

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
B 2 3 H 7/30		9239-3C		
7/32		9239-3C		

審査請求 未請求 請求項の数1 OL (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平5-161421

(22) 出願日 平成5年(1993)6月30日

(71) 出願人 000004260

日本電装株式会社

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地

(71) 出願人 591227413

毛利 尚武

愛知県名古屋市天白区久方2-12-1 豊

田工業大学内

(71) 出願人 593125595

古谷 克司

愛知県名古屋市天白区久方2-12-1 豊

田工業大学内

(74) 代理人 弁理士 服部 雅紀

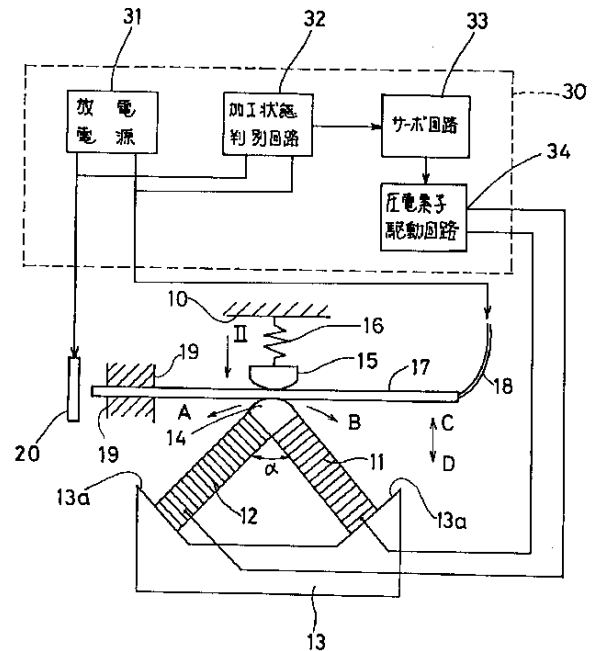
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 放電加工用電極送り装置

(57) 【要約】

【目的】 電極のみの送り戻しが可能で、電極の連続使用が可能で、加工応答性の良い小型化可能な放電加工用電極送り装置を提供する。

【構成】 積層型の第1圧電素子11および積層型の第2圧電素子12は台座13の傾斜部13aに固定され、第1圧電素子11および第2圧電素子12の他端は電極駆動部14に連結されている。絶縁体15は、コイルスプリング16の付勢力により電極17を電極駆動部14に押し付けている。第1圧電素子11および第2圧電素子12に印加する駆動電圧の位相をずらすことによりそれぞれの圧電素子伸縮量に差が生じる。この伸縮量の差のため電極駆動部14が円運動し、電極駆動部14と電極17との摩擦力により電極17のみが送り戻される。電極17のみを送り戻するため、放電加工の微調節が可能であり、低電圧および軽量のため装置の小型化が可能であるという効果がある。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 伸縮可能な第1の圧電素子および第2の圧電素子と、
 前記第1の圧電素子および第2の圧電素子の各一方の端部を固定する台座と、
 前記第1の圧電素子および第2の圧電素子の各他方の端部に接続され、電極を摩擦接触により移動する駆動部と、
 前記電極を前記駆動部に押圧する付勢手段と、
 前記駆動部が任意の機械的運動をするように前記圧電素子に印加する電圧を制御する制御手段と、
 被放電加工物と前記駆動部との間に位置し、前記電極を前記被放電加工物の方向に案内する案内部材とを備え、
 前記第1の圧電素子の伸縮量と前記第2の圧電素子の伸縮量とを可変制御することで発生する前記駆動部の機械的運動により前記電極を摩擦送りまたは摩擦戻しすることを特徴とする放電加工用電極送り装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、放電加工用電極送り装置に関するもので、特に、圧電素子の伸縮を利用して電極のみを送り出す機能を有する電極送り装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来より、高応答な電極送り特性を実現するため、サーボモータを利用した放電加工機が知られている。また、圧電素子の伸縮を利用して電極を移動させ、電極をワークに近接させて放電加工させる放電加工機の電極送り装置として、特開平3-79237号公報に示されているものが知られている。

