



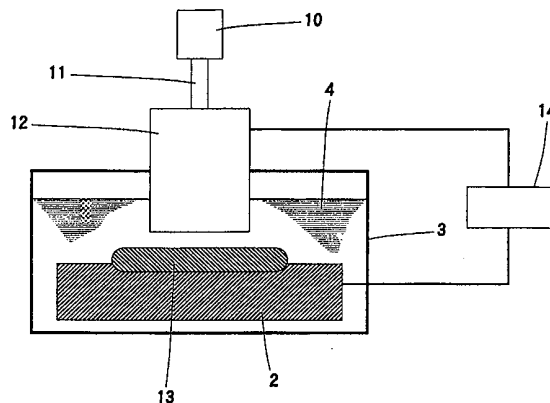
PCT

特許協力条約に基づいて公開された国際出願

<p>(51) 国際特許分類6 B23H 9/00, C23C 26/00</p>	<p>A1</p>	<p>(11) 国際公開番号 WO00/50194</p> <p>(43) 国際公開日 2000年8月31日(31.08.00)</p>
<p>(21) 国際出願番号 PCT/JP99/00822</p> <p>(22) 国際出願日 1999年2月24日(24.02.99)</p> <p>(71) 出願人 (米国を除くすべての指定国について) 三菱電機株式会社 (MITSUBISHI DENKI KABUSHIKI KAISHA)[JP/JP] 〒100-8310 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 Tokyo, (JP)</p> <p>(71) 出願人 ; および</p> <p>(72) 発明者 毛利尚武(MOHRI, Naotake)[JP/JP] 〒468-0076 愛知県名古屋市中天白区八事石坂661-51 Aichi, (JP)</p> <p>(72) 発明者 ; および</p> <p>(75) 発明者 / 出願人 (米国についてのみ) 吉田 学(YOSHIDA, Manabu)[JP/JP] 後藤昭弘(GOTO, Akihiro)[JP/JP] 〒100-8310 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 Tokyo, (JP)</p> <p>(74) 代理人 弁理士 宮田金雄, 外(MIYATA, Kaneo et al.) 〒100-8310 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 Tokyo, (JP)</p>		<p>(81) 指定国 CH, CN, DE, JP, US</p> <p>添付公開書類 国際調査報告書</p>

(54)Title: METHOD AND DEVICE FOR DISCHARGE SURFACE TREATMENT

(54)発明の名称 放電表面処理方法及び装置



(57) Abstract

A method and a device for discharge surface treatment, wherein a sintered electrode (12), obtained by mixing iron group metal powder or non-iron group metal powder having the same component as that of a work (2) singly or in combination into powder manufactured by combining metal carbides belonging to IVa, Va and VIa groups in the periodic table singly or in combination, compression-molding the mixture and presintering the molded mixture, is used as a discharge machining electrode, a switching means is provided which is adapted to switch, according to the characteristics of a material to be treated, between an electric condition under which the base material of the work (2) is directly discharge-surface-treated and another electric condition under which a hard formed coating (13) is discharge-surface-treated, and discharging is performed continuously between the sintered electrode (12) and the work (2) to continuously keep hard coatings (13) deposited on the surface of the work (2) using the discharge energy, thereby forming a thick film.

(57)要約

周期律表第IV a、V a、VI a族に属する金属の炭化物を単体又は複数組み合わせて製造した粉末に、鉄族金属粉もしくは被加工物(2)と同一成分の非鉄系金属粉を単体又は複数組み合わせて混入し、圧縮成形した後に予備焼結した焼結電極(12)を放電加工用電極とし、前記被加工物(2)の母材に直接放電表面処理する際の電気条件と形成された硬質被膜(13)に放電表面処理する際の電気条件とを被処理材料の特性に合わせて変更する切り替え手段を備え、前記焼結電極(12)と被加工物(2)との間に連続して放電を発生させ、前記放電エネルギーにより前記被加工物(2)表面に硬質被膜(13)の堆積を連続して進行させ、厚膜を形成する。

PCTに基づいて公開される国際出願のパンフレット第一頁に掲載されたPCT加盟国を同定するために使用されるコード(参考情報)

AE	アラブ首長国連邦	DM	ドミニカ	KZ	カザフスタン	RU	ロシア
AG	アンティグア・バーブーダ	DZ	アルジェリア	LC	セントルシア	SD	スーダン
AL	アルバニア	EE	エストニア	LI	リヒテンシュタイン	SE	スウェーデン
AM	アルメニア	ES	スペイン	LK	スリ・ランカ	SG	シンガポール
AT	オーストリア	FI	フィンランド	LR	リベリア	SI	スロヴェニア
AU	オーストラリア	FR	フランス	LS	レソト	SK	スロヴァキア
AZ	アゼルバイジャン	GA	ガボン	LT	リトアニア	SL	シエラ・レオネ
BA	ボスニア・ヘルツェゴビナ	GB	英国	LU	ルクセンブルグ	SN	セネガル
BB	バルバドス	GD	グレナダ	LV	ラトヴィア	SZ	スワジランド
BE	ベルギー	GE	グルジア	MA	モロッコ	TD	チャード
BF	ブルキナ・ファソ	GH	ガーナ	MC	モナコ	TG	トーゴ
BG	ブルガリア	GM	ガンビア	MD	モルドヴァ	TJ	タジキスタン
BJ	ベナン	GN	ギニア	MG	マダガスカル	TM	トルクメニスタン
BR	ブラジル	GR	ギリシャ	MK	マケドニア旧ユーゴスラヴィア	TR	トルコ
BY	ベラルーシ	GW	ギニア・ビサオ		共和国	TT	トリニダード・トバゴ
CA	カナダ	HR	クロアチア	ML	マリ	TZ	タンザニア
CF	中央アフリカ	HU	ハンガリー	MN	モンゴル	UA	ウクライナ
CG	コンゴ	ID	インドネシア	MR	モーリタニア	UG	ウガンダ
CH	スイス	IE	アイルランド	MW	マラウイ	US	米国
CI	コートジボワール	IL	イスラエル	MX	メキシコ	UZ	ウズベキスタン
CM	カメルーン	IN	インド	MZ	モザンビーク	VN	ヴェトナム
CN	中国	IS	アイスランド	NE	ニジェール	YU	ユーゴスラヴィア
CR	コスタ・リカ	IT	イタリア	NL	オランダ	ZA	南アフリカ共和国
CU	キューバ	JP	日本	NO	ノルウェー	ZW	ジンバブエ
CY	キプロス	KE	ケニア	NZ	ニュー・ジーランド		
CZ	チェッコ	KG	キルギスタン	PL	ポーランド		
DE	ドイツ	KP	北朝鮮	PT	ポルトガル		
DK	デンマーク	KR	韓国	RO	ルーマニア		

明 細 書

放電表面処理方法及び装置

5 技術分野

この発明は、電極と被加工物の間に放電を発生させ、その放電エネルギーにより被加工物表面に硬質被膜を形成する、放電表面処理方法及び装置の改良に関するものである。

10 背景技術

従来、被加工物の表面をコーティングして、耐食性、耐磨耗性を付与する技術としては、たとえば特開平5-148615号公報において開示された放電表面処理方法がある。この技術は、WC粉末とCo粉末等からなる圧粉体電極を使用して1次加工（堆積加工）を行い、次に銅電極等の比較的電極消耗の少ない電極に交換して2次加工（再熔融加工）を行う、2つの工程からなる金属材料の表面処理方法である。この従来技術は、鋼材に対して数10 μ m程度の厚みの硬質被膜を形成するには優れた方法であるが、超硬合金のような焼結材料の表面に対しては強固な密着力を持つ硬質被膜形成が困難である等の問題がある。

