

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6829213号  
(P6829213)

(45) 発行日 令和3年2月10日(2021.2.10)

(24) 登録日 令和3年1月25日(2021.1.25)

(51) Int. Cl.	F I	
<b>B 2 3 H</b> 7/08 (2006.01)	B 2 3 H	7/08
<b>C 2 2 C</b> 9/04 (2006.01)	C 2 2 C	9/04
<b>C 2 2 C</b> 18/02 (2006.01)	C 2 2 C	18/02
<b>C 2 2 F</b> 1/08 (2006.01)	C 2 2 F	1/08
<b>C 2 2 F</b> 1/16 (2006.01)	C 2 2 F	1/16
		K
		B
	請求項の数 7 (全 17 頁) 最終頁に続く	

(21) 出願番号	特願2017-564789 (P2017-564789)	(73) 特許権者	517311116
(86) (22) 出願日	平成28年12月2日 (2016.12.2)		ニンボー カンシアン マイクロ-エレクトロニクス テクノロジー カンパニー リミテッド
(65) 公表番号	特表2018-516769 (P2018-516769A)		NINGBO KANGQIANG MICRO-ELECTRONICS TECHNOLOGY CO., LTD.
(43) 公表日	平成30年6月28日 (2018.6.28)		中華人民共和国 チョーチアン 315104、ニンボー、インジョウ ディストリクト、インベストメント アンドアントレプレナーシップ センター、ジンユアン
(86) 国際出願番号	PCT/CN2016/108423		ロード ナンバー 988
(87) 国際公開番号	W02017/092715		No. 988 Jinyuan Rd.
(87) 国際公開日	平成29年6月8日 (2017.6.8)		, Investment and Entrepreneurship Cent
審査請求日	平成29年9月4日 (2017.9.4)		最終頁に続く
審判番号	不服2019-13996 (P2019-13996/J1)		
審判請求日	令和1年10月21日 (2019.10.21)		
(31) 優先権主張番号	201510868517.7		
(32) 優先日	平成27年12月2日 (2015.12.2)		
(33) 優先権主張国・地域又は機関	中国 (CN)		

(54) 【発明の名称】 鱗状微細組織の電極線材料およびその製造方法と使用

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

電極線材料を製造する方法であって、

- 1) メッキ電極線を提供し、前記メッキ電極線を熱処理し、熱処理された電極線を得る工程、
  - 2) 工程1) で得られた熱処理された電極線を引張処理し、引張処理された電極線を得る工程、および
  - 3) 工程2) で得られた引張処理された電極線を焼鈍処理し、前記電極線材料を得る工程、
- を含み、  
熱処理前のメッキ層は亜鉛メッキであり厚さは5 ~ 10 μmであり、  
 工程1) において、前記熱処理の熱処理温度が、550 ~ 750 で行われ、  
 工程1) において、前記熱処理の前記熱処理温度における熱処理時間が、5s ~ 60sであり

、  
前記電極線材料は、表面に魚の鱗様の外見を有し、鱗は線材料の長手方向に対して、平均的に両側方向に同様に傾いた方向に向いた溝に囲まれた鱗状微細組織層を有し、かつ

- i) 内層である合金基体層、
  - ii) 中間層である相互拡散層、および
  - iii) 外層であるメッキ層
- を含み、かつ冷却液に対する接触角は105 ~ 150 °である、電極線材料であって、

前記電極線材料の引張強度は1100～1200MPaであり、  
 前記鱗状微細組織層の厚さは2～20μmであり、  
 前記合金基体層は、銅および亜鉛を含む元素で作られ、  
 前記相互拡散層は、銅および亜鉛を含む元素で作られ、  
 前記メッキ層は、銅および亜鉛を含む元素で作られる、  
ものであることを特徴とする前記方法。

【請求項2】

前記電極線材料の冷却液に対する接触角が107～140°であることを特徴とする請求項1に記載の方法。

【請求項3】

前記電極線材料では、前記内層の直径は0.15～0.6mmで、かつ/または中間層の厚さは5～30μmで、かつ/または外層の厚さは2～20μmであることを特徴とする請求項1または2に記載の方法。

【請求項4】

前記鱗状微細組織層の厚さが3～18μmであることを特徴とする請求項1～3のいずれか一項に記載の方法。

【請求項5】

前記電極線材料の伸び率が1～5%であることを特徴とする請求項1～4のいずれか一項に記載の方法。

【請求項6】

工程2)における前記引張処理が、潤滑油槽で行われ、かつ/または工程2)における前記引張処理が、室温で行われ、かつ/または工程2)における前記引張処理の引張速度が、600～1500m/minであることを特徴とする請求項1～5のいずれか一項に記載の方法。

【請求項7】

工程3)における前記焼鈍処理の焼鈍処理温度が、20～100℃で、かつ/または工程3)における前記焼鈍処理の前記焼鈍処理温度における焼鈍処理時間が、1s～20sである、

ことを特徴とする請求項1～6のいずれか一項に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、材料の分野に関し、具体的に、鱗状微細組織の電極線材料およびその製造方法と使用に関する。

【背景技術】

【0002】

ワイヤ放電加工は、主に金型の製造に使用され、同時に成形カッター、精密部品および特殊材料の加工に幅広く応用されてきており、ワイヤ放電加工の切断速度が生産効率に影響するため、どのように線材の切断速度を向上させるかということはずっと関連分野の重要な研究方向である。

設備、加工プロセスおよび電極線の切断では、電極線の材質、表面状態および熱物理的特性は切断効率に影響する要素である。切断の過程において、電極線は大量の熱を吸収して熱溶断が生じやすいため、電極線の冷却効率の向上が要求される。同時に、切粉は切断の領域に堆積しやすいため、切粉の順調な排除が要求される。

日々高まる市場の需要を満足させるため、本分野では、切断性能が優れた新規な電極線材料およびその製造方法の開発が切望されている。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

10

20

30

40

50

本発明の目的は、切断性能が優れた新規な電極線材料およびその製造方法を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0004】

