

(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2001-62632

(P2001-62632A)

(43) 公開日 平成13年3月13日 (2001. 3. 13)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テ-マコード* (参考)
B 2 3 H	1/10	B 2 3 H	Z 3 C 0 5 9
	3/10	3/10	A

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平11-236825

(22) 出願日 平成11年8月24日 (1999. 8. 24)

(71) 出願人 592032636

学校法人トヨタ学園

愛知県名古屋市天白区久方2丁目12番地1

(71) 出願人 000132161

株式会社スギノマシン

富山県魚津市本江2410番地

(72) 発明者 齋藤 長男

愛知県名古屋市天白区久方2丁目12番地1

豊田工業大学内

(74) 代理人 100092082

弁理士 佐藤 正年 (外 1 名)

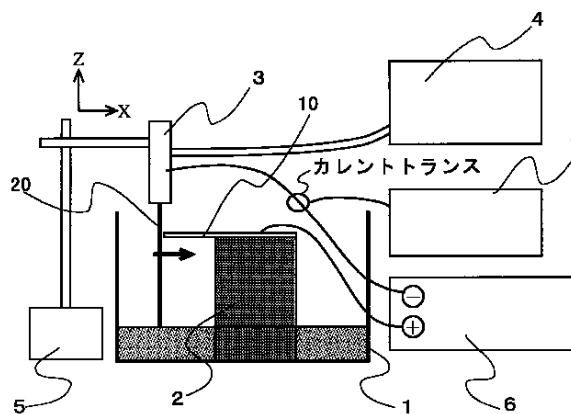
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 金属加工方法および装置

(57) 【要約】

【課題】 装置の破損を招いたり、コスト高になるような材料を必要とせず、従来より効率的な金属加工が行える方法および装置の提供。

【解決手段】 導電性水溶液の線状ジェット流と金属被加工物とを各々電極とし、ジェット流と被加工物との間の放電により被加工物を放電加工を行う方法。電解液の線状ジェット流と金属被加工物とを各々電極とし、ジェット流と接する部分の被加工物表面を電解せしめ、分解物をジェット流で除去して加工を行う方法。加工タンク内に支持された金属被加工物に対して導電性水溶液又は電解液からなる加工液の線状ジェット流を噴射するノズルと、被加工物とノズルとを相対移動させる駆動機構と、ノズルへ加工液を加圧供給する加工液供給装置と、ジェット流と被加工物との間に電圧を印可する加工電源装置とを備えた金属加工装置。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 導電性水溶液の線状ジェット流と金属被加工物とを各々電極とし、ジェット流と被加工物との間の放電により被加工物の加工対象部分を徐々に表面から除去して加工を行うことを特徴とする金属加工方法。

【請求項2】 電解液の線状ジェット流と金属被加工物とを各々電極とし、ジェット流と接する部分の被加工物表面を電気化学的に分解せしめると共に、分解物をジェット流で除去して加工を行うことを特徴とする金属加工方法。

【請求項3】 加工タンク内に支持された金属被加工物に対して導電性水溶液又は電解液からなる加工液の線状ジェット流を噴射するノズルと、被加工物とノズルとを相対移動させる駆動機構と、ノズルへ加工液を加圧供給する加工液供給装置と、ジェット流と被加工物との間に電圧を印可する加工電源装置とを備えたことを特徴とする金属加工装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、金属を所定形状に切断加工するための装置および方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来から、金属に対して切断・切削加工を行う場合、アブレイシブウォータージェット加工や、ワイヤ放電加工が用いられている。

【0003】アブレイシブウォータージェット加工は、ノズルから高圧噴射されるウォータージェットに研磨材（アブレイシブ）を混入してなるアブレイシブウォータージェットを被加工物に当てることにより金属を削り、切断加工するものである。

【0004】ワイヤ放電加工は、ワイヤ電極を陰極とし、陽極としたXYステージ上の被加工金属を数値制御装置によりワイヤ電極に対して相対移動させながら、両極間に加工液を介した状態でパルス状の放電電力を発生させて放電痕の累積を進めることによって糸鋸式に被加工物を切断加工するものである。