次に、特開平9-192937号公報に開示された、超硬合金にも密着力が高い硬質被膜を形成する放電表面処理方法を第7図により説明する。図において、1はTiH₂を圧縮成形してなる圧粉体電極、2は被加工物、3は加工槽、4は加工液、5は圧粉体電極1と被加工物2に印加する電圧及び電流のスイッチングを行うスイッチング素子、6はスイッチング素子5のオン・オフを制御する制御回路、7は電源、8は抵抗器、9は形成された硬質被膜である。このような構成による放電表面処理によ

り、鉄鋼、超硬合金等の表面に数 μm ～数 $10\mu\text{m}$ の厚みの硬質被膜を形成することができる。

また、特開平 $10-225824$ 号公報には、Ti、V、Nb、Ta等の高硬度な炭化物を生成する材料を電極として使用して放電を発生させ、被加工物の表面を脱炭させ、わずかに粗い面とした後（前処理）、
5 TiH₂系の圧粉体電極により放電を発生させ、被加工物の表面処理を行う（本処理）方法が開示されている。この前処理は、本処理においてコーティング材料の付着をよくすることを目的とするものである。また、同様の目的で、TiH₂系の圧粉体電極が負極性の比較的放電エネルギー
10 が小さな条件で前処理を行い、その後、放電エネルギーを大きくし、同一の電極であるTiH₂系の圧粉体電極により本処理を行う方法が開示されている。

以上の従来技術においては、いずれの場合も圧粉体電極を用いることが特徴であるが、以下に示す3つの理由により実用化に問題がある。

第1の理由は、実用的な大きさの電極の成形が困難であることである。
15 すなわち、電極を金型等の表面処理に用いる実用的な大きさに成形するには、プレス能力を飛躍的に大きくしなければならないと共に、粉体状の材料の圧縮成形時に圧力が材料の内部に均一に伝播しないため密度の不均一が大きくなり、ひび割れの発生等の欠陥が生じる。さらに、成形された圧粉体電極は形状が崩れやすく二次加工が困難であると共に、
20 被加工物に形成される硬質被膜にはばらつきが発生し品質が低下する。

第2の理由は、電極用材料の取り扱いが困難なことである。すなわち、Ti及びTiH₂等の粉末は酸化しやすく、特にTiH₂は空気中でも加水分解を引き起こす等の経時変化が発生し、取り扱いが困難である。さらに、水中に投入すると激しく水素ガスを発生するため、不要になった
25 電極の廃棄処理上の問題もある。

第3の理由は、厚膜の形成が困難なことである。すなわち、従来の方法では数 μm ～数十 μm の厚さまでが限界であり、工業的に要求されているこれ以上の厚さの硬質被膜の形成ができない。

以下において、前記第3の理由に関連した補足説明を行う。薄膜の形成はドライプロセスである物理蒸着や化学蒸着等により普及しているが、
5 厚膜の形成はこれらの方法では困難であり、現状では溶射法等に依存せざるをえない。溶射法は各種の材料を被加工物上に肉盛りできるがその組織は粗く、金型等の被膜のような精密かつ耐久性が必要な用途への応用は不可能であり、使用材料の制約も多い。

10

発明の開示

この発明は、前記のような従来技術の問題点を解決するためになされたものであり、効率的に被加工物に硬質被膜を形成することができ、電極の成形が容易にできると共に任意の面積範囲で硬質被膜の厚膜を形成
15 することができ、金型、工具、機械要素部品等の様々な機械部品への適用が可能となる放電表面処理方法及び装置を得ることを目的とする。

第1の発明に係る放電表面処理方法は、周期律表第IV a、V a、VI a族に属する金属の炭化物を単体又は複数組み合わせる製造した粉末に、鉄族金属粉もしくは被加工物と同一成分の非鉄系金属粉を単体又は複数
20 組み合わせる混入し、圧縮成形した後に予備焼結した焼結電極を放電加工用電極とし、前記被加工物の母材に直接放電表面処理する際の電気条件と形成された硬質被膜に放電表面処理する際の電気条件とを被処理材料の特性に合わせて変更するものである。

第2の発明に係る放電表面処理方法は、周期律表第IV a、V a、VI a族に属する金属の炭化物を単体又は複数組み合わせる製造した粉末に、
25 鉄族金属粉もしくは被加工物と同一成分の非鉄系金属粉を単体又は複数

組み合わせて混入し、圧縮成形した後に予備焼結した焼結電極を放電加工用電極とし、形成された硬質被膜に放電表面処理する際の電気条件を被処理材料の特性に合わせて少なくとも1回変更するものである。

5 第3の発明に係る放電表面処理方法は、周期律表第IV a、V a、VI a族に属する金属の炭化物を単体又は複数組み合わせて製造した粉末に、鉄族金属粉もしくは被加工物と同一成分の非鉄系金属粉を単体又は複数組み合わせて混入し、圧縮成形した後に予備焼結した焼結電極を放電加工用電極とし、前記被加工物の母材に直接放電表面処理する際の電気条件と形成された硬質被膜に放電表面処理する際の電気条件とを被処理材料の特性に合わせて変更し、さらに、前記形成された硬質被膜に放電表面処理する際の電気条件を被処理材料の特性に合わせて少なくとも1回
10 変更するものである。

第4の発明に係る放電表面処理方法は、第1の発明に係る放電表面処理方法において、前記焼結電極と前記被加工物との間に不活性ガスを介在させるものである。
15

第5の発明に係る放電表面処理方法は、第2の発明に係る放電表面処理方法において、前記焼結電極と前記被加工物との間に不活性ガスを介在させるものである。

第6の発明に係る放電表面処理方法は、第3の発明に係る放電表面処理方法において、前記焼結電極と前記被加工物との間に不活性ガスを介在させるものである。
20

第7の発明に係る放電表面処理方法は、第1の発明に係る放電表面処理方法において、前記焼結電極を前記被加工物に対して走査させて、前記被加工物表面に前記硬質被膜を形成するものである。

25 第8の発明に係る放電表面処理方法は、第2の発明に係る放電表面処理方法において、前記焼結電極を前記被加工物に対して走査させて、前

記被加工物表面に前記硬質被膜を形成するものである。

第9の発明に係る放電表面処理方法は、第3の発明に係る放電表面処理方法において、前記焼結電極を前記被加工物に対して走査させて、前記被加工物表面に前記硬質被膜を形成するものである。

5 第10の発明に係る放電表面処理装置は、周期律表第IV a、V a、VI a族に属する金属の炭化物を単体又は複数組み合わせる製造した粉末に、鉄族金属粉もしくは被加工物と同一成分の非鉄系金属粉を単体又は複数組み合わせる混入し、圧縮成形した後に予備焼結した焼結電極を放電加工用電極とし、前記被加工物の母材に直接放電表面処理する際の電気条件と形成された硬質被膜に放電表面処理する際の電気条件とを被処理材料の特性に合わせて変更する切り替え手段を備えるものである。

10 第11の発明に係る放電表面処理装置は、周期律表第IV a、V a、VI a族に属する金属の炭化物を単体又は複数組み合わせる製造した粉末に、鉄族金属粉もしくは被加工物と同一成分の非鉄系金属粉を単体又は複数組み合わせる混入し、圧縮成形した後に予備焼結した焼結電極を放電加工用電極とし、形成された硬質被膜に放電表面処理する際の電気条件を被処理材料の特性に合わせて少なくとも1回変更する切り替え手段を備えるものである。

