プログラムを記憶する手段と、前記ノズルの目標姿勢を指令する手段と、ノズルの傾斜角とノズル先端点とプログラム面間の距離に対応して前記センサで測定される目標測定距離を求める手段と、加工進行方向に垂直な面内で、レーザビーム、プラズマジェット又はガス噴射流等が向けられるプログラム面上の位置を固定したまま前記ノズルが前記目標姿勢へ移動すると共に、前記目標測定距離を求める手段より前記所定距離とノズル姿勢より前記センサで測定される目標測定距離を求め、該目標測定距離とセンサで計測される距離が一致するようにノズルをノズル中心軸線方向に移動させる制御手段と、を備えたことを特徴とする数値制御装置である。又、請求項5に係わる発明は、このノズル部にノズル先端点とワーク面間の距離を計測するセンサを備えたレーザ加工機、プラズマ加工機、ガス切断機等を制御する数値制御装置において、前記ノズルの目標姿勢、及び前記ノズルの先端と前記プログラム面間の目標距離を指令する手段を設けて、ノズルを傾斜したとき前記所定位置の代わりに指令された前記目標距離となる位置を求め、該位置にノズル先端点を移動させるようにしたものである。

10

20

【0013】

請求項6に係わる発明は、上述した各発明で使用されるセンサを静電容量型距離センサとしたものである。又、請求項7に係わる発明は、前記目標測定距離を求める手段を、ワークに対する前記センサ又は前記ノズルの傾きと、ワークと前記ノズル間の実際の距離に対する前記センサによる目標測定距離又は該目標測定距離に相当する物理量とで表したデータテーブルで構成したものである。請求項8に係わる発明はこのデータテーブルに代えて、ノズル先端点とプログラム面間の距離とワークに対する前記センサ又は前記ノズルの傾きにより、前記センサによる目標測定距離又は該目標測定距離に相当する物理量を求める式から演算する手段で構成したものである。

30

【0014】

【発明の実施の形態】

図4は、本発明の原理説明図である。被加工物であるワークと平行にプログラム面をとり、プログラム面に加工しようとする形状の加工プログラムを作成し加工機を制御する数値制御装置に設定入力されているものとする。そして、ノズル先端点Pとプログラム面との距離をLとして数値制御装置のメモリに記憶されているものとする。ノズル姿勢がワークに対して垂直な状態である場合、プログラム面でのビーム等の照射点Tと加工プログラムとの軌跡ズレはない。しかし、ノズルNが垂直状態からQ度傾斜する場合、前述したように、ビーム等の照射点Tと加工プログラムとの間にズレが生じるので、図4のように、ビーム等の照射点Tを中心にノズルNを傾斜させ、ノズル中心軸線に沿って後方に次の(1)式で示す補正距離Dだけノズル先端を移動させる。これによって、ノズル先端点Pとプログラム面との距離Lが一定に保持される。

40

【0015】

$$D = (L / \cos Q - L) \quad \dots (1)$$

図5は本発明の別の補正方法の原理説明図である。ノズル先端点Pを中心にノズルNを傾斜させ、かつ、X-Y平面内でノズル傾斜方向へ次の(2)式で示す補正距離D'だけノズル先端を移動させることによって、ビーム等の照射点Tの位置を変えずに、かつノズル先端点Pとプログラム面との距離Lを一定に保持させることができる。

【0016】

$$D' = (L \tan Q) \quad \dots (2)$$

50

本発明は、以上のようにして、プログラム面におけるビーム等の照射点Tと加工プログラムとの軌跡ずれを防止し、また、プログラム面とノズル先端の距離をLに保ったまま、ノズル姿勢を変化させるものである。

【0017】

単に、ノズル姿勢を傾斜させて、ワーク切断面に傾斜をつけて加工を行うだけであれば、上述したような、ノズル先端点P位置を補正するだけでよい。しかし、ワーク面に対してノズル先端点Pが所定目標距離を保持して、プログラムされた指令経路をならって切断加工する場合、ノズルに取り付けたセンサによりワークまでの距離を測定し、該測定距離が目標距離と一致するようにならない制御する方法が取られている。この場合、ノズルを傾斜させることから、センサも傾斜することになり、測定距離が異なり、ならない制御の目標値を変えないと、ワークとノズル先端点間の距離（ギャップ）を目標値どおりに保持できなくなる。図6は、ノズル（センサ）を傾けたとき、このならない制御の目標値変更の説明図である。