【0005】また、ワイヤ放電加工装置と同一の装置構成で電解加工を行う場合もある。これは、被加工物を陽極とし、陰極電極と共にアルカリ性電解液中につけて通電し、加工部分を電解させて生じた陽極酸化膜が電解液中に溶出して取り除かれることによって切断加工を行うものである。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記の如き従来の金属加工方法および加工装置に対して、さらに装置寿命が長く、加工コスト全体が低減できる金属加工方法および装置が望まれている。例えば、アブレイシブウォータージェット加工では、ウォータージェットに研磨材を混入させるにあたり、研磨材のコストやこの使

用後の研磨材の処理、ノズルの寿命が短くなる等の問題がある。

【0007】また、ワイヤ加工装置を用いた放電加工や電解加工では、電極であるワイヤの消耗を考慮して、ワイヤを巻き上げローラで送行させながら加工を行い、巻き取ったワイヤは使い捨てられている。このような多量のワイヤの消費はコスト高となり、また、ワイヤ自体が扱いが難しく、加工中にねじれや断線が生じる可能性もあり、電流の制限が必要であるなど、作業効率の低下を招くものであった。

【0008】本発明の目的は、上記問題点を鑑み、研磨材やワイヤ等の後処理が必要であったり、それ自身あるいは装置の破損を招いたり、コスト高になるような材料を必要とせず、効率的な金属加工が行える方法および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】上記目的を達成するため、請求項1に記載の発明に係る金属加工方法は、導電性水溶液の線状ジェット流と金属被加工物とを各々電極とし、ジェット流と被加工物との間の放電により被加工物の加工対象部分を徐々に表面から除去して加工を行うものである。

【0010】また、請求項2に記載の発明に係る金属加工方法は、電解液の線状ジェット流と金属被加工物とを各々電極とし、ジェット流と接する部分の被加工物表面を電気化学的に分解せしめると共に、分解物をジェット流で除去して加工を行うものである。

【0011】また、請求項3に記載の発明に係る金属加工装置は、加工タンク内に支持された金属被加工物に対して導電性水溶液又は電解液からなる加工液の線状ジェット流を噴射するノズルと、被加工物とノズルとを相対移動させる駆動機構と、ノズルへ加工液を加圧供給する加工液供給装置と、ジェット流と被加工物との間に電圧を印可する加工電源装置とを備えたものである。

【0012】本発明の請求項1に記載の金属加工方法においては、導電性水溶液の線状ジェット流を電極として被加工物に放電加工を行うものである。即ち、ワイヤ放電加工のワイヤの代わりにジェット流が用いられるものである。

【0013】従って、本発明の金属加工方法では、断線したりコストのかかるワイヤを用いることなく、研磨材を混入しないジェット流を利用するため、線状ジェット流を形成するためにノズルを用いる場合も、アブレイシブジェット加工のようにノズルへの負担がなくなり、低コストで効率の良い金属加工が可能となる。

【0014】また、通常の放電加工では、両極間に集中放電が発生しないように、加工液を介在させて加工粉や分解物の蓄積を防いでいるが、本発明の方法によれば、電極が線状ジェット流で構成されているため、加工粉や分解物を放電加工と同時にジェット流が排除してしまう

ので、加工液の循環等の手間が省ける。

【0015】さらに、電極である線状ジェット流は、それ自体に加工能力があるので、金属以外の対象物を加工することができる。従って、金属部材と非金属部材との複合体であっても加工できるため、本発明による加工可能な被加工物金属の形態は従来の放電加工方法に比べて非常に幅の広いものとなる。

【0016】また、本発明の請求項2に記載の金属加工方法においては、導電性水溶液の線状ジェット流を電極として被加工物に電解加工を行うものである。即ち、ワイヤ電解加工のワイヤの代わりにジェット流が用いられるものである。

【0017】従って、本発明の金属加工方法では、断線したりコストのかかるワイヤを用いることなく、研磨材を混入しないジェット流を利用するため、線状ジェット流を形成するためにノズルを用いる場合も、アブレーションジェット加工のようにノズルへの負担がなくなり、低コストで効率の良い金属加工が可能となる。