本発明の第一の側面では、表面に鱗状微細組織層を有し、かつ

- i) 内層である合金基体層、
- ii) 中間層である相互拡散層、および
- iii) 外層であるメッキ層

を含み、かつ冷却液に対する接触角は $105 \sim 150^\circ$ である、電極線材料を提供する。

10

【0005】

もう一つの好適な例において、前記電極線材料の冷却液に対する接触角は $107 \sim 140^\circ$ である。

もう一つの好適な例において、前記電極線材料の冷却液に対する接触角は $110 \sim 135^\circ$ 、好ましくは $112 \sim 130^\circ$ である。

もう一つの好適な例において、前記電極線材料の直径は、 $0.05 \sim 1\text{mm}$ で、好ましくは $0.1 \sim 0.8\text{mm}$ で、より好ましくは $0.15 \sim 0.6\text{mm}$ である。

もう一つの好適な例において、前記電極線材料では、前記内層の直径は $0.15 \sim 0.6\text{mm}$ で、かつ/または

中間層の厚さは $5 \sim 30 \mu\text{m}$ で、かつ/または  
外層の厚さは $2 \sim 20 \mu\text{m}$ である。

20

【0006】

もう一つの好適な例において、前記内層の直径は $0.15 \sim 0.4\text{mm}$ である。

もう一つの好適な例において、前記中間層の厚さは $10 \sim 20 \mu\text{m}$ である。

もう一つの好適な例において、前記外層の厚さは $4 \sim 10 \mu\text{m}$ である。

もう一つの好適な例において、前記鱗状微細組織層の厚さは $2 \sim 20 \mu\text{m}$ である。

もう一つの好適な例において、前記鱗状微細組織層の厚さは $3 \sim 18 \mu\text{m}$ 、好ましくは $5 \sim 15 \mu\text{m}$ である。

【0007】

もう一つの好適な例において、前記合金基体層を構成する元素は、銅、亜鉛、スズ、鉛、またはこれらの組み合わせからなる群から選ばれる。

30

もう一つの好適な例において、前記相互拡散層を構成する元素は、銅、亜鉛、スズ、鉛、またはこれらの組み合わせからなる群から選ばれる。

もう一つの好適な例において、前記メッキ層を構成する元素は、銅、亜鉛、スズ、鉛、またはこれらの組み合わせからなる群から選ばれる。

もう一つの好適な例において、前記電極線材料の引張強度は、 $900 \sim 1200\text{MPa}$ で、好ましくは $1100\text{MPa} \sim 1200\text{MPa}$ である。

もう一つの好適な例において、前記電極線材料の伸び率は $1 \sim 5\%$ 、好ましくは $3 \sim 5\%$ である。

もう一つの好適な例において、前記電極線材料は、本発明の第二の側面に記載方法で製造されたものである。

40

【0008】

本発明の第二の側面では、本発明の第一の側面に記載の電極線材料の製造方法であって、

1) メッキ電極線を提供し、前記メッキ電極線を熱処理し、熱処理された電極線を得る工程、

2) 工程1) で得られた熱処理された電極線を引張処理し、引張処理された電極線を得る工程、および

3) 工程2) で得られた引張処理された電極線を焼鈍処理し、本発明の第一の側面に記載の電極線材料を得る工程、

50

を含む方法を提供する。

【0009】

もう一つの好適な例において、前記メッキ電極線は、コア層である合金層と、前記コア層の表面に位置する金属メッキ層とを含む。

もう一つの好適な例において、前記合金層を構成する材料は、銅合金、ステンレス鋼からなる群から選ばれる。

もう一つの好適な例において、前記金属メッキ層を構成する金属は、亜鉛、銅、スズ、鉛、またはこれらの組み合わせからなる群から選ばれる。

もう一つの好適な例において、前記メッキ電極線の直径は、0.01~5mmで、好ましくは0.05~3mmで、より好ましくは0.1~2mmである。

もう一つの好適な例において、前記金属メッキ層の厚さは、1~50 $\mu\text{m}$ 、より好ましくは2~30 $\mu\text{m}$ 、さらに好ましくは4~15 $\mu\text{m}$ である。

【0010】

もう一つの好適な例において、工程1)における前記熱処理の熱処理温度は、550~850で、かつ/または

工程1)における前記熱処理の前記熱処理温度における熱処理時間は、5s~60sである。

もう一つの好適な例において、工程1)における前記熱処理の処理温度は、580~830、好ましくは600~800 である。

もう一つの好適な例において、工程1)における前記熱処理の前記熱処理温度における熱処理時間は、8s~55s、好ましくは10s~50sである。

もう一つの好適な例において、工程1)における前記熱処理の処理方式は、抵抗加熱、輻射加熱、またはこれらの組み合わせからなる群から選ばれる。

もう一つの好適な例において、工程1)における前記熱処理の処理方式は、抵抗加熱と輻射加熱の複合加熱方式である。

【0011】

もう一つの好適な例において、前記抵抗加熱はメッキ電極線自身の抵抗による発熱で行われ、抵抗加熱を使用する場合、前記メッキ電極線に印加する出力は、0.1~10kW、好ましくは0.3~5kWである。

もう一つの好適な例において、前記輻射加熱区間の輻射処理温度は、550~850、好ましくは600~800 である。

もう一つの好適な例において、前記輻射処理温度における輻射処理時間は、5~60s、好ましくは15~30sである。

もう一つの好適な例において、前記熱処理された電極線の直径は、0.03~5mmで、好ましくは0.05~4.5mmである。

もう一つの好適な例において、前記熱処理された電極線は、第1の内層、第1の中間層および第1の外層を含む。

もう一つの好適な例において、第1の内層の直径は、0.02~4mmで、好ましくは0.5~3mmである。

もう一つの好適な例において、第1の中間層の厚さは3~30 $\mu\text{m}$ 、好ましくは5~20 $\mu\text{m}$ である。

もう一つの好適な例において、第1の外層の厚さは2~20 $\mu\text{m}$ 、好ましくは5~10 $\mu\text{m}$ である。

【0012】

もう一つの好適な例において、工程2)における前記引張処理は、潤滑油槽で行われ、かつ/または

工程2)における前記引張処理は、室温で行われ、かつ/または

工程2)における前記引張処理の引張速度は、600~1500m/minである。

もう一つの好適な例において、工程2)における前記引張処理の引張速度は、700~1400m/min、好ましくは800~1300m/minである。

もう一つの好適な例において、前記引張処理された電極線の直径は、0.1~1mmで、好ま

10

20

30

40

50

しくは0.15～0.6mmである。

もう一つの好適な例において、工程3)における前記焼鈍処理の焼鈍処理温度は、20～100 で、かつ/または

工程3)における前記焼鈍処理の前記焼鈍処理温度における焼鈍処理時間は、1s～20sである。

もう一つの好適な例において、工程3)における前記焼鈍処理の焼鈍処理温度は、30～80 、好ましくは35～70 である。

もう一つの好適な例において、工程3)における前記焼鈍処理の前記焼鈍処理温度における焼鈍処理時間は、3s～15s、好ましくは4～10sである。

もう一つの好適な例において、工程3)における前記焼鈍処理は、コイリング銅ロールを電気加熱することによって行われ、焼鈍処理時の電圧は10～50Vで、電流は5～30Aである。

