

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-273627

(P2002-273627A)

(43) 公開日 平成14年9月25日 (2002.9.25)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テ-マコード*(参考)	
B 2 3 H	9/08	B 2 3 H	9/08	3 C 0 5 9
B 8 1 C	5/00	B 8 1 C	5/00	

審査請求 未請求 請求項の数11 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2001-72313(P2001-72313)

(22) 出願日 平成13年3月14日(2001.3.14)

特許法第30条第1項適用申請有り 平成12年11月30日～12月1日 (社)電気加工学会主催の「電気加工学会全国大会(2000)」において文書をもって発表

(71) 出願人 591135853  
毛利 尚武  
東京都中野区中央一丁目50番3-101号

(71) 出願人 000006013  
三菱電機株式会社  
東京都千代田区丸の内二丁目2番3号

(72) 発明者 毛利 尚武  
東京都中野区中央1-50-3 塔の山住宅101

(74) 代理人 100102439  
弁理士 宮田 金雄 (外1名)

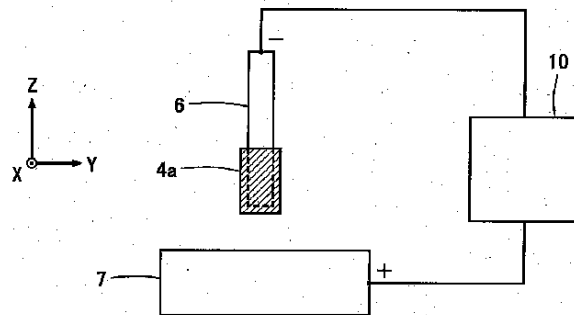
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 微細軸成形方法及び装置

(57) 【要約】

【課題】 微細軸の成形を安定的かつ効率的に行うことができる実用的な微細軸成形方法及び装置を得る。

【解決手段】 マイナス極性の細線電極6とプラス極性の電極7とを位置決め手段により相対位置決めし、細線電極6と電極7との極間に加工電力供給手段10により加工電力を供給することにより放電を発生させ、細線電極6に微細形状軸を成形する微細軸成形方法及び装置において、細線電極6に加工液4aを付着させる加工液付着手段を備え、気中にて微細軸の成形を行う。微細軸の成形を安定的かつ効率的に行うことができ、微細軸成形コストを低減することができる。また、成形した微細軸をそのまま放電加工用電極として使用して微細穴加工を行う等の工程の自動化を実現することができる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 マイナス極性の細線電極及びこの細線電極に対向するプラス極性の電極の極間に放電を発生させることにより、前記細線電極に微細形状軸を成形する微細軸成形方法において、前記細線電極及び前記細線電極に対向する電極の少なくとも一方に加工液を付着させて、気中にて微細軸の成形を行うことを特徴とする微細軸成形方法。

【請求項 2】 マイナス極性の細線電極及びこの細線電極に対向するプラス極性の電極の極間に放電を発生させることにより、前記細線電極に微細形状軸を成形する微細軸成形方法において、前記細線電極を加工層内の加工液に浸漬する第 1 の工程と、

前記細線電極を加工層から取り出す第 2 の工程と、前記細線電極と前記電極とを位置決めする第 3 の工程と、

気中にて微細軸の成形を行う第 4 の工程からなることを特徴とする微細軸成形方法。

【請求項 3】 前記細線電極を複数個使用して、前記電極との間の放電により前記複数の細線電極に微細形状軸を同時に成形することを特徴とする請求項 1 又は 2 記載の微細軸成形方法。

【請求項 4】 前記加工液が油又は冷却能力が油と同等の油以外の液体であることを特徴とする請求項 1～3 のいずれかに記載の微細軸成形方法。

【請求項 5】 一端固定一端自由に支持された細線電極に加工液を付着させ、この細線電極に縦振動又は横振動を付与しながら、放電、レーザ又は高周波加熱等の細線電極溶融手段により前記細線電極の先端部分を溶融し、この溶融部に発生する前記振動による前記細線電極の自由端から固定端方向への作用力により、気中にて微細軸の成形を行うことを特徴とする微細軸成形方法。