【0018】また、通常の電解加工では、両極をアルカリ性の電解液中につけて通電して電解加工を行うために多量の電解液が循環させられているが、本発明の方法によれば、電極が電解液の線状ジェット流で構成されているため、電極そのものが従来の電解液の働きを持つので、別個に電解液を循環させるための手間が省ける。

【0019】また、従来の電解加工では、電解により発生する陽極酸化膜をアルカリ等の溶解性電解液に溶出して取り除いていたが、本発明においては、ジェット流が当接して被加工物表面に形成された酸化膜は、ジェット流の流圧により自ずと取り除かれ流れ去るため、酸化膜に対して不溶性の電解液であっても、酸化膜は容易に除去され、被加工物の加工は良好に進行できる。

【0020】また、本発明による電解加工においても、電極である線状ジェット流自体が加工能力をもつため、金属部材だけでなく非金属部材も加工可能であるため、本発明による加工可能な被加工物金属の形態は、金属・非金属複合体を含み、従来の電解加工方法に比べて非常に幅の広いものとなる。

【0021】さらに、本発明の請求項3に記載の金属加工装置においては、加工タンク内に支持された金属被加工物に対して、駆動機構でノズルを相対移動させながら、加工液供給装置から加圧供給される導電性水溶液又は電解液からなる加工液の線状ジェット流を噴射するものであり、加工電源装置によってジェット流と被加工物との間に電圧を印可することにより、被加工物を放電加工あるいは電解加工を行うものである。

【0022】即ち、本発明による加工装置は、放電加工においては、所定条件において、陽極とした被加工物に対して陰極とされた導電性水溶液の線状ジェット流をノズルから噴射させながら両極間にパルス電力を加えつつ、前記ノズルに対して被加工物を相対移動させること

によって、ジェット流より被加工物にパルス状放電電流を発生せしめ、相対移動に伴う放電痕の蓄積で被加工物を所定形状に切断加工することができるものである。

【0023】一方、電解加工においては、所定条件において、陽極とした被加工物に対して陰極とされた電解液の線状ジェット流をノズルから噴射して当接させながら両極間に通電し、前記ノズルに対して被加工物を相対移動させることによって、被加工物のジェット流当接部分を電解すると共に分解物をジェット流で除去せしめ、相対移動に伴うこのような電気分解の進行で被加工物を所定形状に加工することができるものである。

【0024】このように、本発明の金属加工装置では、従来装置で電極として使われていたワイヤに代わってノズルから噴射される導電性水溶液又は電解液からなる加工液の線状ジェット流を電極とするため、従来装置のように研磨材やワイヤを用いるのに起因する装置への負担や破損、コスト高の問題は解消される。

【0025】なお、本発明の金属加工装置における駆動機構は、位置固定された被加工物に対してノズルを移動させる構成であっても、位置固定されたノズルに対して被加工物を移動させる構成であってもどちらでもかまわない。

【0026】被加工物を移動させる場合には、被加工物を支持されている加工タンクごと、例えば従来のワイヤ加工装置と同様にXYZステージ等の駆動装置を用いてノズルに対して相対移動させる構成が簡便である。

【0027】特に、両極間の距離は、加工の進行によって増大しようとするため、良好な放電発生あるいは電解が継続できるように、離れすぎたりすることがないように自動制御によって追尾しながらノズルと被加工物との位置関係を維持しながら両者の相対移動を行うのが好ましい。

【0028】また、本発明で加工液として用いられる導電性水溶液あるいは電解液には、 NaCl 、 NaHCO_3 、 NaNO_3 などの電解質成分の水溶液を用いれば、加工液調整も扱いも容易である。

【0029】

【発明の実施の形態】本発明の一実施の形態としての金属加工装置を図1の概略構成図に示す。本装置は、加工タンク内に設置された載置台上に金属被加工物を支持固定し、加工液を噴射するノズルを被加工物に対して相対移動させるものである。

