

(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2000-160361
(P2000-160361A)

(43) 公開日 平成12年 6 月13日 (2000. 6. 13)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード* (参考)		
C 2 3 C	26/00	C 2 3 C	26/00	D	3 C 0 5 9
B 2 3 H	7/34	B 2 3 H	7/34		4 K 0 4 4
	9/00		9/00	A	

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平10-339544

(22) 出願日 平成10年11月30日 (1998. 11. 30)

(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

(71) 出願人 591135853
毛利 尚武
愛知県名古屋市天白区八事石坂661-51

(72) 発明者 三宅 英孝
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

(74) 代理人 100102439
弁理士 宮田 金雄 (外 2 名)

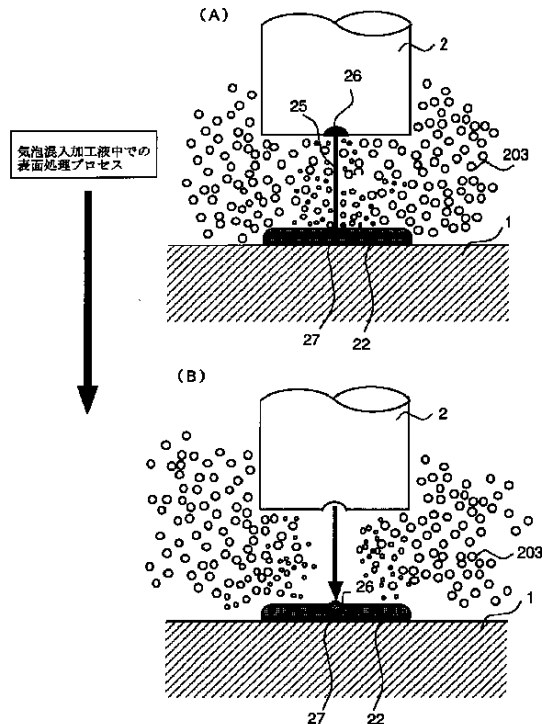
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 放電による表面処理方法および放電による表面処理装置

(57) 【要約】

【課題】 被処理材表面に面粗さの良好な緻密な改質層を形成する。

【解決手段】 改質材料または改質材料の元となる材料からなる電極2と被処理材1とを加工液中に設置し、上記電極2と上記被処理材1との間に電圧を印加して液中放電を発生させることにより上記被処理材表面に改質膜22を形成する際に、上記電極2と上記被処理材1との間を、気体と液体とが混在する気泡混入雰囲気状態とする。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 改質材料または改質材料の元となる材料からなる電極と被処理材とを加工液中に設置し、上記電極と上記被処理材との間に電圧を印加して液中放電を発生させることにより上記被処理材表面に改質膜を形成する際に、上記電極と上記被処理材との間を、気体と液体とが混在する気泡混入雰囲気状態としたことを特徴とする放電による表面処理方法。

【請求項 2】 加工液は、非イオン性の界面活性剤を添加した脱イオン水であることを特徴とする請求項 1 記載の放電による表面処理方法。

【請求項 3】 改質材料または改質材料の元となる材料からなる電極と被処理材とを加工液中に設置し、上記電極と上記被処理材との間に電圧を印加して液中放電を発生させることにより上記被処理材表面に改質膜を形成するものにおいて、上記加工液中に気体を供給する気体供給装置、および上記加工液と供給された上記気体とを混合する攪拌装置を備えたことを特徴とする放電による表面処理装置。

【請求項 4】 改質材料または改質材料の元となる材料からなる電極と被処理材とを加工液中に設置し、上記電極と上記被処理材との間に電圧を印加して液中放電を発生させることにより上記被処理材表面に改質膜を形成するものにおいて、上記加工液中に気体を供給する気体供給装置、および上記加工液を冷却する加工液冷却装置を備えたことを特徴とする放電による表面処理装置。

