(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第5587963号
(P5587963)
(45)発行日　平成26年9月10日(2014.9.10)　(24)登録日　平成26年8月1日(2014.8.1)

(51)Int.Cl.　F I
B23H 7/02 (2006.01)　B23H 7/02 S

請求項の数 6　(全 12 頁)

(21)出願番号　特願2012-249541(P2012-249541)
(22)出願日　平成24年11月13日(2012.11.13)
(65)公開番号　特開2014-97538(P2014-97538A)
(43)公開日　平成26年5月29日(2014.5.29)
審査請求日　平成25年12月25日(2013.12.25)

早期審査対象出願

(73)特許権者　390008235
ファナック株式会社
山梨県南部留郡忍野村忍草字古馬場３５８
０番地
(74)代理人　110001151
あいわ特許業務法人
(72)発明者　川原　章義
山梨県南部留郡忍野村忍草字古馬場３５８
０番地　ファナック株式会社内
(72)発明者　古川　博之
山梨県南部留郡忍野村忍草字古馬場３５８
０番地　ファナック株式会社内

審査官　山崎　孔徳

最終頁に続く

(54)【発明の名称】ピーク電流補正機能を有したワイヤ放電加工機

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
ワイヤ電極と被加工物との極間に電圧を印加して放電を起こすと同時に、ワイヤ電極と被加工物の相対位置を変化させ、被加工物を所望の形状に加工するワイヤ放電加工機において、
平均電流を検出する検出部と、
放電回数を検出する検出部と、
加工開始時に、製品として必要とする形状までの助走経路の加工かどうかを判定する判定部と、
該判定部により助走経路と判定した場合に、該助走経路中に加工時の平均電流と放電回数を測定する測定区間を設定し、該測定区間を加工した際の平均電流と放電回数から加工時のピーク電流を演算する演算部と、
基準となるピーク電流を記憶する記憶部と、
前記演算部による演算で求められた加工時のピーク電流と前記基準となるピーク電流を比較する比較部と、
該比較結果に基づいて、前記加工形状の加工を行う部分のピーク電流を補正するための加工電源の電圧を算出する補正電圧算出部、
とを有することを特徴とするワイヤ放電加工機。
【請求項２】
前記判定部は、ワイヤ放電加工機のＮＣプログラム中のコードにより、助走経路かどう

かを判断することを特徴とする請求項１に記載のワイヤ放電加工機。
【請求項３】
前記判定部により、助走経路の加工と判断した場合に、助走経路用の専用制御が有効ではない区間を測定区間とすることを特徴とする請求項１に記載のワイヤ放電加工機。
【請求項４】
前記演算部は、平均電流と放電回数を測定した際のピーク電流値が一定であるとして、平均電流の積分値から加工時のピーク電流を演算することを特徴とする請求項１に記載のワイヤ放電加工機。
【請求項５】
前記電圧補正部は、基準となるピーク電流値と演算部により演算されたピーク電流値の比に基づいて、電源電圧の補正値を決定することを特徴とする請求項１に記載のワイヤ放電加工機。
【請求項６】
前記電圧補正部は、基準となるピーク電流値と演算部により演算されたピーク電流値の差に基づいて、電源電圧の補正値を決定することを特徴とする請求項１に記載のワイヤ放電加工機。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、ワイヤ放電加工機において、ワイヤ放電加工機の加工電流パルスを補正する機能を有するワイヤ放電加工機に関する。
【背景技術】
【０００２】
ワイヤ放電加工機では、ワイヤ電極と被加工物との極間に電圧を印加して放電を起こすと同時に、ワイヤ電極と被加工物の相対位置を変化させ、被加工物を所望の形状に加工する。一般的に被加工物の加工結果については、被加工物の材料、被加工物の厚さ等により様々ではあるが、高精度なものでは数ミクロンの精度が必要になる場合もある。
【０００３】
一般的なワイヤ放電加工機の例を図１０に示す。１はワイヤ電極、２は被加工物であり、３はワイヤ放電加工機のワイヤ電極１に給電する加工電源であり、内部に直流電圧源２１と、直流電圧源２１から供給された電圧を高周波パルス化するスイッチング素子２２を有している。４は給電線であり、５はワイヤ電極に高周波パルスを印加する給電部であり、８はワイヤ電極を支持するワイヤ電極支持部である。
【０００４】
図１０のワイヤ放電加工機では、加工電源にて直流電源から電圧を供給し、それをスイッチング回路にて高周波パルス化している。生成された高周波パルスは給電線により給電部に接続され、ワイヤ電極側と被加工物側へ印加される。
印加されるパルスが高周波であるため、給電線は等価的にインダクタンス成分を持ち、さらに給電線の姿勢等によって変化する。また、ワイヤ電極と被加工物の相対位置によって給電部から放電点までの距離が異なり、それにより抵抗成分も異なる。これらの放電経路のインピーダンスの変化により、電流の流れ方が異なる。電流の流れ方が異なることは、そのまま加工速度、加工精度へ影響を及ぼすという問題があった。
これらの、ワイヤ電極と被加工物の相対位置、あるいは、被加工物の状態により電流の流れ方が変わるという問題に対し、特許文献１や特許文献２には、ピーク電流や出力電圧等を検出して基準値と比較し、比較結果に応じて出力電圧を調整する技術が開示されている。
【０００５】
また、特許文献３には、加工を行う前に加工間隙が所定距離だけ離れた開放状態において、電極と被加工物との間の平均開放電圧値を測定、補正し、それを予め記憶している基準電圧と比較する技術が開示されている。

