

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5588634号
(P5588634)

(45) 発行日 平成26年9月10日 (2014. 9. 10)

(24) 登録日 平成26年8月1日 (2014. 8. 1)

(51) Int. Cl.	F 1
B 2 3 H 7/02 (2006. 01)	B 2 3 H 7/02 K
B 2 3 H 9/00 (2006. 01)	B 2 3 H 9/00 A

請求項の数 8 (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2009-163082 (P2009-163082)	(73) 特許権者	000196705
(22) 出願日	平成21年7月9日 (2009. 7. 9)		西部電機株式会社
(65) 公開番号	特開2011-16200 (P2011-16200A)		福岡県古賀市駅東三丁目3番1号
(43) 公開日	平成23年1月27日 (2011. 1. 27)	(74) 代理人	100099634
審査請求日	平成24年6月29日 (2012. 6. 29)		弁理士 平井 安雄
		(72) 発明者	光安 隆
			福岡県古賀市駅東三丁目3番1号 西部電機株式会社内
		(72) 発明者	田崎 圭祐
			福岡県古賀市駅東三丁目3番1号 西部電機株式会社内
		審査官	大内 俊彦

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ワイヤ放電加工装置及びその方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

被加工物と、ワイヤ電極からなる加工電極と、の間に加工電圧を印加する加工手段が、被加工物を加工するワイヤ放電加工装置において、

被加工物とワイヤ電極との間に形成される極間に、被加工物側を負極とすると共に、加工電極を正極として、前記加工電圧の最大値より小さい電圧値からなる直流の加重電圧を前記加工電圧に重畳して印加し、前記ワイヤ電極に含有されたワイヤ電極構成金属を前記被加工物に溶着させる溶着手段と、

前記ワイヤ電極と加工手段の出力端子との間に接続されるコンデンサーとを備えることを

特徴とするワイヤ放電加工装置。

【請求項 2】

請求項 1 に記載のワイヤ放電加工装置において、

前記溶着手段が、前記被加工物を構成する少なくとも 1 種の金属よりもイオン化傾向が小さい金属からなるワイヤ電極構成金属を、前記被加工物に溶着することを

特徴とするワイヤ放電加工装置。

【請求項 3】

請求項 2 に記載のワイヤ放電加工装置において、

前記被加工物が、タングステンもしくはチタンからなる金属を、少なくともコバルトもしくはニッケルからなる結合金属により焼結されてなる超硬合金であり、

前記溶着手段が、材質として銅を含むワイヤ電極構成金属を前記被加工物に溶着することを

特徴とするワイヤ放電加工装置。

【請求項 4】

請求項 1 ないし請求項 3 のいずれかに記載のワイヤ放電加工装置において、

前記溶着手段が、前記加工電圧幅（最大値－最小値）の 1 / 2 以下の電圧値の前記加重電圧を、前記加工電圧に重畳して印加することを

特徴とするワイヤ放電加工装置。

【請求項 5】

被加工物と、ワイヤ電極からなる加工電極と、の間に加工電圧を印加する加工工程が、
被加工物を加工するワイヤ放電加工方法において、

被加工物とワイヤ電極との間に形成される極間に、被加工物側を負極とすると共に、加工電極を正極として、前記加工電圧の最大値より小さい電圧値からなる直流の加重電圧を前記加工電圧に重畳して印加し、前記ワイヤ電極に含有されたワイヤ電極構成金属を前記被加工物に溶着させる溶着工程と、

