

(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2004-209637
(P2004-209637A)

(43) 公開日 平成16年7月29日(2004.7.29)

(51) Int. Cl.⁷

B23Q 15/00

F I

B 2 3 Q 15/00

H

テーマコード (参考)

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L 外国語出願 (全 8 頁)

(21) 出願番号	特願2003-428679 (P2003-428679)	(71) 出願人	390041542 ゼネラル・エレクトリック・カンパニイ GENERAL ELECTRIC CO MPANY アメリカ合衆国、ニューヨーク州、スケネクタデー、リバーロード、1番
(22) 出願日	平成15年12月25日(2003.12.25)	(74) 代理人	100093908 弁理士 松本 研一
(31) 優先権主張番号	10/248, 214	(74) 代理人	100105588 弁理士 小倉 博
(32) 優先日	平成14年12月27日(2002.12.27)	(74) 代理人	100106541 弁理士 伊藤 信和
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(72) 発明者	ビン・ウェイ アメリカ合衆国、ニューヨーク州、メカニックビル、ダンフォース・ロード、8番 最終頁に続く

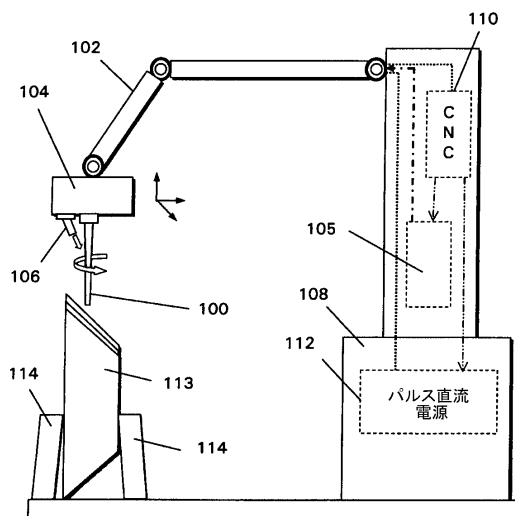
(54) 【発明の名称】 ブレード付きディスクの多軸数値制御電気機械加工

(57) 【要約】

【課題】 複雑な翼形部の幾何学的形状を機械加工するのに必要な工具及び加工物の移動を行わせるために用いられる、各軸に対する数値制御を備えた多軸機械。

【解決手段】 工具(100)は、一般的に真鍮のような金属又は他の低コストの材料で作られ、機械加工の間に回転する。工具は、用途に応じて任意の形状(円筒形、円錐形)及び寸法とすることができる。直流電源(連続式又はパルス式)(112)が、工具及び加工物(113)間に電圧を供給するために用いられる。水、脱イオン水、又は電解液(硝酸ナトリウムのような)が、工具(100)と加工物(113)との間に供給される。加工物金属は、制御された方法で高強度の熱侵食により除去される。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

高強度の熱侵食により加工物金属の制御された除去を生じさせるための金属製の回転可能工具（100）と、

前記工具（100）に作動的に接続されて、複数の線軸の周りでの前記工具の電極（100）の移動を複雑な幾何学的形状を機械加工するように制御する数値制御装置（110、102、104）と、

を含むことを特徴とする多軸数値制御電気機械加工装置。

【請求項 2】

前記工具（100）が、真鍮のような導電性材料であることを特徴とする、請求項 1 に記載の多軸数値制御電気機械加工装置。 10

【請求項 3】

前記工具及び加工物間に電圧を供給するために用いられる直流電源（112）を更に含むことを特徴とする、請求項 1 に記載の多軸数値制御電気機械加工装置。

【請求項 4】

前記直流電源（112）が、パルス直流電源であることを特徴とする、請求項 3 に記載の多軸数値制御電気機械加工装置。

【請求項 5】

前記工具（100）が、円筒形状又は円錐形状を有しかつ簡単な或いは特殊な形状の機械加工チップを有することを特徴とする、請求項 1 に記載の多軸数値制御電気機械加工装置 20

【請求項 6】

水と種々のタイプ及び導電強度の電解液とのうちの 1 つから選択された流体を供給する流体供給源（105、106）を更に含み、前記流体供給源（105、106）からの前記流体を前記工具（100）と該工具（100）及び加工物（113）間とに供給することを特徴とする、請求項 1 に記載の多軸数値制御電気機械加工装置。