【請求項 5】 改質材料または改質材料の元となる材料からなる電極と被処理材とを加工液中に設置し、上記電極と上記被処理材との間に電圧を印加して液中放電を発生させることにより上記被処理材表面に改質膜を形成するものにおいて、上記電極部より上記電極と上記被処理材との間に気体を供給する気体供給装置を備えたことを特徴とする放電による表面処理装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、改質材料または改質材料の元となる材料からなる電極と被処理材とを加工液中に設置し、上記電極と上記被処理材との間に電圧を印加して液中放電を発生させることにより上記被処理材表面に品質の高い改質膜を形成する表面処理方法、およびこれを実施する表面処理装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】液中放電によって金属材料等の表面をコーティングして、耐食性、耐磨耗性を与える技術は、例えば特開平 5-148615 号公報等により既に特許出願され公知となっている。その技術の骨子は次のとおりである。WC と Co の粉末を混合して圧縮成形した電極で液中放電を行うことにより電極材料をワークに堆積させる。この後、別の電極（例えば、銅電極、グラファイト電極）によって再溶融放電加工を行い、より高い硬度

と高い密着力を得る。

【0003】以下、従来技術について図 7 を用いて説明する。図 7 (A) において、WC-Co (タングステンカーバイド-コバルト) の混合圧粉体電極 17 を用いて、被処理材料（母材 S50C）1 に液中で放電加工を行い、電極材料を堆積させる（1 次加工）。次いで図 7 (B) に示すように、銅電極のようなそれほど消耗しない電極 18 によって再溶融加工（2 次加工）を行う。1 次加工の堆積のままでは、組織は硬度も Hv = 1410 程度であり、また空洞も多かったが、2 次加工の再溶融加工によって被覆層 22 の空洞が無くなり、硬度も Hv = 1750 と向上する。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】従来の放電による表面処理方法は以上のようにしてなされており、このような方法では、被覆層 22 の硬度を向上させる一方で、その面粗さは約 10 μm になる。これは加工液中で放電する場合の面粗さの限界であり、これよりも小さな面粗さを得ることは困難であった。すなわち、放電による加工液の気化爆発のために生成する改質層の一部が除去され、その面粗さが荒くなる。また、約 10 μm の面粗さは生成される改質層の厚さが十数 μm の場合であり、改質層厚さが厚くなると面粗さはさらに増大する。一方、気中放電による改質膜形成では、加工液の気化爆発が無いため溶融した改質層が飛散することがなく、改質層表面が平坦になる利点がある。しかし、気中放電加工は液中放電加工と比べ、放電の極間距離が狭くなるため短絡が生じ易く、加工が不安定となり、ひいては、生成される改質層の面粗さが悪化するという問題があった。

【0005】従来の放電による表面処理は、上記のように加工プロセスの限界から面粗さの細かい改質層が得られないという問題があった。

【0006】本発明は、上記のような課題を解消するためになされたものであり、気中及び液中放電のそれぞれの長所、すなわち、液中放電の効果で極間距離を広め安定した加工を行うとともに、気中放電の効果で気化爆発力を抑えて除去加工を抑制することにより生成する改質層を厚くさせる。これにより、生成する改質層の厚さに関係なく、面粗さの良好な緻密な改質層を形成することができる表面処理方法、および表面処理装置を提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】この発明の第 1 の方法による表面処理方法は、改質材料または改質材料の元となる材料からなる電極と被処理材とを加工液中に設置し、上記電極と上記被処理材との間に電圧を印加して液中放電を発生させることにより上記被処理材表面に改質膜を形成する際に、上記電極と上記被処理材との間を、気体と液体とが混在する気泡混入雰囲気状態とするものである。

10

20

30

40

50

【0008】また、この発明の第2の方法による表面処理方法は、第1の方法において、加工液が非イオン性の界面活性剤を添加した脱イオン水であるものである。

【0009】また、この発明の第1の構成による表面処理装置は、改質材料または改質材料の元となる材料からなる電極と被処理材とを加工液中に設置し、上記電極と上記被処理材との間に電圧を印加して液中放電を発生させることにより上記被処理材表面に改質膜を形成するものにおいて、上記加工液中に気体を供給する気体供給装置、および上記加工液と供給された上記気体とを混合する攪拌装置を備えたものである。

