

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号
特許第6090388号
(P6090388)

(45) 発行日 平成29年3月8日 (2017.3.8)

(24) 登録日 平成29年2月17日 (2017.2.17)

(51) Int.Cl.	F I	
C 2 2 C 1/04 (2006.01)	C 2 2 C 1/04	P
C 2 2 C 9/00 (2006.01)	C 2 2 C 9/00	
C 2 2 C 9/10 (2006.01)	C 2 2 C 9/10	
C 2 2 C 27/06 (2006.01)	C 2 2 C 27/06	
C 2 2 C 14/00 (2006.01)	C 2 2 C 14/00	Z
請求項の数 6 (全 12 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号	特願2015-158622 (P2015-158622)	(73) 特許権者	000006105
(22) 出願日	平成27年8月11日 (2015.8.11)		株式会社明電舎
(65) 公開番号	特開2017-36479 (P2017-36479A)		東京都品川区大崎2丁目1番1号
(43) 公開日	平成29年2月16日 (2017.2.16)	(74) 代理人	100086232
審査請求日	平成28年8月26日 (2016.8.26)		弁理士 小林 博通
早期審査対象出願		(74) 代理人	100104938
			弁理士 鶴澤 英久
		(72) 発明者	石川 啓太
			東京都品川区大崎2丁目1番1号 株式会
			社明電舎内
		(72) 発明者	山村 健太
			東京都品川区大崎2丁目1番1号 株式会
			社明電舎内
		最終頁に続く	

(54) 【発明の名称】 電極材料及び電極材料の製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

重量比で C r 1 に対して、M o、W、T a、N b、V、Z r の元素から選択される少なくとも 1 つの元素である耐熱元素を 1 以上含有し、残部が C u と不可避免的不純物である電極材料であって、

X 線回折測定で C r 元素に対応するピークが消失した耐熱元素と C r の固溶体粉末と、C r 粉末と、を混合した混合粉末を成形し、この成形された混合粉末を焼結して得られた焼結体に、C u が溶浸されてなることを特徴とする電極材料。

【請求項 2】

前記固溶体粉末の平均粒子径は、30 μm 未満であることを特徴とする請求項 1 に記載の電極材料。

【請求項 3】

前記固溶体粉末に混合される C r 粉末の平均粒子径は、10 ~ 80 μm であることを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載の電極材料。

【請求項 4】

前記 C u が溶浸される焼結体における耐熱元素と C r との重量比は、耐熱元素 : C r = 1 : 1 ~ 6 : 1 であることを特徴とする請求項 1 から請求項 3 のいずれか 1 項に記載の電極材料。

【請求項 5】

重量比率でCr 1に対して、Mo、W、Ta、Nb、V、Zrの元素から選択される少なくとも1つの元素である耐熱元素を1以上含有し、残部がCuと不可避免的不純物である電極材料の製造方法であって、

前記電極材料に含まれるCr重量より少ない重量のCrを含有するCr粉末と耐熱元素粉末を混合し、

混合して得られた混合粉末を焼結して、X線回折測定でCr元素に対するピークが消失するように耐熱元素とCrとを固溶させ、

この耐熱元素とCrの固溶体を含有する焼結体を粉砕し、

粉砕して得られた固溶体粉末と、前記電極材料に含まれるCr重量から前記耐熱元素粉末に混合されるCr粉末に含まれるCr重量を除いた重量のCrを含有するCr粉末を混合し、

10

混合して得られた固溶体粉末とCr粉末の混合粉末を成形後焼結し、

焼結して得られた焼結体にCuを溶浸する

ことを特徴とする電極材料の製造方法。

【請求項6】

請求項1から請求項4のいずれか1項に記載の電極材料からなる電極接点を固定電極または可動電極に備えた

ことを特徴とする真空インタラプタ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

20

【0001】

本発明は、真空インタラプタ等の電極に用いられる電極材料及び電極材料の製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

近年は、真空インタラプタに対する需要家の使用条件が厳しくなり、コンデンサ回路への真空インタラプタの適用拡大が進んでいる。コンデンサ回路では、通常の2～3倍の電圧が電極間に印加されるため、電流遮断、電流開閉時のアークによって接点表面が著しく損傷し、再点弧が発生しやすくなる。そのため、従来のCu-Cr電極材料より優れた遮断性能、耐電圧性能を有する電極材料の需要が増加している。