15 第12の発明に係る放電表面処理装置は、周期律表第IV a、V a、VI a族に属する金属の炭化物を単体又は複数組み合わせる製造した粉末に、鉄族金属粉もしくは被加工物と同一成分の非鉄系金属粉を単体又は複数組み合わせる混入し、圧縮成形した後に予備焼結した焼結電極を放電加工用電極とし、前記被加工物の母材に直接放電表面処理する際の電気条件と形成された硬質被膜に放電表面処理する際の電気条件とを被処理材料の特性に合わせて変更する第1の切り替え手段と、前記形成された硬質被膜に放電表面処理する際の電気条件を被処理材料の特性に合わせて

20

25

少なくとも1回変更する第2の切り替え手段を備えるものである。

第13の発明に係る放電表面処理装置は、第10の発明に係る放電表面処理装置において、前記焼結電極と前記被加工物との間に不活性ガスを介在させる不活性ガス供給手段を備えるものである。

5 第14の発明に係る放電表面処理装置は、第11の発明に係る放電表面処理装置において、前記焼結電極と前記被加工物との間に不活性ガスを介在させる不活性ガス供給手段を備えるものである。

10 第15の発明に係る放電表面処理装置は、第12の発明に係る放電表面処理装置において、前記焼結電極と前記被加工物との間に不活性ガスを介在させる不活性ガス供給手段を備えるものである。

15 第16の発明に係る放電表面処理装置は、第10の発明に係る放電表面処理装置において、前記焼結電極と前記被加工物とをX方向、Y方向、及びZ方向に相対移動させるX軸駆動装置、Y軸駆動装置、及びZ軸駆動装置とを備え、前記X軸駆動装置、前記Y軸駆動装置、及び前記Z軸駆動装置により、前記焼結電極を前記被加工物に対して走査させて、前記被加工物表面に前記硬質被膜を形成するものである。

20 第17の発明に係る放電表面処理装置は、第11の発明に係る放電表面処理装置において、前記焼結電極と前記被加工物とをX方向、Y方向、及びZ方向に相対移動させるX軸駆動装置、Y軸駆動装置、及びZ軸駆動装置とを備え、前記X軸駆動装置、前記Y軸駆動装置、及び前記Z軸駆動装置により、前記焼結電極を前記被加工物に対して走査させて、前記被加工物表面に前記硬質被膜を形成するものである。

25 第18の発明に係る放電表面処理装置は、第12の発明に係る放電表面処理装置において、前記焼結電極と前記被加工物とをX方向、Y方向、及びZ方向に相対移動させるX軸駆動装置、Y軸駆動装置、及びZ軸駆動装置とを備え、前記X軸駆動装置、前記Y軸駆動装置、及び前記Z軸

駆動装置により、前記焼結電極を前記被加工物に対して走査させて、前記被加工物表面に前記硬質被膜を形成するものである。

この発明は、前記のように構成されているので、以下に示すような効果を奏する。

5 第1～第3の発明に係るに係る放電表面処理方法は、電極の成形が容易にできると共に効率的に被加工物に密着性の高い硬質被膜を形成することができ、金型、工具、機械要素部品等の様々な機械部品への適用が可能となる放電表面処理方法が得られる効果がある。また、電極の面積とほぼ等しい面積に硬質被膜を被加工物上に堆積できるため、マスキング処理が不要となる効果もある。

10 第4の発明の放電表面処理方法は、第1の発明の効果に加えて、構成が簡単になる効果がある。

第5の発明の放電表面処理方法は、第2の発明の効果に加えて、構成が簡単になる効果がある。

15 第6の発明の放電表面処理方法は、第3の発明の効果に加えて、構成が簡単になる効果がある。

第7の発明の放電表面処理方法は、第1の発明の効果に加えて、小形の焼結電極を用いて走査させながら加工することができ、大形の特定形状の焼結電極を用いる必要がなく、金型等の3次元自由曲面を持つ被加工物の全曲面にわたって前記小形の焼結電極を走査させ、全面積において等しく、あるいは必要に応じて膜厚を変化させながら硬質被膜を形成することができる効果がある。

20 第8の発明の放電表面処理方法は、第2の発明の効果に加えて、小形の焼結電極を用いて走査させながら加工することができ、大形の特定形状の焼結電極を用いる必要がなく、金型等の3次元自由曲面を持つ被加工物の全曲面にわたって前記小形の焼結電極を走査させ、全面積において

て等しく、あるいは必要に応じて膜厚を変化させながら硬質被膜を形成することができる効果がある。

第 9 の発明の放電表面処理方法は、第 3 の発明の効果に加えて、小形の焼結電極を用いて走査させながら加工することができ、大形の特定形状の焼結電極を用いる必要がなく、金型等の 3 次元自由曲面を持つ被加工物の全曲面にわたって前記小形の焼結電極を走査させ、全面積において等しく、あるいは必要に応じて膜厚を変化させながら硬質被膜を形成することができる効果がある。

第 10 ～第 12 の発明に係るに係る放電表面処理装置は、電極の成形が容易にできると共に効率的に被加工物に密着性の高い硬質被膜を形成することができ、金型、工具、機械要素部品等の様々な機械部品への適用が可能となる放電表面処理装置が得られる効果がある。また、電極の面積とほぼ等しい面積に硬質被膜を被加工物上に堆積できるため、マスクング処理が不要となる効果もある。

第 13 の発明の放電表面処理装置は、第 10 の発明の効果に加えて、構成が簡単になる効果がある。

第 14 の発明の放電表面処理装置は、第 11 の発明の効果に加えて、構成が簡単になる効果がある。

第 15 の発明の放電表面処理装置は、第 12 の発明の効果に加えて、構成が簡単になる効果がある。

第 16 の発明の放電表面処理装置は、第 10 の発明の効果に加えて、小形の焼結電極を用いて走査させながら加工することができ、大形の特定形状の焼結電極を用いる必要がなく、金型等の 3 次元自由曲面を持つ被加工物の全曲面にわたって前記小形の焼結電極を走査させ、全面積において等しく、あるいは必要に応じて膜厚を変化させながら硬質被膜を形成することができる効果がある。

第 17 の発明の放電表面処理装置は、第 11 の発明の効果に加えて、小形の焼結電極を用いて走査させながら加工することができ、大形の特定形状の焼結電極を用いる必要がなく、金型等の 3 次元自由曲面を持つ被加工物の全曲面にわたって前記小形の焼結電極を走査させ、全面積において等しく、あるいは必要に応じて膜厚を変化させながら硬質被膜を形成することができる効果がある。

第 18 の発明の放電表面処理装置は、第 12 の発明の効果に加えて、小形の焼結電極を用いて走査させながら加工することができ、大形の特定形状の焼結電極を用いる必要がなく、金型等の 3 次元自由曲面を持つ被加工物の全曲面にわたって前記小形の焼結電極を走査させ、全面積において等しく、あるいは必要に応じて膜厚を変化させながら硬質被膜を形成することができる効果がある。

図面の簡単な説明

第 1 図は、この発明の実施の形態 1 の放電表面処理方法及び装置を示す構成図である。

第 2 図は、この発明の実施の形態 1 の放電表面処理方法及び装置における連続放電による硬質被膜の堆積状況を示す図である。

第 3 図は、この発明の実施の形態 1 の放電表面処理方法及び装置における厚膜の形成の様子とそのときの放電電流を示す図である。

第 4 図は、この発明の実施の形態 1 の放電表面処理方法及び装置における電気条件の変更手段を示す図である。

第 5 図は、この発明の実施の形態 2 の放電表面処理方法及び装置を示す構成図である。

第 6 図は、この発明の実施の形態 3 の放電表面処理方法及び装置を示す構成図である。

第7図は、従来の放電表面処理方法を示す構成図である。

発明を実施するための最良の形態

実施の形態1.