10

【0018】

センサは、センサの傾きが0度のときの測定距離がワークとノズル間の実際の距離と一致するように調整されている。図6の(a)は、センサの傾きが0度の状態で、ワークとノズル間の目標距離を1.0mmにするため、センサの測定距離が1.0mmに収束するようにならない制御が行われている。

【0019】

図6の(b)は、(a)の状態からノズルが30度傾いた状態とすると、(a)と同様にセンサの測定距離が1.0mmに収束するようにならない制御が行われることによって、センサで測定するワーク面までの距離は垂直方向ではなくなることから、センサの測定距離が1.0mmであっても、例えば、(b)のように、ワークとノズル間の実際の距離は0.8mmになってしまう。測定誤差が発生している。

20

【0020】

図6の(c)に示すように、ノズル先端点とワーク面間の距離が所定目標距離の1.0mmとなるように補正する必要がある。そのために、本発明は、ならない制御のためにセンサで検出する距離の目標値をノズルの傾斜角に応じて、補正し修正するようにする。この修正目標値は、計算式を用いて演算して求めてもよいが、後述する本発明の実施形態では、図7に示すようなデータテーブルDTを設け、センサで検出される測定距離の目標値を変更することによって、ノズルNを傾斜したときでも、ノズル先端点とワーク間の距離を所定目標距離に保持できるようにするものである。

30

【0021】

図7のデータテーブルDTにおいて、「センサの測定距離」はセンサが測定し出力する距離（若しくは又は該距離に相当する物理量でもよい）であり、センサの傾きが「0度」の場合は、このセンサから出力される測定距離と実際のノズルの先端点とワーク面との距離（以下この距離をギャップという）は等しくなる。

しかしノズル及びセンサを傾けたとき、センサ出力の測定距離と実際のギャップ（ノズルの先端点とワーク面との距離）は異なることになる。そこで、各角度にノズル及びセンサを傾けて、そのときのセンサ測定距離と実際のギャップの対応をこのデータテーブルDTに記憶させておく。例えば、図7に示す例では、ノズル及びセンサを30度傾けたとき、センサで測定された距離が1.0mmのとき、実際のノズルの先端点とワーク面との距離のギャップは0.8mmである。又、センサの測定距離の出力が1.2mmのとき、ギャップ（実際のノズルの先端点とワーク面との距離）は1.0mmである。

40

【0022】

そこで、例えば、ギャップを1.0mmに保持してならない制御を行うとすれば、ノズル及びセンサを30度傾けたときには、センサ出力が1.2mmであれば、ギャップが1.0mmとなるから、ならない制御のための目標値を1.2mmにして制御すればよいものとなる。すなわち、ノズル及びセンサの傾き角度に対して設定ギャップに対応するセンサの測定距離をこのデータテーブルDTから読み出しならない制御のための目標値と設定すればよ

50

いものとなる。例えば、ギャップを1.0mmでならい制御する場合で、ノズル及びセンサの傾斜角が30度である場合、ギャップが1.0mmに対応するセンサ測定距離1.2mmをならい制御の目標値とすればよい。

【0023】

又、このデータテーブルDTに対応する傾斜角がない場合には、その傾斜角の両側のデータより補間してならい制御の目標値を設定する。例えば、ギャップ(ノズルの先端点とワーク面との距離)が1.0mmでデータテーブルDTに20度と30度のデータしかない場合には、20度と30度の間の傾斜角に対しては、20度及び30度のギャップが1.0mmに対応するセンサ測定距離を内挿することによって求める。

【0024】

図8は本発明の一実施形態の数値制御装置を適用したレーザ加工機の概要図である。符号10はこのレーザ加工機を制御する制御装置であり、数値制御装置(CNC)で構成されている。該数値制御装置10は、プロセッサ(CPU)11を中心に構成され、該プロセッサ11にはバス24を介して、ROM12、RAM14、バッテリーバックアップされたCMOSRAMで構成された不揮発性メモリ13、入出力インタフェース15、17、表示装置(CRTや液晶等)付きMDI(手動入力装置)16、加工送り軸のX軸、Y軸のサーボアンプ19、20、ギャップ制御軸のZ軸のサーボアンプ21、Z軸回りに加工ヘッド40を回転させる回転軸であるA軸のサーボアンプ22、Z軸に対して直交する軸回りの回転軸であるB軸のサーボアンプ23が接続されている。