【請求項 7】

前記電解液が、 NaNO_2 、 NaNO_3 、苛性ソーダ、又は NaCl から成るグループのうちの 1 つから選択された塩を含む水溶液であることを特徴とする、請求項 6 に記載の多軸数値制御電気機械加工装置。 30

【請求項 8】

前記数値制御装置が、ベース部（108）と該ベース部及び前記工具（100）間のロボット継手（102）とを含み、前記ロボット継手が、設定された少なくとも 1 つの軸線含み、所望の工具運動を達成するように構成されていることを特徴とする、請求項 1 に記載の多軸数値制御電気機械加工装置。

【請求項 9】

前記数値制御装置が更に、

前記工具（100）への電力の供給を制御し、

侵食電流を感知することにより侵食強度をモニタし、

加工物（113）と前記工具（100）との間に持続性アーク又は短絡が発生しているかどうかを判断し、 40

前記侵食強度が設定レベルを下回る場合には工具送り速度を増大させ、また

前記持続性アーク又は短絡が発生している場合には工具送り速度を減少させることにより、

前記加工物に対する該工具送り速度を調整する、

ことを特徴とする、請求項 1 に記載の多軸数値制御電気機械加工装置。

【請求項 10】

高強度の電熱侵食により加工物金属の制御された除去を生じさせるように回転可能工具（100）を回転させる段階と、

前記工具（100）に作動的に接続されて複雑な幾何学的形状を機械加工する数値制御 50

装置（１００、１０２、１０４）を用いて、複数の軸線の周りで該工具（１００）を移動させる段階と、

侵食強度をモニタする段階と、

持続性アーク又は短絡が発生しているかどうかを判断する段階と、

前記侵食強度が設定レベルを下回る場合には工具送り速度を増大させ、また

前記持続性アーク又は短絡が発生している場合には工具送り速度を減少させることにより、

加工物に対する該工具送り速度を調整する段階と、

を含むことを特徴とする多軸数値制御電気機械加工する方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本発明は、電気機械加工を説明し、より具体的には、旋削、フライス加工、ＥＤＭ（放電加工）、又はＥＣＭ（電解加工）と比較して高い金属除去速度でかつ低い工具コストで、プリスクの翼形部のような複雑な形状の部品をニアネットシェイプに機械加工するために用いることができるＮＣ（数値制御）装置に関する。

【背景技術】

【０００２】

電気機械加工は、長手方向の軸線の周りでの円筒形状又は類似の輪郭形状（テーパ付き）の電極の回転運動を利用して、特殊輪郭形状のチップを用いて加工物から材料を除去する技術である。この機械加工の運動学は、数値制御フライス加工に類似している。電気機械加工は、回転電極を用いて行われる。工具電極は、マイナス極に接続され、一方、加工物はパルス発生器のプラス極に接続される。パルスオン時間は、数百マイクロ秒から数秒までの十分な長さの期間とすることができ、場合によっては効果的に連続的な直流電流に近いものにするのに十分な長さとするこ

【０００３】

とさえできる。電極間の間隙は、電解液が流れることを可能にする。電気機械加工プロセスにおいては、金属除去は、強力な制御された電気侵食の結果であると考えられる。

【０００４】

電気侵食は、電解液、及び工具と材料が除去される加工物との間の接合面で発生する蒸気ガス層の電気分解作用によって、同時に電極と加工物との間の瞬間的な短絡又は一過性アークによって生じさせることが可能である。機械加工表面における電気侵食のために、多数のピット又はクレータが形成される。

【０００５】

従来型のフライス加工が、プリスク（ブレード付きディスク）を荒機械加工するのに広く用いられている。仕上げ機械加工のために、ＥＣＭのような後続の機械加工プロセスを用いることができる。ＩＮ７１８のような機械加工するのが難しい合金で作られたプリスクの場合、フライス加工プロセスには、一般的に長いサイクル時間、高い切削工具コスト、及び高い装置コストが要る。更に、機械加工されるポケット内に届くのに必要な長さの工具延長部が、大きな切削力と相俟って、材料除去の速度及び精度において限界を生じさせることになる。

