

(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2000-256875

(P2000-256875A)

(43) 公開日 平成12年9月19日 (2000.9.19)

| (51) Int.Cl. ⁷ | 識別記号 | F I | テ-マ-ト* (参考) | | |
|---------------------------|-------|---------|-------------|---|-----------|
| C 2 3 C | 26/00 | C 2 3 C | 26/00 | D | 3 C 0 5 9 |
| B 2 3 H | 9/00 | B 2 3 H | 9/00 | A | 4 K 0 4 4 |

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平11-56765

(22) 出願日 平成11年3月4日 (1999.3.4)

(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

(71) 出願人 593125595

古谷 克司

愛知県名古屋市天白区久方2-12-1 豊

田工業大学内

(74) 代理人 100102439

弁理士 宮田 金雄 (外2名)

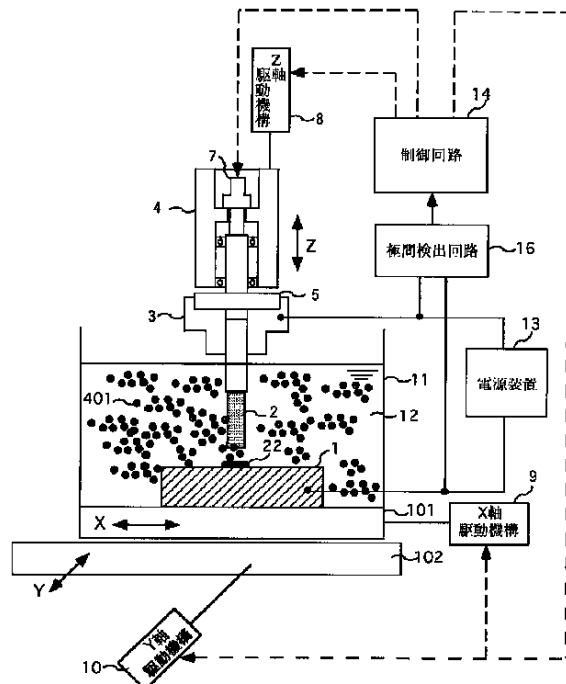
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 放電表面処理方法および放電表面処理装置

(57) 【要約】

【課題】 改質物質の元となる材料を電極から供給するのではなく、加工液中に混入した改質物質の元となる材料と加工液を構成する炭素元素を放電により反応させて改質物質を形成し、被処理材表面が放電により除去加工される以上にその改質物質を被処理面に多く堆積させる。

【解決手段】 改質材料、あるいは改質材料の元となる粉末材料を放電を誘発させる効果以上の濃度で加工液中に混入し、極間の改質物質濃度を高くした状態でその極間に電圧を印可して放電を発生させることにより該導電性材料表面を加工量以上の改質層を形成することにより、導電性材料表面に硬質物質を厚く堆積させる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 改質材料あるいは改質材料の元となる材料を混入した加工液中で、電極と被処理材である導電性物質との間に電圧を印加して放電を発生させることにより上記被処理材の表面に改質層を形成する放電表面処理方法において、加工液中の改質材料あるいは改質材料の元となる材料を上記電極と上記被処理材との極間に引き込んだ状態で放電加工することにより、上記被処理材の表面に改質物質を浸透させるだけでなく、上記被処理材の表面に厚く堆積させることを特徴とする放電表面処理方法。

【請求項2】 改質材料あるいは改質材料の元となる材料を混入した加工液中で、電極と被処理材である導電性物質との間に電圧を印加して放電を発生させることにより上記被処理材の表面に改質層を形成する放電表面処理方法において、加工液中の改質材料あるいは改質材料の元となる材料を上記電極と上記被処理材との極間に引き込むために上記電極を回転させることを特徴とする放電表面処理方法。

