

(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2018-20404
(P2018-20404A)

(43) 公開日 平成30年2月8日(2018.2.8)

(51) Int.Cl.			F I			テーマコード (参考)		
B23H	3/04	(2006.01)	B23H	3/04	Z	3C059		
B23H	3/10	(2006.01)	B23H	3/10	A	4K018		
B22F	3/105	(2006.01)	B22F	3/105				
B22F	3/16	(2006.01)	B22F	3/16				
B33Y	10/00	(2015.01)	B33Y	10/00				

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2016-153481 (P2016-153481)
(22) 出願日 平成28年8月4日 (2016.8.4)

特許法第30条第2項適用申請有り 発行日：平成28年3月1日、刊行物：2016年度精密工学会春季大会 学術講演会 講演論文集、第951～952頁、2016年度精密工学会春季大会アブストラクト集、第68頁、公開者：小谷野智広、古本達明、細川晃、井草良太、橋本洋平 発行日：平成28年3月12日、刊行物：公益財団法人 御器谷科学技術財団助成研究・国際交流活動報告書No. 24、第19～22頁、公開者：小谷野智広 開催日：平成28年3月15日、集会名：2016年度精密工学会春季大会学術講演会、開催場所：東京理科大学 野田キャンパス（千葉県野田市山崎2641）、公開者：小谷野智広、古本達明、細川晃、井草良太、橋本洋平

(71) 出願人 504160781
国立大学法人金沢大学
石川県金沢市角間町ヌ7番地
(74) 代理人 100154966
弁理士 海野 徹
(72) 発明者 小谷野 智広
石川県金沢市角間町ヌ7番地 国立大学法人金沢大学内
(72) 発明者 古本 達明
石川県金沢市角間町ヌ7番地 国立大学法人金沢大学内
(72) 発明者 細川 晃
石川県金沢市角間町ヌ7番地 国立大学法人金沢大学内
Fターム(参考) 3C059 AA02 AB01 DA01 DA07 EA02
最終頁に続く

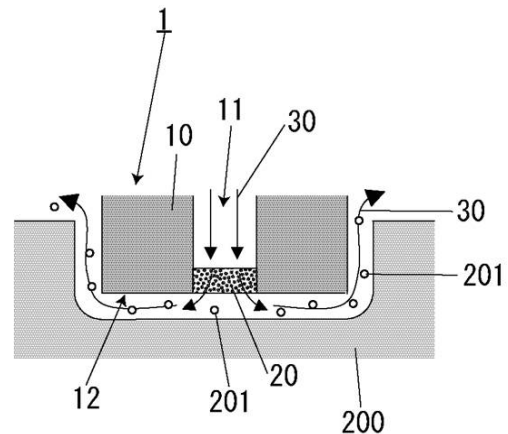
(54) 【発明の名称】 電解加工用電極及び電解加工用電極の製造方法

(57) 【要約】

【課題】 電解液を極間から速やかに排除できる電解加工用電極及び電解加工用電極の製造方法を提供する。

【解決手段】 本発明の電解加工用電極1は内部に電解液供給路11を備える中空の電極本体部10の先端に吐出口12を備えており、当該吐出口から電解液を噴出する電解加工用電極において、前記電解液供給路を塞ぐポラス部20を前記吐出口の内側だけに備えることを特徴とする。本発明では電極本体の端面の中心部のみから電解液が噴出するので、中心部から外縁部に向かう流れを形成することができ、電解液30を電解生成物201と共に速やかに極間から外部へと排除できる。また、電解液の沸騰も確実に防止できる。本発明の電解加工用電極によれば、従来は電解加工の適用が困難であった加工形状であっても電解加工の適用が可能になる。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