【０００６】

高いスピンドル回転速度、改良された切削工具、及び極めて剛性の高い機械を用いる高速フライス加工技術に関して、これまで多大な努力が費やされてきた。高速フライス加工は、設備及び工具コストを著しく増大させることになるが、強靱なニッケル合金で作られたプリスクを機械加工する点では今まで大きな成功を示さなかった。その難しさの１つの理由は、機械切削（カッティング）プロセスにより生じる機械的制約である。換言すれば、中程度から高い程度の細長比を有する切削工具は、該工具の撓みがフライス加工される製品の精度に影響を与えるようになる前に、小さな荷重にしか耐えることができない。付加的な荷重は、カッタを破損する可能性がある。工具の撓みはまた、加工物に対する工具

10

20

30

40

50

のCutting幾何学的形状をも変化させ、その結果、工具寿命及びフライス加工された製品の精度に関して最適性能よりも劣ることになる。機械的荷重もまた、部品の変形及び所望の精度により制限される。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

非機械的なフライス加工プロセスを探求する必要性がある。従来型のNC EDMフライス加工は、極めて速度が遅いプロセスであるので、高速機械加工に対する産業界の要求を満たすことができない。本発明は、増強させた電気侵食により高速を実現することを目的としている。

10

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明の第1の態様は、多軸数値制御電気機械加工装置にあり、該装置は、高強度の制御された侵食により加工物金属の制御された除去を生じさせるための回転可能工具と、工具に作動的に接続されて、複数の線軸の周りでの該工具の電極の移動を複雑な幾何学的形状を機械加工するように制御する数値制御装置とを含む。

【0009】

本発明の第2の態様は、多軸数値制御電気機械加工の方法にあり、該方法は、高強度の電熱侵食により加工物金属の制御された除去を生じさせるように工具を回転させる段階と、工具に作動的に接続されて複雑な幾何学的形状を機械加工する数値制御装置を用いて、複数の軸線の周りで該工具を移動させる段階とを含む。最高の金属侵食が、最小の加工物の熱的影響と最小の表面改質層或いは持続性アーク又は短絡により生じる最小の熱影響領域とで達成されることが可能なような基準に基づいて、工具の動きが厳密に制御される。

20

【発明を実施するための最良の形態】

【0010】

本発明は、電解質媒体内における高速度の電気侵食を用いて、材料を除去し所望の形状及び幾何学的形態を形成させる。

【0011】

非機械的手段を用いて材料を除去しかつ該材料を成形するので、軟質金属又は任意の導電性材料で作られた低コストの工具を用いて、工具コストを著しく低減することができる。加工物の金属除去速度は、強力な電熱作用により増大させることができ、また大きな「切削力」を生じさせることは全くないので、コストを大いに低減する簡単かつ低剛性の機械を用いることができるようになる。更に、機械的フライス加工ではよく起こる工具のたわみに対する補正を、全く必要としない。

30

【0012】

非機械的プロセスの場合、電気機械加工速度は、加工物の材料硬度及び靱性と無関係である。強靱な加工物金属に対するフライス加工よりもより高いCutting速度が、高強度電熱反応により達成され得る。

【0013】

本発明の場合には、工具電極として軟質金属を用いることが可能であり、また電極は一般的に簡単な形状をしている。工具電極には、複雑な歯状突起も溝も全く必要でない。簡単なロッド又は管類を、例示的な工具電極として用いることができる。大きな切削力が全くないので、低剛性の機械を用いることができる。もちろん、このことは、サイクル時間の低下、工具類及び機械類に関してコスト低減をもたらす。

40

【0014】

本発明の実施形態によると、各軸に対する数値制御を備える多軸機械を用いて、複雑な翼形部形状を機械加工するのに必要な工具及び加工物の移動を行わせる。工具類は、一般的に真鍮のような金属又は他の低コストの金属で作られており、機械加工の間に回転する。工具類は、用途に応じて任意の形状（例えば、円筒形、円錐形）及び寸法とすることができる。直流電源（連続式又はパルス式）を用いて、工具及び加工物間に電圧を供給する

50

。低導電性の水道水又は電解液（弱い導電性媒体を形成するように機能する、 NaNO_3 、 NaNO_2 、 NaCl 又は苛性ソーダの水溶液などの）のような媒体が、工具と加工物との間に供給される。加工物の金属は、制御された方法で高強度の電熱侵食により除去される。制御システムは、機械加工パルスの状態をモニタすることにより機械加工状態を検出して、短絡又は持続性アークが存在するかどうかを判断する。制御は、高効率の侵食及び最小限のアーク又は短絡を保証するように、工具送り速度及びノ又はパルス間隔を調整する。