さらに、特許文献４には、複数の加工状態下で加工をし、それぞれの加工条件における加工情報を実測し、加工条件とその加工条件における実測加工情報とから放電加工機の加工特性を求め、加工条件や加工情報を補正する技術が開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【０００６】

【特許文献１】特開昭５９－２０５２２８号公報

【特許文献２】特許第３８２０９８９号公報

【特許文献３】特開平１０－１３８０４８号公報

【特許文献４】特開平１１－４８０４２号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【０００７】

特許文献１，２に開示された技術では、ピーク電流や出力電圧等を検出してから基準値と比較して、出力電圧を調整しているため、ピーク電流あるいは出力電力を検出してから反映するまでに遅れが生じるため、精度よく制御し、高精度の加工結果を得ることが難しい。

また、特許文献３に開示された技術では、ワイヤ放電加工における開放電圧だけを制御して、実際に加工に寄与する電流を補正していない。そのため、実際の加工において所望の加工結果を得ることができない場合がある。

特許文献４に開示された技術では、実際に加工における加工情報を実測することで、放電加工機の加工特性を求めて、加工条件や加工情報を補正はしているものの、被加工物の状態やジグによる影響についての補正をすることができないという問題がある。

【０００８】

そこで本発明は、ワイヤ放電加工機において、本加工を開始する前に、製品と必要な形状を加工する前の加工における平均電流と放電回数から、加工時の電流を演算して、加工用電源電圧を補正して加工を行うことのできるワイヤ放電加工機を提供することを課題とする。

【課題を解決するための手段】

【０００９】

本願の請求項１に係る発明では、ワイヤ電極と被加工物との極間に電圧を印加して放電を起こすと同時に、ワイヤ電極と被加工物の相対位置を変化させ、被加工物を所望の形状に加工するワイヤ放電加工機において、平均電流を検出する検出部と、放電回数を検出する検出部と、加工開始時に、製品として必要とする形状までの助走経路の加工かどうかを判定する判定部と、該判定部により助走経路と判定した場合に、該助走経路中に加工時の平均電流と放電回数を測定する測定区間を設定し、該測定区間を加工した際の平均電流と放電回数から加工時のピーク電流を演算する演算部と、基準となるピーク電流を記憶する記憶部と、前記演算部による演算で求められた加工時のピーク電流と前記基準となるピーク電流を比較する比較部と、該比較結果に基づいて、前記加工形状の加工を行う部分のピーク電流を補正するための加工電源の電圧を算出する補正電圧算出部、とを有することを特徴とするワイヤ放電加工機が提供される。

【００１０】

すなわち、請求項１に係る発明では、被加工物における、製品として必要とする形状までの助走経路の区間を測定区間として利用して、加工電源の電圧を算出するようにしているため、被加工物の影響を加味した上で補正を行うことができ、さらに本加工の直前の区間における測定結果に応じて電源電圧の補正を行うことにより、遅れのない高精度の補正を行うことが可能となる。また、測定の前に助走経路かどうかの判定を行うことで、加工開始時にすでに本加工に入っている場合に補正値の演算及び入力を行わないようにすることが可能となる。