30

【0003】

例えば、特許文献1では、電流遮断性能や耐電圧性能等の電気的特性の良好なCu-Cr系電極材料として、基材として用いられるCuと電気的特性を向上させるCr及びCr粒子を微細にする耐熱元素(Mo、W、Nb、Ta、V、Zr)の各粉末を混合した後、混合粉末を型に挿入して加圧成形し、焼成体とした電極材料の製造方法が記載されている。具体的には、200～300μmの粒子サイズを有するCrを原料としたCu-Cr系電極材料に、Mo、W、Nb、Ta、V、Zr等の耐熱元素を添加し、微細組織技術を通してCrを微細化し、Cr元素と耐熱元素の合金化を促進させ、Cu基材組織内部に微細なCr-X(耐熱元素を固溶しているCr)粒子の析出を増加させ、直径20～60μmのCr粒子を、その内部に耐熱元素を有する形態でCu基材組織内に均一に分散させている。また、特許文献1には、真空インタラプタ用の電極材料において、電流遮断性能や耐電圧性能等の電気的特性を向上させるためには、Cu系電極材料におけるCu基材中のCrや耐熱元素の含有量を多くし、かつCr等の粒径を微細化して均一に分散させることが重要であることが記載されている。

40

【0004】

また、特許文献2においては、微細組織技術を通さず、耐熱元素の反応生成物である単一の固溶体を粉砕した粉末とCu粉末を混合し、この混合粉末を加圧成形した後に焼結して、電極組織内にCr及び耐熱元素を含有した電極材料を製造している。

【0005】

また、特許文献3においては、Mo粉とCr粉との混合比率を、Mo:Cr=1:1～

50

9 : 1 にするとともに、混合重量を $\text{Mo} - \text{Cr}$ とし、両者を均一に混合することで、耐弧成分含有量が多い $\text{Mo} - \text{Cr}$ 合金の複合組織であるが、微細な組織を有する電極材料を製造している。このような電極材料は、真空イントラプタの遮断性能を向上することができる。また、電極材料の硬度をより高くできるので、真空イントラプタの耐電圧やコンデンサ開閉性能も向上できるとしている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特開2002-180150号公報

【特許文献2】特開平4-334832号公報

10

【特許文献3】特開2012-7203号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

発明者らは、特許文献3に係る電極材料について、さらに検討をかさねたところ、 $\text{Mo} : \text{Cr}$ 配合比率による電極材料の導電率が28% IACS以上であると遮断性能が良好であることを確認した。

【0008】

しかしながら、導電率が28% IACS以上の電極材料は、電極材料の硬さが上昇し、電極間の接触抵抗が上昇する。このような電極材料を用いて真空イントラプタを構成した場合、電極の開閉動作を行う操作器の圧接力を上げる必要がある。その結果として、操作器のコストがかかることとなり、量産の課題となっていた。

20

【0009】

上記事情に鑑み、本発明は、真空イントラプタの遮断性能の向上及び接触抵抗の低減に貢献する技術を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0010】

上記目的を達成する本発明の電極材料の一態様は、重量比で Cr 1 に対して耐熱元素を1以上含有し、残部が Cu と不可避的不純物である電極材料であって、X線回折測定で Cr 元素に対応するピークが消失した耐熱元素と Cr の固溶体粉末と、 Cr 粉末と、を混合した混合粉末を成形し、この成形された混合粉末を焼結して得られた焼結体に、 Cu が溶浸されてなることを特徴としている。

30

【0011】

また、上記目的を達成する本発明の電極材料の他の態様は、上記電極材料において、前記固溶体粉末の平均粒子径は、 $30 \mu\text{m}$ 未満であることを特徴としている。

【0012】

また、上記目的を達成する本発明の電極材料の他の態様は、上記電極材料において、前記固溶体粉末に混合される Cr 粉末の平均粒子径は、 $10 \sim 80 \mu\text{m}$ であることを特徴としている。