前記ワイヤ電極と加工手段の出力端子との間に接続される コンデンサー により、低周波を遮断する低周波遮断工程とを含むことを

特徴とするワイヤ放電加工方法。

【請求項 6】

請求項 5 に記載のワイヤ放電加工方法において、

前記溶着工程が、前記被加工物を構成する少なくとも 1 種の金属よりもイオン化傾向が小さい金属からなるワイヤ電極構成金属を、前記被加工物に溶着することを

特徴とするワイヤ放電加工方法。

【請求項 7】

請求項 6 に記載のワイヤ放電加工方法において、

前記被加工物が、タングステンもしくはチタンからなる金属を、少なくともコバルトもしくはニッケルからなる結合金属により焼結されてなる超合金であり、

前記溶着工程が、材質として銅を含むワイヤ電極構成金属を前記被加工物に溶着することを

特徴とするワイヤ放電加工方法。

【請求項 8】

請求項 5 ないし請求項 7 のいずれかに記載のワイヤ放電加工方法において、

前記溶着工程が、前記加工電圧幅（最大値－最小値）の 1 / 2 以下の電圧値の前記加重電圧を、前記加工電圧に重畳して印加することを

特徴とするワイヤ放電加工方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ワイヤを用いて放電加工を行うワイヤ放電加工装置に関し、特に被加工物の腐食を抑制し、被加工物の品質を向上させるワイヤ放電加工装置に関する。

【背景技術】

【0002】

放電加工（Electrical Discharge Machining；EDM）は、電極と被加工物との間に短周期で繰り返されるアーク放電により被加工物の表面を非接触加工する機械加工法である。当該非接触加工は、放電加工を行う媒体としての加工液に水を使用することが一般的であるが、被加工物である金属が水中で酸化還元反応を受けてイオン化されることにより、被加工物を腐食させてしまう。当該腐食により、イオン化された被加工物の一部分が空隙となって材質欠陥が生じてしまい、特に被加工物が超硬材料の場合には、超硬材料の強度が低下することで、高強度で諸物性が安定であることを特徴とする超硬材料にとって致命的な影響を受ける。

【0003】

そのため、当該腐食の対策として、加工液に防錆剤を添加することや、加工液に油を使用すること等により防食が行われている。しかし、加工液に防錆剤を添加する場合には、防錆剤を添加された加工液の濃度管理が難しいという問題がある。また、加工液に油を使用する場合には、加工速度が極端に遅くなることから、生産性が低下するという問題がある。

【0004】

従来のワイヤ放電加工装置は、加工液のpHをアルカリ性、例えば、8.5以上10.5以下に維持することにより、防食を行う技術がある（例えば、特許文献1、特許文献2、特許文献3参照）。また、従来のワイヤ放電加工装置は、極間の平均電圧を検出し、当該平均電圧が基準値と一致するように放電誘起用電圧の極間に対する極性を切替えて無極性化して加工することにより、防食を行う技術がある（例えば、特許文献4参照）。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開平4-141319号公報

【特許文献2】特開平5-42414号公報

【特許文献3】国際公開WO2006/126248

【特許文献4】特開平8-300222号公報

【発明の概要】

20

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかし、従来のワイヤ放電加工装置は、加工液のpHをアルカリ性に維持する場合には、加工液のpHを常時管理する必要があり、設備費用が増加することや作業者の作業負担が増加するという課題を有する。また、従来のワイヤ放電加工装置は、放電誘起用電圧の極間に対する極性を無極性化して被加工物を加工する場合には、加工後の被加工物が加工液に放置されることで、電解腐蝕を生じてしまうという課題を有する。

【0007】

本発明は前記課題を解消するためになされたもので、被加工物を加工後に被膜することにより、被加工物が加工液に放置されても、被加工物の電解腐蝕を抑制することができ、放電加工による被加工物の品質を向上させるワイヤ放電加工装置の提供を目的とする。

30

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明に係るワイヤ放電加工装置は、被加工物と、ワイヤ電極からなる加工電極と、の間に加工電圧を印加する加工手段が、被加工物を加工するワイヤ放電加工装置において、被加工物とワイヤ電極との間に形成される極間に、被加工物側を負極とすると共に、加工電極を正極として、前記加工電圧の最大値より小さい電圧値からなる直流の加重電圧を前記加工電圧に重畳して印加し、前記ワイヤ電極に含有されたワイヤ電極構成金属を前記被加工物に溶着させる溶着手段と、前記ワイヤ電極と加工手段の出力端子との間に接続されるコンデンサーとを備えるものである。