【0003】特開平3-79237号公報に示されているものでは、電圧の印加により伸縮する歪素子の一端に移動体を固定し、歪素子の他端に慣性体を固定し、この移動体で加工電極を保持し、歪素子が伸縮するときの慣性体に働く慣性力を利用して加工電極を移動させて被加工物の加工を行っている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、サーボモータを利用したものはサーボモータによる電極駆動部が大きくなり、装置が大きくなるという問題がある。特開平3-79237号公報に示される放電加工機では、歪素子の一端に固定される移動体で加工電極を保持するため、加工による電極消耗に応じて加工電極を頻繁に交換する必要がある。さらに、移動体、加工電極および慣性体が一体となって送り戻し動作を行うため移動する部材の総重量が大きくなり、印加電圧に対する装置の応答性が低下するという問題がある。

【0005】本発明はこのような問題点を解決するためになされたもので、電極のみの送り戻しが可能で、電極の連続使用が可能で、加工応答性の良い小型化可能な放電加工用電極送り装置を提供することを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】前記課題を解決するための本発明の放電加工用電極送り装置は、伸縮可能な第1の圧電素子および第2の圧電素子と、前記第1の圧電素子および第2の圧電素子の各一方の端部を固定する台座と、前記第1の圧電素子および第2の圧電素子の各他方の端部に接続され、電極を摩擦接触により移動する駆動部と、前記電極を前記駆動部に押圧する付勢手段と、前記駆動部が任意の機械的運動をするように前記圧電素子に印加する電圧を制御する制御手段と、被放電加工物と前記駆動部との間に位置し、前記電極を前記被放電加工物の方向に案内する案内部材とを備え、前記第1の圧電素子の伸縮量と前記第2の圧電素子の伸縮量とを可変制御することで発生する前記駆動部の機械的運動により前記電極を摩擦送りまたは摩擦戻しすることを特徴とする。

【0007】

【作用】本発明の放電加工用電極送り装置によれば、電極の送り時または戻し時、第1の圧電素子と第2の圧電素子の伸縮量の差により駆動部が任意の運動例えば真円運動、楕円運動等の曲線運動をする。この曲線運動により電極が付勢手段から受ける付勢力が増大する側では、電極と駆動部との摩擦力が増大することにより、電極を進行させるべき方向に駆動部および電極が移動する。一方、この曲線運動により電極が付勢手段から受ける付勢力が減少する側では、電極と電極駆動部との摩擦力が相対的に減少することにより、電極が駆動部と一体に運動することなく電極はその位置に留まり、電極を進行させるべき方向と反対方向に駆動部が移動する。

【0008】前記第1の圧電素子と第2の圧電素子の伸縮量の差により駆動部の真円運動、楕円運動を繰り返すことにより、電極のみの送り戻し動作を行う。

【0009】

【実施例】以下、本発明の実施例を図面に基ついて説明する。本発明の第1実施例による直線加工モードの放電加工用電極送り装置を図1～図7に示す。積層型の第1圧電素子11および積層型の第2圧電素子12は円または角状の平板の圧電素子が板厚方向に積層されて形成されている。第1圧電素子11および第2圧電素子12の一端は、台座13の傾斜部13aに固定され、第1圧電素子11および第2圧電素子12の他端は電極駆動部14に連結されている。第1圧電素子11と第2圧電素子12とで形成する傾斜角 α は 90° であり、傾斜角 α の二等分線は電極17とほぼ垂直に交わる。第1圧電素子11および第2圧電素子12と台座13は、電極17を含む仮想平面上に設置されている。

【0010】電極駆動部14および絶縁体15は電気絶縁体で形成され、電極17に接する面がそれぞれ円弧状に形成されている。コイルスプリング16は一端をハウジング10に固定し、他端を絶縁体15に固定してい

10

20

30

40

50

る。絶縁体15は、コイルスプリング16の付勢力により電極17を電極駆動部14に押し付けている。電極17のワーク20側と反対側の端部は給電線18に接続されており、電極17は後述する放電電源31から常に放電電圧が印加されている。案内部材19はアルミニウム等の放熱性の良い電気導体で形成され、電極駆動部14および絶縁体15と被放電加工物であるワーク20との間に設置されている。案内部材19は電極17を摺動可能に支持し、電極17をワーク20に対向させている。

【0011】制御回路部30は、電極17およびワーク20間に放電電圧を印加する放電電源31、電極17のワーク20への加工状態を判定する加工状態判別回路32、加工状態判別回路32からの信号により電極17の移動方向を決定するサーボ回路33、第1圧電素子11および第2圧電素子12に印加する駆動電圧を発生する圧電素子駆動回路34から構成される。