#### 【0013】

本発明の第三の側面では、本発明の第一の側面に記載の電極線材料の使用であって、精密切断における使用を提供する。

本発明の第四の側面では、本発明の第一の側面に記載の電極線材料を含むか、または本発明の第一の側面に記載の電極線材料で製造された製品を提供する。

#### 【0014】

もちろん、本発明の範囲内において、本発明の上記の各技術特徴および下記（たとえば実施例）の具体的に記述された各技術特徴は互いに組合せ、新しい、または好適な技術方案を構成できることが理解される。紙数に限りがあるため、ここで逐一説明しない。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0015】

【図1】図1は、本発明に係る鱗状微細組織の電極線材料の構造概要図である。

【図2】図2は、本発明に係る製造方法のプロセス概要図である。

【図3】図3は、実施例1における熱処理された3層構造の線材素材1のSEM断面プロフィール測定の結果である。

【図4】図4は、実施例1で得られた電極線材料1のSEM表面プロフィール測定の結果である。ここで、(a)は魚の鱗のプロフィールで、(b)は電極線材料1の拡大したSEM表面プロフィールである。

【図5】図5は、実施例1で得られた電極線材料1のSEM断面プロフィール測定の結果である。

【図6】図6は、銅合金線材、銅合金線材1および電極線材料1の冷却液と接触角の測定結果である。ここで、(a)は銅合金線材で、(b)は銅合金線材1で、(c)および(d)は鱗状微細組織電極線材料1である。

#### 【0016】

【図7】図7は、銅合金線材、銅合金線材1および電極線材料1の相対切断速度の比較図である。

【図8】図8は、工具鋼の試料がそれぞれ銅合金線材1および電極線材料1によって同様の切断速度で切断された後の3次元プロフィール測定の結果である。ここで、(a)は銅合金線材1によって切断された後の試料の3次元プロフィールで、(b)は鱗状微細組織電極線材料1によって切断された後の3次元プロフィールである。

【図9】図9は、実施例2～4で得られた電極線材料2～4のSEM表面プロフィール測定の結果である。ここで、(a)は電極線材料2で、(b)は電極線材料3で、(c)は電極線材料4である。

【図10】図10は、比較例1で得られた電極線材料C1のSEM表面プロフィール測定の結果である。

【図11】図11は、比較例2で得られた電極線材料C2のSEM表面プロフィール測定の結果である。

#### 【発明を実施するための形態】

## 【0017】

本発明者は長期間にわたって深く研究したところ、特定の製造プロセスによって特殊な生物模倣構造を有する電極線材料を得た。具体的に、本発明者は特定の熱処理プロセスに特定の引張プロセスを組み合わせることで鱗状微細組織の表面プロファイルを有する電極線材料を製造したが、当該材料は表面の多孔プロファイルによって電極線材料と切断される試料の抵抗力が顕著に低下し、かつ切削過程における切粉の排出および冷却液の循環効果を有効に改善し、最終的に電極線の切断速度を向上させることができる。これに基づき、発明者らが本発明を完成した。

## 【0018】

用語

10

本明細書で用いられるように、用語「冷却液」とは、金属の切削、研磨の加工過程において切削の工具および加工部材を冷却・潤滑する工業用液体で、同時に優れた冷却性能、潤滑性能、防錆性能、除油洗浄機能および防腐機能を備える。

## 【0019】

電極線材料

本発明は、表面に鱗状微細組織層を有し、かつ

- i) 内層である合金基体層、
- ii) 中間層である相互拡散層、および
- iii) 外層であるメッキ層

を含み、かつ冷却液に対する接触角は $105 \sim 150^\circ$ である、  
電極線材料を提供する。

20

## 【0020】

図1は、本発明に係る鱗状微細組織の電極線材料の構造概要図である。

もう一つの好適な例において、前記電極線材料の冷却液に対する接触角は $107 \sim 140^\circ$ である。

もう一つの好適な例において、前記電極線材料の冷却液に対する接触角は $110 \sim 135^\circ$ 、好ましくは $112 \sim 130^\circ$ である。

もう一つの好適な例において、前記電極線材料の直径は、 $0.05 \sim 1\text{mm}$ で、好ましくは $0.1 \sim 0.8\text{mm}$ で、より好ましくは $0.15 \sim 0.6\text{mm}$ である。

もう一つの好適な例において、前記電極線材料では、前記内層の直径は $0.15 \sim 0.6\text{mm}$ で、かつ/または

30

中間層の厚さは $5 \sim 30 \mu\text{m}$ で、かつ/または

外層の厚さは $2 \sim 20 \mu\text{m}$ である。

## 【0021】

もう一つの好適な例において、前記内層の直径は $0.15 \sim 0.4\text{mm}$ である。

もう一つの好適な例において、前記中間層の厚さは $10 \sim 20 \mu\text{m}$ である。

もう一つの好適な例において、前記外層の厚さは $4 \sim 10 \mu\text{m}$ である。

もう一つの好適な例において、前記鱗状微細組織層の厚さは $2 \sim 20 \mu\text{m}$ である。

もう一つの好適な例において、前記鱗状微細組織層の厚さは $3 \sim 18 \mu\text{m}$ 、好ましくは $5 \sim 15 \mu\text{m}$ である。

40

## 【0022】

それは、前記鱗状微細組織層の厚さが $20 \mu\text{m}$ 超の場合、鱗状微細組織層の微細構造の深さが浅いため、電極線と冷却液の接触角が小さくなり、電極線の切断速度が低下する。前記鱗状微細組織層の厚さが $2 \mu\text{m}$ 未満の場合、鱗状微細組織層が薄くて効果がなくなるのが早いため、電極線の切断速度を有効に向上させることができなくなる。