40

【0009】

このように本発明によれば、前記ワイヤ電極と加工手段の出力端子との間に接続されるコンデンサーを備えることから、当該コンデンサーがいわゆる低周波フィルターとして機能し、前記加工手段が印加する加工電圧の正極及び負極のアンバランスから生じる極性の偏りが補正されることとなり、前記加工電圧の正極及び負極のバランスを完全に維持できた状態での高周波の波形に対して、微小な直流電圧が重畳され、コーティングを制御することができる。また、前記溶着手段が印加する電圧が、前記加工電圧より小さい電圧値であることから、前記加工電圧より大きい電圧値時に生じる電解腐蝕を抑制できることとなり、粗さを抑えた高品質な加工面を得ることができる。

【0010】

50

また、本発明に係るワイヤ放電加工装置は必要に応じて、前記溶着手段が、前記被加工物を構成する少なくとも1種の金属よりもイオン化傾向が小さい金属からなるワイヤ電極構成金属を、前記被加工物に溶着するものである。このように本発明によれば、溶着手段が、被加工物に含まれる含有金属よりイオン化傾向が小さな金属を含有するワイヤ電極との間に形成される極間に、被加工物側を負極とすると共に、加工電極を正極として電圧を前記加工電圧に重畳して印加し、当該イオン化傾向の小さな金属を被加工物に溶着させることから、溶着された金属の被膜により被加工物である金属が水中でイオン化することを抑制できることとなり、被加工物に簡素な構造で防食を行えとと共に、防食の精度を向上させることができる。

【0011】

10

また、本発明に係るワイヤ放電加工装置は必要に応じて、前記被加工物が、タングステンもしくはチタンからなる金属を、少なくともコバルトもしくはニッケルからなる結合金属により焼結されてなる超硬合金であり、前記溶着手段が、材質として銅を含むワイヤ電極構成金属を前記被加工物に溶着するものである。このように本発明によれば、結合金属よりイオン化傾向の小さな金属を被加工物に溶着させることから、結合金属のイオン化を抑制することとなり、電解腐蝕による超硬金属の強度の低下を抑制することができる。

【0012】

また、本発明に係るワイヤ放電加工装置は必要に応じて、前記溶着手段が、前記加工電圧幅（最大値－最小値）の1／2以下の電圧値の前記加重電圧を、前記加工電圧に重畳して印加するものである。このように本発明によれば、前記加工電圧幅（最大値－最小値）の1／2以下の電圧値の前記加重電圧を、前記加工電圧に重畳して印加することから、前記加工電圧が前記加重電圧を重畳された場合にも前記加工電極が一方の極性に偏ることを防止することとなり、加工仕上げの精度を損なうことなく被加工物を加工することができる。

20

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図1】本発明の実施形態に係るワイヤ放電加工装置のブロック図

【図2】本発明の実施形態に係るワイヤ放電加工装置の回路構成図

【図3】本発明の実施形態に係るワイヤ放電加工装置のフローチャート

【図4】本発明の実施形態に係るワイヤ放電加工装置の加電電圧のタイミングチャート

30

【図5】本発明の実施形態に係るワイヤ放電加工装置の効果を示す説明図

【図6】本発明の実施形態に係るワイヤ放電加工装置の実験結果

【発明を実施するための形態】

【0014】

以下、本発明の特徴をさらに明らかにするため実施形態に沿って本発明を説明するが、本発明はこの実施形態によって制限されるものではない。

（実施形態）

以下、実施形態に係るワイヤ放電加工装置を、図1から図6に基づいて説明する。

この図1は本発明の実施形態に係るワイヤ放電加工装置の構成を示すブロック図、図2はこの図1に記載されたワイヤ放電加工装置の回路構成図、図3はこの図1に記載されたワイヤ放電加工装置のフローチャート、図4はこの図1に記載されたワイヤ放電加工装置の加電電圧のタイミングチャート、図5はこの図1に記載されたワイヤ放電加工装置の効果を示す説明図、図6はこの図1に記載されたワイヤ放電加工装置の実験結果を示す。