【0012】放電電源31は、給電線18を介して電極17に一端を接続し、被加工物であるワーク20に他端を接続し、常に電極17およびワーク20間に放電電圧を印加している。加工状態判別回路32は、放電電源31から電極17およびワーク20間に印加される放電電圧により電極17とワーク20との間に流れる電流値を計測し、電極17とワーク20との通電状態を検知する。電極17とワーク20との通電状態は、(1)開放、(2)放電、(3)短絡に分類できる。(1)開放は、電極17とワーク20間に電流が流れていない状態を示す。

(2)放電は、電極17とワーク20間に放電が起り放電電流が流れている状態を示す。(3)短絡は、電極17とワーク20とが電気的に接触している状態を示す。加工状態判別回路32は、この通電状態によりワーク20への加工状態を判別する。

【0013】サーボ回路33は、加工状態判別回路32から(1)開放、(2)放電、(3)短絡の何れかの判別信号を入力し、圧電素子駆動回路34に電極17のワーク20に対する移動方向を決定する移動信号を出力する。移動信号は、(1)送り、(2)戻り、(3)停止の3信号に分類される。(1)送りは、電極17をワーク20に近付けることを示す。(2)戻りは、電極17をワーク20から離すことを示す。(3)停止は、電極17を動かさないことを示す。

【0014】圧電素子駆動回路34は、サーボ回路33から移動信号を入力し、第1圧電素子11および第2圧電素子12への印加電圧の振幅および位相等を決定する。以下、電極の送り戻し動作について説明する。電極17の送り動作時、第1圧電素子11および第2圧電素子12には、圧電素子駆動回路34から図3に示す駆動電圧が印加される。第1圧電素子11および第2圧電素子12に印加される駆動電圧は正弦波で、第2圧電素子12へ印加される駆動電圧の位相は第1圧電素子11へ印加される駆動電圧の位相よりも90°遅れている。そ

のため、同一タイミングにおける第1圧電素子11および第2圧電素子12に印加される駆動電圧値に差が生じ、第1圧電素子11および第2圧電素子12の伸縮量に差が生じる。この伸縮量の差により、第1圧電素子11と第2圧電素子12とを連結している電極駆動部14は、第1圧電素子11および第2圧電素子12と電極17を含む仮想平面上で図1に示す矢印A方向回りの円運動をする。

【0015】電極駆動部14が円運動により図1に示す矢印C方向に移動するほど、コイルスプリング16が収縮されて絶縁体15を付勢する付勢力が増大し、電極17と電極駆動部14および絶縁体15との間の摩擦力が増加する。このため、図4に示すように、ワーク側方向に働く電極駆動部の分力により電極はワーク側に送られる。

【0016】図1に示すように、電極駆動部14が円運動により図1に示す矢印D方向に移動するほど、電極17と電極駆動部14および絶縁体15との間に働く摩擦力は減少し、図4に示すように、ワークから離れる方向に電極駆動部の分力が働く場合でも電極はワークから戻る方向には移動しない。図1に示すように、電極17は電極駆動部14と絶縁体15とに挟持される部分で図1に示す矢印Cおよび矢印D方向に上下運動するが、案内部材19により上下運動は規制され、ワーク20への送り動作の直線運動だけとなる。図1に示す矢印A方向への電極駆動部14の1回転により電極17の送り動作が1ステップ終了する。図1に示す矢印A方向への電極駆動部14の円運動が連続すれば、図7の曲線101に示すように、電極17はワーク20に送り続けられる。

【0017】電極17の戻し動作時、第1圧電素子11および第2圧電素子12には、圧電素子駆動回路34から図5に示す駆動電圧が印加される。第1圧電素子11および第2圧電素子12に印加される駆動電圧は正弦波で、第2圧電素子12へ印加される駆動電圧の位相は第1圧電素子11へ印加される駆動電圧の位相よりも90°進んでいる。そのため、同一タイミングにおける第1圧電素子11および第2圧電素子12に印加される駆動電圧値に差が生じ、第1圧電素子11および第2圧電素子12の伸縮量に差が生じる。この伸縮量の差により、第1圧電素子11と第2圧電素子12とを連結している電極駆動部14は、第1圧電素子11および第2圧電素子12と電極17を含む仮想平面上で図1に示す矢印B方向回りの円運動をする。