【００１１】

本願の請求項２に係る発明では、判定部が、ワイヤ放電加工機のＮＣプログラム中のコードにより、助走経路かどうかを判断している。

これにより、判定部における助走経路かどうかの判断を容易に行うことができる。

本願の請求項３に係る発明では、判定部により、助走経路の加工と判断した場合に、助走経路用の専用制御が有効ではない区間を測定区間としている。

これにより、本加工前の助走期間には、加工スタート時期や、助走期間から本加工に移行する時期に専用制御を有効とする期間が必要であるが、それらの専用制御を有効にする期間以外の期間を測定区間とすることによって、十分な長さの測定区間を確保することができる。

【００１２】

本願の請求項４に係る発明では、演算部は、平均電流と放電回数を測定した際のピーク電流値が一定であるとして、平均電流の積分値から加工時のピーク電流を演算している。

これにより、加工時のピーク電流の演算を平易に行うことができる。

本願の請求項５及び６に係る発明では、電圧補正部における電源電圧の補正値の決定方法として、基準となるピーク電流値と演算部により演算されたピーク電流値の比や差に基づいて、電源電圧の補正値を決定している。

【発明の効果】

【００１３】

本発明により、ワイヤ放電加工機において、本加工を開始する前に、製品と必要な形状を加工する前の加工における平均電流と放電回数から、加工時の電流を演算して、加工用電源電圧を補正して加工を行うことのできるワイヤ放電加工機を提供できる。

【図面の簡単な説明】

【００１４】

【図１】ワイヤ放電加工機におけるパンチ形状の加工例である。

【図２】ワイヤ放電加工機におけるダイ形状の加工例である。

【図３】ワイヤ放電加工機におけるダイ形状の加工において、１つの被加工物で複数形状を加工する場合の加工例である。

【図４】本発明の第１の実施形態における装置の構成例を説明する図である。

【図５】本発明の第１の実施形態における加工電圧の補正値の演算を説明するフローチャートである。

【図６】本発明の実施形態における液面位置と動作の関係を説明する図である。

【図７】測定区間におけるパルス電流、平均加工電流の関係を示す図である。

【図８】ＮＣプログラムにおいて、本加工を開始するコードを挿入して助走経路の判断を行う例を示す図である。

【図９】ＮＣプログラムにおいて、オフセットが無効であるかどうかによって助走経路の判断を行う例を示す図である。

【図１０】従来の一般的なワイヤ放電加工機を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【００１５】

以下、本発明の実施形態を図面と共に説明する。

（第１の実施形態）

ワイヤ放電加工機の加工例を図１及び図２に示す。図１において、４１は加工開始点、４２は助走経路、４３は本加工開始点、４４は切り落とし部分、４５は加工製品形状、４６は切り落とし部分である。また、図２において、５１は加工開始点、５２は助走経路、５３は本加工開始点、５４は加工製品形状、５５は切り落とし部分である。それぞれ、図１はパンチ、図２はダイと呼ばれる加工内容で、加工経路の内側を加工製品として用いるか、加工経路の外側を加工製品として用いるかの違いである。パンチについては、予め切落とし部分４４及び４６を設けておいて、切落とした後に加工製品形状４５と切り落とし部分４４との境界部分を研磨等で仕上げるのが一般的である。

【００１６】

パンチ及びダイのどちらにおいても、製品として必要な形状の加工（以下、本加工）の前に製品として必要としない区間の加工（以下、助走経路）を設けるのが一般的である。図１のパンチの例では、加工開始点４１と本加工開始点４３の間の区間が助走経路４２、図２のダイの例では、加工開始点５１と本加工開始点５３の間の区間が助走経路５２となる。いずれの場合も、この助走経路５２を加工する際の情報から補正値を決定する。

【００１７】

先ず、加工開始した地点において、本加工開始前かどうかの判断を行う。被加工物を設置して初めて加工を開始する場合では、加工開始地点は本加工開始前である。一方、例えば、本加工中にワイヤ断線が発生し、復旧後に加工を開始するような場合では、加工を開始する地点（再開する地点）は既に本加工の領域内であって、本加工開始後である。この切り分けを行うために、加工開始地点において、本加工開始前かどうかの判断を行う。

【００１８】

加工開始地点が本加工開始前と判断した場合には、助走経路４２に測定用の加工区間（以下、測定区間）を決定する。一般的なワイヤ放電加工機の加工においては、この助走経路の加工開始直後や助走経路の加工終了直前に助走経路４２だけの特殊な専用制御を行う場合がある。それらの特殊な専用制御が有効な場合においては、加工に寄与する電流が制御対象となる場合もある。本発明の電流補正値決定のための測定については、それらの助走経路における特殊な専用制御が有効でない区間で行う。