40

【0015】

図1において、本実施形態に係るワイヤ放電加工装置は、結合金属（バインダ）であるコバルト（Co）と超硬金属であるタングステン（W）とを焼結により形成された被加工物である超硬合金1を放電加工する装置であって、銅（Cu）と亜鉛（Zn）との合金、例えば、銅と亜鉛の比率が6：4である真鍮（BS）からなるワイヤ状のワイヤ電極20を含むワイヤ電極部2と、この超硬合金1とワイヤ電極部2からなる加工電極との間に、この超硬合金1を加工する加工電圧を印加する加工手段としての加工電源部3と、この超硬合金1

50

に含まれるコバルトよりイオン化傾向が小さな金属である銅を含有するワイヤ電極部 2 との間に形成される極間に、この超硬合金 1 側を負極とすると共に、この加工電極を正極として電圧を印加し、銅をこの超硬合金 1 に溶着させる（コーティングさせる）溶着手段としてのコーティング用バイアス電源部 4 と、この加工電源部 3 から電源を供給され、この超硬合金 1 を戴置するワークテーブル 5 とを備える構成である。

また、このワイヤ電極部 2 は、このワイヤ電極 20 に接して固定され、この加工電源部 3 からの電圧をこのワイヤ電極 20 に供給する給電ブラシ 21 を備える。

【0016】

前記構成に基づく本実施形態のワイヤ放電加工装置は、回路構成の一例として、図 2 に示すように、前記ワイヤ電極部 2 と、前記加工電源部 3 と、前記コーティング用バイアス電源部 4 と、前記ワークテーブル 5 とを備える。

10

【0017】

前記加工電源部 3 は、放電加工における仕上げ加工の次工程としての超仕上げ加工を行う電源としての超仕上げ電源 3a であって、この仕上げ加工で用いられる誘起電源では発生することのできない高周波数を発生させてスイッチングを行う超仕上げ電源 3a と、スイッチ素子 3b～3e と、コンデンサー 3f と、電流制限抵抗 3g とを備え、電圧の印加によりパルス放電を発生させ、このスイッチ素子 3b～3e を切替えることにより極性を変更してパルス放電を発生させることが可能な電源として機能する。この電流制限抵抗 3g は、前記加工電源部 3 から生じる電流量を制限することで過剰電流が流れることを防止する。また、このコンデンサー 3f は、いわゆる低周波フィルターとして機能し、前記加工電源部 3 での正極及び負極のアンバランスから生じる極性の偏りを補正する。

20

【0018】

また、このコーティング用バイアス電源部 4 は、本発明者らが上記課題を解決すべく鋭意検討を重ねた結果として生み出された新たな回路であり、バイアス電源 4a と、スイッチ素子 4b と、整流器 4c と、抵抗 4d とを備え、上記のようにコンデンサー 3f により前記加工電源部 3 の正極及び負極のバランスを完全に維持できた状態での高周波の波形に対して微小な直流電圧を重畳し、コーティングを制御する。

【0019】

以下、前記構成に基づく本実施形態のワイヤ放電加工装置の動作について説明する。

まず、本ワイヤ放電加工装置は、図 3 に示すように、主電源が投入される（S1）。本ワイヤ放電加工装置は、この主電源の投入により、前記ワイヤ電極 20 を負極、前記ワークテーブル 5 を正極として放電を発生させてワイヤ放電加工を開始する（S2）。