【請求項3】 改質材料あるいは改質材料の元となる材料を混入した加工液中で、電極と被処理材である導電性物質との間に電圧を印加して放電を発生させることにより上記被処理材の表面に改質層を形成する放電表面処理装置において、上記電極を回転させることにより、加工液中の改質材料あるいは改質材料の元となる材料を上記電極と上記被処理材との極間に引き込む電極回転装置を備えたことを特徴とする放電表面処理装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、改質材料あるいは改質材料の元となる粉末材料を加工液中に混入し、電極と被処理材である導電性物質との間に放電を発生させることにより、被処理材表面に改質層を形成することを特徴とする放電表面処理方法および放電表面処理装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】粉末を混入した加工液中において放電によって金属材料等の表面をコーティングして、耐食性や耐磨耗性を向上させる技術が報告（1998年度精密工学会秋季大会学術講演会講演論文集P410『チタン電極を用いた炭素粉末混入放電加工による表面改質』）されている。その技術の骨子は次のとおりである。加工液中に粉末を混入し、その加工液中において改質材料の元となる電極でワークを放電加工することにより被処理材表面に改質層が形成される。以下、従来技術について図7により説明する。粉末混入加工液12として油中に粒径30 μ m以下の炭素粉末502を15g/l程度混入したものを使用し、その加工液中にてソリッドの金属チタンを電極501として鋼材1を放電加工する。13は放電加工用の電力を電極501と鋼材1との間に供給す

る電源装置である。これにより、鋼材の表面にピッカース硬度2000HV程度の比較的粗さの小さい炭化チタンの改質層22が形成される。すなわち、この方法では、鋼材1を放電加工により溶融させて、その溶融部へ加工液中の炭素粉末502と電極501のチタンとが反応した炭化チタンを溶け込ませることで改質層22を形成する。そのため、鋼材表面に厚さ50 μ m程度の改質層を形成する一方で、鋼材表面は除去加工されている。これは、改質物質を形成させるための材料は電極から供給されるが、その電極自体がソリッドなチタンであるため消耗しにくく、改質層が形成されると同時に放電による除去加工が行われることによる。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】従来の放電表面処理は、上記のように被処理材を加工しながら改質層を形成するために被処理材の寸法精度を低下させるという問題点があった。また、改質層厚さも数十 μ m程度までしか形成できなかった。

【0004】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、改質物質の元となる材料を電極から供給するのではなく、加工液中に混入した改質物質の元となる材料と加工液を構成する炭素元素を放電により反応させて改質物質を形成し、被処理材表面が放電により除去加工される以上にその改質物質を被処理面に多く堆積させる。これにより、被処理材表面を大きく加工することなく、被処理材表面に厚い改質層を堆積できる放電表面処理方法および放電表面処理装置を提供することを目的とする。

【0005】

【課題を解決するための手段】本発明の第1の構成による放電表面処理方法は、改質材料あるいは改質材料の元となる材料を混入した加工液中で、電極と被処理材である導電性物質との間に電圧を印加して放電を発生させることにより上記被処理材の表面に改質層を形成する放電表面処理方法において、加工液中の改質材料あるいは改質材料の元となる材料放電を上記電極と上記被処理材との極間に引き込んだ状態で放電加工することにより、上記被処理材の表面に改質物質を浸透させるだけでなく、上記被処理材表面に厚く堆積させるものである。

【0006】また、本発明第2の構成による放電表面処理方法は、改質材料あるいは改質材料の元となる材料を混入した加工液中で、電極と被処理材である導電性物質との間に電圧を印加して放電を発生させることにより上記被処理材の表面に改質層を形成する放電表面処理方法において、加工液中の改質材料あるいは改質材料の元となる材料を上記電極と上記被処理材との極間に引き込むために上記電極を回転させるものである。

【0007】また、本発明の第3の構成による放電表面処理装置は、改質材料あるいは改質材料の元となる材料を混入した加工液中で、電極と被処理材である導電性物

10

20

30

40

50

質との間に電圧を印加して放電を発生させることにより上記被処理材の表面に改質層を形成する放電表面処理方法において、上記電極を回転させることにより、加工液中の改質材料あるいは改質材料の元となる材料を上記電極と上記被処理材との極間に引き込む電極回転装置を備えたものである。