内部に電解液供給路を備える中空の電極本体部の先端に吐出口を備えており、当該吐出口から電解液を噴出する電解加工用電極において、

前記電解液供給路を塞ぐポラス部を前記吐出口の内側だけに備えることを特徴とする電解加工用電極。

【請求項 2】

前記電極本体部と前記ポラス部とが一体成形されていることを特徴とする請求項1に記載の電解加工用電極。

【請求項 3】

前記ポラス部の空孔率が前記電解液供給路の中心部から外縁部に向かって次第に小さくなることを特徴とする請求項1又は2に記載の電解加工用電極。

【請求項 4】

内部に電解液供給路を備えており、先端に電解液を噴出する吐出口を備える中空の電極本体部と、前記吐出口の内側だけに形成されて前記電解液供給路を塞ぐポラス部とを金属粉末焼結積層造形法により一体成形することを特徴とする電解加工用電極の製造方法。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は電解加工用電極及び電解加工用電極の製造方法に関する。

【背景技術】**【0002】**

電解加工は陰極の工具電極と陽極の被加工物とを所定の間隔を空けて対向させておき、電解液中で電圧を印可して電流を供給する。そして、被加工物の表面のうち工具電極に対向する面（加工面）を電解作用により電解液中に溶出させることで被加工物を所望の形状に加工する。

溶出した金属は水酸化物や酸化物となり、陰極の工具電極上には水素が発生する。これら電解生成物が極間に蓄積すると電流の流れが阻害されて短絡が生じるなど加工の妨げになる。また、極間のジュール発熱による電解液の沸騰を防ぐ必要がある。

そこで、図13に示すように工具電極の内部を中空にして電解液供給路とし、先端に設けた吐出口から電解液を噴出させながら循環再利用することで加工中に生じる極間の電解生成物を除去し且つ電解液の沸騰を防ぐ技術が知られている。

しかし、加工面のうち特に吐出口と対向する箇所では電流分布が不均一になるため加工が不十分になり、未加工部が突起して残るといった問題が知られている。

そこで、例えば特許文献1には、図14に示すように多孔質の焼結金属からなる封止材を、中空の電極本体の端面全体を覆うように取り付けられた電極が開示されている。この電極によれば封止材の多孔質部分から電解液が流れ出るので、加工面全体に亘り電解液及び電流をある程度均一に分布させることができる。

【先行技術文献】**【特許文献】****【0003】**

【特許文献 1】特公平05 - 047328号公報

【発明の概要】**【発明が解決しようとする課題】****【0004】**

しかし、上記特許文献1の技術でも次のような問題がある。

すなわち、電極本体の端面全体を多孔質の封止材で覆うため、図14中に矢印で示すように封止材の外縁部から流れ出た電解液の一部が電極の中心方向に流れてきてしまう。そし

10

20

30

40

50

て、封止材の中心部から流れ出た電解液と外縁部から流れだ電解液とが衝突する結果、電解液の流れに淀みが生じてしまう（図14中の破線箇所参照）。

このように、従来技術では極間における電解生成物の蓄積及び電解液の沸騰の問題を十分に解消できたとはいえない。

【0005】

本発明は、このような問題を考慮して、電解液を極間から速やかに排除できる電解加工用電極及び電解加工用電極の製造方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明の電解加工用電極は、内部に電解液供給路を備える中空の電極本体部の先端に吐出口を備えており、当該吐出口から電解液を噴出する電解加工用電極において、前記電解液供給路を塞ぐポラス部を前記吐出口の内側だけに備えることを特徴とする。

10

また、前記電極本体部と前記ポラス部とが一体成形されていることを特徴とする。

また、前記ポラス部の空孔率が前記電解液供給路の中心部から外縁部に向かって次第に小さくなることを特徴とする。

本発明の電解加工用電極の製造方法は、内部に電解液供給路を備えており、先端に電解液を噴出する吐出口を備える中空の電極本体部と、前記吐出口の内側だけに形成されて前記電解液供給路を塞ぐポラス部とを金属粉末焼結積層造形法により一体成形することを特徴とする。