【0015】

換言すれば、サーボ制御システムは、電気侵食状態に基づいて加工物に対する工具の動きを調整する。これは、侵食状態をモニタすること及び持続性アーク又は短絡が存在するかどうかを判断することを含む。感知した状態に応じて、侵食強度（侵食電流により測定されるような）が設定レベルにまで上昇していない場合には、工具送り速度を増大させることができ、或いは侵食強度が設定レベルに達している場合には、工具送り速度を一定速度に維持することができる。それに代えて、工具送り速度は、持続性アーク又は短絡が検出された場合には、低下させられる。

10

【0016】

図1は、本発明の上述の実施形態の概略図である。この構成では、カッティング工具、すなわちより具体的には侵食工具100が、単に例示として、ロボット型多関節モータ駆動アーム102上に支持されているところが示されている。このモータ駆動アーム102は、モータユニット104により回転するように駆動される工具100を、少なくとも3つの相互に対向する方向に移動させるようにされている。工具100には、流体供給源105からノズル106を介して電解液又は他の形態の流体が供給される。

20

【0017】

モータ駆動アーム102は、ベース部108上に支持され、該ベース部は、流体供給源105に加えて、CNC（コンピュータ数値制御）装置110を含み、該装置110は、モータ駆動アーム102のモータと、工具100に作動的に接続されたパルス直流電源112とに作動的に接続される。

【0018】

加工物113が侵食により成形されることが可能であり、翼形部ブリスクブレードの形状のような複雑な形状が、迅速かつ経済的に成形されることができ、更に、侵食過程の検出に基づいて持続性アーク又は短絡を回避するように工具送り速度を調整することができるような方法で、カッティング工具100を操作するように、CNC装置110はプログラムされることができる。

30

【0019】

この図では、加工物113は、ブリスクであるとして概略的に示されており、ベース部108に隣接する定位置においてクランプ部材114により固定された状態で示されている。

【0020】

例えばIN718で作られた翼形部が、上述のプロセスを用いて製造されることができ、テストにより示された。4軸数値制御及びパルス直流電源を用いるテスト条件の下では、機械加工速度を2倍に増大させ、かつ工具コストを6倍を超えて低減させることが達成可能であることを、これらのテストは示した。

40

【0021】

本発明を限られた数の実施形態のみを参照して開示してきたが、本発明に関係がある又は最も密接な関係がある当業者が想到しかつ構成し得る様々な修正及び変更が、一連の開示から自明であろう。特許請求の範囲内に示した参照符号は、本発明の技術的範囲を狭めるのではなくそれらを理解することを意図するものである。

【図面の簡単な説明】**【0022】**

【図1】本発明の実施形態による多軸数値制御電気機械加工機械の概略図。

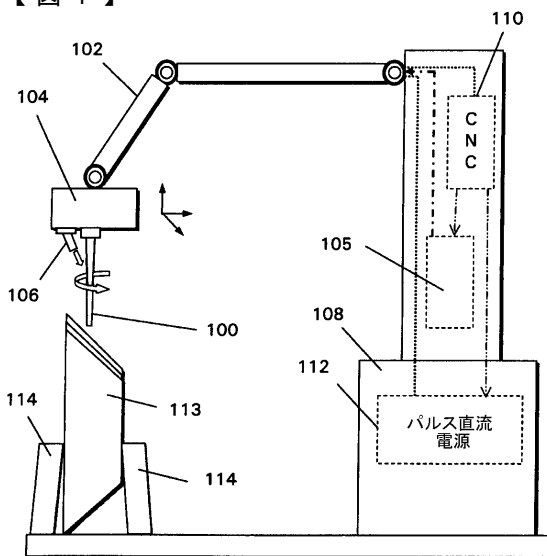
50

【符号の説明】

【0023】

- 100 侵食工具
- 102 モータ駆動アーム
- 104 モータユニット
- 105 流体供給源
- 106 ノズル
- 108 ベース部
- 110 CNC装置
- 112 パルス直流電源
- 113 加工物
- 114 クランプ部材

【図1】



フロントページの続き

- (72)発明者 ロジャー・エセリントン
アメリカ合衆国、マサチューセッツ州、ボックスフォード、ミーティング・プレイス・サークル、
21番
- (72)発明者 マイケル・ラムパーレ
アメリカ合衆国、ニュー・ハンプシャー州、フックセット、エベリン・ストリート、25番

【外国語明細書】

2004209637000001.pdf