【請求項 6】 マイナス極性の細線電極及びこの細線電極に対向するプラス極性の電極とを位置決め手段により相対位置決めし、前記細線電極及び前記細線電極に対向する電極の極間に加工電力供給手段により加工電力を供給することにより放電を発生させ、前記細線電極に微細形状軸を成形する微細軸成形装置において、前記細線電極及び前記細線電極に対向する電極の少なくとも一方に加工液を付着させる加工液付着手段を備え、気中にて微細軸の成形を行うことを特徴とする微細軸成形装置。

【請求項 7】 マイナス極性の細線電極及びこの細線電極に対向するプラス極性の電極とを位置決め手段により相対位置決めし、前記細線電極及び前記細線電極に対向する電極の極間に加工電力供給手段により加工電力を供給することにより放電を発生させ、前記細線電極に微細形状軸を成形する微細軸成形装置において、加工液を貯留する加工液付着用貯留槽と、

前記細線電極の前記加工液付着用加工層への出し入れを行う移動手段とを備えたことを特徴とする微細軸成形装置。

【請求項 8】 マイナス極性の細線電極及びこの細線電極に対向するプラス極性の電極とを位置決め手段により相対位置決めし、前記細線電極及び前記細線電極に対向する電極との極間に加工電力供給手段により加工電力を供給することにより放電を発生させ、前記細線電極に微細形状軸を成形する微細軸成形装置において、

10 加工液を貯留する加工液付着用貯留槽と、前記細線電極の前記加工液付着用加工層への出し入れ、及び、前記細線電極及び前記細線電極に対向する電極との相対位置決めを行う位置決め手段とを備えたことを特徴とする微細軸成形装置。

【請求項 9】 前記細線電極を複数個保持できる保持手段を備えたことを特徴とする請求項 6～8 のいずれかに記載の微細軸成形装置。

【請求項 10】 前記加工液が油又は冷却能力が油と同等の油以外の液体であることを特徴とする請求項 6～9 のいずれかに記載の微細軸成形装置。

【請求項 11】 保持手段により一端を固定支持され、加工液が付着した細線電極と、前記細線電極に縦振動又は横振動を付与する振動付与手段と、前記振動付与手段を前記細線電極の自由端の振幅が大きくなるよう制御する制御手段と、前記細線電極の先端部分を溶融する放電、レーザ又は高周波加熱等の細線電極溶融手段とを備えたことを特徴とする微細軸成形装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、微細形状の軸を成形する微細軸成形方法及び装置の改良に関するものである。

【0002】

【従来の技術】放電加工は金型等の加工技術として確固たる地位を築いており、自動車産業、家電産業、半導体産業等の金型加工の分野において多用されてきた。

【0003】図 7 は、放電加工のメカニズムの説明図であり、図において、1 は電極、2 は被加工物、3 はアーク柱、4 は加工液、5 は放電加工により生成された加工屑である。以下の (a) 乃至 (e) のサイクル (図 7 の (a) 乃至 (e) に対応) を繰り返しながら被加工物 2 の放電による除去加工が進行する。即ち、(a) 放電の発生によるアーク柱 3 の形成、(b) 放電の熱エネルギーによる局部的溶融及び加工液 4 の気化、(c) 加工液 4 の気化爆発力の発生、(d) 溶融部 (加工屑 5) の飛散、(e) 加工液による冷却、凝固、極間の絶縁回復、である。これらのサイクルを高い頻度で繰り返し、被加工物の加工が進行する。

【0004】放電加工は、前記放電加工のメカニズムにより、主に総型電極を転写する形彫放電加工又はワイヤ電極を用いて被加工物を加工するワイヤ放電加工を行うものである。しかし、局所的な高温状態及び高圧状態等の環境を容易に作り出せることを利用して、放電加工技術をベースとした新しい技術開発がなされてきている。