【0010】また、この発明の第2の構成による表面処理装置は、改質材料または改質材料の元となる材料からなる電極と被処理材とを加工液中に設置し、上記電極と上記被処理材との間に電圧を印加して液中放電を発生させることにより上記被処理材表面に改質膜を形成するものにおいて、上記加工液中に気体を供給する気体供給装置、および上記加工液を冷却する加工液冷却装置を備えたものである。

【0011】また、この発明の第3の構成による表面処理装置は、改質材料または改質材料の元となる材料からなる電極と被処理材とを加工液中に設置し、上記電極と上記被処理材との間に電圧を印加して液中放電を発生させることにより上記被処理材表面に改質膜を形成するものにおいて、上記電極部より上記電極と上記被処理材との間に気体を供給する気体供給装置を備えたものである。

【0012】

【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による表面処理方法を示す説明図である。図において、1は導電性物質よりなる被処理材である。2は例えば、水素化チタン、バナジウムカーバイド、グラファイト、タングステンカーバイド、チタンカーバイド、コバルト、あるいはそれらを混合して成形した電極であり、改質材料あるいは改質材料の元となる材料により構成されている。このような被処理材1および電極2を放電加工液中に設置し、上記放電加工液中で電極2と被処理材1の表面との間で放電加工を行う。22は放電加工により被処理材1上に堆積した電極材料物質の被覆層（以下、改質層という）である。この改質層22は電極2を構成する改質材料あるいは改質材料の元となる材料と被処理材とが熔融した後、凝固あるいは焼結することにより構成される。放電を繰り返すことにより改質層22の上にさらに改質物質を堆積させることができ、改質層22の厚さを厚くすることができる。しかし、被処理材1と電極2との極間が加工液で満たされた状態の場合、加工液の気化爆発により被処理材2に堆積した改質層22を除去する圧力が作用するため、改質層22の表面を除去加工しつつ、改質物質を堆積する処理が進行することになる。したがって、改質層22の表面は荒れ

ていく。

【0013】一方、図1に示すように、被処理材1と電極2との極間に加工液と気体が混合する状態、すなわち、気泡203が混入した状態の場合、放電加工液の気化爆発は周囲の気泡203によって緩和されるために、被処理材2に堆積した改質層22に除去圧力が作用しなくなる。このプロセスを図1により詳しく説明する。図1(A)において、被処理材1と電極2との間で放電が生じると、アーク柱25の電極側では電極材料が熔融した電極熔融部26が生成される。一方、アーク柱25の被処理材側では改質層熔融部27が形成される。このとき周囲に気泡が存在しない場合、アーク柱25の熱で極間の加工液が気化爆発して圧力を発生する。この圧力により改質層熔融部27が吹き飛ばされ、空洞状態のところへ電極側から熔融した電極材料が飛来して付着し、堆積していく。しかし、極間に気泡が混在していると、放電加工液の気化爆発による圧力は空中放電に類似した状態となり、爆発による圧力が周囲の気泡へ抜けてしまい、改質層熔融部27に作用しなくなる。したがって、改質層熔融部27は除去されず、その表面が荒れることはなく、面粗さの良好な改質層22が生成されていく。また、熔融した電極材料は、図1(B)に示すように、改質層22が熔融した改質層熔融部27に付着するため、空洞状態の改質層のところへ付着する場合に比べて、改質物質間の隙間が大幅に減少し、改質層22は緻密な状態で堆積していく。

【0014】なお、放電加工液に混入する気泡203にはアルゴンや窒素などを使用する。また、放電加工液は一般に油性のものが使用されるが、この放電加工液に水系のものを使用することも可能である。このとき、脱イオン水を使用するが、脱イオン水は気泡混入が困難となる。そこで、脱イオン水に非イオン性の界面活性剤を添加すれば、気泡が混入しやすくなり、かつ、導電率が增大しない水系の加工液が得られる。例えば、非イオン界面活性剤（エマルゲン104）と脱イオン水を混合した液体10vol%濃度純水を混合した水系加工液では電解を生じることなく、安定した放電を得ることができる。