【発明の効果】

20

【0007】

本発明の電解加工用電極では空孔を有するポラス部を吐出口の内側だけに設ける。したがって、電極の端面（被加工物の加工面と対向する面）はその中心にポラス部が位置し、ポラス部の周囲に電極本体部が位置することになる。

電解液は電極本体部の電解液供給路を通してポラス部に至り、ポラス部の空孔内を通して吐出口から噴出される。ポラス部は電極の端面の中心部のみが存在するので、電解液も電極の端面の中心部のみから噴出される。

上述のとおり従来技術では電極本体の端面全体から電解液が噴出して電解液の流れに淀みが生じてしまうが、本発明では電極本体の端面の中心部のみから電解液が噴出するので、中心部から外縁部に向かう流れを形成することができ、電解液を電解生成物と共に速やかに極間から外部へと排除できる。また、電解液の沸騰も確実に防止できる。本発明の電解加工用電極によれば、従来は適用が困難であった加工形状であっても電解加工の適用が可能になる。

30

【0008】

特に、電極本体部とポラス部とを一体成形することにすれば、電極本体部からポラス部が脱落する等の破損の可能性を抑えることができる。また、加工面全体に亘り電解液及び電流を均一に分布させることができ、均一な表面加工を実現できる。

電極本体部とポラス部を一体成形する場合は金属粉末焼結積層造形法を用いるのが好ましい。電極本体部にあたる箇所ではレーザ出力を高めたりレーザ走査速度を遅くしたりすることで空孔がほぼ無くなるまで焼結させ、ポラス部にあたる箇所ではレーザ走査速度を速くすることで空孔が存在するように焼結させればよい。

40

また、ポラス部の空孔率を電解液供給路の中心部から外縁部に向かって次第に小さくすれば、ポラス部のうち特に中心部からの電解液の噴射量を増やすことができるので、中心部から外縁部に向かう流れをより強くすることができる。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】被加工物を加工中の電解加工用電極を示す縦断面図

【図2】電解加工用電極の縦断面図の拡大図(a)及び斜視図(b)

【図3】金属粉末焼結積層造形法による電解加工用電極の製造方法を示す図

【図4】ポラス部の空孔率を電解液供給路の中心部から外縁部に向かって次第に小さく

50

した場合の電解加工液の流れを示す縦断面図

【図5】実施例の電解加工用電極の拡大図(a)及び斜視図(b)

【図6】電解加工機の概要を示す図

【図7】電解液の送液圧力と流量の関係を示すグラフ

【図8】実施例の加工条件を示す表

【図9】加工穴の底面(加工面)を示す写真のうち比較例の電極を用いた場合(a)及び実施例の電極を用いた場合(b)

【図10】形状測定器で測定した加工穴の形状を示す図

【図11】加工穴の底面を示す写真(a)及び実施例の電解加工用電極の底面を示す写真(b)

【図12】電源電圧と流量を変化させた場合の加工の可否を示す表

【図13】従来技術における加工中の電解加工用電極及び電解液の流れを示す縦断面図

【図14】従来技術における加工中の電解加工用電極及び電解液の流れを示す縦断面図

【発明を実施するための形態】

【0010】

本発明の電解加工用電極の実施の形態について図面を用いて説明する。

図1及び図2に示すように、電解加工用電極1は電極本体部10及びポラス部20から構成される。

電極本体部10は内部に電解液供給路11を備える中空形状であり、その先端に吐出口12を備える。

ポラス部20は電解液供給路11を塞ぐための部位であり、吐出口12の内側だけに設けられる。

電解液30は電解液供給路11を通過してポラス部20に至り、ポラス部20の空孔を通過して吐出口12から外部に噴出する。

図1中の符号200は被加工物、符号201は電解生成物を表わしている。

【0011】

次に電解加工用電極1の製造方法について説明する。

電解加工用電極1は金属粉末焼結積層造形法で製造するのが好ましい。

一般的に金属粉末焼結積層造形法は薄く堆積させた金属粉末に対してレーザを走査させて金属粉末層を焼結・硬化させ、得られた硬化層を何層にも積み上げることで任意の三次元形状構造物を高分解能且つ高速に製作できる。