【0005】図8は、このような新しい技術として位置付けられるものであり、例えば1999年精密工学会秋季大会学術講演論文集の408頁及び1999年度電気加工学会全国大会講演論文集49乃至52頁において開示された、従来の微細軸成形方法の説明図である。図8において、4は加工液（油）、6はタングステン細線電極、7は鋼材の平板電極、8は定盤、9は加工液4を貯留する加工槽、10は細線電極6と平板電極7に電圧を印加して放電を発生させる加工電力供給手段である。

【0006】細線電極6は、その直径が0.1mm程度のものであり、図示しない保持手段により保持されている。また、平板電極7は、加工槽9内において定盤8上に載置され、加工液4に浸漬されている。細線電極6と平板電極7は、図示しない位置決め手段により相対位置決めが可能となるように構成されている。細線電極6と平板電極7は、加工液4中において、所定距離を隔てて対向して設置され、加工電力供給手段10により細線電極6と平板電極7との極間に単発の放電を発生させる。このときの細線電極6及び平板電極7の極性は、細線電極6がマイナス、平板電極7がプラスに設定されている。図9は加工条件の例を示したものであり、この放電により細線電極6は溶融し、放電の際の電磁力及び静電気力等の影響で、溶融した部分が電極上方（図中Z方向）に押され、細線電極6先端部分は図10に示すような例えば直径が数十 $\mu\text{m}$ 程度の微細形状に成形される。この方法は、瞬時にして微細形状の軸を成形することができる画期的な微細軸成形方法であり、今後、マイクロマシニング又は測定用プローブ等への適用が期待されている。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】図8のような微細軸成形方法では、直径数10 $\mu\text{m}$ 以下の極微細形状の軸を成形する方法であるため、放電による加工液の気化爆発力のばらつき等により不良品となる割合が高く、安定した微細軸の成形が困難であるという問題があった。例えば、加工液中にて微細軸の成形を行った場合において、微細軸部分の長さが所望の値よりも短くなる不良、あるいは微細軸部分の屈曲等の不良が、数10%程度の割合で発生する。これは、微細軸成形の歩留まりが悪く、コストが上昇するだけでなく、例えば、微細形状の電極を成形した後、この電極を使用して直ちに放電加工を行うような工程において、自動化実現への障害になるものである。

【0008】また、この方法は電極の成形はバルス状の

放電1発分の時間、即ち、数100 $\mu\text{s}$ という短時間でできるという利点があるが、このような加工のための、両電極のセッティング等に長い時間がかかるため、前記歩留まりの悪さと合わせて、微細軸成形の量産化が図れないという問題点があった。

【0009】この発明は、前記のような課題を解決するためになされたものであり、微細軸の成形を安定的かつ効率的に行うことができる実用的な微細軸成形方法及び装置を得ることを目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】この発明に係る微細軸成形方法は、マイナス極性の細線電極及びこの細線電極に対向するプラス極性の電極の極間に放電を発生させることにより、前記細線電極に微細形状軸を成形する微細軸成形方法において、前記細線電極及び前記細線電極に対向する電極の少なくとも一方に加工液を付着させて、気中にて微細軸の成形を行うものである。

【0011】また、この発明に係る微細軸成形方法は、マイナス極性の細線電極及びこの細線電極に対向するプラス極性の電極の極間に放電を発生させることにより、前記細線電極に微細形状軸を成形する微細軸成形方法において、前記細線電極を加工層内の加工液に浸漬する第1の工程と、前記細線電極を加工層から取り出す第2の工程と、前記細線電極と前記電極とを位置決めする第3の工程と、気中にて微細軸の成形を行う第4の工程からなるものである。

【0012】また、この発明に係る微細軸成形方法は、前記細線電極を複数個使用して、前記電極との間の放電により前記複数の細線電極に微細形状軸を同時に成形するものである。

【0013】また、この発明に係る微細軸成形方法は、前記加工液が油又は冷却能力が油と同等の油以外の液体であるものである。

【0014】また、この発明に係る微細軸成形方法は、一端固定一端自由に支持された細線電極に加工液を付着させ、この細線電極に縦振動又は横振動を付与しながら、放電、レーザ又は高周波加熱等の細線電極溶融手段により前記細線電極の先端部分を溶融し、この溶融部に発生する前記振動による前記細線電極の自由端から固定端方向への作用力により、気中にて微細軸の成形を行うものである。