【００１９】

加工開始地点が本加工開始後と判断した場合については、そのまま本加工を行う。なお、その場合には既に行っている本加工を開始する前に補正値を決定しているため、補正値の演算及び入力を行わない。

【００２０】

本加工開始前と判断した場合については、測定区間に到達した後、実際の加工が行われている際の平均電流と放電回数を測定する。その後、演算に必要なデータが集計できた時点で測定を終了し、加工に寄与する電流を演算する。

ワイヤ放電加工機では、標準加工条件が搭載されているのが一般的である。これらの加工条件はワイヤ放電加工機メーカが試験用に被加工物を加工し、所望の加工結果を得られるよう加工条件を調整した結果である。予め、標準の加工条件を取得した際の加工に寄与する電流を数値制御装置内の記憶部に記憶しておく。

【００２１】

上述の助走経路における加工に寄与する電流と予め数値制御装置内に記憶されている標準の加工条件を取得した際の加工に寄与する電流を比較する。仮に全く同じであれば、加工に寄与する電流を補正する必要はないが、異なっている場合は、加工電源の電圧を変更して加工に寄与する電流を調整する。

加工電源の電圧変更するための値を補正値として、数値制御装置内の記憶部に記憶するとともに、本加工開始前に加工電圧の補正値として設定する。

これにより、本加工開始前までには補正値が設定された状態となり、本加工開始時に設定されている標準条件に対して、補正値を適用し、本加工を行う。１つの形状の本加工を行う間は同じ補正値を用いる。

【００２２】

一般的に、図１のパンチ加工では、１形状ごとに加工は完結する。一方、図２のダイ加工では、図３のように１つの被加工物で複数形状を加工する場合もある。このような場合では、各加工形状の本加工ごとに同様の補正値計算を行う。

【００２３】

本実施形態における装置の構成例を図４に示す。図１０の従来のワイヤ放電加工機に比較して、平均加工電流検出部７５、放電回数検出部７６、数値制御装置７１、演算部７２、記憶部７３、比較部７４、及び判定部７７が付加されている。

【００２４】

次に、第１の実施形態における加工電圧の補正値の演算を、図５のフローチャートに従

って説明する。
・（ステップＳＡ１）加工開始にあたり、加工開始点が本加工開始前かどうかを判定する。本加工開始前の場合（ＹＥＳ)は、ステップＳＡ２に進み、本加工開始後の場合(ＮＯ)は、ステップＳＡ９に進み、補正値の演算及び入力を行うことなく本加工を開始する。なお、本加工開始前かどうかの具体的な判断手法については後述する。
・（ステップＳＡ２）助走経路であるものと判断し、本加工開始点前までの助走経路において、特殊な専用制御が必要とされる区間を除いた区間に測定区間を設定する。
・（ステップＳＡ３）設定された測定区間に、加工が到達したかどうかを判定し、到達していない場合(ＮＯ)は、到達するまでステップＳＡ３を繰り返し、到達した場合(ＹＥＳ)は、ステップＳＡ４に進む。
・（ステップＳＡ４）測定区間において、加工時の電流と放電回数を測定する。
・（ステップＳＡ５）測定が完了したかどうかを判定する。完了していない場合（ＮＯ）は、ステップＳＡ６に進み、完了した場合（ＹＥＳ）は、ステップＳＡ７に進む。
・（ステップＳＡ６）所定時間待機し、その後ステップＳＡ５に戻る。
・（ステップＳＡ７）測定区間における測定結果から、加工に寄与する電流を演算する。
・（ステップＳＡ８）測定区間における測定結果から、加工に寄与する補正値を演算する。ステップＳＡ７及びＳＡ８における電流や補正値の演算の手法の一例については後述する。
・（ステップＳＡ９）本加工を開始する。

【００２５】
加工開始時の、本加工開始前の助走経路であるかどうかの判断は、ＮＣプログラム中のコードによって判断する。
例えば、図８に示すプログラムのように、プログラム開始から本加工開始までの間に本加工を開始することを表すコードを挿入しておき、そのコードよりも前か後かによって、本加工前の助走経路であるか、本加工中であるかの判断を行う。
別の方法として、図９に示すプログラムのように、プログラム開始からオフセット無効のブロック、オフセット有効のブロックがあるとする。助走経路の加工においては加工中のオフセットを無効にしておくのが一般的なので、オフセットが無効であるか無効であるかどうかで判断を行う方法がある。