10

【0025】

ROM12にはこのレーザ加工機30全体を制御するシステムプログラムが格納されており、不揮発性メモリ13には、表示装置付きMDI16を利用して作成される加工プログラム若しくは図示しない入力インタフェースを介して入力される加工プログラムが格納される。さらに、前述したノズルが傾斜したときのセンサ測定距離とギャップ(ノズル先端点とワーク面間の距離)の関係を記憶したデータテーブルDTが格納されている。また、RAM14は各種処理中におけるデータの一時記憶等に利用される。入出力インタフェース15にはレーザ発振器50が接続され、プロセッサ11からの出力制御信号を、該入出力インタフェース15を介してレーザ発振器50に送信する。レーザ発振器50は、出力制御信号に従ってレーザビーム51を出射し、ベンディングミラー52で反射して加工ヘッド40に送り、該加工ヘッド40で集光されて加工ヘッド40に取り付けられているノズル41の先端からレーザビーム51をワーク44に照射する。

20

30

【0026】

加工ヘッド40のノズル41には、加工ノズル41の先端点とワーク44間の距離(ギャップ)を測定するセンサ42が設けられており、該センサ42の出力信号は、制御装置10内のA/D変換器(アナログ信号をデジタル信号に変換する変換器)18を介して入出力インタフェース17に出力されている。

【0027】

また、符号37はレーザ加工機機構部で、該レーザ加工機機構部37には、ワーク44を取り付けたテーブル43をX軸方向(図8において左右方向)に駆動するX軸サーボモータ31、テーブル43をY軸方向(図8において紙面垂直方向)に駆動するY軸サーボモータ32、加工ヘッド40及びノズル41を上記X、Y軸方向に垂直なZ軸方向に駆動するギャップ制御軸を構成するZ軸サーボモータ33を備えている。さらに、Z軸サーボモータ33で駆動される可動部には、加工ヘッド40をZ軸回りに回転させるA軸サーボモータ34及び、Z軸に対して垂直な軸回りに加工ヘッド40を回転させるB軸サーボモータ35を備えている。

40

【0028】

X、Y軸サーボモータ31、32はテーブル43を駆動し、Z軸サーボモータ33は、ノズル41の先端点とワーク44間の距離、すなわちギャップを調整するために用いられ、A、B軸のサーボモータ34、35は、加工ヘッド40及びノズル41を傾斜させるために用いられる。

50

【0029】

X軸サーボモータ31は、数値制御装置10のX軸サーボアンプ19に接続され、Y軸サーボモータ32はY軸サーボアンプ20に接続され、Z軸サーボモータ33はZ軸サーボアンプ21に接続され、A軸サーボモータ34はA軸サーボアンプ22に接続され、B軸サーボモータ34はB軸サーボアンプ23に接続されている。また、各サーボモータ31, 32, 33, 34, 35には位置・速度を検出パルスコード等の位置速度検出器が取り付けられ、それぞれのサーボモータ31, 32, 33の位置、速度を各サーボアンプ19, 20, 21, 22, 23にフィードバックしている。また、各サーボアンプ19, 20, 21, 22, 23は、プロセッサ11からの指令と位置、速度のフィードバック信号に基づいて、各サーボモータ31, 32, 33の位置、速度を制御している。さらには、図示しない電流検出器のフィードバック信号に基づいて電流制御をも実施している。

10

【0030】

上述したレーザ加工機の構成は、従来から公知の、5軸構成で、加工ヘッド及びノズルを傾斜することが可能で、加工ノズルとワーク間のギャップ量が所定値になるように制御しながら、指令に従って加工ヘッドをワークに対して相対的に移動させて所定加工形状を加工する、いわゆるならい制御を実施するレーザ加工機と同一構成である。