【0018】電極駆動部14が円運動により図1に示す矢印C方向に移動するほど、コイルスプリング16が収縮されて絶縁体15を付勢する付勢力が増大し、電極17と電極駆動部14および絶縁体15との間の摩擦力が増加する。このため、図6に示すように、ワークから離れる方向に働く電極駆動部の分力により電極はワークから戻される。

【0019】図1に示すように、電極駆動部14が円運動により図1に示す矢印D方向に移動するほど、電極17と電極駆動部14および絶縁体15との間に働く摩擦力は減少し、図6に示すように、ワーク側に送られる方向に電極駆動部の分力が働く場合でも電極はワーク近付く方向には移動しない。電極17の送り動作時と同様に、電極17の上下運動は案内部材19に規制され、ワーク20から戻る直線運動だけとなる。図1に示す矢印B方向への電極駆動部14の1回転により電極17の戻し動作が1ステップ終了する。図1に示す矢印B方向への電極駆動部14の円運動が連続すれば、図7の曲線102に示すように、電極17はワーク20から戻し続けられる。

【0020】本発明の第1実施例によるスパイラル加工モードの放電加工用電極送り装置を図8に示す。台座13は、電極17に対して所定の角度で回転して設置されている。図8に示す矢印E側から見て電極駆動部14が反時計回りに円運動すると、電極17は、電極17の軸方向に働く電極駆動部14の分力によりワーク20側に送られる。また、電極17の径方向に働く電極駆動部14の分力により、ワーク20側から見て図9に示す矢印F方向に回転する。図8に示す矢印E側から見て電極駆動部14が時計回りに円運動すると、電極17の軸方向に働く電極駆動部14の分力により電極17はワーク20から離れる。また、電極17の径方向に働く電極駆動部14の分力により、ワーク20側から見て図9に示す矢印G方向に回転する。電極17は、電極駆動部14および絶縁体15に挟持される位置で上下または左右に運動するが、案内部材19にこの運動を規制され、ワーク20に対する直線運動と電極17の軸を回転軸とする回転運動だけになる。

【0021】スパイラルモードでは電極17が回転しながら放電加工をするため、図9に示すように、電極17の断面が真円ではない場合でも、真円度の良好な丸穴加工ができる。第1実施例では第1圧電素子11および第2圧電素子12に印加する駆動電圧に正弦波を使用した。第1圧電素子11と第2圧電素子12との伸縮量の差が生じるのであれば、駆動電圧は正弦波に限るものではない。

【0022】第1実施例では、第1圧電素子14および第2圧電素子15に印加される駆動電圧の振幅に電圧差をつけたり、駆動電圧の位相差を 90° から増減させたり、傾斜角 α を 90° から変化させたりすることにより、電極駆動部14の運動は円運動から電極17の軸方向に伸びる楕円運動または電極17の径方向に伸びる楕円運動に変化する。これにより、電極駆動部14の電極17軸方向への分力が増減し、電極17の送り戻し速度および量が微調節できる。

【0023】また、電極17が線状のものであるので電極摩擦しても連続的に電極が補給送りされるので、電極

消耗時の交換作業の頻度が低減でき、電極の頻繁な交換作業が不要となり、保守点検作業が容易になるという効果がある。さらに、制御装置部30により放電加工を制御しているため、高応答な電極送り特性を実現するためにサーボモータを利用した放電加工機よりも加工速度が向上するとともに、集中放電などの異常放電の発生を抑制できるので加工精度が向上する。

【0024】本発明の第2実施例による放電加工用電極送り装置を図10に示す。第1実施例と実質的に同一構成部分には同一符号を付す。放電電極21は、案内部材19に埋め込んで固定され、端面を常に電極17に当接している。放電電極21は放電電源31から常に放電電圧を印加されている。

【0025】第2実施例では、電極17を摺動可能に支持する案内部材19に埋め込まれた放電電極21から放電電圧を電極17に印加するため、送り戻しされる電極17に給電線を接続して放電電圧を印加するよりも安定した放電電圧を電極17に印加可能である。本発明の第3実施例による直線加工モードの放電加工用電極送り装置を図11に示す。第1実施例と実質的に同一構成部分には同一符号を付す。