【0015】図2および図3は放電による表面加工において、1発の放電により形成された放電痕を示す電子顕微鏡写真である。図2は極間に気泡を混入させない状態の加工液中で放電による表面加工を行った場合の放電痕であり、図3は極間にアルゴンガスを混入して極間を気泡混入雰囲気とした状態で放電による表面加工を行った場合の放電痕である。気泡を混入しない場合の図2では、その放電痕は中心部分が加工されたクレータ状を呈しているのに対して、気泡を混入した場合の図3では、その放電痕は除去された部分がなく、滑らかな状態が得られる。これらの図より、極間に気泡203を混入することにより生成される改質層22の面粗さが改善される

ことがわかる。

【0016】図4はこの発明の実施の形態1による表面処理装置を示す構成図である。図において、1は被処理材であり、加工槽11内に載置されている。2は上述した電極であり、例えば、タングステンカーバイドとコバルトあるいはチタンカーバイドとコバルトを混合したものなどで構成されている。3は電極2を保持する保持装置、4はモータ7に連結された回転軸5を介して保持装置3を回転させると共に、Z軸駆動機構8により矢印Z方向にスライド（サーボ）させる主軸である。12は放電加工液であり、上記被処理材1、電極2はこの放電加工液中に配置されている。13は被処理材1と電極2との間に放電を発生させるための電源装置である。

【0017】201は気体を放電加工液中に混入させる攪拌装置であり、放電加工液12を攪拌するための羽をもち、その羽は放電加工液中に配置されており、アルゴンや窒素などのガスを放電加工液12中に供給する気体供給装置202から供給される気体が攪拌装置201の攪拌部に供給されるように配置される。23は気体供給装置202から供給された気泡（攪拌前の気泡）、24は攪拌装置201で細かくされた気泡（攪拌後の気泡）である。

【0018】なお、上記加水槽11はXおよびYテーブル101、102に載置され、各々X軸駆動機構9、Y軸駆動機構10により、X軸およびY軸の方向に移動し、加工槽11を介して、非処理材1がX軸およびY軸方向に移動可能である。14は制御装置であり、メモリやCPUを備え、電極2の位置を制御する。16は被処理材1と電極2との間の極間距離を検出する極間検出回路であり、極間距離の検出信号を制御装置14へ送る。制御装置14は上記検出信号を受け、Z軸駆動機構8へ送り、被処理材1と電極2との間の極間距離を所定値（例えば100 μ m）に制御する。

【0019】次に、以上のように構成された放電による表面処理装置の動作について説明する。気体供給装置202から例えば、アルゴンガスを放電加工液中の攪拌装置201へ供給する。このとき、気体の供給量は気体供給装置202の調整弁（図示せず）により適切に調整される。攪拌装置201はその羽を回転させることにより放電加工液12と供給された気体とを攪拌し、放電加工液中に直径10~20 μ m程度の微小な気体が混入したクリーム状の気泡混入加工液を生成する。この気泡混入加工液を被処理材1と電極2との間隙に供給し、極間を気泡混入雰囲気とする。Z軸駆動機構8によって電極2の被処理材1との対向面が所定の極間距離となるように電極2をZ方向にサーボおよびZ方向の軸を中心に回転させることにより電極2の位置を制御する。その後、気泡混入加工液中において、電極2と被処理材1との間に電源装置13より電力を供給して両者間に放電を発生させ、電極2が対向する被処理材1表面に対して改質層2

2を形成する。

【0020】以上のように、本実施の形態による表面処理方法および表面処理装置においては、放電雰囲気を気泡混入加工液で満たされた状態にして放電による表面処理を行う。これにより、放電加工液が放電の熱により急激に上昇して気化する際に発生する圧力が周囲の気泡により緩和されるので、既に形成された改質層は除去されことなく再び溶融するだけで、その溶融状態の改質層に対して、さらに改質物質を堆積させることができるため、改質層の面粗さを増大させることなく、緻密な改質層を形成することができる。