【0013】

40

また、上記目的を達成する本発明の電極材料の他の態様は、上記電極材料において、前記 Cu が溶浸される焼結体における耐熱元素と Cr との重量比は、耐熱元素 : $\text{Cr} = 1 : 1 \sim 6 : 1$ であることを特徴としている。

【0014】

また、上記目的を達成する本発明の電極材料の製造方法の一態様は、重量比率で Cr 1 に対して耐熱元素を1以上含有し、残部が Cu と不可避的不純物である電極材料の製造方法であって、前記電極材料に含まれる Cr 重量より少ない重量の Cr を含有する Cr 粉末と耐熱元素粉末を混合し、混合して得られた混合粉末を焼結して、X線回折測定で Cr 元素に対するピークが消失するように耐熱元素と Cr とを固溶させ、この耐熱元素と Cr の固溶体を含有する焼結体を粉砕し、粉砕して得られた固溶体粉末と、前記電極材料に含

50

れるCr重量から前記耐熱元素粉末に混合されるCr粉末に含まれるCr重量を除いた重量のCrを含有するCr粉末を混合し、混合して得られた固溶体粉末とCr粉末の混合粉末を成形後焼結し、焼結して得られた焼結体にCuを溶浸することを特徴としている。

【0015】

また、上記目的を達成する本発明の真空インタラプタの一態様は、上記の電極材料からなる電極接点を固定電極または可動電極に備えたことを特徴としている。

【発明の効果】

【0016】

以上の発明によれば、真空インタラプタにおける遮断性能の向上及び接触抵抗の低減に貢献することができる。

【図面の簡単な説明】

【0017】

【図1】本発明の実施形態に係る電極材料の製造方法のフローを示す図である。

【図2】本発明の実施形態に係る電極材料を有する真空インタラプタの概略断面図である。

。

【図3】比較例1に係る電極材料の製造方法のフローを示す図である。

【図4】実施例2に係る電極材料の断面顕微鏡写真である。

【図5】実施例3に係る電極材料の断面顕微鏡写真である。

【図6】比較例1に係る電極材料の断面顕微鏡写真である。

【発明を実施するための形態】

【0018】

本発明の実施形態に係る電極材料及び電極材料の製造方法並びに本発明の実施形態に係る真空インタラプタについて、図面を参照して詳細に説明する。なお、実施形態の説明において、特に断りがない限り、平均粒子径は、レーザー回折式粒度分布測定装置（シーラス社：シーラス1090L）により測定された値を示す。また、粉末の粒子径の上限（または、下限）が定められている場合は、粒子径の上限値（または、下限値）の目開きを有する篩により分級された粉末であることを示す。

【0019】

本発明は、Cu-Cr-耐熱元素（Mo, W, V等）電極材料の組成制御技術に係る発明であって、予めX線回折測定でCr元素に対応するピークが消失した耐熱元素とCrの固溶体粉末とCr粉末とを混合し、得られた混合粉末の焼結体にCuを溶浸させることで、従来の電極（Cu-Cr-耐熱元素電極）と比較して、耐電圧性能、遮断性能及び真空インタラプタ（若しくは、コンデンサ）開閉性能を向上させるものである。本発明の電極材料によれば、真空インタラプタを低圧力で開閉することができる。

【0020】

耐熱元素は、例えば、モリブデン（Mo）、タングステン（W）、タンタル（Ta）、ニオブ（Nb）、バナジウム（V）、ジルコニウム（Zr）、ベリリウム（Be）、ハフニウム（Hf）、イリジウム（Ir）、白金（Pt）、チタン（Ti）、ケイ素（Si）、ロジウム（Rh）及びルテニウム（Ru）等の元素から選択される元素を単独若しくは組み合わせて用いることができる。特に、Cr粒子を微細化する効果が顕著であるMo、W、Ta、Nb、V、Zrを用いることが好ましい。耐熱元素は、重量比でCr1に対して耐熱元素が1以上となるよう電極材料に添加される。耐熱元素を粉末として用いる場合、耐熱元素粉末の平均粒子径を、例えば、2～20μm、より好ましくは2～10μmとすることで、電極材料にCrを含有する粒子（耐熱元素とCrの固溶体を含む）を微細化して均一に分散させることができる。