5 第1図は、この発明の実施の形態1の放電表面処理方法及び装置を示す構成図であり、図において、2は被加工物、3は加工槽、4は絶縁性の油あるいは水を主体とした加工液、10は送り用モータ、11は送りネジ、12は焼結電極、13は被加工物2の上に形成された硬質被膜、
14は電源を備えさらに電流、電圧を制御する制御装置である。ここで、
10 送り用モータ10は、図示しない制御系により、送りネジ11を介して焼結電極12を被加工物2に向かってサーボ送り、定速送り等の必要な制御モードで送ることができる構成を持っている。

前記の加工液4は、絶縁性の油あるいは水を主体とするものであるが、加工液4に絶縁性の油を使用する場合は、広く普及した放電加工装置の
15 技術をそのまま応用できること、比較的簡単に構成できること等の利点がある。また、加工液に水を使用すると、反応と同時に水酸化物を生成することもあり、高品質の被膜を必要とする場合には問題が発生する可能性がある。しかし、現在では広く普及しているワイヤ放電加工装置の無電解電源を用いると、前記欠点を最小限に抑えることができ、加工液
20 に水を使用する場合でも、実用的には加工液に絶縁性の油を使用する場合と同一性状の硬質被膜を形成できる。

次に、焼結電極12の製作方法について説明する。周期律表第IVa、Va、VIa族に属する金属の炭化物（たとえばWC、TiC、TaC等）を単体もしくは複数組み合わせた粉末に、Fe、Co、Ni等の鉄族金属粉もしくは被加工物と同一成分の非鉄系金属粉（たとえば、Al合金粉等）を単体もしくは組み合わせることで混入させ、圧縮成形により一定形状

の圧粉体電極を製作する。その後、真空炉等を用いて炉内温度を徐々に上げていき、機械加工に耐えうる強度を圧粉体電極に与え、かつ硬化しすぎないように、たとえば白墨程度にまで硬化させる（この工程を予備焼結工程と言う）。この状態ではC o等の鉄族金属が溶出し始め炭化物の隙間を埋めるようになり、いわゆる炭化物の固溶体を作る。また、一方では炭化物間の接触部においては相互に結合が進むが比較的焼結温度が低く本焼結に至らない温度のため弱い結合となっている。このような予備焼結工程を経た焼結電極を取り出し、必要な形状に機械加工及び寸法出しを行った上で焼結電極12として用いる。

10 前記のような予備焼結工程の条件は電極材料によって異なるが、予め実験によって決定することができる。たとえば、焼結温度はおよそ400℃～1100℃の範囲となる。

15 この場合において、重要な点は予備焼結温度をおよそ1100℃以上に上げないことである。この温度を超えると電極が硬化しすぎ、次に行う放電加工において、電極材料がアーク放電による熱衝撃によって不均一に脱落し極間に正常に供給されない不具合が生じ、被加工物に形成される被膜の品質に大きく影響する。

20 次に、硬質被膜13の形成方法について説明する。焼結電極12と被加工物2の間に断続あるいは連続のアーク放電を発生させると、極間はアーク熱により局部的に高温状態となる。まず一発のアーク放電が発生するとその熱衝撃エネルギーによって予備焼結した焼結電極12の被加工物2に対向する部分において、一部の電極材料が極間に脱落すると同時に粉状になって放出される。極間は瞬間的には数千℃以上の高温プラズマ状態となり電極材料の大半は完全な熔融状態となる。電極に対向する被加工物の表面もアーク放電の発生位置においては瞬間に加熱され、電極材料と同様に熔融状態となる。この高温状態において熔融した電極材

25

料及び被加工物が相互に混ざり合い、電極材料と被加工物の母材との合金相が被加工物に形成される。次に、極間及びその周囲に加工液が存在するため急激に冷却され、高温状態から冷却の過程において、鉄族金属の液相及び炭化物である固相間の界面反応又は炭化物同士の固相間の固溶体化反応が一瞬にして起こり、極めて短時間のうちに本焼結が行われる。このようにして、硬質被膜 1 3 が被加工物 2 上に形成される。この工程を繰り返していくと、時間の経過と共に被膜の堆積が進行して厚膜を形成することができる。

第 2 図は、連続放電による硬質被膜の堆積状況を示しており、それぞれの単発放電による硬質被膜が折り重なるようにして堆積していく様子が明確に観察できる。

第 3 図は、厚膜の形成の様子とそのときの放電電流を示したものであり、焼結電極 1 2 として WC-CO を用い、被加工物 2 として鋼材を用いる場合を示している。また、第 3 図の (a) は被加工物 2 の母材に直接放電させる場合、第 3 図の (b) は硬質被膜 1 3 が形成されてからさらに放電させる場合を示している。被加工物 2 の母材に直接放電させる場合と硬質被膜 1 3 が形成されてから放電させる場合で被処理材料の特性に合わせて、電気条件である放電電流値 I_p 、放電電流パルス幅 τ_p 及び休止時間 τ_r を変更している。また、場合によっては電極極性も変更する。これは、母材と形成された硬質被膜では材質、硬度が異なるためであり、母材に直接放電させる場合と硬質被膜が形成されてからさらに放電させる場合とで被処理材料の特性に合わせて電気条件を変え、被処理材料に適切な電気条件を採用することにより、より短時間での処理と密着性の高い硬質被膜を形成することが可能になる。このような、被処理材料の特性に合わせた適切な電気条件は、予め実験等により決定しておき、制御装置 1 4 により被処理材料の特性に合わせて変更すること

ができる。たとえば、放電電流値 I_p 、放電電流パルス幅 τ_p 及び休止時間 τ_r の変更は、第4図に示すような制御回路によるスイッチ15、16の切り替え及びスイッチングの制御により行うことができる。

また、前記においては母材に直接放電させる場合と硬質被膜が形成されてからさらに放電させる場合とで電気条件を変更する場合を示したが、5 硬質被膜の厚膜が形成されていく途中においても、被処理材料の特性に合わせて電気条件を変更してもよい。

また、第4図においては、2個のスイッチを切り替える場合を示したが、3個以上のスイッチがあってもよい。また、可変抵抗により電流を10 変化させる等、電流を変えることができる手段であればよい。

さらに、第3図では、被加工物の母材が鋼材の場合を示したが、被加工物の母材が超硬合金の場合は、電極にはTi系材料を用いればよい。このような被処理材と電極の様々な組み合わせに対応して、電流波形を変更する。

15 実施の形態2.