【0021】実施の形態2. 図5はこの発明の実施の形態2による表面処理装置を示す構成図である。図において、図4と同一符号は同一または相当部分を示す。301は放電加工液12を冷却する加工液冷却装置であり、放電加工液中に配置される。202は気体供給装置であり、その気体の供給口は放電加工液中に配置されている。

【0022】次に、以上のように構成された表面処理装置の動作について説明する。気体供給装置202から例えば、アルゴンガスを放電加工液12中へ供給する。このとき放電加工液12の温度が高いと放電加工液中に溶解可能な気体濃度が低くなるために放電加工液12を加工液冷却装置301により冷却し、気体供給装置202から供給される気体の放電加工液中における溶解度をあげる。このようにして気体溶解濃度を高めた放電加工液で被処理材1と電極2との間隙を満たす。Z軸駆動機構8によって電極2の被処理材1との対向面が所定の極間距離となるように、電極2をZ方向にサーボ、およびZ方向の軸を中心に回転させ、電極2の位置を制御する。その後、上記放電加工液中において、電極2と被処理材1との間に電源装置13より電力を供給して両者間に放電を発生させ、電極2が対向する被処理材1表面に対して改質層22を形成する。

【0023】本実施の形態2による表面処理装置においては、気体溶解度を高めた放電加工液で放電雰囲気を満たされた状態にする。この状態は、放電加工液中に溶解している気体がわずかな温度上昇により気化する状態であるため、容易に極間に気泡を発生させることが可能となり、気泡混入加工液の状態になる。即ち、電極2と被処理材1との間で放電が発生した瞬間に放電加工液中の溶解している気体が気化し、極間は気泡混入雰囲気となり、放電加工液の気化爆発による除去圧力は周囲に発生した気泡により緩和され、既に形成された改質層22は除去されことなく再び溶融するだけで、その溶融状態の改質層22に対してさらに改質物質を堆積させることができるため、改質層の面粗さを増大させることなく、緻密な改質層を形成することができる。

【0024】実施の形態3. 図6はこの発明の実施の形態3による表面処理装置を示す構成図である。図におい

て、図4と同一符号は同一または相当部分を示す。202は気体供給装置であり、その気体の供給口は電極2に接続されている。電極との接続部では例えば図6に示すような穴が開けられている。さらに電極2には被処理材1との対向面に直径数十～数百μmの多数の穴があけられており、これらの穴は気体供給装置202の電極との接続部に設けられた穴とつながっている。

【0025】次に、上記のように構成された表面処理装置の動作について説明する。気体供給装置202から例えば、アルゴンガスを電極2へ供給する。すると供給されたアルゴンガスは電極内部に加工された微細穴を通して被処理材1との対向面から排出される。この状態でZ軸駆動機構8によって電極2と被処理材1との対向面が所定の放電間隙となるように電極2をZ方向にサーボおよびZ方向の軸を中心に回転させることにより電極2の位置を制御する。このとき極間は電極2から噴出する気体によって放電加工液中に微小な気泡が混入した気泡混入加工液で満たされた状態となる。その後、気泡混入加工液中において、電極2と被処理材1との間に電源装置13より電力を供給して両者間に放電を発生させ、電極2が対向する被処理材1表面に対して改質層22を形成する。

【0026】本実施の形態3による表面処理装置においては、電極2の被処理材1との対向面から気体を直接噴出することにより、極間が気泡混入加工液で満たされた状態にする。これにより、放電加工液の気化爆発による除去圧力は電極から噴出する気泡により緩和され、既に形成された改質層22は除去されることなく再び溶融するだけで、その溶融状態の改質層22に対してさらに改質物質を堆積させることができるため、改質層の面粗さを増大させることなく、緻密な改質層を形成することができる。