具体的には図3に示すようにまず金属粉末材料を造形プレート又は造形物上に供給し、リコーティングプレートにより所定の厚さに整える。次に粉末層にレーザを噴射して選択的に溶融・固化させてプレート又は下層造形物に結合させる。金属粉末焼結積層造形法ではレーザの出力や走査速度を調節することで造形物の焼結密度を変えることができ、これを利用することで任意の箇所空孔率を変えることが可能である。

【0012】

本実施の形態の電解加工用電極1では電極本体部10とポラス部20とを一体成形するものであり、電極本体部10にあたる箇所ではレーザ出力を高めたりレーザ走査速度を遅くしたりすることで空孔がほぼ無くなるまで焼結させ、ポラス部20にあたる箇所ではレーザ走査速度を速くすることで空孔が存在するように焼結させる。空孔のサイズは数十 μm から数百 μm 程度であり、多数の空孔が繋がることでポラス部20の上面から下面にまで至る流路が多数形成される。

中心にポラス部20となる箇所を備え、その外縁に電極本体部10となる箇所を備える硬化層をある程度の厚みまで積み上げ、その上に電極本体部10となるリング状の硬化層を積み上げていくことで電極本体部10とポラス部20とを一体成形することができる。電解液30はポラス部20の空孔が繋がることで形成される流路を通過して吐出口12から噴出する。

【0013】

なお、電極本体部10とポラス部20は必ずしも一体成形する必要はなく、電極本体部10とポラス部20をそれぞれ単体で製造し、電極本体部10の吐出口12の内側にポラス部20を嵌め込んで固着させることにしてもよい。空孔を備えるポラス部20の製造方法として

は金属粉末焼結積層造形法以外にも金属粉体を焼結する粉末冶金等の周知の手法を用いることができる。

また、図4に示すようにポーラス部20の空孔率を電解液供給路11の中心部から外縁部に向かって次第に小さくしてもよい。金属粉末焼結積層造形法を利用する場合にはポーラス部20にあたる箇所を走査する際のレーザの出力を中心部から外縁部に向かって次第に高めたり、走査速度を中心部から外縁部に向かって次第に遅くしたりすることでポーラス部20の空孔率を中心部から外縁部に向かって次第に小さくすることができる。

【実施例1】

【0014】

次に、本発明の電解加工用電極の実施例について説明する。

10

[電解加工用電極]

電解加工用電極1の概要を図5に示す。

中空の電極本体部10の外径は7.7mmであり、ポーラス部20の直径は5.0mm、厚さは0.5mmである。製作には松浦機会製作所製のLUMEXを用いた。焼結する金属粉末材料には銅・銅・ニッケルの混合粉末を使用した。ポーラス部20はレーザ走査速度を2,000mm/sと速めることで焼結密度を低くして空孔を作り出し、ポーラス部20以外(電極本体部10)はレーザ走査速度を500mm/sと遅くすることで焼結密度を高くした。

【0015】

[電解加工機]

図6に電解加工機100の概要をに示す。

20

電解加工用電極1を電解加工機100の主軸101に取り付け、被加工物200に対して一定速度で走査する。加工電源には定電圧の直流電源を用いた。電解液30には9.3wt.%の硝酸ナトリウム水溶液を使用し、ポンプ102で電解加工用電極1内部からポーラス部20を通して極間へ流通させる。電解液30の送液圧力は、インバーターでポンプの回転数を変化させるか、バルブ103の開閉度を変化させることにより制御する。被加工物200として炭素鋼(S50C)を用いた。

【0016】

[電解液流量の測定]

電解液30の送液圧力を変えてポーラス部20を通過する電解液30の流量を測定した。送液圧力は配管に取り付けた圧力計104により測定し、流量は流量計105で測定した。