【0015】この発明に係る微細軸成形装置は、マイナス極性の細線電極及びこの細線電極に対向するプラス極性の電極とを位置決め手段により相対位置決めし、前記細線電極及び前記細線電極に対向する電極の極間に加工電力供給手段により加工電力を供給することにより放電を発生させ、前記細線電極に微細形状軸を成形する微細軸成形装置において、前記細線電極及び前記細線電極に対向する電極の少なくとも一方に加工液を付着させる加工液付着手段を備え、気中にて微細軸の成形を行うもの

である。

【0016】また、この発明に係る微細軸成形装置は、マイナス極性の細線電極及びこの細線電極に対向するプラス極性の電極とを位置決め手段により相対位置決めし、前記細線電極及び前記細線電極に対向する電極の極間に加工電力供給手段により加工電力を供給することにより放電を発生させ、前記細線電極に微細形状軸を成形する微細軸成形装置において、加工液を貯留する加工液

付着用貯留槽と、前記細線電極の前記加工液付着用加工層への出し入れを行う移動手段とを備えたものである。【0017】また、この発明に係る微細軸成形装置は、マイナス極性の細線電極及びこの細線電極に対向するプラス極性の電極とを位置決め手段により相対位置決めし、前記細線電極及び前記細線電極に対向する電極との極間に加工電力供給手段により加工電力を供給することにより放電を発生させ、前記細線電極に微細形状軸を成形する微細軸成形装置において、加工液を貯留する加工液付着用貯留槽と、前記細線電極の前記加工液付着用加工層への出し入れ、及び、前記細線電極及び前記細線電極に対向する電極との相対位置決めを行う位置決め手段とを備えたものである。

【0018】また、この発明に係る微細軸成形装置は、前記細線電極を複数個保持できる保持手段を備えたものである。

【0019】また、この発明に係る微細軸成形装置は、前記加工液が油又は冷却能力が油と同等の油以外の液体であるものである。

【0020】また、この発明に係る微細軸成形装置は、保持手段により一端を固定支持され、加工液が付着した細線電極と、前記細線電極に縦振動又は横振動を付与する振動付与手段と、前記振動付与手段を前記細線電極の自由端の振幅が大きくなるよう制御する制御手段と、前記細線電極の先端部分を溶融する放電、レーザ又は高周波加熱等の細線電極溶融手段とを備えたものである。

【0021】

【発明の実施の形態】実施の形態1. 図1は、この発明の実施の形態1に係る微細軸成形方法を示す説明図であり、図において、4aは加工液（油）、6はタングステン細線電極、7は鋼材の平板電極、10は細線電極6と平板電極7に電圧を印加して放電を発生させる加工電力供給手段であり、加工液4aは細線電極6の表面に付着している。細線電極6は、その直径が0.1mm程度のものであり、図示しない保持手段により保持されている。また、細線電極6と平板電極7は、図示しない位置決め手段により相対位置決めが可能となるように構成されている。この位置決め手段は、放電加工機に通常用いられるサーボモータ及びボールねじ又はリニアモータ等による直線駆動手段により構成することができる。

【0022】細線電極6への加工液4aの付着は、例えば塗布又はスプレーによる吹き付け等様々な加工液付着

手段により行うことができ、細線電極6の表面に加工液4aの被膜が形成されていればよい。

【0023】細線電極6と平板電極7は、所定距離を隔てて対向して設置され、加工電力供給手段10により細線電極6と平板電極7との極間に単発の放電を発生させる。このときの細線電極6及び平板電極7の極性は、細線電極6がマイナス、平板電極7がプラスに設定されている。

【0024】また、図1の構成は、図8のような従来の構成と異なり、細線電極6と平板電極7が加工液4に浸漬されておらず、細線電極6と平板電極7との極間は気体雰囲気となっている。このような状態で、例えば図2の加工条件で加工電力供給手段10により前記極間に単発の放電を発生させる。このような加工により、例えば従来技術の図10と同様の微細形状の電極を成形することができる。また、不良率を極端に低下させることができ、略100%の割合で良品を成形することができる。