このような、従来から公知の5軸構成のレーザ加工機で、本実施形態は加工ヘッド及びノズルを傾斜したときノズルとワークの干渉を防止するためにノズルを後退させる動作を簡単に行うことができるようにしたものである。

【0031】

加工開始前等の加工を停止している状態で、加工プログラム又はMDI16等から入力された指令で、加工ヘッド40及びノズル41を傾斜させる場合には、A軸、B軸のサーボモータ34, 35を駆動して、予め設定されているノズル先端点Pとプログラム面間の距離Lによって求まるビーム照射点を中心に指令された角度Qだけ回転させ、かつ、前述した(1)式の演算で求められる補正距離Dだけノズル中心軸線方向に加工ヘッド及びノズルを後退させてギャップを所定値に保持すればよい。又、ノズル先端点を中心に指令された角度Qだけ回転させ、かつ、前述した(2)式の演算で求められる補正距離D'だけ傾斜方向に加工ヘッド及びノズルを後退させてギャップを所定値に保持すればよい。ならい制御の目標値も設定ギャップ量に対するセンサ測定距離に設定すればよい。

20

【0032】

一方、加工途中で、加工ヘッド40及びノズル41を傾斜させて開先加工を行うような場合には、A軸、B軸のサーボモータ34, 35を駆動して加工ヘッド40及びノズル41を指令角度Qに達するまで、指令速度で傾斜させながら、かつその傾斜に応じて、補正距離D又はD'移動させるようにX, Y, Z軸の移動指令に重畳させて補正する。

30

【0033】

図9は、数値制御装置10のプロセッサ11が補間周期毎に実行する処理のフローチャートである。

加工プログラム等で指令されている加工速度、指令位置、さらには傾斜指令がある場合には、指令傾斜速度、指令傾斜角に基づいてX, Y, A, B軸への補間周期間における分配移動量を求める(ステップ100)。なお、Z軸に対してはセンサ42で検出されたギャップが設定値に保持するように、ギャップ制御を行ってその移動量を求める。

40

【0034】

次に傾斜軸であるA, B軸への分配移動量があるか否か判断し(ステップ101)、該分配移動量がある場合には傾斜指令があったときであり、分配移動量がない場合には、傾斜指令がないものであり、この場合には、ステップ106に移行して、ステップ100で求めた各軸への分配移動量をX, Y, Z軸のサーボアンプ19, 20, 21に出力し、当該分配周期の処理を終了する。X, Y, Z軸のサーボアンプ19, 20, 21はこの分配移動量を受けて、位置、速度さらには電流のループ制御を行いX, Y, Z軸のサーボモータ31, 32, 33を駆動制御してテーブル43, ワーク44を移動させ、レーザビーム51で切断加工する。

50

【0035】

一方、ステップ101で、傾斜軸への分配移動量が検出され傾斜指令がある場合には、この傾斜軸への分配移動量への積算値に基づいて、当該分配周期での傾斜角Qを求め、該傾斜角Qに対する位置補正量D（なお、この実施形態では、ビーム照射点を中心に傾斜させるものとする）を求め、前周期の位置補正量を減じて当該周期における補正量とする（ステップ102）。この補正量をX、Y、Z軸方向に分解し（ステップ103）、ステップ100で求めた、各軸分配移動量にこの補正量の各軸成分量を重畳し、補正された各軸分配移動量を求める（ステップ104）。さらに、当該周期における傾斜角Qに対するセンサ目標値をデータテーブルDTより読み出し、又は該データテーブルDTに記憶するデータから補間して求め、ならい制御の目標値を変更する（ステップ105）。

10

【0036】

そして、ステップ104で求めた補正されたX、Y、Z軸分配移動量とステップ100で求めたA、B軸の分配移動量を各軸サーボアンプ19～23に出力し当該周期の処理を終了する。

以下傾斜角が指令傾斜角になるまで、ステップ100～106の処理を補間周期毎実行し、傾斜角が指令角度になり、傾斜軸のA、B軸に対して分配移動量がなくなると、ステップ100、101、106の処理に切り替わる。

【0037】

なお、上述した実施形態では、ビーム照射点を中心に加工ヘッド40及びノズル41を傾斜させたが、ノズル先端点を中心に傾斜させる場合には、ステップ102で求める補正量は(2)式の演算によって求めた位置補正量D'を用いることになる。