【0030】本実施形態による加工装置は、主に、内部に被加工物10を支持固定する載置台2を備えた水槽からなる加工タンク1と、加工液の線状ジェット流20を被加工物に対して噴射するノズル3と、このノズル3へ加工液をポンプで加圧供給する加工液供給装置4と、ノズル3を支持すると共に被加工物10に対して相対移動させるXYZステージ機構5と、被加工物10とジェット流20となる加工液にそれぞれ電圧を印可する加工電

源装置6とを備えている。

【0031】従って、加工液に導電性水溶液を用い、加工液供給装置4から加圧供給されてノズル3から噴射される線状ジェット流20および被加工物10に加工電源装置6によってそれぞれパルス電圧を印可し、ジェット流20を陰極、被加工物10を陽極としてジェット流20から被加工物10面へパルス放電を発生せしめながら、XYZステージ機構5によりノズル3を被加工物10に対して設計図面に沿った所定進路で相対移動させていくと、前記放電により生じた被加工物10面の放電痕が累積し、切断加工が進行する。

【0032】このとき、両極間に放電により生じた加工粉、分解物は加工と同時にジェット流20によって除去されるため、両極間に堆積して集中放電の発生は回避され、良好な切断加工が行える。

【0033】また、加工液に電解液を用い、ジェット流20を陰極、被加工物10を陽極として加圧電源装置6により電圧を印可して両極間に通電することにより、被加工物10面のジェット流20当接部分に電解による酸化膜を形成せしめると共にこの酸化膜をジェット流20で除去しながらノズル3を被加工物10に対して所定進路で相対移動させて行くと、電解加工による被加工物10の切断加工が進行する。

【0034】上記構成をもつ図1の加工装置において、厚さ0.18mmの鋼板、厚さ1mmのアルミニウム板、厚さ3mmのアルミニウム板の3つの被加工物に対して、各々加工液として20wt%食塩水を用いて放電切断加工を行った結果を以下に説明する。なお、加工条件は、各被加工物について、ノズル噴射口径0.3mm、噴射水圧1MPa、電圧500V、ノズル・被加工物間距離2mm、を共通とする。まず、厚さ0.18mmの鋼板を、載置台2の上に固定し、XYZステージ機構5による駆動制御でノズル3をその先端が前記鋼板表面から2mmの距離に来るようZ方向で移動し位置決めし、20wt%食塩水の加工液を加圧供給して線状ジェット流20を形成させる。

【0035】ジェット流20を陰極、鋼板を陽極として両極に加工電源装置から500Vの電圧を印可しつつ、ノズル3をXYZステージ機構5の駆動制御によりX方向に移動させ、前記鋼板の被加工開始部位である側端部に近づけていく。ジェット流20が前記鋼板の側端部に接近して放電が発生したら、その放電発生状態が継続するように維持しながら、ノズル3を鋼板内側に向かって移動させて行く。

【0036】この放電発生状態の継続を伴うノズル3の移動によって、鋼板に金属溶融の放電痕による切欠きが累積し、切断が進行する。この場合、約6mm/minの速度で切断加工が進んだ。また、単位時間あたりの除去面積としての加工速度は、0.014mm²/sであった。

【0037】なお、上記切断加工の際に、カレントトランス(1A/1V)およびオシロスコープ7を用いて放電中の電流値の計測を行った。その結果は、図2の電流波形図に示すように、40mA程度の電流しか流れていなかった。これはジェット流の抵抗が大きいためと思われる。

【0038】より効率的な切断加工を行うために電流値の増加を実現するには、導電性水溶液の電解質濃度を上げる、あるいはより導電率の高い加工液を用いる他に、電圧を上げたり、ジェット流の流速を上げる等の加工条件を適宜設定すれば良い。特に、ジェット流の速度を上げることの効果は、電解液中のイオンの移動速度を上げることで電荷の移動速度の増加、即ち電流値の増加が見込めるという考えに基づくものである。このジェット流の流速向上は、加工部位の溶融物の除去もより速やかに行えるのでさらなる加工効率の向上に寄与すると思われる。

【0039】次に、上記鋼板の場合と同じ加工条件で厚さ1mmのアルミニウム板について放電加工を行った。その結果、加工時間5分でアルミニウム板の側端部に内側方向への深さ約0.4mmの放電痕が形成された。