【００２６】
既に本加工が開始されていて、加工を再開する目的で加工開始した場合には、本加工に入る前の助走経路において補正値の演算、入力が行われているため、そのまま補正値の演算、入力を行わずに加工を行う。

【００２７】
本加工前と判断して、例えば図６に示す加工を行う場合について考える。加工開始点４１から本加工開始点４３までの区間は、専用制御有効区間８１、測定区間８２、専用制御有効区間８３に分けられている。助走経路から、専用制御有効期間８１及び８３を除いた残りの加工箇所の区間を測定区間８２として設定することができる。
専用制御有効区間８１及び８３について、ワイヤ放電加工機では図１の加工開始点４１、あるいは、図２の加工開始点５１において、ワイヤ電極の断線を防ぐ目的で加工速度を低下させた専用の制御を有効にする場合がある。また、図２の本加工開始点５３においても加工製品にダメージを与えないために、専用の制御を有効にする場合がある。上述の図６の測定区間８２については、これらの助走経路の専用制御が有効でない区間とする。

【００２８】
これらの専用制御有効区間８１及び８３の距離は予めパラメータで決められており、専用制御が有効であるかどうかの判断手法としては、加工時の位置が、加工開始時の位置から専用制御有効区間８１以上の距離が進んでおり、且つ、本加工開始点４３よりも専用制御有効区間８３以上手前の位置であれば、助走経路の専用制御が有効ではない区間であるものと判断できる。
測定区間８２における測定は時間で管理して行う。測定区間８２内であっても、必要な

データの収集が完了すれば、測定区間８２全域において測定する必要はない。測定が完了するまで所定時間ごとに測定完了か否かの判断を行い、必要なデータが収集できた時点で測定完了とする。

【００２９】

測定区間８２の領域まで加工が進んだ後に、設定された測定期間であるｔ１において、平均加工電流検出部と放電回数検出部において、平均加工電流及び放電回数を検出する。測定期間ｔ１において、実際に加工を行った際の平均加工電流をＩａ、放電回数をｂ回とする。加工に寄与するパルス電流のパルスの時間幅はτとし、スイッチング素子のオン時間で管理する。これらの関係を図７に示す。

【００３０】

ここで、一例として、以下のように演算部で演算を行う。

【００３１】

【数１】

$$\int_0^{t1} I_a dt = b \times \int_0^{\tau} I_p dt \quad \cdots(1)$$

【００３２】

ここで、通常加工に寄与するパルス電流の値は一定ではないが、簡単のために一定値のＩｐとし、平均加工電流についても一定値のＩａであるものとすると、式（１）は以下のように展開できる。

【００３３】

【数２】

$$I_p = \frac{I_a \times t_1}{b \times \tau} \quad \cdots(2)$$

【００３４】

このようにして求めたＩｐと記憶部に記憶されている機械の標準条件を決定した際のピーク電流Ｉｐ（ｓｔｄ）とを比較し、その比ｋを以下の通りに決定する。

【００３５】

【数３】

$$k = \frac{I_p}{I_{p(std)}} \quad \cdots(3)$$

【００３６】

一方、放電経路全体のインピーダンスをＺ１とすると、以下の関係と考えることができる。

【００３７】

【数４】

$$I_p = \frac{E}{Z_1} \quad \cdots(4)$$

【００３８】

ここで、加工電源の電圧であるＥを以下のようにＥ’に補正することでピークＩｐが標準の加工条件を取得した際のピーク電流Ｉｐ（ｓｔｄ）に等しくなる。

【００３９】

【数５】

$$E' = \frac{E}{k} \quad \cdots(5)$$

【００４０】

加工電源の電圧がＥ’になるように補正するデータを記憶し、本加工開始までに数値制御装置７１から加工電源へ設定されるようにする。

【００４１】

（第２の実施形態）

第２の実施形態は、第１の実施形態とほぼ同様であるが、加工電源の電圧の補正の演算方法が異なる。

式（２）において求めたＩｐと記憶部に記憶されている機械の標準条件を決定した際の電流Ｉｐ（ｓｔｄ）との差を求め、以下のようにΔＩを求める。

【００４２】

【数６】

$$I_{p(std)} - I_p = \Delta I \quad (I_{p(std)} = I_p + \Delta I) \quad \cdots(6)$$