【0025】従来の加工液中での微細軸成形時の不良率の高さ等の問題点の原因は、加工液中での放電を利用している点にあると考えられる。即ち、加工液が放電による発熱により気化爆発し、この気化爆発力により細線電極の微細形状部分の変形等が生じたものと推察できる。また、細線電極への加工液の付着を行わずに気中での放電を行った場合では、微細形状は全く成形できなかった。即ち、加工液による冷却効果が細線電極の微細形状の成形に重要な役割を果たしていることがわかる。これらに対して、この発明による、細線電極に加工液の被膜を形成して行う微細軸成形方法では、極間雰囲気は気体であるため細線電極に形成された微細軸が加工液の気化爆発力の影響をほとんど受けないと共に、細線電極に付着した加工液の冷却効果のため、前記のように不良率が極端に低下し、微細軸の成形を安定的かつ効率的に行うことができるものと考えられる。

【0026】微細軸の成形メカニズムは、まだ解明されていない点も多いが、発明者らの研究により、前記のように加工液の冷却作用が重要な役割をもっていることがわかっている。加工液として用いた油の冷却能力が微細形状を成形するために必要な冷却能力に適合しており、この発明の契機となった実験結果が得られたと考えられる。例えば、油と同程度の冷却能力を持った液体を細線電極表面に付着させても微細形状を成形することができることを確認している。一例として、水を50℃程度の温度にすると冷却能力が油と同程度になるが、50℃程度の水を細線電極表面に塗布した状態で放電を発生させた場合においても、油を細線電極表面に塗布した場合と同様に微細軸の成形を安定的かつ効率的に行うことができた。

【0027】以上のように、この発明によれば、微細軸成形の歩留りが高く、略100%の割合で良品を成形することができるため、微細軸成形コストを低減すること

ができる。また、成形した微細軸をそのまま放電加工用電極として使用して微細穴加工を行う等の工程の自動化を実現することができる。

【0028】また、この発明によれば、従来の加工液中での微細軸成形における両電極のセッティング時の加工液の出し入れ時間が不要になるため、段取り作業時間を短縮することができ、微細軸成形の生産性を向上することができる。

【0029】以上の説明においては、図1のように細線電極6と平板電極7を一对として用いて微細軸を成形する場合を示したが、図3に示すように、細線電極6を複数設置してもよい。このように設置した複数の細線電極6と平板電極7との間で放電を発生させることにより、同時に多数の微細軸を成形することができる。

【0030】また、以上の説明においては、細線電極6のみに加工液4aを付着させる場合を示したが、平板電極7に加工液4aを付着させてもよい。細線電極6及び平板電極7の少なくとも一方に加工液4aを付着させることにより、図1又は図3の構成による場合と同様の作用効果を奏する。

【0031】実施の形態2. 図4は、この発明の実施の形態2に係る微細軸成形装置を示す説明図であり、実施の形態1の図1と同一符号は同一又は相当部分を示している。また、図4は、実施の形態1で示した塗布等による加工液付着手段と別の構成の加工液付着手段の具体例を示したものである。図4において、4は加工液(油)、11は加工液4を貯留する加工液付着用貯留槽である。

【0032】図4の(a)のように、図示しない移動手段により細線電極6を加工液付着用貯留槽11内に移動させ、加工液4中に細線電極6を浸して、その表面に加工液4aを付着させる。その後、前記移動手段により細線電極6を加工液付着用加工層11から取り出し、図4の(b)に示すように、平板電極7に対向した所定位置まで移動させる。次に、実施の形態1と同様の図示しない位置決め手段により、細線電極6と平板電極7との相対位置決めを行い、加工電力供給手段による電力供給により細線電極6と平板電極7との極間に放電を発生させて微細軸を成形する。

【0033】前記移動手段は、前記位置決め手段を併用してもよいし、前記位置決め手段と別に設けてもよい。この移動手段は、エアシリンダ等の流体アクチュエータ、サーボモータ及びボールねじ又はリニアモータ等による直線駆動手段により構成することができる。前記移動手段を前記位置決め手段と別に構成する場合には、細線電極6を保持する図示しない保持手段を、前記移動手段及び前記位置決め手段に設置し、細線電極の受け渡しを行うように構成すればよい。