【0027】

【発明の効果】この発明の第1の方法による表面処理方法によれば、改質材料または改質材料の元となる材料からなる電極と被処理材とを加工液中に設置し、上記電極と上記被処理材との間に電圧を印加して液中放電を発生させることにより上記被処理材表面に改質膜を形成する際に、上記電極と上記被処理材との間を、気体と液体とが混在する気泡混入雰囲気状態としたので、加工液の気化爆発による除去圧力の発生が抑制され、面粗さの良好な緻密な改質層を形成することができる。

【0028】この発明の第2の方法による表面処理方法によれば、第1の方法において、加工液を非イオン性の界面活性剤を添加した脱イオン水としたので、放電が安定して繰り返され、面粗さの良好な緻密な改質層を形成することができる。

【0029】この発明の第1の構成による表面処理装置によれば、改質材料または改質材料の元となる材料からなる電極と被処理材とを加工液中に設置し、上記電極と

上記被処理材との間に電圧を印加して液中放電を発生させることにより上記被処理材表面に改質膜を形成するものにおいて、上記加工液中に気体を供給する気体供給装置、および上記加工液と供給された上記気体とを混合する攪拌装置を備えたので、電極と被処理材との間を、気体と液体とが混在する気泡混入雰囲気状態とすることが可能となり、被処理材表面に、面粗さの良好な緻密な改質層を形成することができる。

【0030】この発明の第2の構成による表面処理装置によれば、改質材料または改質材料の元となる材料からなる電極と被処理材とを加工液中に設置し、上記電極と上記被処理材との間に電圧を印加して液中放電を発生させることにより上記被処理材表面に改質膜を形成するものにおいて、上記加工液中に気体を供給する気体供給装置、および上記加工液を冷却する加工液冷却装置を備えたので、電極と被処理材との間を、気体と液体とが混在する気泡混入雰囲気状態とすることが可能となり、面粗さの良好な緻密な改質層を形成することができる。

【0031】この発明の第3の構成による表面処理装置によれば、改質材料または改質材料の元となる材料からなる電極と被処理材とを加工液中に設置し、上記電極と上記被処理材との間に電圧を印加して液中放電を発生させることにより上記被処理材表面に改質膜を形成するものにおいて、上記電極部より上記電極と上記被処理材との間に気体を供給する気体供給装置を備えたので、電極と被処理材との間を、気体と液体とが混在する気泡混入雰囲気状態とすることが可能となり、面粗さの良好な緻密な改質層を形成することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 この発明の実施の形態1による表面処理方法を示す説明図である。

【図2】 この発明の従来の方法による表面処理によって形成された放電痕を示す電子顕微鏡写真である。

【図3】 この発明の実施の形態1による表面処理によって形成された放電痕を示す電子顕微鏡写真である。

【図4】 この発明の実施の形態1による表面処理装置を示す構成図である。

【図5】 この発明の実施の形態2による表面処理装置を示す構成図である。

【図6】 この発明の実施の形態3による表面処理装置を示す構成図である。

【図7】 従来からの放電による表面処理方法を示す説明図である。

【符号の説明】

- 1 被処理材、2 電極、3 保持装置、4 主軸、5 回転軸、7 モータ、8 Z軸駆動機構、9 X軸駆動機構、10 Y軸駆動機構、11 加工槽、12 放電加工液、13 電源装置、14 制御回路、16 極間検出回路、17 混合圧粉体電極、18 電極（銅電極）、22 改質層、23 気体供給装置から供給され