30

【0020】

この S2 で開始されるワイヤ放電加工は、一般的に実施されているように複数回実施し、加工回数に応じてファースト加工（粗加工）、セカンド加工（中仕上げ加工）、サード加工（仕上げ加工）、フォース加工（超仕上げ加工）、、、のように加工回数に応じて超硬合金 1 の加工面の粗さを低減させ、超硬合金 1 の仕上げ時の品質を高精度化させる。

【0021】

次に、本ワイヤ放電加工装置は、前記超硬合金 1 に対して実施されたワイヤ放電加工の加工回数が所定回数に到達したかを判断する（S3）。ここでは、超仕上げ加工が終了する加工回数を所定回数に設定することができる。本ワイヤ放電加工装置は、この S3 にて加工回数が所定回数に到達していないと判断した場合には、再び S2 に戻り、ワイヤ放電加工を引き続き実施する。

40

【0022】

本ワイヤ放電加工装置は、この S3 にてワイヤ放電加工の加工回数が所定回数に到達した場合、すなわち超仕上げ加工が終了した場合には、超仕上げ加工の次工程である最終コーティング加工を行うべく前記バイアス電源 4a を有効化する（S4）。前記バイアス電源 4a は、この S4 における前記バイアス電源 4a の有効化により、超仕上げ加工にて用いられた前記超仕上げ電源 3a が印加する電圧に対して、さらに微小な直流電圧（バイアス電圧）を重畳することにより、この最終コーティング加工として前記ワイヤ電極 20 に

50

含まれる真鍮を前記超硬合金 1 の表面に被膜するコーティング加工を行う (S 5)。

【0023】

前記バイアス電源 4 a は、この S 5 のコーティング加工において、前記超仕上げ電源 3 a が印加する電圧値より小さいバイアス電圧を印加し、好ましくはこの電圧値より絶対値が $1/2$ 以下のバイアス電圧を印加してバイアス電流を発生させる。例えば、前記バイアス電源 4 a は、前記超仕上げ電源 3 a が印加する超仕上げ加工時の電圧値が 60 V の場合には、1 ~ 30 V までの範囲のバイアス電圧を印加する。また、この場合のバイアス電流は、10 mA ~ 800 mA の範囲とする。

【0024】

前記バイアス電源 4 a は、上記のように前記超仕上げ電源 3 a が印加する電圧値より小さいバイアス電圧を印加することにより、バイアス電圧を大きくし過ぎる場合に発生する電解腐蝕や、バイアス電流を大きくし過ぎる場合に発生する極間短絡やアーク放電を防止できることとなり、前記超硬合金 1 の加工品質の低下を防止することができる。また、前記バイアス電源 4 a は、印加するバイアス電圧が、前記超仕上げ電源 3 a の印加する電圧の絶対値の $1/2$ 以下である場合には、このバイアス電圧が前記超仕上げ電源 3 a からの電圧と重畳した場合でも、電圧極性が正極又は負極の一方に偏ることを防止することとなり、パルス放電の発生を途絶えることなく継続することができる。

【0025】

このようにして、前記バイアス電源 4 a は、図 4 (b) に示すように、前記超仕上げ電源 3 a が印加する電圧を同図 (a) に示した状態から、バイアス電圧 a だけ負極に偏らせることとなり、各々極性を反対極に変更して、前記超硬合金 1 を負極に、前記ワークテーブル 5 を正極にしてパルス放電を行い、前記超硬合金 1 への金属コーティングを実現する。

【0026】

前記バイアス電源 4 a は、図 5 (a) に示すように、この金属コーティングにより、前記超硬合金 1 の表面に真鍮からなる金属被膜 1 a を付着させることができる。前記超硬合金 1 は、同図 (b) に示すように、加工液に浸漬された場合に、この金属被膜 1 a の存在により、前記超硬合金 1 に含まれるコバルトが金属被膜 1 a に含まれる銅にコーティングされることとなり、イオン化傾向が、銅、コバルト、亜鉛の順に大きくなる性質から、被加工物の超硬合金 1 に含有されるコバルトに先立って、この超硬合金 1 の表面に溶着された金属被膜 1 a に含まれる、イオン化傾向の大きな金属（主に亜鉛）がイオン化して溶出することで、バインダであるコバルトの溶出、すなわち電蝕を抑制することができ、超硬材料の強度低下を抑制することができる。