【0034】以上のような方法により細線電極6に加工液4aの被膜を形成することにより、微細軸成形の自動

化を図ることができる。

【0035】また、細線電極6を保持する図示しない保持手段を細線電極の自動着脱を可能に構成することにより、微細軸成形を連続して行うことができる。

【0036】実施の形態3. 図5は、この発明の実施の形態3に係る微細軸成形装置の構成図であり、実施の形態1の図1と同一符号は同一又は相当部分を示している。図5において、12は振動付与手段、13は振動付与手段12を制御する制御手段である。細線電極6は図示しない保持手段により一端を固定支持され、振動付与手段12によりこの固定端に振動が付与される。振動付与手段としては、例えば電磁式又は圧電式等の加振器を用いることができる。

【0037】図6は、振動付与手段により細線電極6に振動を付与する方法の一例を示す説明図であり、細線電極6に付着させる加工液4aは省略している。図6は、細線電極6にY方向の横振動を付与した場合を示しており、自由端である細線電極6の先端は図中Aのように振幅が大きくなる。このような状態で、細線電極6と平板電極7との間に放電を発生させると、細線電極6の先端及びその近傍が熔融し、振動付与手段12により付与された振動による自由端から固定端方向への作用力により、前記熔融部は自由端から固定端に向かって移動し(図中矢印B)、内部の中心軸に沿って溶け残った固体細線部が露出する。この露出部は極めて細い細線となり、このような方法により微細軸を成形することができる。

【0038】細線電極6が所定の振動モードとなるように加振するには、細線電極6の固有振動数を考慮して加振する必要があるが、細線電極の固有振動数及び所望の振動モード等の条件設定は制御手段13で行うことができ、この制御手段により振動付与手段12を制御して細線電極に所望の振動を付与する。

【0039】以上の説明においては、一端固定他端自由の場合の横振動の一次モードとなるように、細線電極6の固有振動数を考慮して制御手段13により振動付与手段12を制御したが、一次モードに限定されるものではなく、2次モード等先端の振幅が大きい振動モードであればよい。このような細線電極6への振動の付与により、細線電極6の表面熔融部を振動の腹から節へ移動させるような方向への作用力が発生するため、細線電極6を極めて細い軸に成形することができる。

【0040】また、以上の説明においては、細線電極6にY方向の横振動を付与する場合を説明したが、X方向の横振動と合成してもよい。

【0041】また、以上の説明においては、細線電極6に横振動を付与する場合を説明したが、縦振動を付与してもよい。

【0042】また、以上の説明においては、放電により細線電極6の先端及びその近傍を熔融する場合を説明し

たが、例えばレーザ又は高周波加熱等の他の細線電極溶解手段を用いてもよい。

【0043】

【発明の効果】この発明によれば、微細軸の成形を安定的かつ効率的に行うことができ、微細軸成形コストを低減することができる実用的な微細軸成形方法及び装置を得ることができる。

【0044】また、成形した微細軸をそのまま放電加工用電極として使用して微細穴加工を行う等の工程の自動化を実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 この発明の実施の形態1に係る微細軸成形方法を示す説明図である。