【0008】

【発明の実施の形態】実施の形態1. 図1は本発明の実施の形態1である放電表面処理方法を示す構成図である。

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、銅などからなる電極である。12は放電加工液であり、チタン粉末などの改質材料粉末401が混入されている。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方向にスライドさせる主軸である。混入する改質材料は水素化チタン、バナジウムカーバイド、タングステンカーバイド、チタンカーバイドなど炭化物を形成するような物質である。電極2を被処理材1の処理面に位置させた後、矢印のように回転させると電極の回転に引き込まれるように放電加工液12に流れが生じ、改質材料粉末401が放電加工液400とともに被処理材1と電極2との極間に供給される。この状態で質材料粉末401を混入した放電加工液12の中で電極2と被処理材1の表面との間で放電加工を行う。放電により放電加工液12が熱分解されて発生する炭素元素と液中の改質粉末材料401が反応して炭化物が形成される。これが被処理材1の表面に溶着することで改質層22が形成される。放電加工液12への改質材料粉末401の混入量は、例えば、粒径40 μ m以下のチタン粉末の場合、放電加工液1リットルあたり50から200グラム程度とする。混入量はこれより少なくとも改質物質は堆積するが被処理材を除去する場合があります、加工液はある一定濃度にしておく必要がある。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、被処理材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、XおよびY軸駆動機構9、10へ送り、被処理材1と電極2との間の極間距離を所定値に制御する。

【0009】放電加工条件は、加工電流3アンペア、パルス幅2 μ secで良好な堆積効率を示す。加工電流がこれよりも大きくても改質層は形成されるが、一方で、被処理材が除去加工される状態になる。パルス幅に関しても同様の傾向があり、パルス幅が16 μ secより長くなると被処理材表面が除去されながら改質層が形成される。

【0010】図2～図4は本発明の実施の形態1である放電表面処理方法及び放電表面処理装置により得られた結果の説明図であり、図2は前述の処理条件において直径1mmの銅電極を使用して炭素鋼(S50C)表面に形成された改質層断面の電子顕微鏡写真である。厚さ120 μ mの堆積層が形成されている。この改質層断面に対するEPMAによる元素分析結果を示す。図3はチタンに着目した分析結果を示し、写真中下半分の黒い部分は炭素鋼(S50C)からなる母材である。上部の白い雲状部分と、この雲状部分と母材との間で帯状に横方向へ伸びる白い部分とにチタンの含有が認められる。図4は炭素に着目した分析結果を示しており、写真中下半分は上記母材である。上部の黒い雲状部分の中に白い小さな点状部分と、母材と黒い雲状部分との間で帯状に横方向へ伸びる白い部分とが炭素の含有を示している。これら両方の写真から、母材上部で母材表面とはほぼ平行に伸びる帯状部分にチタンと炭素が含有されていることから、この帯状部分は炭化チタン(TiC)が存在することを示している。特に、被処理材界面において炭化チタンが多く形成されている。この改質層の硬度は1600Hvであり、被処理材の硬度は240Hvであり、その表面を改質するに足る硬度が得られている。

【0011】本実施の形態による放電表面処理方法においては、加工液中の改質材料あるいは改質材料の元となる材料を電極と被処理材との間に引き込んだ状態で放電を発生することにより、加工液中の改質材料を被処理面に厚く堆積するようにした。これにより、改質材料からなる電極を用いる必要がなく、したがって、消耗の少ない電極を使用することにより起こる被処理材の表面の彫り放電加工を防ぐとともに被処理面に改質層を厚く形成することができる。

【0012】実施の形態2. 図5は本発明の実施の形態2である放電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、銅などからなる電極である。電極は円盤形状をしており、その中心を回転中心として側面が被処理材に対向するように設置される。12は放電加工液であり、チタン粉末などの改質材料粉末401が混入されている。混入する改質材料は水素化チタン、バナジウムカーバイド、タングステンカーバイド、チタンカーバイドなど炭化物を形成するような物質が適している。電極2の側面を被処理材1の処理面に位置させた後、回転装置400により電極2を矢印で示すように回転させると電極の回転に引き込まれるように放電加工液12に矢印で示すような流れが生じ、改質材料粉末401が放電加工液12とともに被処理材1と電極2との極間に供給される。この状態で電極2と被処理材1の表面との間で放電(アーク柱)25を発生させると放電加工液12が熱分解されて発生する炭素元素と液中の改質粉末材料401が反応して炭化物が形成される。これが被処理材1の表面に