【0026】第1圧電素子11、第2圧電素子12、台座13、電極駆動部14、第1圧電素子41、第2圧電素子42、台座43および電極駆動部44は電極17を含む仮想平面上に設置されている。第1圧電素子41、第2圧電素子42、台座43および電極駆動部44は、第1圧電素子11、第2圧電素子12、台座13および電極駆動部14に対応しそれぞれ同様の構成である。電極駆動部14と電極駆動部44とは対向して電極17を挟持している。台座43はハウジング10に固定され、台座13は、コイルスプリング46を介してハウジング10に固定されている。

【0027】2個の案内部材19は台座13のワークに対向する側とその反対側にそれぞれ固定され、電極17を摺動可能に支持している。第1圧電素子11、第2圧電素子12、第1圧電素子41および第2圧電素子42に駆動電圧が印加されていない定常状態において、電極17はコイルスプリング46の弾性力により駆動部14および駆動部44に一定の予圧で挟持されている。

【0028】電極17の送り動作時、図示しない圧電素子駆動回路から印加される駆動電圧値の差により第1圧電素子11および第2圧電素子12の伸縮量に差が生じ、電極駆動部14はこの伸縮量の差により図11に示す矢印H方向回りに円運動しようとする。第1圧電素子41および第2圧電素子42も図示しない圧電素子駆動回路から印加される駆動電圧値の差により伸縮量に差が生じ、電極駆動部44はこの伸縮量の差により図11に示す矢印J方向回りに円運動しようとする。電極駆動部14および電極駆動部44が円運動しようとするとき、電極17の径方向に働く分力が等しくなるように圧電素

子駆動回路から第1圧電素子11、第2圧電素子12、第1圧電素子41および第2圧電素子42に印加する駆動電圧を調節すれば、電極17は径方向に静止した状態を保つことができる。

【0029】電極駆動部14および電極駆動部44が定常状態における位置よりもお互いに近くなる位置を円運動しようとするとき、電極17の径方向の互いに対向する向きに働く電極駆動部14および電極駆動部44の分力が増大する。電極17は、電極17と電極駆動部14および電極駆動部44との間に働く静摩擦力により電極駆動部14および電極駆動部44に滑ることなく挟持され、ワーク側方向に働く電極駆動部14および電極駆動部44の分力によりワーク側に送られる。

【0030】電極駆動部14および電極駆動部44が定常状態における位置よりもお互いに遠くなる位置を円運動しようとするとき、電極17の径方向の互いに対向する向きに働く電極駆動部14および電極駆動部44の分力が減少するとともに電極17と電極駆動部14および電極駆動部44との間に働く摩擦力が減少する。そのため、電極駆動部14および電極駆動部44の電極17の軸方向に働く分力が電極17をワークから離す方向に働いても電極17は移動せず、駆動部14および駆動部44だけが元の位置に戻り、電極17の送り動作が1ステップ終了する。この送り動作ステップを連続することにより電極17をワーク方向に送り続けることができる。

【0031】電極17の戻し動作時、第1圧電素子11、第2圧電素子12、第1圧電素子41および第2圧電素子42に印加される駆動電圧は送り動作時に印加される駆動電圧を反転したものであり、電極駆動部14は図11に示す矢印I方向回りに円運動しようとし、電極駆動部44は図11に示す矢印K方向回りに円運動しようとする。

【0032】電極駆動部14および電極駆動部44が定常状態における位置よりもお互いに近くなる位置を円運動しようとするとき、電極17の径方向の互いに対向する向きに働く電極駆動部14および電極駆動部44の分力が増大する。電極17は、電極17と電極駆動部14および電極駆動部44との間に働く静摩擦力により電極駆動部14および電極駆動部44に滑ることなく挟持され、ワークから離れる方向に働く電極駆動部14および電極駆動部44の分力によりワークから戻される。

【0033】電極駆動部14および電極駆動部44が定常状態における位置よりもお互いに遠くなる位置を円運動しようとするとき、電極17の径方向の互いに対向する向きに働く電極駆動部14および電極駆動部44の分力が減少するとともに電極17と電極駆動部14および電極駆動部44との間に働く摩擦力が減少する。そのため、電極駆動部14および電極駆動部44の電極17の軸方向に働く分力が電極17をワークに送る方向に働いても電極17は移動せず、駆動部14および駆動部44