30

図7に電解液30の送液圧力(供給圧力)と流量の関係を示す。圧力が上昇するにつれて流量も増加していることがわかる。

【0017】

[加工形状の比較]

電解加工用電極1を用いて穴加工を行った。

また、比較例としてポーラス部20を備えない中空の電極本体部のみからなる電極を用いて穴加工を行った。比較例の電極は外径7.7mm、電解液供給路は直径2.4mmである。また、電解液の流量について実施例の電解加工用電極1は4.7ml/s、比較例の電極は9ml/sである。

。

図8の表に加工条件、図9に各電極での加工穴底面(加工面)の観察結果、図10に形状測定器で測定した加工穴の形状を示す。図10から比較例の電極による加工では吐出口に対向する箇所が加工されずに凸状に残ってしまっている一方で、実施例の電解加工用電極1による加工では吐出口12に対向する箇所に凸状の未加工部は見られず、ほぼ平坦な加工面が得られたことが分かる。

40

【0018】

なお、図10の実施例の電解加工用電極1による加工面には黒い痕が多数見られた。この原因としてポーラス部20の空孔の影響が考えられる。図11は電源電圧を15V、送り速度を10 μ m/s、電解液流量を4.7ml/sとした場合の加工穴の底面(a)と、加工に用いた電解加工用電極1の光学顕微鏡写真(b)である。比較のため図11(b)は左右を反転させている。図11(b)において黒い部分がポーラス部20の空孔である。図11(a)と(b)を比較すると、加工穴底

50

面の黒い痕と、ポーラス部20の空孔の位置にやや相関が見られる。加工穴底面の三次元形状を測定したところ、この黒い痕は周囲よりごく僅かに凹んでいた。このような痕が形成される理由としては、ポーラス部20表面のうち空孔とそれ以外の場所で電流密度が異なったり、電解液30の流れ場がごく僅かに不均一になり、よどみ点が生じている可能性が考えられる。

【実施例2】

【0019】

[電解液流量と加工安定性]

電源電圧を小さくした場合、極間距離が小さくなるため電極形状の転写性が向上して加工精度が良くなる。その一方で極間距離が小さくなると、極間を電解生成物が占める割合が増加して加工途中で短絡が生じやすい。そこで、電解液30の流量と電源電圧を変化させて加工の可否を調査した。電源電圧は5Vから15Vまで変化させ、電解液30の流量は2ml/s、4.7ml/sの二通りに変化させた。その他の加工条件は図8の表と同様である。

図12の表に電源電圧と流量を変化させた場合の加工の可否を示した。流量が2ml/sと小さい場合、電圧が15Vと大きくても加工途中で短絡してしまい、加工を行うことができなかった。これは流量が小さすぎて電解生成物の排出が十分に行われなかったためと考えられる。一方、流量を4.7ml/sと大きくした場合、電圧15Vにおいて加工途中で短絡は生じず、安定して加工を行うことができた。また、流量4.7ml/sの場合には10V以上の電圧であれば安定して加工を行えた。しかし、電圧7.5Vまで小さくなると加工が不安定となり、5Vまで小さくすると加工途中で短絡が生じて加工が不可能であった。これは、電圧が小さくなり、極間距離が小さくなったことで極間の電解生成物の割合が増加し、電流が流れにくくなったためと考えられる。これらの結果から、電解液30の流量を十分に大きくすることができれば、電源電圧が小さな条件でも加工を行え、極間距離が小さく転写性の良い加工を行えるといえる。

【産業上の利用可能性】

【0020】

本発明は、電解液を極間から速やかに排除できる電解加工用電極及び電解加工用電極の製造方法に関するものであり、産業上の利用可能性を有する。

【符号の説明】

【0021】

- 1 電解加工用電極
- 10 電極本体部
- 11 電解液供給路
- 12 吐出口
- 20 ポーラス部
- 30 電解液
- 100 電解加工機
- 101 主軸
- 102 ポンプ
- 103 バルブ
- 104 圧力計
- 105 流量計
- 200 被加工物
- 201 電解生成物