【0021】

クロム（Cr）は、重量比でCr1に対して耐熱元素が1以上となるよう電極材料に添加される。Cr粉末を用いる場合、Cr粉末の粒径を、例えば、-48メッシュ（粒径300μm未満）、より好ましくは-100メッシュ（粒径150μm未満）、さらに好ましくは-325メッシュ（粒径45μm未満）とすることで、耐電圧性能及び電流遮断性

10

20

30

40

50

能に優れた電極材料を得ることができる。これは、Cr粉末の平均粒子径を大きくすると、導電率が必要以上に向上してしまい、導電率が40%を超えると、電極材料の耐電圧性能の低下を招くおそれがあるためである。

【0022】

銅(Cu)は、耐熱元素及びCr(耐熱元素とCrの固溶体を含む)を焼結した焼結体に溶浸される。電極材料に含有されるCu量は、溶浸工程により定められることとなるので、電極材料に対して添加される耐熱元素、Cr及びCuの合計重量%は、100重量%を超えることはない。

【0023】

本発明の実施形態に係る電極材料の製造方法について、図1のフローを参照して詳細に説明する。なお、実施形態の説明では、耐熱元素としてMoを例示して説明するが、他の耐熱元素の粉末を用いた場合も同様である。

10

【0024】

Mo-Cr混合工程S1では、耐熱元素粉末(例えば、Mo粉末)とCr粉末を混合する。Mo粉末とCr粉末は、Crが完全固溶するように混合する。例えば、重量比でMo:Cr=7:1~9:1の割合で、Mo粉末とCr粉末とを混合する。これは、Mo粉末とCr粉末の混合粉末を焼結したMoCr固溶体において、重量比でおおよそCr1に対してMo6以下であるMo粉末とCr粉末の混合粉末を用いた場合、MoCr固溶体にCrが残留しやすくなるからである。

【0025】

20

仮焼結工程S2では、Mo-Cr混合工程S1で得られたMo粉末とCr粉末の混合粉末をMo及びCrと反応しない容器(例えば、アルミナ容器)に充填して、非酸化性雰囲気(水素雰囲気や真空雰囲気等)にて所定の温度(例えば、1250~1500)で仮焼結を行う。仮焼結を行うことで、MoとCrが相互に固溶拡散したMoCr固溶体得られる。仮焼結工程S2では、X線回折測定でCr元素に対応するピークが消失したMoとCrの固溶体(すなわち、Crが完全固溶した固溶体)が得られるようにMo粉末とCr粉末の混合粉末の焼結を行う。

【0026】

粉砕工程S3では、仮焼結工程S2で得られたMoCr固溶体をボールミル等で粉砕し、MoCr固溶体を含有するMoCr粉末を得る。MoCr固溶体は、例えば、平均粒子径が30μm未満、より好ましくは平均粒子径が10~30μm(30μmを含まず)、となるように粉砕される。粉砕工程S3の粉砕雰囲気は、大気中でもよいが非酸化性雰囲気粉砕することが望ましい。

30

【0027】

MoCr-Cr混合工程S4では、粉砕工程S3で得られたMoCr粉末とCr粉末を混合する。Cr粉末は、Mo-Cr混合工程S1で用いたCr粉末であっても、別途用意されたCr粉末であってもよい。例えば、平均粒子径10~80μmのCr粉末がMoCr粉末と混合される。

【0028】

加圧成形工程S5では、MoCr粉末とCr粉末の混合粉末の成形を行う。MoCr粉末とCr粉末の混合粉末の成形は、例えば、1~4t/cm²の圧力で加圧成形して行う。

40

【0029】

本焼結工程S6は、加圧成形工程S5で得られた成形体(MoCr-Cr成形体)の本焼結を行い、MoCr-Cr焼結体(MoCr-Crスケルトン)を得る。本焼結は、例えば、MoCr-Cr成形体を、1150-2時間、真空雰囲気中で焼結することにより行う。本焼結工程S6は、MoCr粉末をCr粉末の変形と接合により緻密なMoCr-Cr焼結体を得る工程である。MoCr-Cr成形体の焼結は、次の溶浸工程S7の温度条件、例えば、1150以上の温度で実施することが望ましい。溶浸温度より低い温度で焼結を行うと、Cu溶浸時にMoCr-Cr焼結体に含有されているガスが新たに発