だけが元の位置に戻り、電極17の戻し動作が1ステップ終了する。この戻し動作ステップを連続することにより電極17をワークから戻し続けることができる。

【0034】第3実施例の直線加工モードの放電加工用電極送り装置では、電極駆動部14および電極駆動部44から電極17の径方向に等しい分力を加えて電極17を挟持するため電極17が曲がらず、例えば1mm以下の径の細い電極でも曲げ振動が発生せずに安定した電極の送り戻し動作ができる。さらに、電極駆動部14または電極駆動部44の円運動が電極17を含む仮想平面を僅かにずれて電極17の径方向に分力が生じて、等しい分力で電極17を挟持しながら電極17の送り戻し動作をするため、電極17が回転しにくくワークに対する直線運動だけを行う。

【0035】第3実施例の直線加工モードの放電加工用電極送り装置において、台座13および台座43の少なくとも一方を所定の角度回転すれば、スパイラル加工モードの放電加工用電極送り装置が実現できる。スパイラル加工モードにおいても電極17の径方向に働く電極駆動部14および電極駆動部44の分力が等しくなるように圧電素子駆動回路から印加される駆動電圧を調節することにより、電極17を曲げることなく、第1実施例のスパイラル加工モードと同様に電極17を回転させながら送り戻しできる。

【0036】第3実施例においても、第1圧電素子11、第2圧電素子12、第1圧電素子41および第2圧電素子42に印加する駆動電圧を調節することにより、電極17の送り戻し速度および量を微調節できることはもちろんである。

【0037】

【発明の効果】以上説明したように、本発明の放電加工用電極送り装置によれば、電極のみの送り戻しの移動動作により被加工物を放電加工するので移動重量が低減でき、低電圧でも電極の送り戻しが可能であり電力消費量が低減できる。また、僅かな電圧の変化に応じて電極の送り戻し量が調節できるとともに、駆動部の機械的運動の形状を変えることにより駆動部の電極軸方向への分力を増減して電極の送り戻し速度および量が調節できる。そのため、放電加工の微調節が可能である。さらに、低電圧および軽量のため装置の小型化が可能であるという効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施例による直線加工モード時における放電加工用電極送り装置の制御システムを示す模式的構成図である。