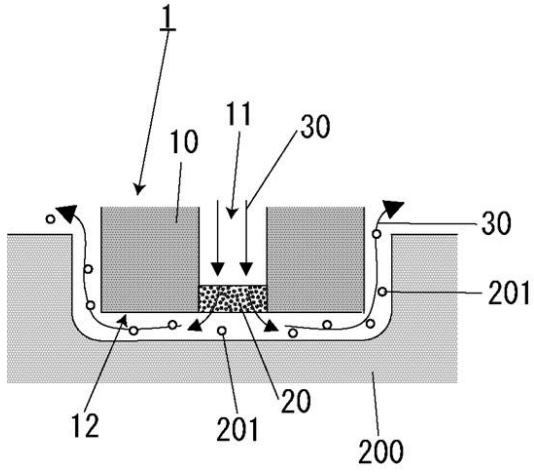
10

20

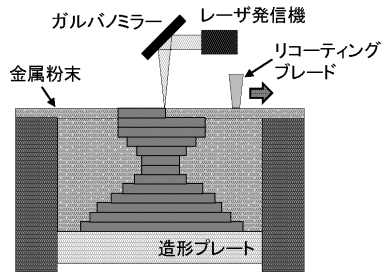
30

40

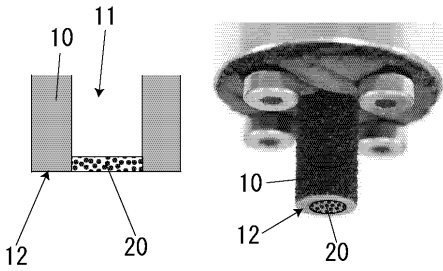
【 図 1 】



【 図 3 】



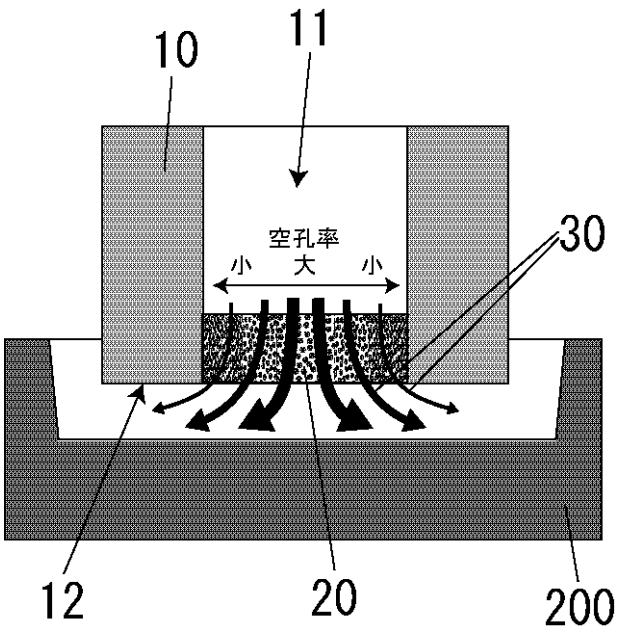
【 図 2 】



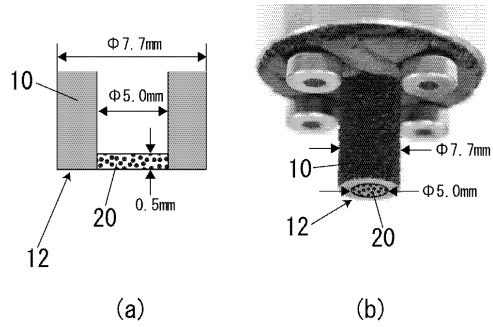
(a)

(b)