【図2】 この発明の実施の形態1に係る微細軸成形方法の加工条件の例を示す図である。

【図3】 この発明の実施の形態1に係る微細軸成形方法を示す説明図である。

10

\*

\*【図4】 この発明の実施の形態2に係る微細軸成形装置を示す説明図である。

【図5】 この発明の実施の形態3に係る微細軸成形装置の構成図である。

【図6】 振動付与手段により細線電極に振動を付与する方法の一例を示す説明図である。

【図7】 放電加工のメカニズムの説明図である。

【図8】 従来の微細軸成形方法の説明図である。

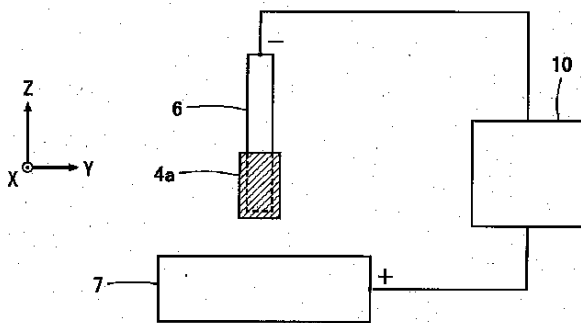
【図9】 従来の微細軸成形方法の加工条件の例を示す図である。

【図10】 従来の微細軸成形方法により成形された細線電極の先端部分の形状の例を示す図である。

【符号の説明】

4a 加工液、6 細線電極、7 平板電極、10 加工電力供給手段、11 加工液付着用貯留槽、12 振動付与手段、13 制御手段。

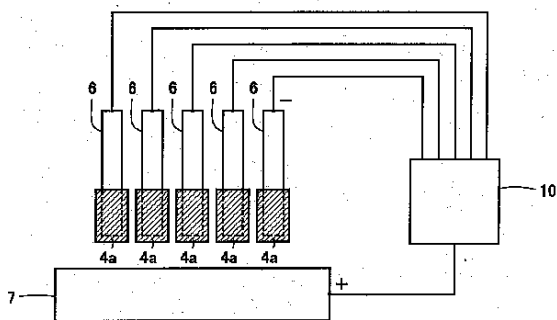
【図1】



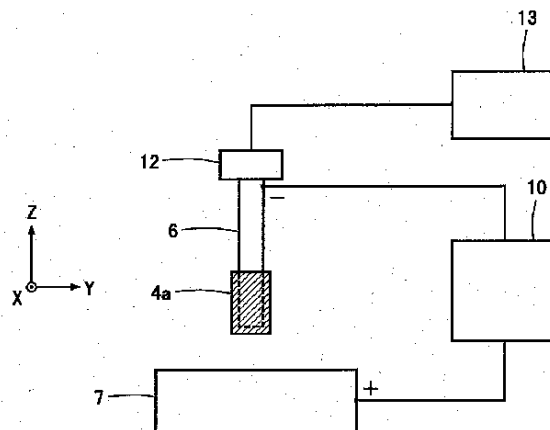
【図2】

ピーク電流値	50A
無負荷電圧	80V
放電パルス幅	256μs
マイナス極性側電極材質	タングステン(φ0.1mm)
プラス極性側電極材質	鋼材(S50C)(板材)
極間雰囲気	空気