【図2】図1のII方向矢視図である。

【図3】本発明の第1実施例による直線加工モード時における放電加工用電極送り装置の電極送り動作時の圧電素子への駆動電圧を示す特性図である。

【図4】本発明の第1実施例による直線加工モード時に

における放電加工用電極送り装置の電極送り動作時の電極駆動部の円運動を示す模式図である。

【図5】本発明の第1実施例による直線加工モード時における放電加工用電極送り装置の電極戻し動作時の圧電素子への駆動電圧を示す特性図である。

【図6】本発明の第1実施例による放電加工用電極送り装置の直線加工モード時における電極戻し動作時の電極駆動部の円運動を示す模式図である。

【図7】本発明の第1実施例による直線加工モード時における放電加工用電極送り装置の電極送り戻し動作時の電極とワーク間の距離および時間との関係を示す特性図である。

【図8】本発明の第1実施例による放電加工用電極送り装置のスパイラル加工モード時の制御システムを示す模式的構成図である。

【図9】図8のIX方向矢視図である。

【図10】本発明の第2実施例による放電加工用電極送り装置の制御システムを示す模式的構成図である。 *

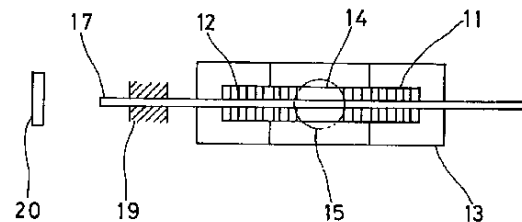
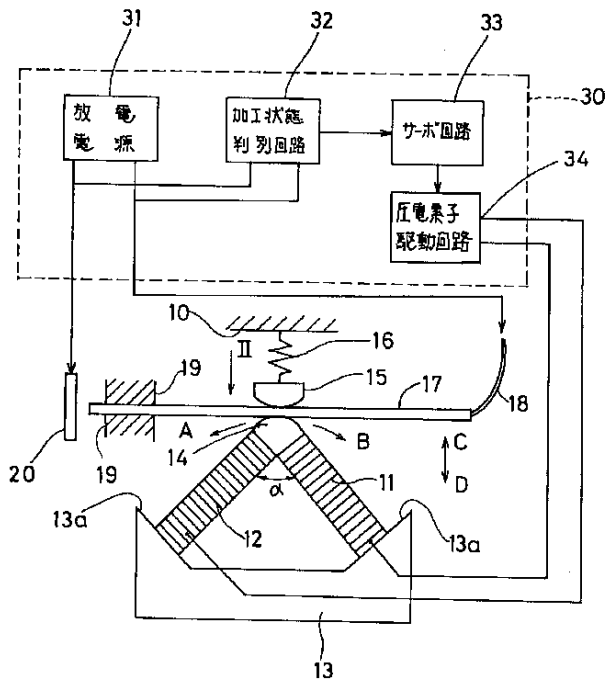
*【図11】本発明の第3実施例による放電加工用電極送り装置の制御システムを示す模式的構成図である。

【符号の説明】

- 10 ハウジング
- 11 第1圧電素子（第1の圧電素子）
- 12 第2圧電素子（第2の圧電素子）
- 13 台座
- 14 駆動部
- 15 絶縁体
- 16 コイルスプリング
- 17 電極
- 18 給電線
- 19 案内部材
- 20 ワーク
- 31 放電電源（制御手段）
- 32 加工状態判別回路（制御手段）
- 33 サーボ回路（制御手段）
- 34 圧電素子駆動回路（制御手段）

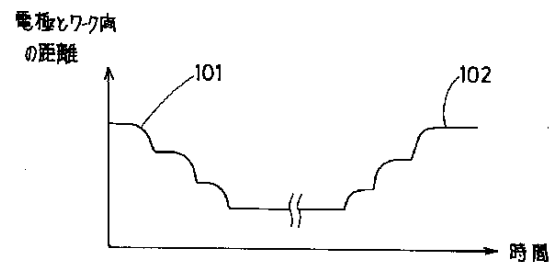
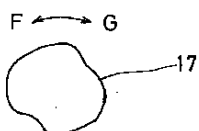
【図1】