10

20

30

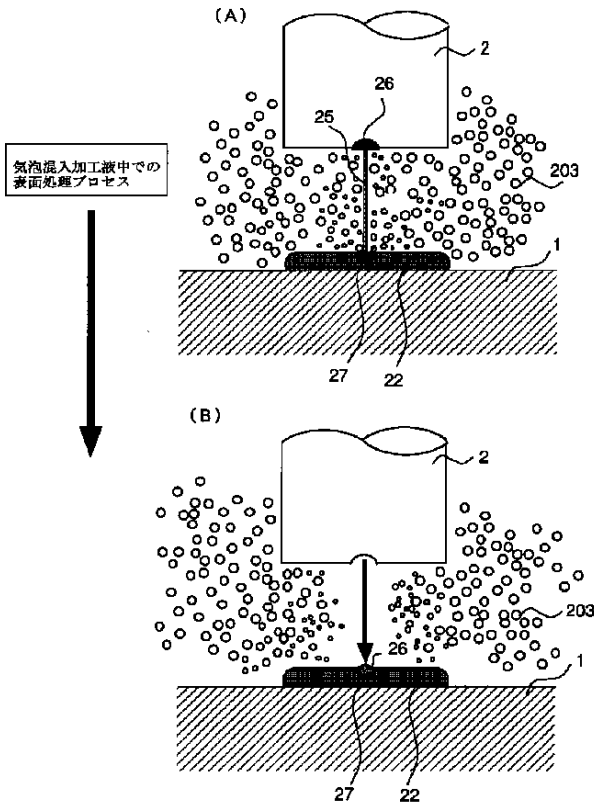
40

50

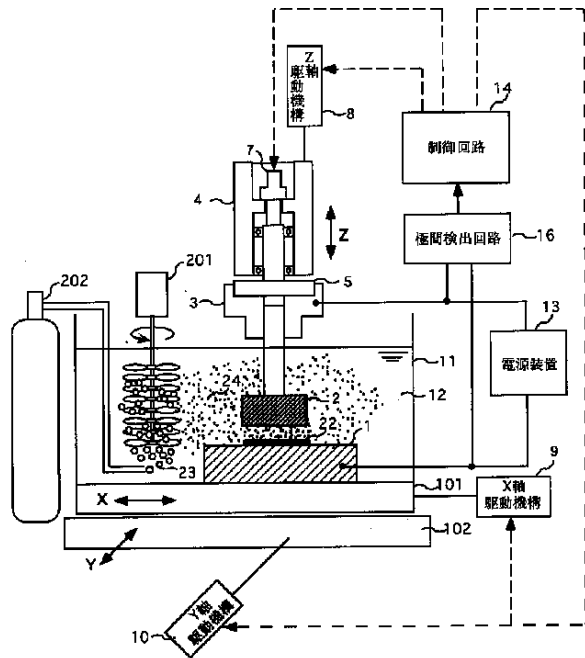
た気泡（攪拌前の気泡）、24 攪拌装置で細かくされた気泡（攪拌後の気泡）、25 アーク柱、26 電極溶融部、27 改質層溶融部、101 Xテーブル、1*