【図3】

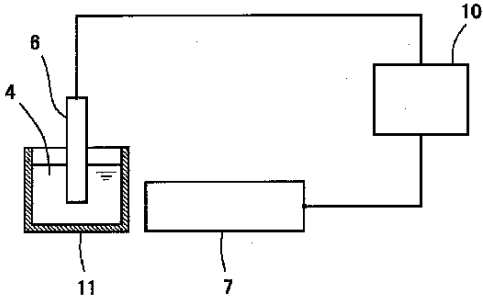


【図5】

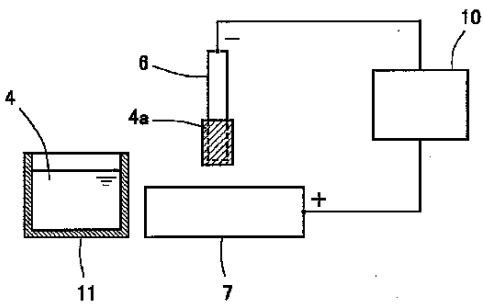


【図4】

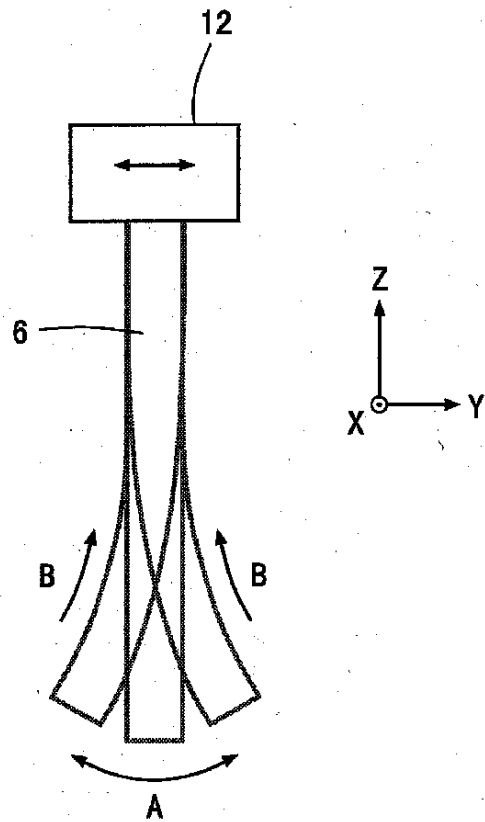
(a)



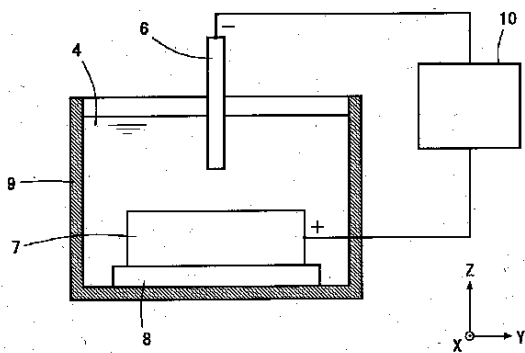
(b)



【図6】



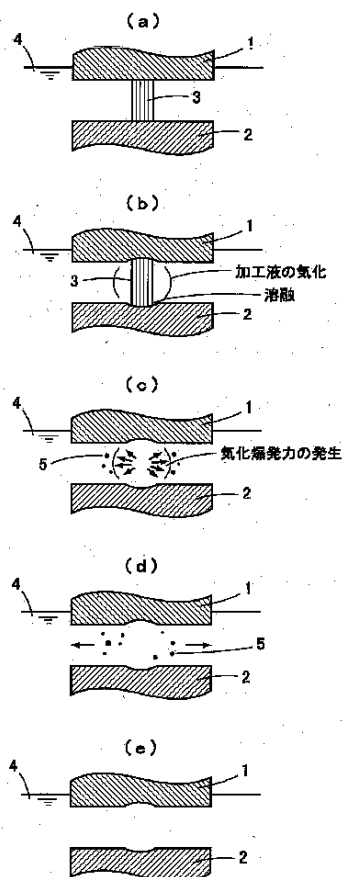
【図8】



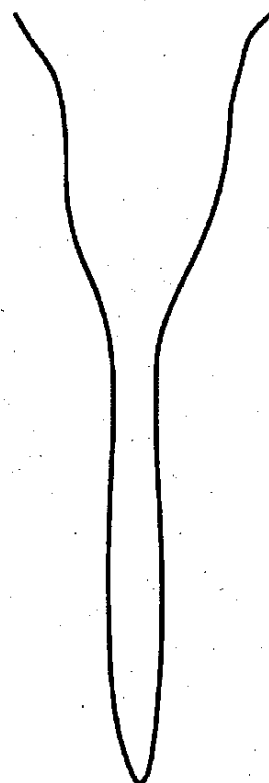
【図9】

ピーク電流値	50A
無負荷電圧	80V
放電パルス幅	256μs
マイナス極性側電極材質	タングステン(φ0.1mm)
プラス極性側電極材質	鋼材(S50C)(板材)
加工液	油

【図7】



【図10】



フロントページの続き

(72)発明者 武沢 英樹  
 愛知県名古屋市緑区鳴海町三高根87 三高  
 根ハイツ105号

(72)発明者 古谷 克司  
 愛知県名古屋市天白区天白町島田黒石3837  
 - 3 - 23

(72)発明者 伊藤 義郎  
 新潟県長岡市学校町1-4-28 長岡住宅  
 2-202

(72)発明者 後藤 昭弘  
 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三  
 菱電機株式会社内

(72)発明者 齋藤 長男  
 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三  
 菱電機株式会社内

Fターム(参考) 3C059 AA01 DA02 DB05