【0027】

なお、前記超硬合金 1 は、タングステン及びコバルトからなる合金としたが、本発明の対象としては、この物質に限定されず、広く一般的な超硬金属に適用することができる。例えば、前記超硬合金 1 は、超硬金属にはタングステンの他に、チタン (Ti)、タンタル (Ta)、クロム (Cr) 等の周期律表 IVa、Va、VIa 族金属を使用することができ、結合金属 (バインダ) にはコバルトの他に鉄 (Fe)、ニッケル (Ni) を使用することができる。このように、前記超硬合金 1 は、上記に記載したタングステン-コバルト系合金の他に、タングステン-チタン-コバルト系合金、タングステン-タンタル-コバルト系合金、タングステン-チタン-タンタル-コバルト系合金に対しても適用することができる。

【0028】

本発明者らは、上記の方法による被加工物に対する金属コーティングの効果を、比較例とともに比較テストを行い確認した。この比較テストは、まず、従来のワイヤ放電加工と、本発明による上記最終コーティング加工を追加したワイヤ放電加工とを行い、その後、各々に対して加工液中に被加工物を浸漬状態にして 50 時間放置することにより実施した。また、ワイヤ放電加工装置は、この放置した期間においても、別の被加工物を加工しているため、電解腐蝕状態に関しても併せて確認した。なお、超硬材料は、一般超硬である

VM-50 (JIS) 相当品を使用した。

【0029】

本発明の金属コーティングを行うことにより、図6(a)に記載した金属コーティングを行わない従来の超硬材料と比較して、同図(b)に記載した金属コーティングを行った超硬材料は、黒い斑点状に点在する電蝕部分の割合が著しく少なく、電蝕を著しく低減する効果が得られた。

【0030】

なお、本発明に係るワイヤ放電加工装置は、上記において、銅にコーティングされることにより超硬合金に含まれるバインダとしてのコバルトの溶出を抑制したが、銅及びコバルトに対象が限定されるものではなく、被加工物に含まれるイオン化傾向の大きい含有金属を、この含有金属よりイオン化傾向が小さい金属でコーティングするという観点から、幅広い範囲の金属の組み合わせを対象とすることができる。

10

【0031】

例えば、バインダがコバルトの場合には、上記にて使用した銅の代替として、コバルトよりもイオン化傾向の低い金属であるニッケル(Ni)、すず(Sn)、鉛(Pb)、銀(Ag)、白金(Pt)、金(Au)などを超硬合金にコーティングすることでも上記と同様の防食効果を得ることが出来る。また、同様に、例えば、バインダがニッケルの場合には、ニッケルよりもイオン化傾向の低い金属であるすず(Sn)、鉛(Pb)、銀(Ag)、白金(Pt)、金(Au)などを超硬合金にコーティングすることでも上記と同様の防食効果を得ることが出来る。

(結果これらは、加工液である水とイオン化傾向の大きなバインダ金属との直接接触を防止することで、バインダ金属の水中への溶け出しを防止している。)

20

【0032】

なお、本発明に係るワイヤ放電加工装置は、上記において、被加工物を超硬材料である超硬合金としたが、被加工物が超硬材料に限定されることはなく、鉄鋼材料、導電性セラミックス、ダイヤモンド等の一般的なワイヤ放電加工の対象となる材料全般に幅広く適用することができる。