【００４３】

また、放電経路全体のインピーダンスをＺ２とすると、以下の関係と考えることができる。

【００４４】

【数７】

$$I_p = \frac{E}{Z_2} \quad (Z_2 = \frac{E}{I_p}) \quad \cdots(7)$$

【００４５】

ここで、電圧ＥをＥ２にすることでＩｐをＩｐ（ｓｔｄ）に調整することを目的として、以下の式が考えられる。

【００４６】

【数８】

$$E_2 = (I_p + \Delta I) \times \frac{E}{I_p} \quad \cdots(8)$$
$$= (1 + \frac{\Delta I}{I_p}) \times E$$

【００４７】

以上のように、電圧ＥをＥ２に補正することで電流Ｉｐが標準の加工条件を取得した際のピーク電流Ｉｐ（ｓｔｄ）と等しくなる。加工電源の電圧がＥ２になるように補正するデータを記憶し、本加工開始までに数値制御装置７１から加工電源へ設定されるようにする。

【００４８】

なお、これらの実施形態においては、加工電源の電圧の補正の方法として、基準となるピーク電流値と演算部により演算されたピーク電流値の比や差に基づいて、電源電圧の補正値を決定しているが、その他の演算手法によって補正値を決定することもできる。

また、これらの実施形態は、簡単のためにパルス電流の値を一定値としているが、一定値とせずに演算を行うこともできる。

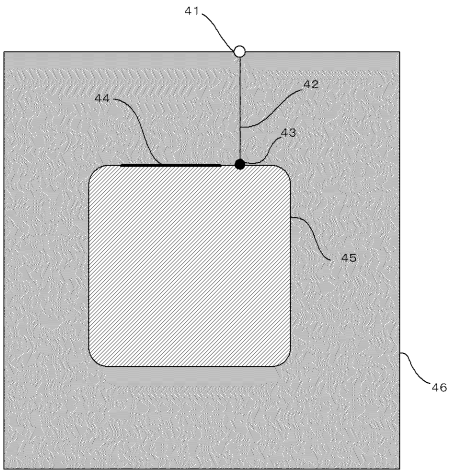
【符号の説明】

【００４９】

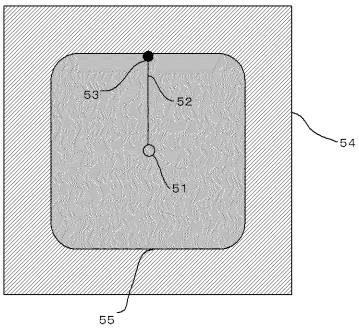
１　ワイヤ電極
２　被加工物
３　加工電源
４　給電線
５　給電部
８　ワイヤ電極支持部

２１　直流電圧源
２２　スイッチング素子
３１ａ、３１ｂ　被加工物設置場所
３２　被加工物設置用テーブル
４１　加工開始点
４２　助走経路
４３　本加工開始点
４４　切り落とし部分
４５　加工製品形状
４６　切り落とし部分
５１　加工開始点
５２　助走経路
５３　本加工開始点
５４　加工製品形状
６１ａ，６１ｂ，６１ｃ，６１ｄ，６１ｅ　加工形状
６２　被加工物
７１　数値制御装置
７２　演算部
７３　記憶部
７４　比較部
７５　平均加工電流検出部
７６　放電回数検出部
７７　判定部
８１　専用制御有効区間
８２　測定区間
８３　専用制御有効区間