第5図は、この発明の実施の形態2の放電表面処理方法及び装置を示す構成図であり、図において、2は被加工物、12は焼結電極、13は被加工物2の上に形成された硬質被膜、14は電源を備えさらに電流、電圧を制御する制御装置である。図示しないX軸駆動装置、Y軸駆動装置、及びZ軸駆動装置により、焼結電極12と被加工物2をX方向、Y20 方向、及びZ方向に相対移動させながら、被加工物2の表面に硬質被膜13を形成する。たとえば、被加工物2が金型の場合を考えると、その表面は平面ではなく三次元形状の複雑な自由曲面を持つが、前記のX軸駆動装置、Y軸駆動装置、及びZ軸駆動装置により、焼結電極12を金25 型の自由曲面に沿って間隙を一定にあるいはサーボ電圧を一定に維持しながら走査すればよい。この場合、電極の消耗が非常に速いため、電極

5 消耗に対する補正送りが必要になり、電極を支持する主軸のZ方向の運動制御を正確にかつ速く行う必要がある。以上のような動作を繰り返し、金型を構成する全曲面にわたって電極を走査させ、全面積において等しく、あるいは必要に応じて膜厚を変化させながら硬質被膜を堆積させることができる。

また、被加工物の母材に直接放電させる場合と硬質被膜が形成されてからさらに放電させる場合、あるいは、硬質被膜の厚膜が形成されていく途中において、被処理材料の特性に合わせて電気条件を変え、被処理材料に適切な電気条件を採用することにより、より短時間での処理と密着性の高い硬質被膜を形成することが可能になる。

実施の形態3.

第6図は、この発明の実施の形態3の放電表面処理方法及び装置を示す構成図であり、気中放電を示している。図において、2は被加工物、10は送り用モータ、11は送りネジ、12は焼結電極、13は被加工物2の上に形成された硬質被膜、14は電源を備えさらに電流、電圧を制御する制御装置、17はガス源、18通路、19は供給パイプである。ガス源17は配管を経由して焼結電極12の内部に設けられた通路18に接続される。制御装置14の電源による通電中、ガス源17より空気もしくは窒素ガス等の不活性ガスを必要な量だけ供給する。供給パイプ19は電極内部に通路を設けられない場合に、電極外部よりガスを供給する例を示すものであり、極間に向けてガスが噴出される。ガス供給の目的は、極間の冷却と余剰な電極材料の系外への搬出であり、前記の加工液の役目と同様である。このガスの供給がないと、被加工物上の硬質被膜形成を安定して行うことは困難である。使用するガスの種類としては、環境面を考慮して、空気もしくは窒素ガスが適当である。

このような気中放電においても、被加工物の母材に直接放電させる場

合と硬質被膜が形成されてからさらに放電させる場合、あるいは、硬質被膜の厚膜が形成されていく途中において、被処理材料の特性に合わせて電気条件を変え、被処理材料に適切な電気条件を採用することにより、より短時間での処理と密着性の高い硬質被膜を形成することが可能になる。

5

産業上の利用可能性

以上のように、この発明に係る放電表面処理方法及び装置は、被加工物表面の硬質被膜形成に用いられるのに適している。

10

15

20

25

請 求 の 範 囲

1. 放電加工用電極と被加工物との間に放電を発生させ、前記放電エネルギーにより前記被加工物表面に硬質被膜を形成する放電表面処理方法
5 において、
- 周期律表第IV a、V a、VI a族に属する金属の炭化物を単体又は複数組み合わせて製造した粉末に、鉄族金属粉もしくは前記被加工物と同一成分の非鉄系金属粉を単体又は複数組み合わせて混入し、圧縮成形した後に予備焼結した焼結電極を前記放電加工用電極とし、
10 前記被加工物の母材に直接放電表面処理する際の電気条件と形成された前記硬質被膜に放電表面処理する際の電気条件とを被処理材料の特性に合わせて変更することを特徴とする放電表面処理方法。
2. 放電加工用電極と被加工物との間に放電を発生させ、前記放電エネルギーにより前記被加工物表面に硬質被膜を形成する放電表面処理方法
15 において、
- 周期律表第IV a、V a、VI a族に属する金属の炭化物を単体又は複数組み合わせて製造した粉末に、鉄族金属粉もしくは前記被加工物と同一成分の非鉄系金属粉を単体又は複数組み合わせて混入し、圧縮成形した後に予備焼結した焼結電極を前記放電加工用電極とし、
20 形成された硬質被膜に放電表面処理する際の電気条件を被処理材料の特性に合わせて少なくとも1回変更することを特徴とする放電表面処理方法。
3. 放電加工用電極と被加工物との間に放電を発生させ、前記放電エネルギーにより前記被加工物表面に硬質被膜を形成する放電表面処理方法
25 において、
- 周期律表第IV a、V a、VI a族に属する金属の炭化物を単体又は複数

組み合わせて製造した粉末に、鉄族金属粉もしくは前記被加工物と同一成分の非鉄系金属粉を単体又は複数組み合わせて混入し、圧縮成形した後に予備焼結した焼結電極を前記放電加工用電極とし、

5 前記被加工物の母材に直接放電表面処理する際の電気条件と形成された前記硬質被膜に放電表面処理する際の電気条件とを被処理材料の特性に合わせて変更し、さらに、前記形成された硬質被膜に放電表面処理する際の電気条件を被処理材料の特性に合わせて少なくとも1回変更することを特徴とする放電表面処理方法。

10 4. 請求の範囲1において、前記焼結電極と前記被加工物との間に不活性ガスを介在させることを特徴とする放電表面処理方法。

5. 請求の範囲2において、前記焼結電極と前記被加工物との間に不活性ガスを介在させることを特徴とする放電表面処理方法。

6. 請求の範囲3において、前記焼結電極と前記被加工物との間に不活性ガスを介在させることを特徴とする放電表面処理方法。

15 7. 請求の範囲1において、前記焼結電極を前記被加工物に対して走査させて、前記被加工物表面に前記硬質被膜を形成することを特徴とする放電表面処理方法。

20 8. 請求の範囲2において、前記焼結電極を前記被加工物に対して走査させて、前記被加工物表面に前記硬質被膜を形成することを特徴とする放電表面処理方法。

9. 請求の範囲3において、前記焼結電極を前記被加工物に対して走査させて、前記被加工物表面に前記硬質被膜を形成することを特徴とする放電表面処理方法。

25 10. 放電加工用電極と被加工物との間に放電を発生させ、前記放電エネルギーにより前記被加工物表面に硬質被膜を形成する放電表面処理装置において、

周期律表第IV a、V a、VI a族に属する金属の炭化物を単体又は複数組み合わせて製造した粉末に、鉄族金属粉もしくは前記被加工物と同一成分の非鉄系金属粉を単体又は複数組み合わせて混入し、圧縮成形した後に予備焼結した焼結電極を前記放電加工用電極とし、

5 前記被加工物の母材に直接放電表面処理する際の電気条件と形成された前記硬質被膜に放電表面処理する際の電気条件とを被処理材料の特性に合わせて変更する切り替え手段を備えることを特徴とする放電表面処理装置。

10 1 1. 放電加工用電極と被加工物との間に放電を発生させ、前記放電エネルギーにより前記被加工物表面に硬質被膜を形成する放電表面処理装置において、

15 周期律表第IV a、V a、VI a族に属する金属の炭化物を単体又は複数組み合わせて製造した粉末に、鉄族金属粉もしくは前記被加工物と同一成分の非鉄系金属粉を単体又は複数組み合わせて混入し、圧縮成形した後に予備焼結した焼結電極を前記放電加工用電極とし、

形成された硬質被膜に放電表面処理する際の電気条件を被処理材料の特性に合わせて少なくとも1回変更する切り替え手段を備えることを特徴とする放電表面処理装置。

20 1 2. 放電加工用電極と被加工物との間に放電を発生させ、前記放電エネルギーにより前記被加工物表面に硬質被膜を形成する放電表面処理装置において、

25 周期律表第IV a、V a、VI a族に属する金属の炭化物を単体又は複数組み合わせて製造した粉末に、鉄族金属粉もしくは前記被加工物と同一成分の非鉄系金属粉を単体又は複数組み合わせて混入し、圧縮成形した後に予備焼結した焼結電極を前記放電加工用電極とし、