【符号の説明】

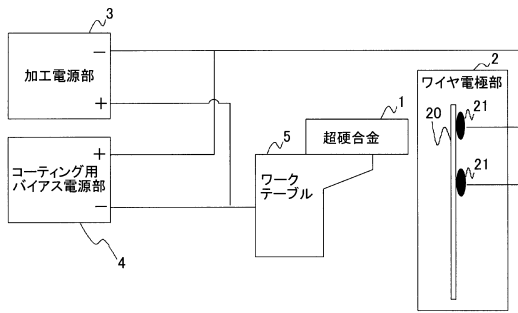
【0033】

- 1 超硬合金
- 1 a 金属被膜
- 2 ワイヤ電極部
- 2 0 ワイヤ電極
- 2 1 給電ブラシ
- 3 加工電源部
- 3 a 超仕上げ電源
- 3 b ~ 3 e スイッチ素子
- 3 f コンデンサー
- 3 g 電流制限抵抗
- 4 コーティング用バイアス電源部
- 4 a バイアス電源
- 4 b スイッチ素子
- 4 c 整流器
- 4 d 抵抗
- 5 ワークテーブル

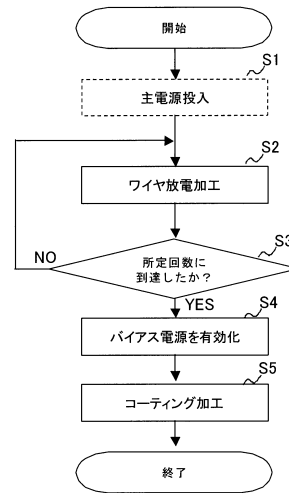
30

40

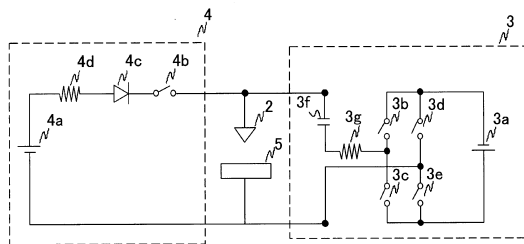
【図 1】



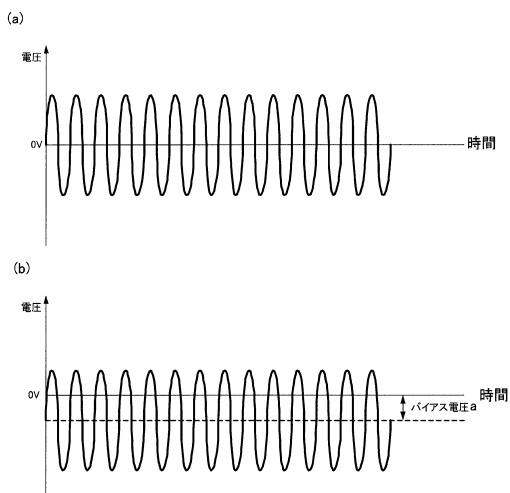