本発明において、前記電極線材料では、前記内層、中間層および外層の元素は熱拡散作用によるものであるため、その中の元素にある程度の濃度勾配が存在する。

## 【0023】

もう一つの好適な例において、前記合金基体層を構成する元素は、銅、亜鉛、スズ、鉛、またはこれらの組み合わせを含むが、これらに限定されない。

50

もう一つの好適な例において、前記相互拡散層を構成する元素は、銅、亜鉛、スズ、鉛、またはこれらの組み合わせを含むが、これらに限定されない。

もう一つの好適な例において、前記メッキ層を構成する元素は、銅、亜鉛、スズ、鉛、またはこれらの組み合わせを含むが、これらに限定されない。

もう一つの好適な例において、前記電極線材料の引張強度は、900～1200MPaで、好ましくは1100MPa～1200MPaである。

もう一つの好適な例において、前記電極線材料の伸び率は1～5%、好ましくは3～5%である。

もう一つの好適な例において、前記電極線材料は、本発明に係る方法で製造されたものである。

10

#### 【0024】

本発明において、前記電極線材料は表面に特殊な鱗状微細組織を有するため、当該電極線材料は冷却液に対してより大きい接触角を有することで、冷却液の冷却効果を顕著に改善し、かつ切断速度を大幅に向上させることができる。

#### 【0025】

製造方法

また、本発明は、前記電極線材料の製造方法であって、

1) メッキ電極線を提供し、前記メッキ電極線を熱処理し、熱処理された電極線を得る工程、

2) 工程1) で得られた熱処理された電極線を引張処理し、引張処理された電極線を得る工程、および

20

3) 工程2) で得られた引張処理された電極線を焼鈍処理し、前記電極線材料を得る工程、

を含む方法を提供する。

図2は、本発明に係る製造方法のプロセス概要図である。

#### 【0026】

もう一つの好適な例において、前記メッキ電極線は、コア層である合金層と、前記コア層の表面に位置する金属メッキ層とを含む。

もう一つの好適な例において、前記合金層を構成する材料は、銅合金、ステンレス鋼を含むが、これらに限定されない。

30

もう一つの好適な例において、前記金属メッキ層を構成する金属は、亜鉛、銅、スズ、鉛、またはこれらの組み合わせを含むが、これらに限定されない。

もう一つの好適な例において、前記メッキ電極線の直径は、0.01～5mmで、好ましくは0.05～3mmで、より好ましくは0.1～2mmである。

もう一つの好適な例において、前記金属メッキ層の厚さは、1～50 $\mu\text{m}$ 、より好ましくは2～30 $\mu\text{m}$ 、さらに好ましくは4～15 $\mu\text{m}$ である。

#### 【0027】

もちろん、本発明において、工程1) における前記メッキ電極線の金属メッキ層の厚さの選択は後の熱処理工程および引張工程に大きく影響する。金属メッキ層の厚さが50 $\mu\text{m}$ 超の場合、熱処理の過程において、前記金属メッキ層は内層の基体層とうまく相互拡散ができなくなり、上記相互拡散が足りない線材素材は後の引張工程で顕著な鱗状微細組織構造が得られなくなる。前記金属メッキ層の厚さが1 $\mu\text{m}$ 未満の場合、亜鉛メッキ層が高温で溶解・昇華して失われることで、基体と相互拡散ができなくなり、鱗状微細組織構造の製造に影響し、最終的に電極線の切断速度に影響する。

40

#### 【0028】

もう一つの好適な例において、工程1) における前記熱処理の熱処理温度は、550～850で、かつ/または

工程1) における前記熱処理の前記熱処理温度における熱処理時間は、5s～60sである。

もちろん、本発明に係る製造方法において、工程1) における前記熱処理の処理温度の範囲および処理時間の範囲は最終的に得られる電極線材料の性能にも大きく影響する。熱

50

処理温度が550 未満の場合、前記熱処理を経て得られた電極線材料は鱗状微細構造が見られなくなる。熱処理温度が850 超の場合、熱処理の過程において、前記金属メッキ層は顕著に溶解・揮発し、最終的に得られる電極線材料は同様に顕著な鱗状微細構造が見られなくなる。前記熱処理温度における熱処理時間が60s超の場合、金属メッキ層は顕著に溶解・揮発しやすく、最終的に得られる電極線材料は同様に顕著な鱗状微細構造が見られなくなる。前記熱処理温度における熱処理時間が5s未満の場合、前記最終的に得られる電極線材料は同様に鱗状微細構造が見られなくなる。

【 0 0 2 9 】

もう一つの好適な例において、工程1)における前記熱処理の処理温度は、580~830、好ましくは600~800 である。

10

もう一つの好適な例において、工程1)における前記熱処理の前記熱処理温度における熱処理時間は、8s~55s、好ましくは10s~50sである。

もう一つの好適な例において、工程1)における前記熱処理の処理方式は、抵抗加熱、輻射加熱、またはこれらの組み合わせを含むが、これらに限定されない。

もう一つの好適な例において、工程1)における前記熱処理の処理方式は、抵抗加熱と輻射加熱の複合加熱方式である。

もう一つの好適な例において、前記抵抗加熱はメッキ電極線自身の抵抗による発熱で行われ、抵抗加熱を使用する場合、前記メッキ電極線に印加する出力は、0.1~10kW、好ましくは0.3~5kWである。