前記被加工物の母材に直接放電表面処理する際の電気条件と形成され

5 た前記硬質被膜に放電表面処理する際の電気条件とを被処理材料の特性に合わせて変更する第1の切り替え手段と、前記形成された硬質被膜に放電表面処理する際の電気条件を被処理材料の特性に合わせて少なくとも1回変更する第2の切り替え手段を備えることを特徴とする放電表面処理装置。

13. 請求の範囲10において、前記焼結電極と前記被加工物との間に不活性ガスを介在させる不活性ガス供給手段を備えることを特徴とする放電表面処理装置。

10 14. 請求の範囲11において、前記焼結電極と前記被加工物との間に不活性ガスを介在させる不活性ガス供給手段を備えることを特徴とする放電表面処理装置。

15 15. 請求の範囲12において、前記焼結電極と前記被加工物との間に不活性ガスを介在させる不活性ガス供給手段を備えることを特徴とする放電表面処理装置。

16. 請求の範囲10において、前記焼結電極と前記被加工物とをX方向、Y方向、及びZ方向に相対移動させるX軸駆動装置、Y軸駆動装置、及びZ軸駆動装置とを備え、前記X軸駆動装置、前記Y軸駆動装置、及び前記Z軸駆動装置により、前記焼結電極を前記被加工物に対して走査させて、前記被加工物表面に前記硬質被膜を形成することを特徴とする放電表面処理装置。

17. 請求の範囲11において、前記焼結電極と前記被加工物とをX方向、Y方向、及びZ方向に相対移動させるX軸駆動装置、Y軸駆動装置、及びZ軸駆動装置とを備え、前記X軸駆動装置、前記Y軸駆動装置、及び前記Z軸駆動装置により、前記焼結電極を前記被加工物に対して走査させて、前記被加工物表面に前記硬質被膜を形成することを特徴とする放電表面処理装置。

18. 請求の範囲12において、前記焼結電極と前記被加工物とをX方向、Y方向、及びZ方向に相対移動させるX軸駆動装置、Y軸駆動装置、及びZ軸駆動装置とを備え、前記X軸駆動装置、前記Y軸駆動装置、及び前記Z軸駆動装置により、前記焼結電極を前記被加工物に対して走査させて、前記被加工物表面に前記硬質被膜を形成することを特徴とする放電表面処理装置。