50

生してCu溶浸体に残留し、耐電圧性能や電流遮断性能を損なう要因となるからである。したがって、本焼結工程S6の焼結温度は、Cu溶浸時の温度よりも高く、且つCrの融点以下の温度、好ましくは、1100 ~ 1500 の範囲で行うことで、MoCr粒子（Cr粒子）の緻密化が進み、且つMoCr粒子（Cr粒子）の脱ガスが十分に進行する。

【0030】

Cu溶浸工程S7では、MoCr - Cr焼結体にCuを溶浸させる。Cuの溶浸は、例えば、MoCr - Cr焼結体上にCu板材を乗せ、非酸化性雰囲気にて、Cuの融点以上の温度で所定時間（例えば、1150 - 2時間）保持することにより行う。

【0031】

なお、本発明の実施形態に係る電極材料を用いて真空インタラプタを構成することができる。図2に示すように、本発明の実施形態に係る電極材料を有する真空インタラプタ1は、真空容器2と、固定電極3と、可動電極4と、主シールド10と、を有する。

【0032】

真空容器2は、絶縁筒5の両開口端部が、固定側端板6及び可動側端板7でそれぞれ封止されることで構成される。

【0033】

固定電極3は、固定側端板6を貫通した状態で固定される。固定電極3の一端は、真空容器2内で、可動電極4の一端と対向するように固定されており、固定電極3の可動電極4と対向する端部には、本発明の実施形態に係る電極材料である電極接点材8が設けられる。

【0034】

可動電極4は、可動側端板7に設けられる。可動電極4は、固定電極3と同軸上に設けられる。可動電極4は、図示省略の開閉手段により軸方向に移動させられ、固定電極3と可動電極4の開閉が行われる。可動電極4の固定電極3と対向する端部には、電極接点材8が設けられる。なお、可動電極4と可動側端板7との間には、ベローズ9が設けられ、真空容器2内を真空に保ったまま可動電極4を上下させ、固定電極3と可動電極4の開閉が行われる。

【0035】

主シールド10は、固定電極3の電極接点材8と可動電極4の電極接点材8との接触部を覆うように設けられ、固定電極3と可動電極4との間で発生するアークから絶縁筒5を保護する。

【0036】

[実施例1]

実施例1の電極材料として、図1のフローにしたがって電極材料を作製した。実施例1の電極材料は、重量比でMo : Cr = 1 : 1の割合でMoとCrを含有する電極材料である。

【0037】

また、実施例1の電極材料を作製するにあたり、Mo粉末として、平均粒子径10 μm以下のMo粉末を用いた。また、Cr粉末として、Mo - Cr混合工程S1では平均粒子径63 μm以下のCr粉末、MoCr - Cr混合工程S4では平均粒子径39 μmのCr粉末を用いた。

【0038】

まず、重量比でMo : Cr = 9 : 1の割合で、Mo粉末とCr粉末を混合した（ステップS1）。得られた混合粉末を、1250 - 3時間で焼結し、Crが完全固溶したMoCr固溶体を得た（ステップS2）。得られたMoCr固溶体をボールミルにより粉砕してMoCr粉末とした（ステップS3）。MoCr粉末の平均粒子径は20 μmであった。

【0039】

次に、MoCr粉末とCr粉末を、重量比がMo : Cr = 1 : 1となるように均一に混

10

20

30

40

50

合した（ステップS4）。得られた混合粉末を 4 t/cm^2 でプレス成形し（ステップS5）、得られた成形体を $1100\sim 1200$ の温度で1～2時間保持して、本焼結を行った（ステップS6）。

【0040】

得られたMoCr-Cr焼結体上にCu薄板を配置し、 $1100\sim 1200$ の温度で1～2時間保持して、MoCr-Cr焼結体中にCuを液相焼結させて溶浸させた（ステップS7）。