溶着することで改質層 22 が形成される。放電加工液 12 への改質材料粉末 401 の混入量は、例えば、粒径 40 μm 以下のチタン粉末の場合、放電加工液 1 リットルあたり 50 から 100 グラム程度とする。混入量はこれより少なくとも改質物質は堆積するが被処理材を除去する場合があります、加工液はある一定濃度にしておく必要がある。

【0013】処理条件は加工電流 3 アンペア、パルス幅 2 μsec において、電極 2 の回転速度を、例えば、混入するチタン粉末の濃度が 1 リットルあたり 100 g のとき、2000 rpm にすると厚さ約 60 μm の改質層が形成でき、回転速度を上げることで堆積効率は向上する。

【0014】回転させる電極の形状を歯車形状にすることで、極間に引き込まれる改質材料粉末 401 の量が多くなり、改質層の形成速度を向上させることができる。このときの歯車の形状は、例えば、厚さ（幅）2 mm、歯先円直径 40 mm、歯底円直径 30 mm、モジュール 1、歯数 38 枚である。さらに電極の厚さ（幅）を大きくすることで広範囲に改質層を形成できる。

【0015】本実施の形態による放電表面処理方法においては、放電加工液中に混入された改質材料粉末を電極の回転作用により強制的に極間に供給するようにした。これにより、極間の改質材料粉末の濃度が高くなり、放電により改質物質を生成量が多くなることができ、また、電極から改質材料を供給する形態をとらないために消費量が少ない電極を使用する場合に生じる被処理材表面の放電による除去加工を防ぐことができ、被処理面の寸法精度を低下させることなく、改質層を形成することができる。

【0016】実施の形態 3。図 6 は本発明の実施の形態 3 である放電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 は電極であり、円盤形状をしている。400 は円盤形状の電極 2 を矢印で示すように回転させるための回転装置である。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、その中には、改質材料粉末 401 が混入されている。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】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、被処理材 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、X および Y 軸駆動機構 9、10 へ送り、被処理材 1 と電極 2 との間の極間距離を所定値に制御する。

【0018】次に、以上のように構成された放電表面処理装置の動作について説明する。円盤形状の電極 2 を被処理材 1 の処理面に位置させて回転装置 400 により回転させる。回転の状態は電極 2 の円形面の中心を回転中心とし、その側面が被処理面に対向するように回転させる。電極 2 が回転することにより電極周辺部の放電加工液 12 には電極 2 の回転する電極側面に引き込まれるような流れが生じる。放電加工液 12 に混入された改質物質 400 は放電加工液 12 とともに被処理材 1 と電極 2 との間隙に供給され、極間に常に改質物質 401 が存在する状態となる。このとき、改質物質 401 の供給量は回転装置 400 の回転数調整機能（図示せず）により適切に調整される。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 方向にサーボさせることにより電極 2 の位置を制御する。その後、改質物質を混入した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。

【0019】本実施の形態による放電表面処理方法においては、放電加工液中に混入された改質材料粉末を電極の回転作用により強制的に極間に供給するようにした。これにより、極間の改質材料粉末の濃度が高くなり、放電により改質物質を生成量が多くなることができ、また、電極から改質材料を供給する形態をとらないために消費量が少ない電極を使用する場合に生じる被処理材表面の放電による除去加工を防ぐことができ、被処理面の寸法精度を低下させることなく、改質層を形成することができる。

【0020】

【発明の効果】本発明の第 1 の構成である放電表面処理方法によれば、改質材料あるいは改質材料の元となる材料を混入した加工液中で、電極と被処理材である導電性物質との間に電圧を印加して放電を発生させることにより上記被処理材の表面に改質層を形成する放電表面処理方法において、加工液中の改質材料あるいは改質材料の元となる材料を上記電極と上記被処理材との極間に引き込んだ状態で放電加工することにより、上記被処理材の表面に改質物質を浸透させるだけでなく、上記被処理材の表面に厚く堆積させるようにしたので、被処理面に改質材料からなる電極を用いる必要がなく、したがって、消耗の少ない電極を使用することにより生じる被処理材表面の形彫り放電加工を防ぎ、被処理面に改質層を形成することができる。