【図2】

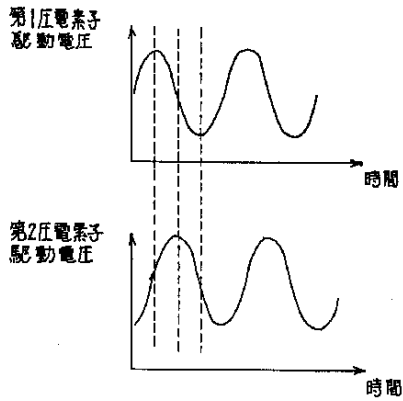


【図7】

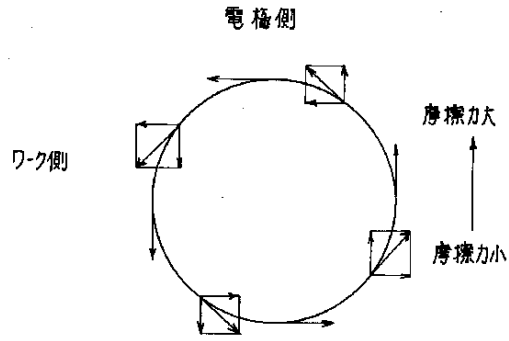
【図9】



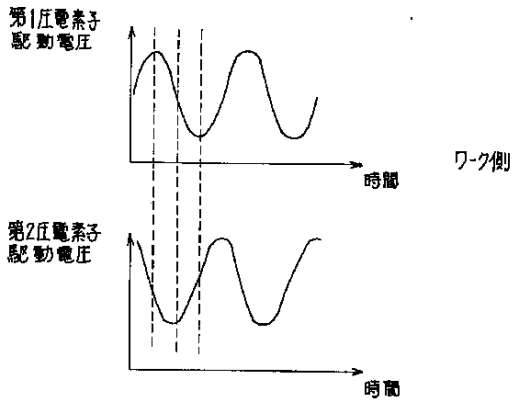
【図3】



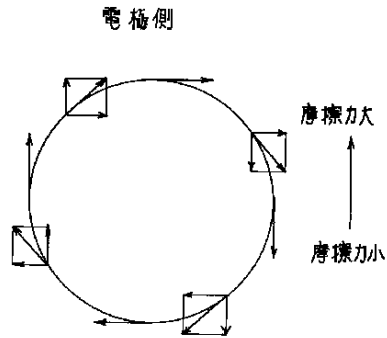
【図4】



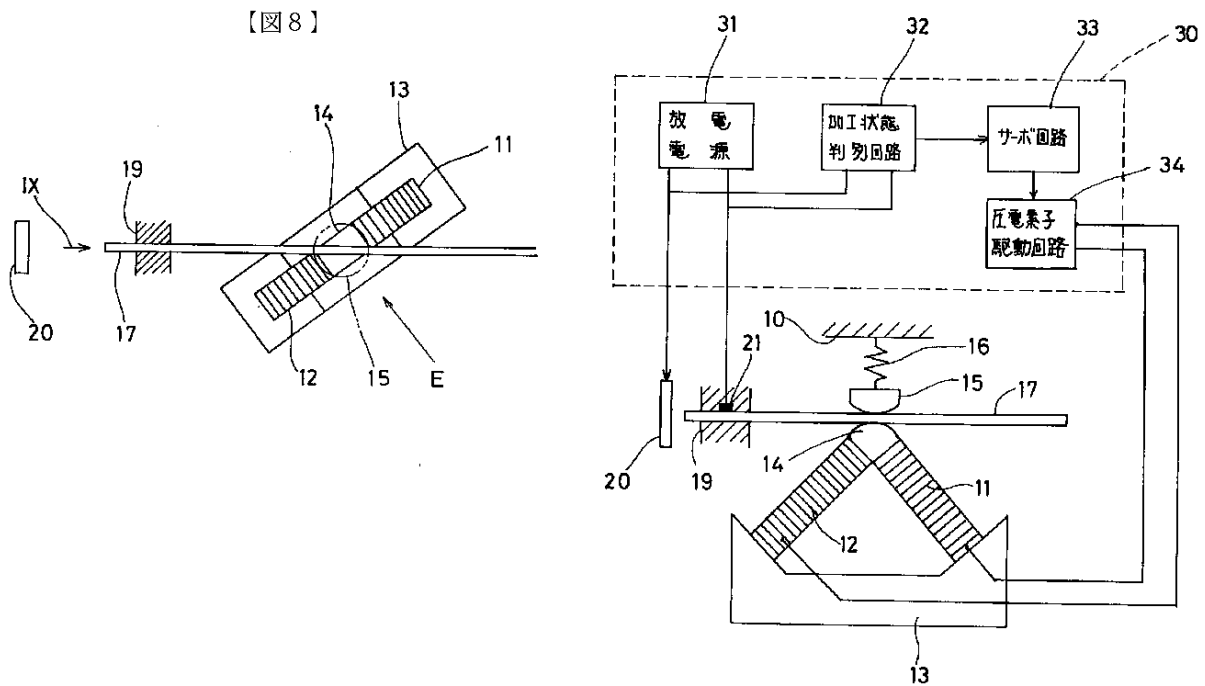
【図5】



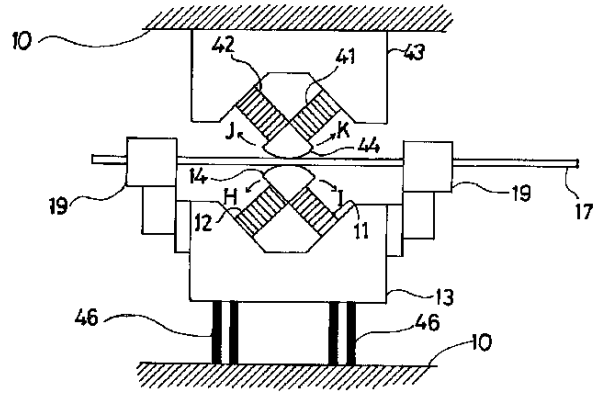
【図6】



【図10】



【図11】



フロントページの続き

(72)発明者 森田 浩充
愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 日本電
装株式会社内

(72)発明者 毛利 尚武
愛知県名古屋市天白区久方2-12-1 豊
田工業大学内

(72)発明者 古谷 克司
愛知県名古屋市天白区久方2-12-1 豊
田工業大学内