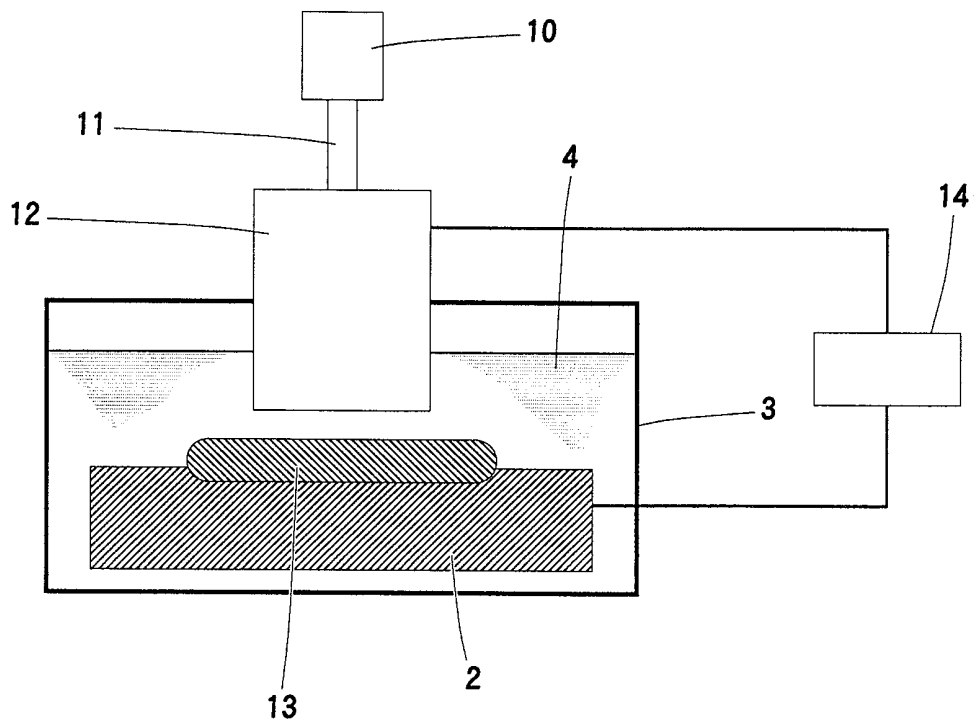
10

15

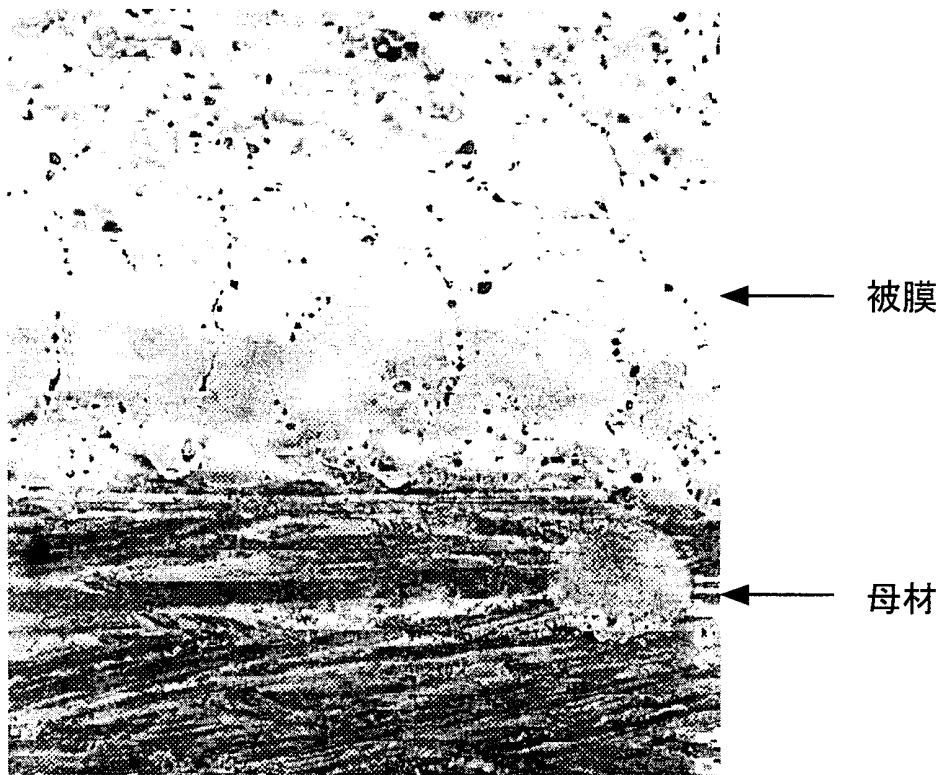
20

25

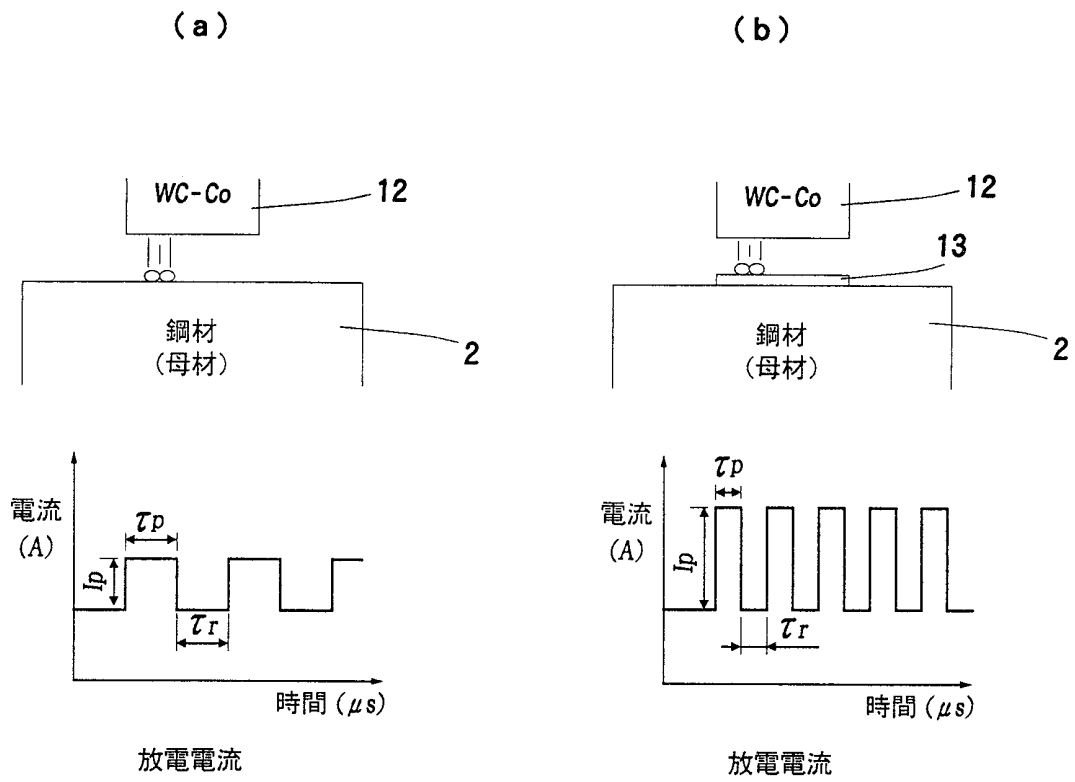
第1図



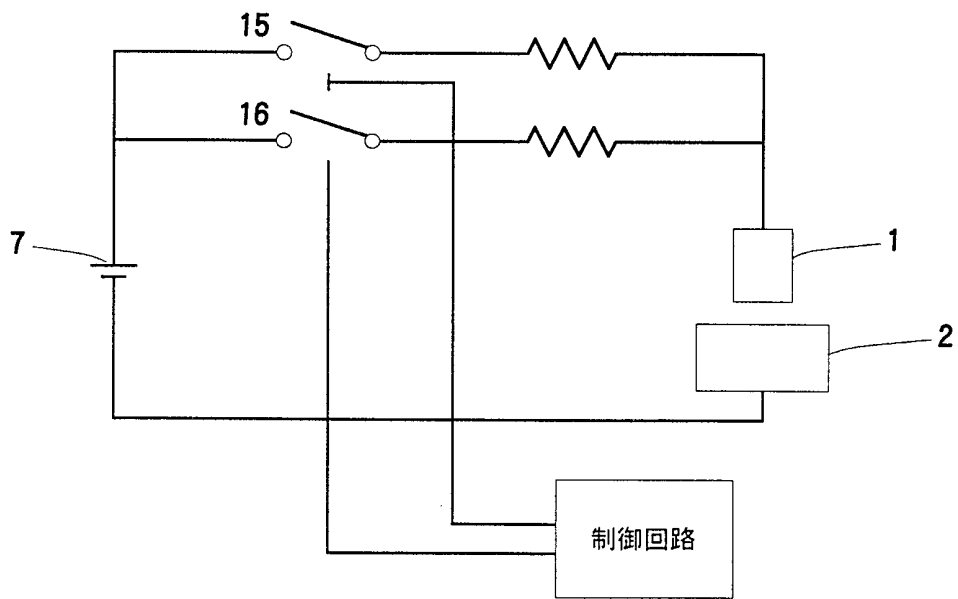
第2図



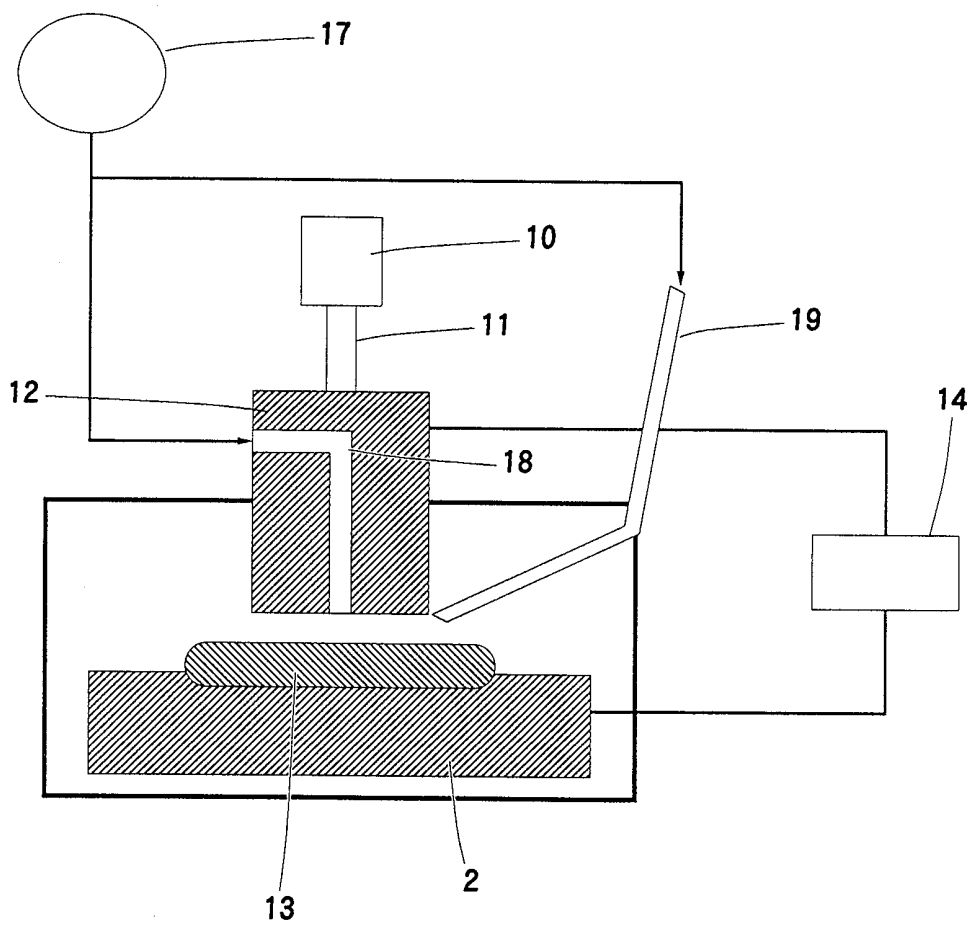
第3図



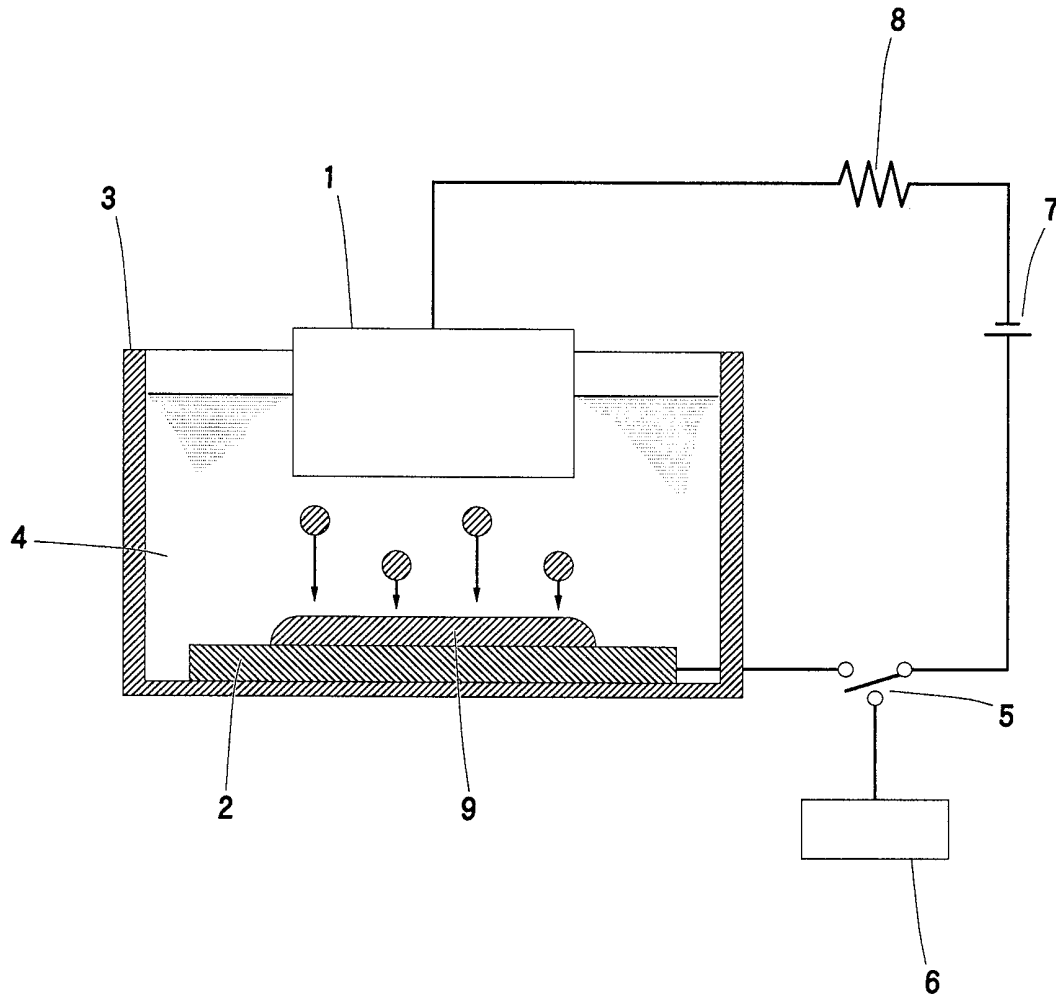
第4図



第6図



第7図



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP99/00822

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER Int.Cl ⁶ B23H9/00, C23C26/00																						
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC																						
B. FIELDS SEARCHED																						
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) Int.Cl ⁶ B23H9/00, C23C26/00																						
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Jitsuyo Shinan Koho 1926-1999 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-1999 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-1999																						
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)																						
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT																						
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.																				
X	JP, 8-300227, A (Research Development Corp. of Japan),	1-3, 7-12																				
Y	19 November, 1996 (19. 11. 96), Columns 15 to 18 (Family: none)	4-6, 13-18																				
Y	JP, 6-246542, A (Nitto Denko Corp.), 6 September, 1994 (06. 09. 94), Column 12 ; Fig. 1 (Family: none)	4-6, 13-15																				
Y	JP, 10-512, A (Research Development Corp. of Japan), 6 January, 1998 (06. 01. 98), Column 20 ; Fig. 1 (Family: none)	16-18																				
Y	JP, 5-261624, A (Toshiba Tungaloy Co., Ltd.), 12 October, 1993 (12. 10. 93), Claims ; page 2 (Family: none)	16-18																				
A	JP, 55-42708, A (TDK Electronics Co., Ltd.), 26 March, 1980 (26. 03. 80), Page 2 (Family: none)	1-18																				
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.																						
<p>* Special categories of cited documents:</p> <table border="0"> <tr> <td>"A"</td> <td>document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</td> <td>"T"</td> <td>later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</td> </tr> <tr> <td>"E"</td> <td>earlier document but published on or after the international filing date</td> <td>"X"</td> <td>document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</td> </tr> <tr> <td>"L"</td> <td>document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</td> <td>"Y"</td> <td>document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art</td> </tr> <tr> <td>"O"</td> <td>document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</td> <td>"&"</td> <td>document member of the same patent family</td> </tr> <tr> <td>"P"</td> <td>document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>			"A"	