【0040】さらに、同様の加工条件で厚さ3mmのアルミニウム板について放電加工を行った。その結果、加工時間10分でアルミニウム板の側端部に内側方向への深さが表面側で約0.6mm、裏面側で約0.3mmの放電痕が形成された。

【0041】放電痕は、表面側でだれてしまう傾向にあり、このだれは、厚みが大きいほど顕著に現れていた。しかしながら、以上の結果から、3mmという比較的厚みの大きい金属板でも、本実施形態による加工装置で切断加工が可能であることが確認できた。

【0042】以上のように、本実施形態による加工装置では、導電性水溶液のジェット流を電極として放電加工が行えるので、従来のワイヤ放電加工のように電極が断線したりよじれたりして扱いが煩雑でコストがかかるという問題が発生することなく、また、ノズルの寿命を短縮するような研磨材を用いることもなく、装置への負担が小さいと共に、放電によって生じた溶融物をジェット流で除去しながらの加工という非常に効率的な放電加工が行える。

【0043】次に、図1に示した加工装置による金属板の電解加工を行った結果を示す。この電解加工は、厚さ0.18mmの鋼板に対して、以下の加工条件で行った。即ち、銅製のノズルを用い、ノズル噴射口径0.3mm、噴射水圧1MPa、電圧150V、ノズル先端・被加工物間距離10mmで、電解液として20wt%食塩水を用いて行った。

【0044】厚さ0.18mmの鋼板を、載置台2の上に固定し、XYZステージ機構5による駆動制御でノズル3をその先端が前記鋼板表面上の被加工開始部位上に

くるまでX方向に移動させ、さらにZ方向の移動で銅板表面から2mmの距離に位置決めする。

【0045】そこで、20wt%食塩水の加工液を加圧供給して線状ジェット流20を形成させると共に、ジェット流20を陰極、銅板を陽極として両極に加工電源装置から150Vの電圧を印可することにより、電解加工を開始する。ジェット流20が当接した銅板表面部位では、電解が生じ、分解物である酸化膜は発生と同時にジェット流で押し流される、銅板は部分的に切欠かれ除去される。ここでは銅板に穿孔状の加工痕を形成せしめ

た。従って、ノズル3をXYZステージ機構5の駆動制御によりX方向に移動させることによって、この銅板の電解による穿孔が累積して切断加工が進行する。

【0046】この電解加工における加工速度は、銅板の単位時間あたりの除去面積として測定したところ、0.013mm²/sであった。本電解加工では、放電現象も観察され、純粋な電解加工であるとは言えないが、前記放電加工の場合とはほぼ一致する加工速度で電解加工が行えることが明らかとなった。なお、ジェット流20を陽極、被加工物を陰極と極性を逆にした場合を試したところ、被加工物には何ら変化は生じず、ノズル3の噴射口内部が電解加工されていた。

【0047】さらに、前記電解加工条件（ノズル噴射口径0.3mm、噴射水圧1MPa、電圧150V、20wt%食塩水の電解液）において、ノズル3の先端と被加工物10との距離変化に対する電流値の変化を測定した。距離は、2mmから32mmまでを2mm刻みの変化でそれぞれ電流値を測定した。その結果を図3の線図に示す。図中、白三角形(△)は理論値であり、黒四角形(■)は実測値である。

【0048】なお、この理論値は、以下の手順で求めた。まず、一般に、抵抗R(Ω)は、 $R = K(L/A)$ の式1(K:定数(Ω・m)、L:長さ(m)、A:断面積(m²))で表すことができる。また、オームの法則と前記式1とを合わせると、電流I(A)は、 $I = (AE)/(KL)$ の式(E:電圧(V))で表現できる。

【0049】ここで、ジェット流20を長さL、断面積Aの抵抗体と考え、上記実験で得られたノズル先端・被加工物間距離が20mmの時に実測された電流値を用いて定数Kを求めた。即ち、 $K = \{7.07(\text{mm}^2) \times 150(\text{V})\} / \{0.35(\text{A}) \times 20(\text{mm})\} = 151.5(\Omega \cdot \text{mm})$ となる。逆にこのK値を用いて求めた電流値が図3に示した理論値である。