【0021】本発明の第 2 の構成である放電表面処理方法によれば、改質材料あるいは改質材料の元となる材料

を混入した加工液中で、電極と被処理材である導電性物質との間に電圧を印加して放電を発生させることにより上記被処理材の表面に改質層を形成する放電表面処理方法において、加工液中の改質材料あるいは改質材料の元となる材料を上記電極と上記被処理材との極間に引き込むために上記電極を回転させるようにしたので、極間の改質材料の濃度を増大させ、放電による改質物質の堆積量を増大させるので、速く広範囲に均一な改質層を形成することができる。

【0022】本発明の第3の構成である放電表面処理装置によれば、改質材料あるいは改質材料の元となる材料を混入した加工液中で、電極と被処理材である導電性物質との間に電圧を印加して放電を発生させることにより上記被処理材の表面に改質層を形成する放電表面処理装置において、上記電極を回転させることにより、加工液中の改質材料あるいは改質材料の元となる材料を上記電極と上記被処理材との極間に引き込む電極回転装置を備えるようにしたので、極間の改質材料の濃度を増大させ、放電による改質物質の堆積量を増大させるので、速く広範囲に均一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】 本発明の実施の形態1である放電表面処理方法を示す構成図である。

10

20

*

*【図2】 本発明の実施の形態1である放電表面処理方法により得られた結果を示す電子顕微鏡写真である。

【図3】 本発明の実施の形態1である放電表面処理方法により得られた結果を示す電子顕微鏡写真である。

【図4】 本発明の実施の形態1である放電表面処理方法により得られた結果を示す電子顕微鏡写真である。

【図5】 本発明の実施の形態2である放電表面処理方法を示す説明図である。

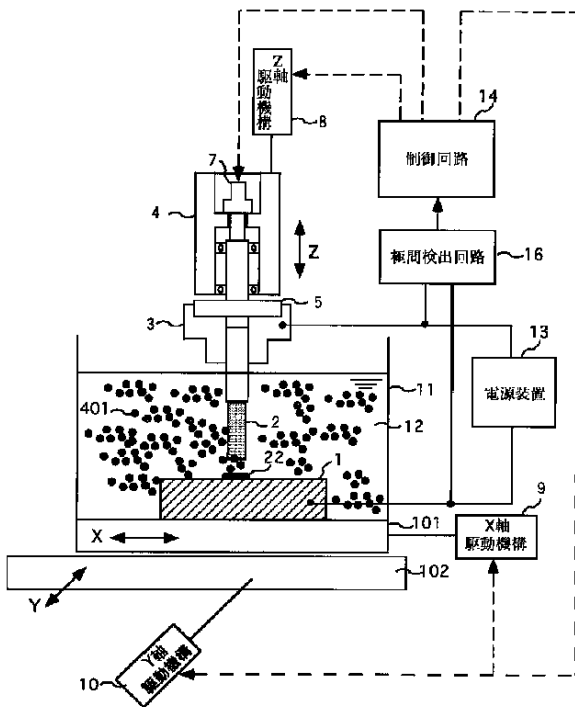