20

【0038】

又、上述した説明では、ノズル先端点とプログラム面間の距離L（ギャップ量＋プログラム面とワーク面間の距離）を、ノズルを傾斜したときもノズルを傾斜させないときと同一にして加工を行うものとした。これは、ノズルとワークが干渉することを避けるためのものである。しかし、ノズルを傾斜しても、所定ギャップ量（ノズル先端点とワーク面間の距離）まで、干渉が生じないような場合など、ノズルを傾斜して加工するとき、プログラムで又は、パラメータ等の設定でギャップ量（又はノズル先端点とプログラム面間の距離L）を設定してもよい。

【0039】

さらに、上述した実施形態では、ノズルを傾斜したとき、その傾斜角に応じて、ならい制御のセンサ測定値の目標値をデータテーブルDTによって求めるようにしたが、この目標値を演算によって求めてもよい。ノズルを傾けずに垂直状態で設定ギャップ量するときセンサで測定される測定値がLであったとする。ノズルを角度Q傾けて、ギャップ量を傾ける前の同じ量とすれば、センサで測定される距離は「 $L / \cos Q$ 」となる。よって、傾斜角Qによりならい制御によるセンサ測定値の目標値を $L / \cos Q$ の演算を行うことによ

30

って求める。すなわち、

$$\text{目標値} = L / \cos Q$$

として演算によって求めるようにしてもよい。

【0040】

さらに、センサ出力を利用して、ノズルを後退させるようにしてもよい。この場合、ノズルの傾斜角度Qによって、ノズルの中心軸線方向が決まるので、ノズルを傾斜させた後、センサから出力される計測距離が、設定ノズル先端点とプログラム面間の距離Lとプログラム面とワーク面間の距離によって求まるギャップ量に対応するその傾斜角度における計測距離になるまで、ノズルの中心軸線方向にノズルを後退させればよい。

40

【0041】

なお、上述した実施形態では、レーザ加工機に本発明を適用した例を説明したが、レーザ加工機以外の、プラズマ加工機、ガス切断機等のノズル先端位置固定制御を有する加工機にも、レーザ加工機がプラズマ加工機やガス切断機に代わるだけで、上述した構成内容で本発明は適用できるものである。

50

【 0 0 4 2 】

【 発明の効果 】

レーザ加工機、プラズマ加工機、ガス切断機等における開先加工において、ノズル方向へのならい制御機構を持たない機械においても、ノズル先端位置に補正をかけることにより、被加工ワーク表面と略平行なプログラム面で軌跡ずれのない加工を実現することができる。