【0050】図3の結果から明らかなように、抵抗体としてのジェット流20の長さ、即ちノズル先端・被加工物間距離が短いほど電流値が大きくなっており、実測値と理論値とはほぼ一致していた。

【0051】さらに、加工条件をノズル噴射口径0.3mm、電圧150V、ノズル先端・被加工物間距離10mm、20wt%食塩水の電解液を用いて、噴射水圧を

1MPa、2MPa、3pMaと変化させて前記銅板に電解加工を行った。各水圧条件における電流値を測定したところ、差は見られなかった。しかし、穿孔状の加工痕を観察してみると、水圧が高くなるに従って孔の径は大きくなっていった。これは、水圧を上げるに従ってジェット流が広がって、被加工物表面上での電解液当接面積が大きくなったためであると考えられる。また、加工深さについて焦点深度法で測定したところ、深さはいずれもほぼ同じであったが、除去体積としては水圧が高いほど増加している。

【0052】以上の結果から、本実施形態の加工装置による電解加工では、ノズル噴射口径だけでなく、ノズル先端・被加工物間距離や、噴射水圧の調整によって、微細加工から高速加工まで、幅広い加工種類を選択できる可能性が明らかとなった。

【0053】なお、以上の実施形態では、ノズルを位置固定された被加工物に対して移動させる構成を持つ加工装置について示したが、もちろん、ノズルの方を位置固定し、被加工物をノズルに対して移動させる構成としても良い。

【0054】このような構成の加工装置としては、例えば、図4の概略構成図に示すような従来のワイヤ放電加工装置に用いられている駆動系を利用したものが簡便である。即ち、被加工物10を内に支持する加工タンク11をXYZステージ機構15上に載置し、ステージ機構15を制御装置17からサーボモータMを介して駆動制御することにより、加工タンク11ごとタンク内の載置台12上に固定された被加工物10をノズル13に対して移動させるものである。

【0055】本装置では、ノズル13へ加工液をポンプで加圧供給するための加工液供給装置14だけでなく、加工タンク11内に溜る噴射後の加工液の回収部も設けた。これによって、タンク11内に噴射後加工液が溢れて加工作業を中断させることなく、溜った加工液を適宜排出できるため、連続加工が行える。

【0056】以上のように、本実施形態による加工装置では、電解液のジェット流を電極として電解加工が行えるので、従来のワイヤ加工のように電極が断線したりよじれたりして扱いが煩雑でコストがかかるという問題が発生することなく、また、ノズルの寿命を短縮するような研磨材を用いることもなく、装置への負担が小さいと共に、電解によって生じた酸化膜をジェット流で除去しながらの加工という非常に効率的な電解加工が行える。

【0057】なお、以上の実施の形態においては、20wt%の食塩水を加工液として用いた場合を示したが、本発明における放電加工方法あるいは電解加工方法では、これに限定されるものではなく、加工液として用いられる導電性水溶液または電解液の種類および濃度は、被加工物の種類、厚さを考慮して最も好ましいものを適

10

20

30

40

50

宜選択するものである。また、電圧やジェット流の流速等の加工条件も、被加工物に応じて適宜最適な条件に設定すれば良い。

【0058】

【発明の効果】以上説明したとおり、本発明による放電加工方法によれば、電極やノズルなど、装置への負担もなく、また分解物も容易に除去でき、低コストで効率的な金属加工が行えるという効果がある。

【0059】また、本発明による電解加工方法によれば、電極やノズルなど、装置への負担もなく、また分解物も容易に除去でき、低コストで効率的な金属加工が行えるという効果がある。

【0060】さらに、本発明の金属加工装置では、導電性水溶液あるいは電解液からなる加工液のジェット流を電極として用い、分解物の除去を行いながら金属の放電加工あるいは電解加工を効率よく低コストで行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施の形態による金属加工装置の概略構成図である。