document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"T"	later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention	"E"	earlier document but published on or after the international filing date	"X"	document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone	"L"	document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"Y"	document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art	"O"	document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	"&"	document member of the same patent family	"P"	document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed		
"A"	document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"T"	later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention																			
"E"	earlier document but published on or after the international filing date	"X"	document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone																			
"L"	document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"Y"	document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art																			
"O"	document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	"&"	document member of the same patent family																			
"P"	document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed																					
Date of the actual completion of the international search 20 May, 1999 (20. 05. 99)		Date of mailing of the international search report 1 June, 1999 (01. 06. 99)																				
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office		Authorized officer																				
Facsimile No.		Telephone No.																				

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))		
Int Cl ⁶ B23H 9/00 C23C 26/00		
B. 調査を行った分野		
調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))		
Int Cl ⁶ B23H 9/00 C23C 26/00		
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの		
日本国実用新案公報 1926-1999 日本国公開実用新案公報 1971-1999 日本国登録実用新案公報 1994-1999		
国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	JP, 8-300227, A (新技術事業団, 19. 11月. 1996 (19. 11. 96), 第15欄~第18欄 (ファミリーなし))	1-3, 7-12
Y		4-6, 13-18
Y	JP, 6-246542, A (日東電工株式会社), 6. 9月. 1994 (06. 09. 94), 第12欄、図1 (ファミリーなし)	4-6, 13-15
Y	JP, 10-512, A (新技術事業団), 6. 1月. 1998 (06. 01. 98), 第20欄、図1 (ファミリーなし)	16-18
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す) 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願日の後に公表された文献 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」 同一パテントファミリー文献		
国際調査を完了した日	20. 05. 99	国際調査報告の発送日
		01.06.99
国際調査機関の名称及びあて先	特許庁審査官 (権限のある職員)	3 P 7604
日本国特許庁 (ISA/JP)	石原 正博	
郵便番号100-8915		
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	電話番号 03-3581-1101	内線 6311

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP, 5-261624, A (東芝タンガロイ株式会社), 1 2. 10月. 1993 (12. 10. 93), 特許請求の範囲, 第 2頁, (ファミリーなし)	16-18
A	JP, 55-42708, A (東京電気化学工業株式会社), 2 6. 3月. 1980 (26. 03. 80), 第2頁, (ファミリー なし)	1-18