【図6】 本発明の実施の形態3である放電表面処理装置を示す構成図である。

【図7】 従来の放電表面処理方法を示す説明図である。

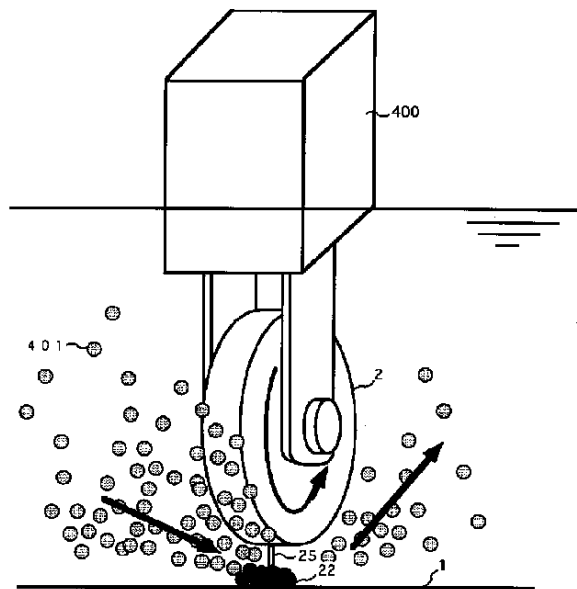
【符号の説明】

1 被処理材、2 電極、3 電極保持装置、4 主轴、5 回転軸、7 回転軸駆動機構、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、15 軌跡移動制御回路、16 極間検出回路、22 改質層、25 放電（アーク柱）、101 Xテーブル、102 Yテーブル、400 回転装置、401 改質材料粉末、501 純チタン、502 炭素粉末。

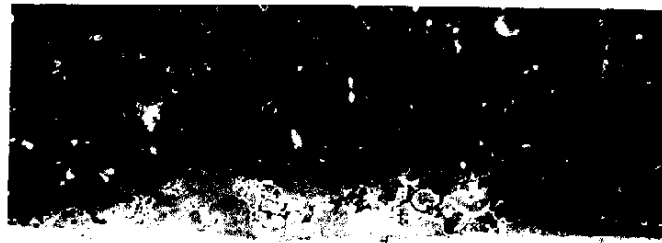
【図1】



【図5】



【図2】

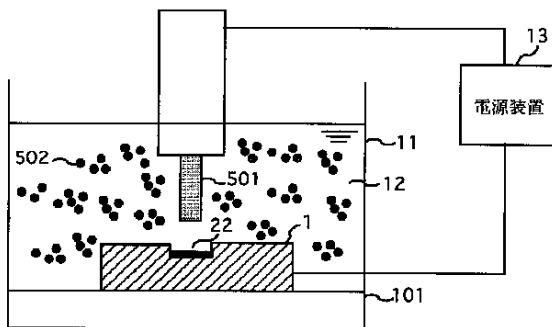


20kU X100 100μm 000000

【図3】



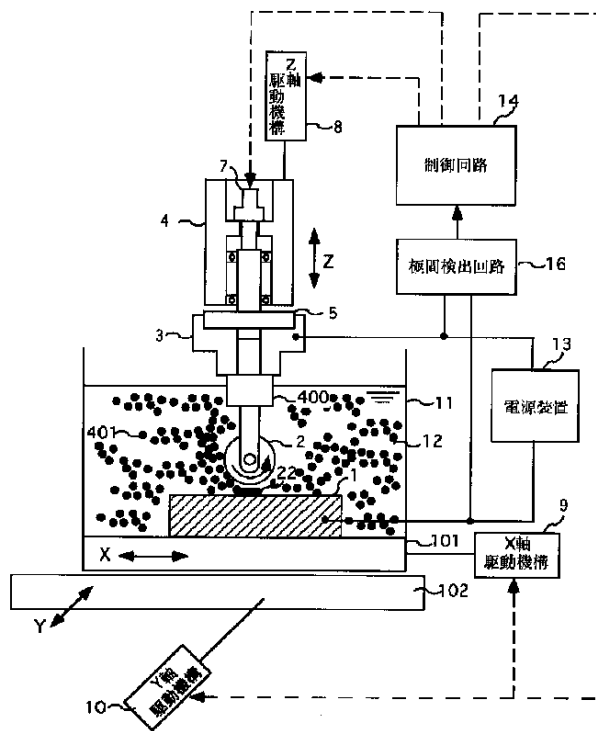
【図7】



【図4】



【図6】



フロントページの続き

(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

(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 古谷 克司
愛知県名古屋市天白区天白町島田黒石豊田
工業大学黒石住宅23

(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 実藤 晃則
愛知県名古屋市天白区元八事3-103 ジ
ュネス八事 B106

Fターム(参考) 3C059 AA01 AB01 AB07 HA03
4K044 AA02 BA18 BB01 BC06 CA39
CA71