【図2】図1に示した装置を用いて銅板に放電加工を行

った際に放電中の電流値を測定した結果を示す電流波形図である。

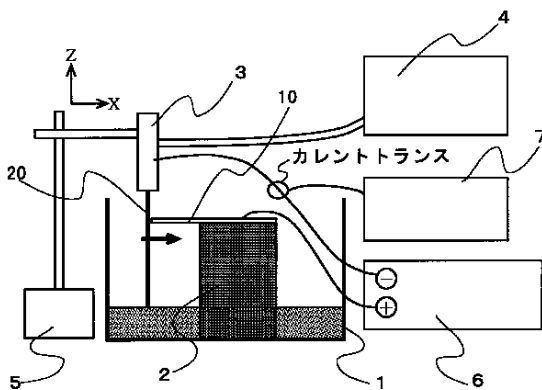
【図3】図1に示した装置を用いて銅板に電解加工を行った際に、ノズル先端・被加工物間距離の変化に対する電流値の変化を示した線図(縦軸：電流値(A)，横軸：ノズル先端・被加工物間距離(mm))である。

【図4】本発明の他の実施の形態による金属加工装置の概略構成図である。

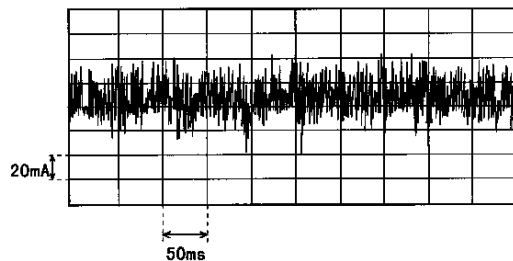
【符号の説明】

- 1, 11：加工タンク
- 2, 12：載置台
- 3, 13：ノズル
- 4, 14：加工液供給装置
- 5, 15：XYZステージ機構
- 6, 16：加工電源装置
- 7：オシロスコープ
- 17：制御装置
- 18：加工液回収部
- M：サーボモータ
- 10：被加工物
- 20：ジェット流

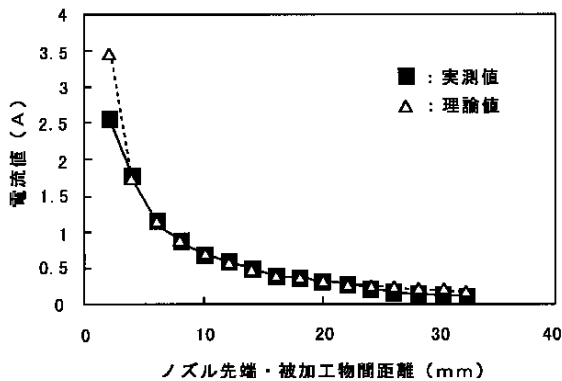
【図1】



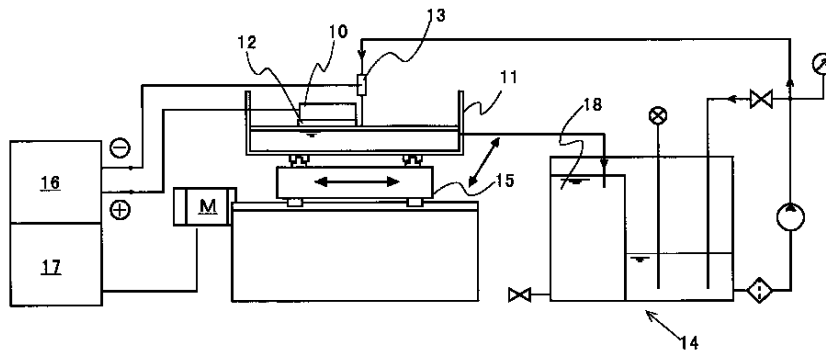
【図2】



【図3】



【図4】



フロントページの続き

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

(72)発明者 安藤 直人
愛知県名古屋市天白区久方2丁目12番地1
豊田工業大学内

(72)発明者 村椿 良司
富山県魚津市本江2410 株式会社スギノマ
シン内

(72)発明者 西田 信雄
富山県魚津市本江2410 株式会社スギノマ
シン内

(72)発明者 中川 泰伸
富山県魚津市本江2410 株式会社スギノマ
シン内

Fターム(参考) 3C059 AA01 AA02 AB03 EA02 ED01
JA04 JA05