もう一つの好適な例において、前記輻射加熱区間の輻射処理温度は、550~850、好ましくは600~800 である。

20

【 0 0 3 0 】

もう一つの好適な例において、前記輻射処理温度における輻射処理時間は、5~60s、好ましくは15~30sである。

もう一つの好適な例において、前記熱処理された電極線の直径は、0.03~5mmで、好ましくは0.05~4.5mmである。

もう一つの好適な例において、前記熱処理された電極線は、第1の内層、第1の中間層および第1の外層を含む。

もう一つの好適な例において、第1の内層の直径は、0.02~4mmで、好ましくは0.5~3mmである。

30

もう一つの好適な例において、第1の中間層の厚さは3~30 $\mu$ m、好ましくは5~20 $\mu$ mである。

もう一つの好適な例において、第1の外層の厚さは2~20 $\mu$ m、好ましくは5~10 $\mu$ mである。

もう一つの好適な例において、工程2)における前記引張処理は、潤滑油槽で行われ、かつ/または

工程2)における前記引張処理は、室温で行われ、かつ/または

工程2)における前記引張処理の引張速度は、600~1500m/minである。

【 0 0 3 1 】

それは、本発明に係る製造方法において、工程2)の引張速度が1500m/min超の場合、当該引張の過程で前記引張られる電極線は非常に断裂しやすくなる。工程2)の引張速度が600m/min未満の場合、前記引張を経て得られる電極線材料は顕著な鱗状微細構造が見られなくなる。

40

もう一つの好適な例において、工程2)における前記引張処理の引張速度は、700~1400m/min、好ましくは800~1300m/minである。

もう一つの好適な例において、前記引張処理された電極線の直径は、0.1~1mmで、好ましくは0.15~0.6mmである。

【 0 0 3 2 】

もう一つの好適な例において、工程3)における前記焼鈍処理の焼鈍処理温度は、20~100 度、かつ/または

50



工程3)における前記焼鈍処理の前記焼鈍処理温度における焼鈍処理時間は、1s~20sである。

もう一つの好適な例において、工程3)における前記焼鈍処理の焼鈍処理温度は、30~80、好ましくは35~70である。

もう一つの好適な例において、工程3)における前記焼鈍処理の前記焼鈍処理温度における焼鈍処理時間は、3s~15s、好ましくは4~10sである。

もう一つの好適な例において、工程3)における前記焼鈍処理は、コイリング銅ロールを電気加熱することによって行われ、焼鈍処理時の電圧は10~50Vで、電流は5~30Aである。

#### 【0033】

応用

また、本発明は、前記電極線材料の使用であって、精密切断における使用を提供する。  
また、本発明は、前記電極線材料を含むか、または前記電極線材料で製造された製品を提供する。

#### 【0034】

既存技術と比べ、本発明は以下の主な利点を有する。

(1)前記電極線材料は表面が鱗状微細組織で、当該特殊な生物模倣構造によって電極線材料は冷却液に対して優れた冷却効果を有することで、より高い切断速度が得られ、そして得られる電極線材料の使用性能を顕著に向上させ、たとえば切断速度は通常の亜鉛メッキ層を持つ銅電極線よりも10%~20%向上し、亜鉛メッキ層を含まない通常の銅線よりも少なくとも23%向上する。

(2)前記電極線材料は表面の特殊な鱗状微細組織によって切断の過程で非常に低い抵抗力を有し、かつ切粉が非常に順調に排出され、切断速度の向上に有利で、同時に切断試料の表面粗さを低下させない。

(3)前記電極線材料の製造方法は、プロセスが簡単、コストが低い、工業化生産が容易といった利点を有する。

#### 【0035】

以下、具体的な実施例によって、さらに本発明を説明する。これらの実施例は本発明を説明するために用いられるものだけで、本発明の範囲の制限にはならないと理解されるものである。以下の実施例において、具体的な条件が記載されていない実験方法は、通常、通常の条件、あるいはメーカーの薦めの条件で行われた。特に断らない限り、%と部は、重量で計算される。

別の定義がない限り、本文に用いられるすべての専門用語と科学用語は、本分野の技術者に知られている意味と同様である。また、記載の内容と類似或いは同等の方法及び材料は、いずれも本発明の方法に用いることができる。ここで記載の好ましい実施方法及び材料は例示のためだけである。

#### 【0036】

実施例1 電極線材料1

(1)銅合金線材の亜鉛メッキ：まず除錆、除油洗浄された直径が約1.5mmの銅合金線材を電気メッキ設備に入れ、亜鉛メッキ処理を行い、亜鉛メッキのプロセスを調整することによって亜鉛メッキ層の厚さが約5 $\mu$ mの銅合金線材1を得た。

(2)拡散熱処理：銅合金線材1に対して拡散熱処理を行い、加熱方式を抵抗/輻射の複合加熱方式とし、銅合金線材1を0.05m/sで温度が750で、長さが1mの電気抵抗炉を通させ、同時に当該線材に印加された出力は1kWで(本実施例において、複合加熱方式の相当熱処理温度は800で、相当熱処理時間は20sであった)、金属メッキ層、相互拡散層および銅合金基体層の3層構造の直径が約1.5mmの線材素材1を得た。

(3)引張処理：上記を1000m/minの引張速度で直径が0.25mmの微細組織の電極線を製造し、その後電圧30V、電流10A(線材にとって、相当焼鈍温度が40である)で応力焼鈍処理を5s行い、電極線材料1を得た。

#### 【0037】

10

20

30

40

50

## 結果

実施例1における熱処理された3層構造の線材素材1、得られた電極線材料1に対して表面および断面プロフィールと成分の分析、接触角および切断性能などの測定を行った。

図3は、実施例1における熱処理された3層構造の線材素材1のSEM断面プロフィール測定の結果である。

図3から、熱処理後、得られた線材素材1が合金基体層、相互拡散層および金属メッキ層の3層構造を有し、ここで、合金基体層の直径は1.25mmで、相互拡散層の厚さは12 $\mu$ mで、金属メッキ層の厚さは4 $\mu$ mであったことがわかる。

さらにエネルギー分散型分光計で図3におけるポイント1、2、3、4、5、6および7の成分を測定し、結果を表1に示す。

【0038】

【表1】

表 1

測定領域	Zn wt. %	Cu wt. %	O wt. %
1	84.64	12.78	2.58
2	72.84	25.11	2.03
3	57.44	41.20	1.36
4	48.76	50.35	0.89
5	42.92	56.41	0.67
6	39.04	60.43	0.53
7	39.68	59.89	0.43

【0039】

表1から、熱処理された3層構造の線材素材1は外から中へ半径方向(すなわちポイント1から7へ)に沿ってZnの含有量が低くなっていき、Cuの含有量が高くなっていき、熱処理過程は高温で空気の雰囲気において行われたため、外層にまだ微量のOが存在したことがわかる。上記結果では、熱処理過程において、亜鉛メッキ層と基体合金は顕著な相互拡散が生じ、合金基体層、相互拡散層および金属メッキ層の3層構造が形成したことが示された。