【図 3】



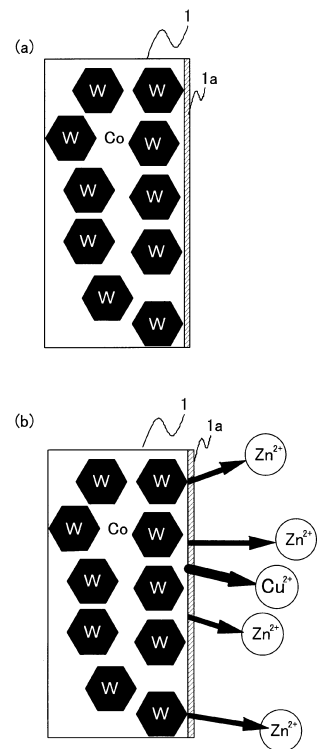
【図 2】



【図 4】

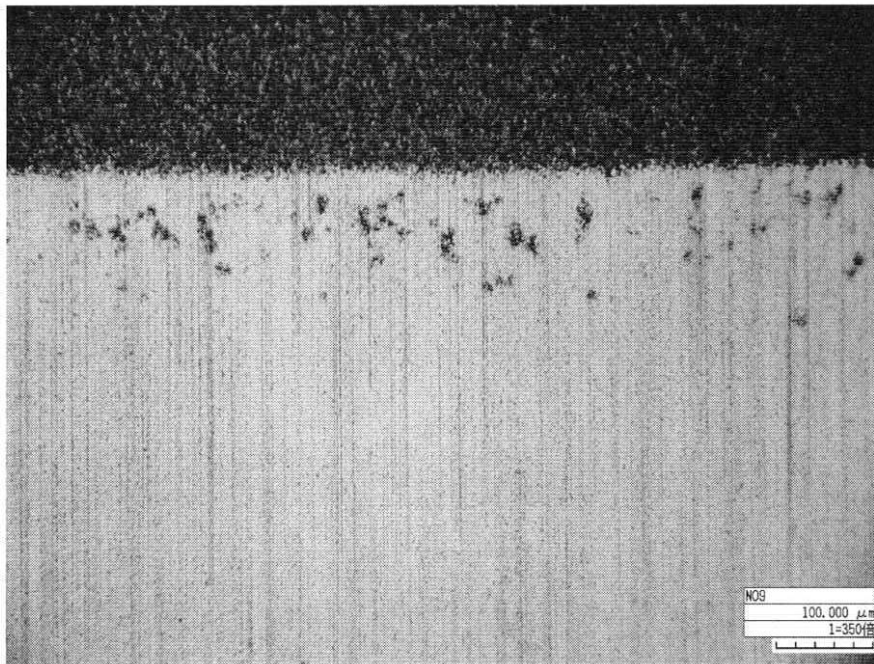


【図 5】

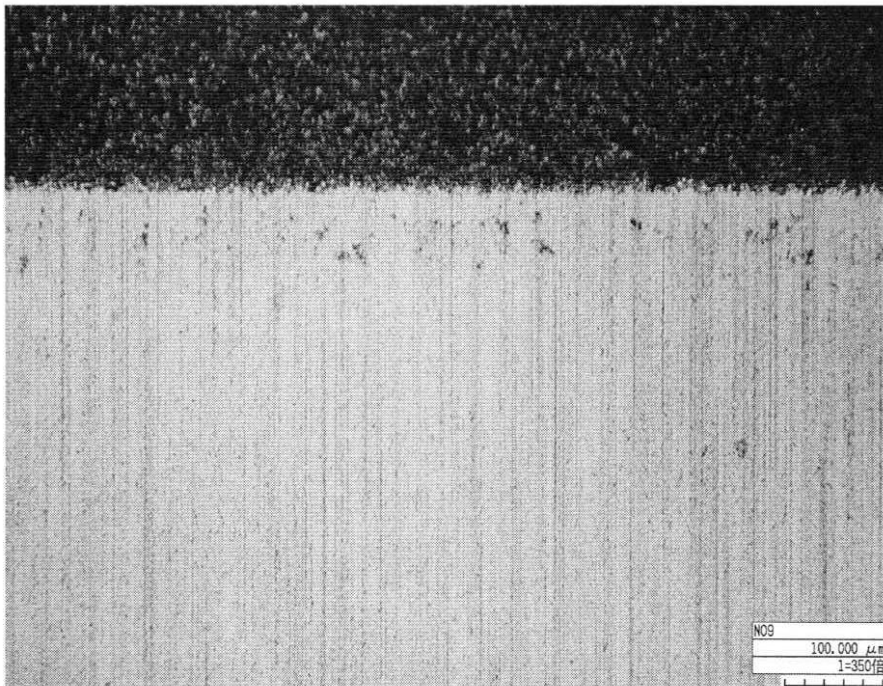


【図 6】

(a)



(b)



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平08-174336 (JP, A)
特開平11-347842 (JP, A)
特開平11-347844 (JP, A)
特開2000-042839 (JP, A)
特開昭61-274812 (JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
B23H 1/00-11/00