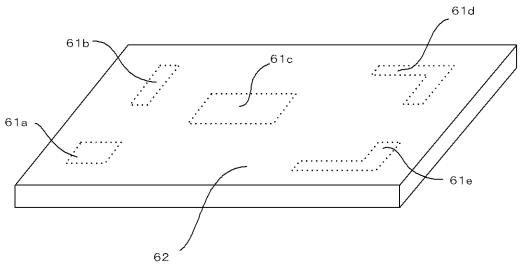
【図１】



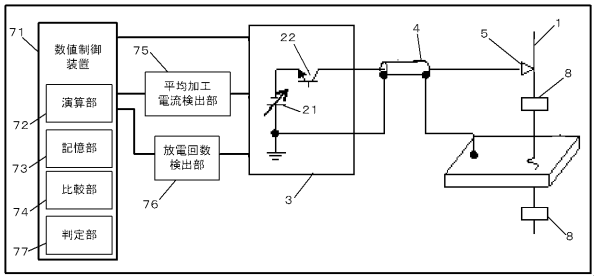
【図２】



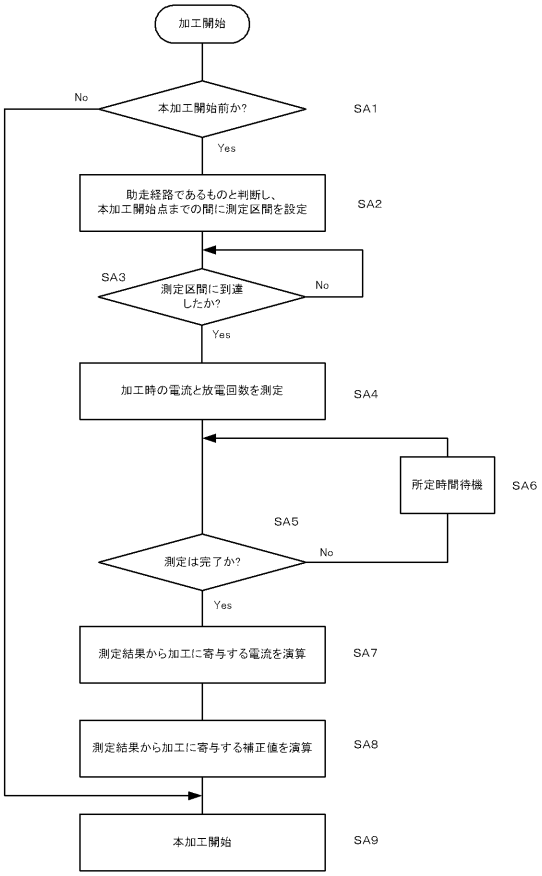
【図３】



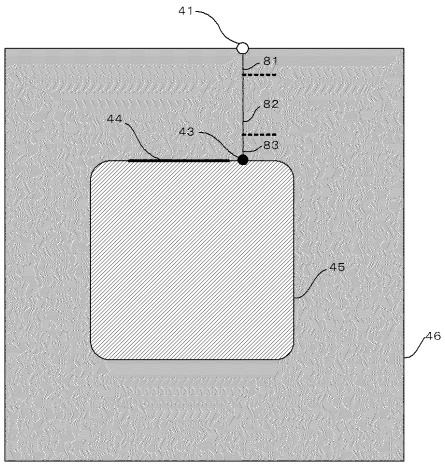
【図４】



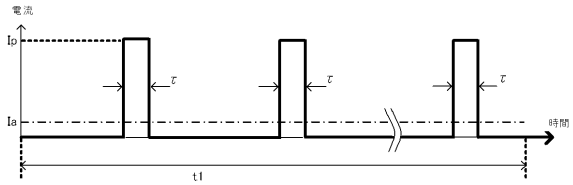
【図５】



【図６】



【図７】



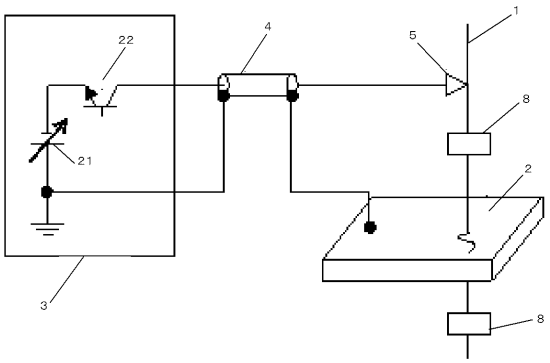
【図８】

```
%
O0001
G92X0Y0      ← プログラム開始
G91G01Y10
M**          ← 本加工開始を示すコード
G41G01Y-1.   ← 本加工開始
····
····
····
```

【図９】

```
%
O0001
G92X0Y0      ← プログラム開始
G91G01Y10    ← オフセット無効
G41G01Y-1.   ← オフセット有効
····
····
····
```

【図１０】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開昭５１－０６３０９４（ＪＰ，Ａ）
特開平０４－１８９４２１（ＪＰ，Ａ）
特開平０８－１１８１４６（ＪＰ，Ａ）
特開平０５－００８１２２（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｂ２３Ｈ　　７／０２