【0040】

図4は、実施例1で得られた電極線材料1のSEM表面プロフィール測定の結果である。ここで、(a)は魚の鱗のプロフィールで、(b)は電極線材料1の拡大したSEM表面プロフィールである。

図4から、実施例1で得られた電極線材料1の顕微表面に忠実度が非常に高い鱗状微細組織を有し、かつ得られた電極線材料1の直径は0.25mmであったことがわかる。

図5は、実施例1で得られた電極線材料1のSEM断面プロフィール測定の結果である。

図5から、実施例1で得られた電極線材料1が合金基体層、相互拡散層および生物模倣メッキ層を含む3層構造を有し、ここで、合金基体層の直径は0.25mmで、相互拡散層の厚さは15 $\mu$ mで、金属メッキ層の厚さは5 $\mu$ mであったことがわかる。

【0041】

さらにエネルギー分散型分光計で図5におけるポイント1、2、3、4、5および6の成分を測定し、結果を表2に示す。

【表2】

測定領域	Zn wt. %	Cu wt. %	O wt. %
1	72.52	23.1	4.38
2	64.56	31.87	3.57
3	49.37	48.22	2.41
4	43.15	55.23	1.62
5	39.84	59.12	1.04
6	39.62	59.45	0.93

10

表2から、得られた電極線材料1は外から中へ半径方向(すなわちポイント1から6へ)に沿ってZnの含有量が低くなっていき、Cuの含有量が高くなっていき、かつ外層にまだ微量のOが存在したことがわかる。上記結果で、さらに、得られた鱗状微細組織の電極線材料は同様に3層構造であることが示された。

## 【0042】

図6は、銅合金線材(すなわちメッキ層を含まない銅合金線材)、銅合金線材1(すなわちメッキ層を含む銅合金線材)および電極線材料1の冷却液と接触角の測定結果である。ここで、(a)は銅合金線材で、(b)は銅合金線材1で、(c)および(d)は鱗状微細組織電極線材料1である。

20

図6から、亜鉛メッキ層で被覆されていない銅合金線材および亜鉛メッキ層だけで被覆されている銅合金線材と比べ、本発明の特定の鱗状微細組織を有する電極線材料1は冷却液とより大きい接触角を有することで、切断過程における冷却液の電極線材料に対する潤滑効果を顕著に改善することができることがわかる。

## 【0043】

図7は、銅合金線材、銅合金線材1および電極線材料1の相対切断速度の比較図である。

図7から、本発明の鱗状微細組織の電極線材料1は、通常の亜鉛メッキ層で被覆されていない銅合金線材よりも切断速度が約23%向上し、亜鉛メッキ層で被覆されている銅合金線材1よりも切断速度が約16%向上したことがわかる。

30

## 【0044】

図8は、工具鋼の試料がそれぞれ銅合金線材1および電極線材料1によって同様の切断速度で切断された後の3次元プロフィール測定の結果である。ここで、(a)は銅合金線材1によって切断された後の試料の3次元プロフィールで、(b)は鱗状微細組織電極線材料1によって切断された後の3次元プロフィールである。

図8から、鱗状微細組織の電極線材料1で切断された試料の表面粗さは、銅合金線材1で切断された試料の表面粗さに相当することがわかる。

また、銅合金線材、銅合金線材1および電極線材料1の力学的性能に対する測定の結果では、三者は同等の引張強度(約1100MPa)および伸び率(約5%)を有することが示された。

## 【0045】

40

## 実施例2 電極線材料2

(1) 銅合金線材の亜鉛メッキ：まず除錆、除油洗浄された直径が約1mmの銅合金線材を電気メッキ設備に入れ、亜鉛メッキ処理を行い、亜鉛メッキのプロセスを調整することによって亜鉛メッキ層の厚さが約10 $\mu$ mの銅合金線材2を得た。

(2) 拡散熱処理：銅合金線材2に対して拡散熱処理を行い、加熱方式を抵抗/輻射の複合加熱方式とし、銅合金線材2を0.02m/sで温度が650 $^{\circ}$ Cで、長さが1mの電気抵抗炉を通させ、同時に当該線材に印加された出力は0.5KWで(本実施例において、複合加熱方式の相当熱処理温度は690 $^{\circ}$ Cで、相当熱処理時間は50sであった)、金属メッキ層、相互拡散層および銅合金基体層の3層構造の直径が1.5mmの線材素材2を得た。

(3) 引張処理：上記熱処理された3層構造の線材素材2を1200m/minの引張速度で直径が

50

0.25mmの微細組織の電極線を製造し、その後電圧30V、電流10A(線材にとって、相当焼鈍温度が40 である)で応力焼鈍処理を5s行い、電極線材料2を得た。

【0046】

実施例3 電極線材料3

(1) 銅合金線材の亜鉛メッキ：まず除錆、除油洗浄された直径が1.2mmの銅合金線材を電気メッキ設備に入れ、亜鉛メッキ処理を行い、亜鉛メッキのプロセスを調整することによって亜鉛メッキ層の厚さが約10 $\mu$ mの銅合金線材3を得た。

(2) 拡散熱処理：銅合金線材1に対して拡散熱処理を行い、加熱方式を抵抗/輻射の複合加熱方式とし、銅合金線材3を0.1m/sで温度が680 度、長さが1mの電気抵抗炉を通させ、同時に当該線材に印加された出力は1KWで(本実施例において、複合加熱方式の相当熱処理温度は710 度、相当熱処理時間は10sであった)、金属メッキ層、相互拡散層および銅合金基体層の3層構造の線材素材3を得た。

(3) 引張処理：上記熱処理された3層構造の線材素材3を1000m/minの引張速度で直径が0.2mmの微細組織の電極線を製造し、その後電圧30V、電流10A(線材にとって、相当焼鈍温度が40 である)で応力焼鈍処理を5s行い、電極線材料3を得た。

【0047】

実施例4 電極線材料4

(1) 銅合金線材の亜鉛メッキ：まず除錆、除油洗浄された直径が1.5mmの銅合金線材を電気メッキ設備に入れ、亜鉛メッキ処理を行い、亜鉛メッキのプロセスを調整することによって亜鉛メッキ層の厚さが約8 $\mu$ mの銅合金線材4を得た。