【 図 4 】



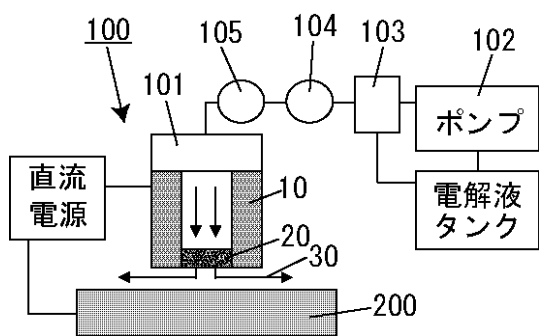
【 図 5 】



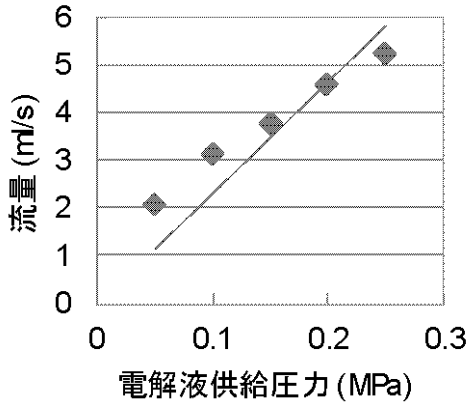
(a)

(b)

【 図 6 】



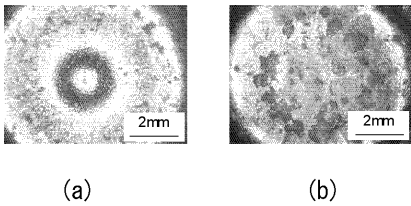
【 図 7 】



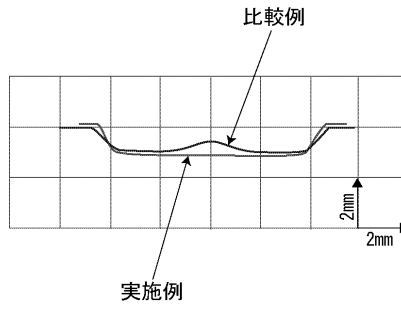
【 図 8 】

電源電圧	15 V(直流電圧)
電解液	硝酸ナトリウム水溶液 9.3 wt%
送り速度	5 μm/s
初期ギャップ	0.2 mm
送り量	1 mm
工作物	炭素鋼(S50C)

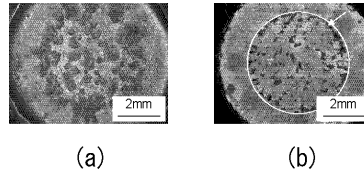
【 図 9 】



【 図 1 0 】



【 図 1 1 】

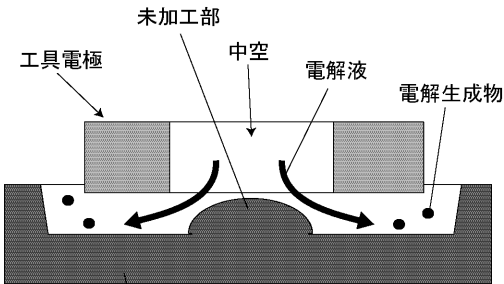


【 図 1 2 】

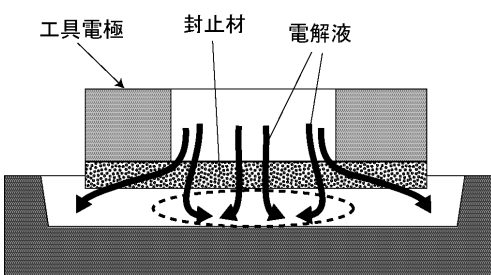
電圧	5 V	7.5 V	10 V	12.5 V	15 V
2 ml/s	-	-	-	-	×
4.7 ml/s	×	△	○	○	○

×:加工不可 △:加工不安定 ○:加工可能

【 図 1 3 】



【 図 1 4 】



フロントページの続き

Fターム(参考) 4K018 AA04 AA08 AA29 AA30 BA02 BA04 BA13 CA44 EA51 EA60
KA22 KA37