【 図面の簡単な説明 】

【 図 1 】レーザ加工機、プラズマ加工機、ガス切断機等において、ノズルを傾けて加工するときのノズルとワークの干渉を説明する説明図である。

【 図 2 】ノズル中心軸線に沿ってならい制御を行ってノズルとワークの干渉をなくした従来の方法の説明図である。 10

【 図 3 】Z軸方向にならい制御を行って、簡易的にノズルとワークの干渉をなくした従来の方法の説明図である。

【 図 4 】ノズルを傾けて加工するときのノズルとワークの干渉を避ける本発明の原理説明図である。

【 図 5 】ノズルを傾けて加工するときのノズルとワークの干渉を避ける本発明の別の方法の原理説明図である。

【 図 6 】ノズルを傾けたときのならい制御の目標値変更の説明図である。

【 図 7 】ノズルを傾けたときのならい制御の目標値を変更するためのデータテーブルの説明図である。 20

【 図 8 】本発明をレーザ加工機に適用した一実施形態の要部ブロック図である。

【 図 9 】同実施形態における補間周期での処理のフローチャートである。

【 符号の説明 】

N , 4 1 ノズル

T ビーム等の照射点

1 0 数値制御装置

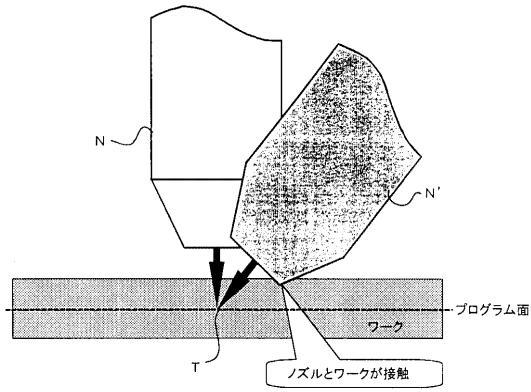
3 0 レーザ加工機

3 1 , 3 2 , 3 3 , 3 4 , 3 5 サーボモータ

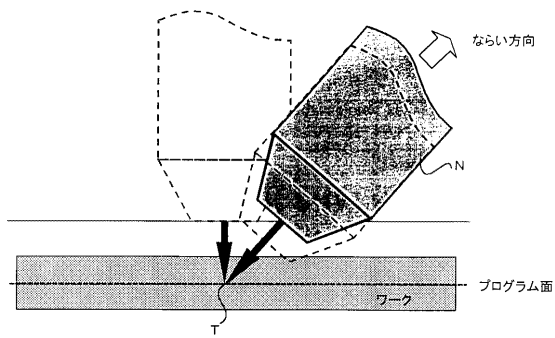
4 3 テーブル

4 4 ワーク 30

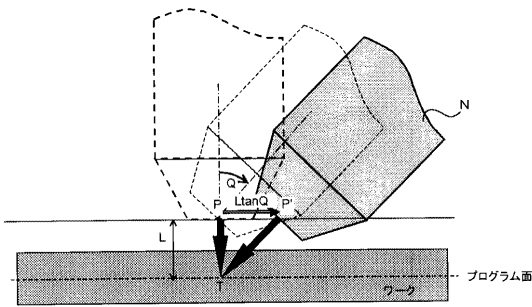
【図1】



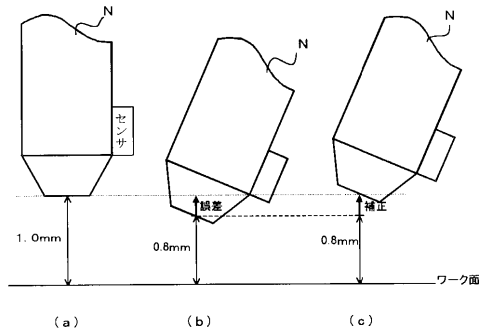
【図2】



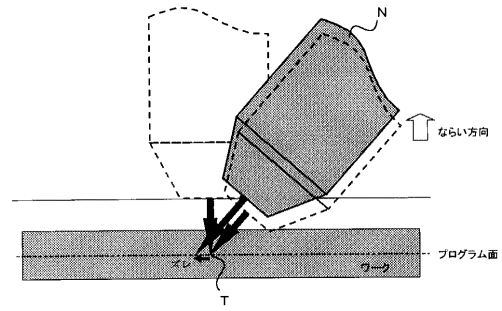
【図5】



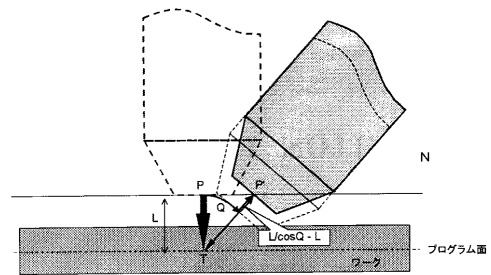
【図6】



【図3】



【図4】



【図7】

DT

センサの測定距離	ワークとノズル間の実際の距離			センサの傾き**度
	センサの傾き0度	センサの傾き**度	センサの傾き30度	
2.0mm	2.0mm	**	1.8mm	**
1.8mm	1.8mm	**	1.6mm	**
1.6mm	1.6mm	**	1.4mm	**
1.4mm	1.4mm	**	1.2mm	**
1.2mm	1.2mm	**	1.0mm	**
1.0mm	1.0mm	**	0.8mm	**
0.8mm	0.8mm	**	0.6mm	**
0.6mm	0.6mm	**	0.4mm	**
0.4mm	0.4mm	**	0.2mm	**

フロントページの続き

(72)発明者 宮嶋 敬一郎

山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場3 5 8 0番地 ファナック株式会社内

Fターム(参考) 4E068 AE00 CA13 CB03 CC06

5H269 AB11 AB12 BB03 BB14 EE05 FF06 JJ19 MM05 NN01