(2) 拡散熱処理：銅合金線材4に対して拡散熱処理を行い、加熱方式を抵抗/輻射の複合加熱方式とし、銅合金線材4を0.05m/sで温度が700 度、長さが1mの電気抵抗炉を通させ、同時に当該線材に印加された出力は1.5KWで(本実施例において、複合加熱方式の相当熱処理温度は780 度、相当熱処理時間は20sであった)、金属メッキ層、相互拡散層および銅合金基体層の4層構造の線材素材4を得た。

(3) 引張処理：上記熱処理された4層構造の線材素材4を800m/minの引張速度で直径が0.3mmの微細組織の電極線を製造し、その後電圧30V、電流10A(線材にとって、相当焼鈍温度が40 である)で応力焼鈍処理を5s行い、電極線材料3を得た。

【0048】

結果

図9は、実施例2~4で得られた電極線材料2~4のSEM表面プロフィール測定の結果である。ここで、(a)は電極線材料2で、(b)は電極線材料3で、(c)は電極線材料4である。

図9から、本発明の特定の電気メッキ処理プロセス、熱処理プロセス、引張処理プロセスおよび焼鈍処理プロセスによって処理して得られた電極線材料2~4はいずれも鱗状微細組織の表面プロフィールを示したことがわかる。

【0049】

比較例1 電極線材料C1

実施例1と同様にし、異なるところは熱処理温度が500 であることにある。

結果

図10は、比較例1で得られた電極線材料C1のSEM表面プロフィール測定の結果である。

図10から、比較例1の前記熱処理温度で処理したところ、得られた電極線材料C1の表面に顕著な鱗状構造が現れず、当該電極線材料C1で工具鋼試料の切断を行ったところ、通常の亜鉛メッキ銅線材と比べ、その切断速度はほぼ同じであったことがわかる。

【0050】

比較例2 電極線材料C2

実施例1と同様にし、異なるところは熱処理温度が880 であることにある。

結果

図11は、比較例2で得られた電極線材料C2のSEM表面プロフィール測定の結果である。

図11から、当該熱処理温度で処理して得られた電極線材料C2の表面に大量の微細な罅が現れ、そして顕著な微細組織が見られず、当該電極線材料C2で工具鋼試料の切断を行った

10

20

30

40

50

ところ、通常の亜鉛メッキ銅線材と比べ、その切断速度はほぼ同じであったことがわかる。

【0051】

各文献がそれぞれ単独に引用されるように、本発明に係るすべての文献は本出願で参考として引用する。また、本発明の上記の内容を読み終わった後、この分野の技術者が本発明を各種の変動や修正をすることができるが、それらの等価の様態のものは本発明の請求の範囲に含まれることが理解されるはずである。