*02 Yテーブル、201 攪拌装置、202 気体供給装置、203 気泡、301 加工液冷却装置。

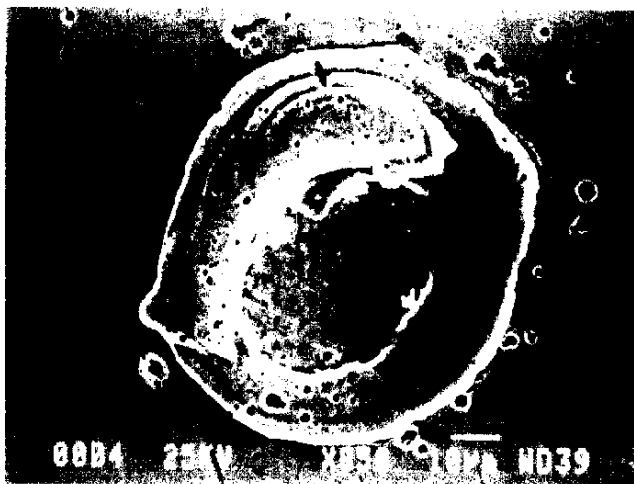
【図1】



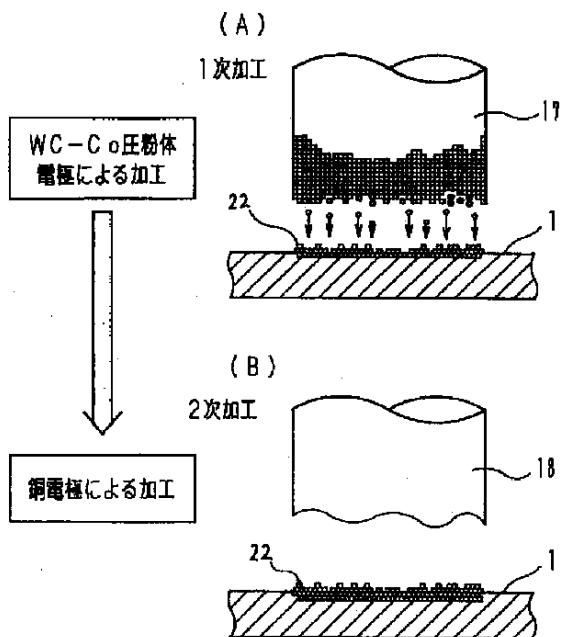
【図4】



【図2】



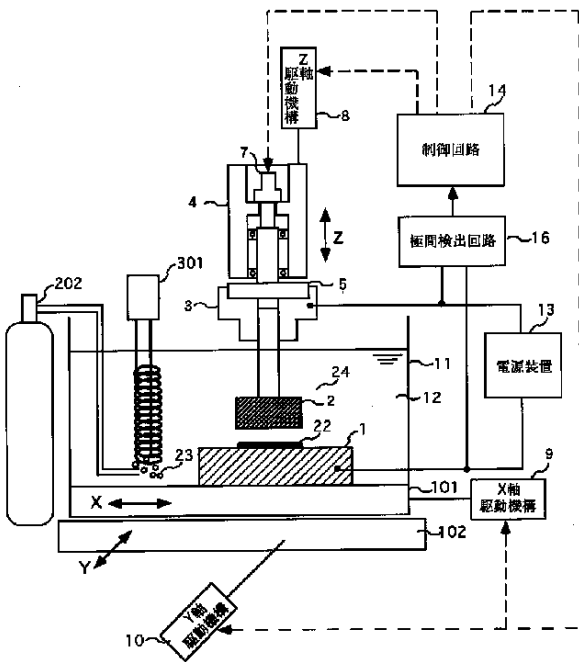
【図7】



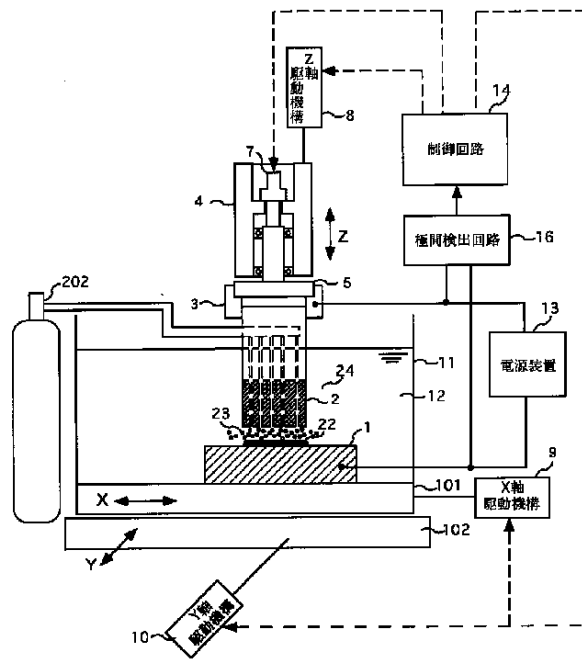
【図3】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

(72)発明者 佐藤 達志
 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 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 毛利 尚武
 愛知県名古屋市天白区八事石坂661-51

(72)発明者 吉田 秀明
 愛知県名古屋市天白区久方2-2 豊田工業大学第2久方寮401

(8)

特開 2 0 0 0 - 1 6 0 3 6 1

(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

F ターム(参考) 3C059 AA01 AB01 DC00 EA00 EA02
EC05 EC08 HA03
4K044 CA34 CA36 CA62 CA71