【図1】

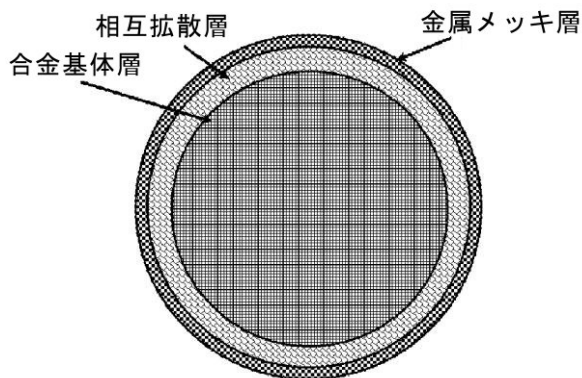


図 1

【図2】

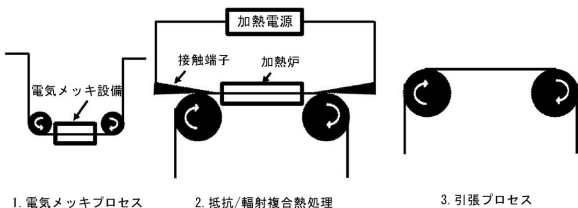


図 2

【図3】

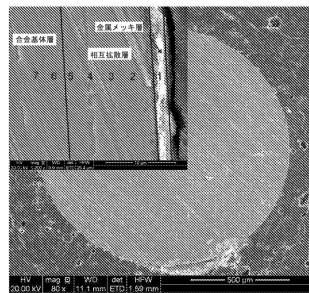


図 3

【図4】

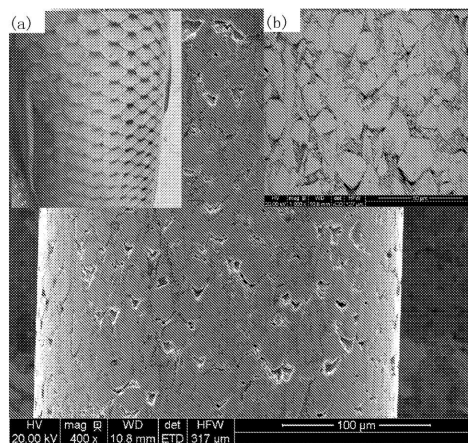


図 4

【図5】

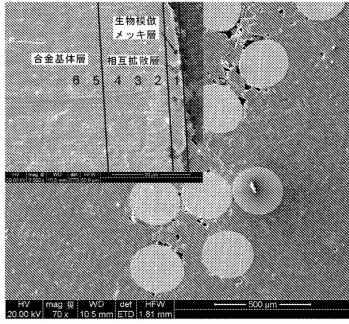


図 5

【図6】

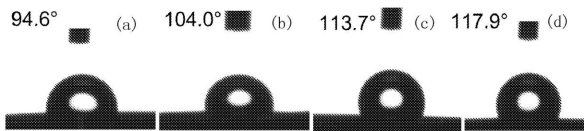


図 6

【図7】

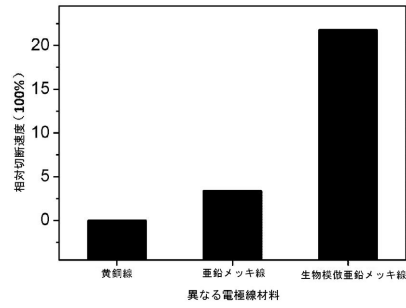


図 7

【図8】

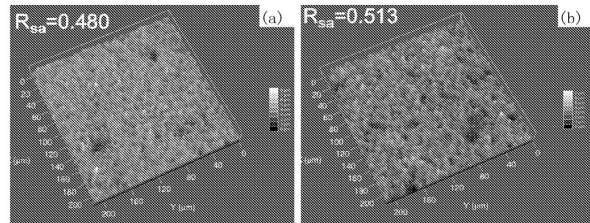


図 8

【図9】

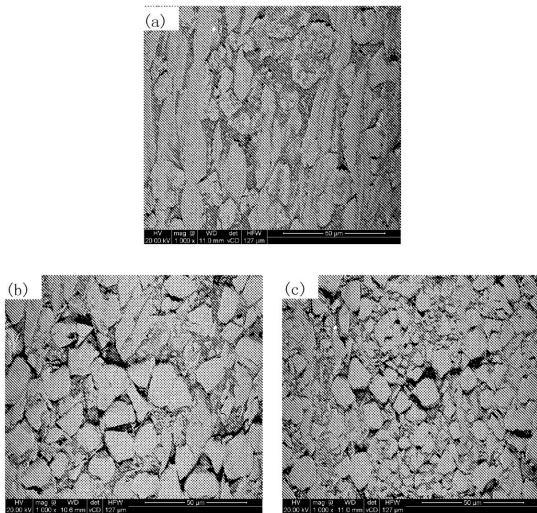


図 9

【図10】

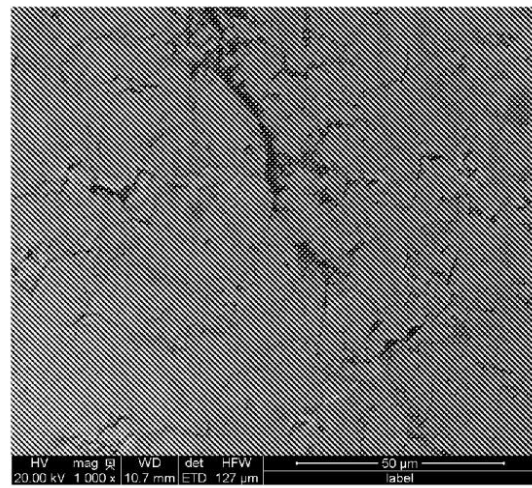


図 10

【図 11】

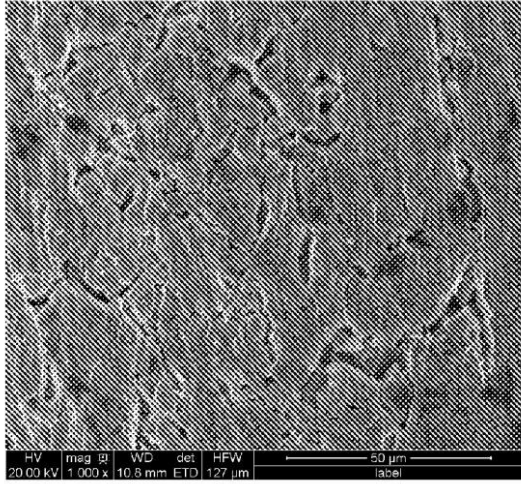


図 11

## フロントページの続き

(51)Int.Cl.			F I		
C 2 5 D	7/06	(2006.01)	C 2 5 D	7/06	R
H 0 1 B	5/02	(2006.01)	H 0 1 B	5/02	A
H 0 1 B	13/00	(2006.01)	H 0 1 B	13/00	5 0 1 B
C 2 2 F	1/00	(2006.01)	H 0 1 B	13/00	5 0 1 D
			C 2 2 F	1/00	6 1 3
			C 2 2 F	1/00	6 2 5
			C 2 2 F	1/00	6 3 0 A
			C 2 2 F	1/00	6 6 1 A
			C 2 2 F	1/00	6 8 5 Z
			C 2 2 F	1/00	6 8 6 Z
			C 2 2 F	1/00	6 9 1 B
			C 2 2 F	1/00	6 9 1 C

## (73)特許権者 517311116

ニンボー カンシアン マイクロ・エレクトロニクス テクノロジー カンパニー リミテッド  
NINGBO KANGQIANG MICRO-ELECTRONICS TECHNOLOGY CO., LTD.

中華人民共和国 チョーチアン 315104、ニンボー、インジョウ ディストリクト、インベ  
ストメント アンド アントレプレナーシップ センター、ジンユアン ロード ナンバー 98  
8

No. 988 Jinyuan Rd., Investment and Entrepreneurship Center, Yinzhou District, Ningbo, Z  
hejiang 315104 China

## (74)代理人 100102842

弁理士 葛和 清司

## (72)発明者 リウ, アルヨーン

中華人民共和国 チョーチアン 315104、ニンボー、インジョウ ディストリクト、インベ  
ストメント アンド アントレプレナーシップ センター、ジンユアン ロード ナンバー 98  
8

## (72)発明者 ゼン, ジーシアン

中華人民共和国 チョーチアン 315104、ニンボー、インジョウ ディストリクト、インベ  
ストメント アンド アントレプレナーシップ センター、ジンユアン ロード ナンバー 98  
8

## (72)発明者 ジェン, ジーリアン

中華人民共和国 チョーチアン 315104、ニンボー、インジョウ ディストリクト、インベ  
ストメント アンド アントレプレナーシップ センター、ジンユアン ロード ナンバー 98  
8

## (72)発明者 ジェン, ファーン

中華人民共和国 チョーチアン 315104、ニンボー、インジョウ ディストリクト、インベ  
ストメント アンド アントレプレナーシップ センター、ジンユアン ロード ナンバー 98  
8

## (72)発明者 ワン, リーピン

中華人民共和国 チョーチアン 315104、ニンボー、インジョウ ディストリクト、インベ  
ストメント アンド アントレプレナーシップ センター、ジンユアン ロード ナンバー 98  
8

合議体



審判長 刈間 宏信  
審判官 大山 健  
審判官 青木 良憲

(56)参考文献 特開2014-136285(JP,A)  
特開2003-291030(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B23H 7/08  
C22C 9/04,18/02  
H01B 5/02,13/00  
C22F 1/00, 1/08, 1/16  
C25D 7/06