【0041】

表1に示すように、実施例1の電極材料の導電率を測定したところ、28%IACSであった。また、実施例1の電極材料表面のビッカース硬度を測定したところ、380であ

10

【0042】

【表1】

	Mo:Cr 含有比率 【Mo:Cr】	MoCr 合金粉使用	添加 Cr 粉末 【平均粒子径】	導電率 【%IACS】	硬度 【HV】
比較例1	1:1	無	64	22	524
比較例2	3:1	無	64	30	321
比較例3	9:1	無	64	32	253
実施例1	1:1	有	39	28	380
実施例2	3:1	有	39	35	293
実施例3	3:1	有	64	35	284

20

【0043】

【実施例2】

実施例2の電極材料は、重量比でMo:Cr=3:1の割合でMoとCrを含有する電極材料である。つまり、実施例2の電極材料は、MoCr-Cr混合工程S4で、重量比でMo:Cr=3:1となるようにMoCr粉末とCr粉末を混合したこと以外は、実施例1の電極材料と同じ方法により作製した電極材料である。

30

【0044】

表1に示すように、実施例2の電極材料の導電率は35%IACSであり、実施例2の電極材料表面のビッカース硬度は293であった。

【0045】

【実施例3】

実施例3の電極材料は、MoCr-Cr混合工程S4で、MoCr粉末と混合するCr粉末の平均粒子径が異なること以外は、実施例2の電極材料と同じ方法により作製した電極材料である。実施例3の電極材料は、MoCr-Cr混合工程S4で、MoCr粉末（平均粒子径 $20\mu\text{m}$ ）とCr粉末（平均粒子径 $64\mu\text{m}$ ）を混合した電極材料である。

40

【0046】

表1に示すように、実施例3の電極材料の導電率は35%IACSであり、実施例3の電極材料表面のビッカース硬度は284であった。

【0047】

【比較例1】

比較例1の電極材料は、図3に示すフローにしたがって作製した電極材料である。比較例1では、平均粒子径 $10\mu\text{m}$ 以下のMo粉末と、平均粒子径 $64\mu\text{m}$ のCr粉末を用い

50

て電極材料を作製した。

【0048】

まず、Mo粉末とテルミットCr粉末を、重量比でMo : Cr = 1 : 1の割合で混合した(ステップT1)。得られた混合粉末を4 t / cm²でプレス成形し、得られた成形体を1100 ~ 1200 の温度で1 ~ 2時間保持して本焼結した(ステップT2)。

【0049】

ステップT2で得られた焼結体上にCu薄板を配置し、1100 ~ 1200 の温度で1 ~ 2時間保持して、焼結体中にCuを液相焼結させて溶浸させた(ステップT3)。

【0050】

表1に示すように、比較例1の電極材料の導電率は22% IACSであり、電極材料表面のピッカース硬度は524であった。

10

【0051】

[比較例2]

比較例2の電極材料は、Mo粉末とCr粉末の配合比率を変えて比較例1の電極材料と同じ方法で作製した電極材料である。比較例2では、Mo粉末とCr粉末を、重量比でMo : Cr = 3 : 1の割合で混合して電極材料を作製した。

【0052】

表1に示すように、比較例2の電極材料の導電率は30% IACSであり、電極材料表面のピッカース硬度は321であった。

20

【0053】

[比較例3]

比較例3の電極材料は、Mo粉末とCr粉末の配合比率を変えて比較例1の電極材料と同じ方法で作製した電極材料である。比較例3では、Mo粉末とCr粉末を、重量比でMo : Cr = 9 : 1の割合で混合して電極材料を作製した。

【0054】

表1に示すように、比較例3の電極材料の導電率は32% IACSであり、電極材料表面のピッカース硬度は253であった。

【0055】

[電極材料の評価]

表1に示すように、実施例1の電極材料と比較例1の電極材料(従来の溶浸法により作製された電極材料)は、同じMo、Cr含有比率を有する電極材料であるが、実施例1の電極材料は、比較例1の電極材料と比較して導電率が向上し、ピッカース硬度が低下している。同様に、実施例3の電極材料と比較例2の電極材料は、同じMo、Cr含有比率を有する電極材料であるが、実施例3の電極材料は、比較例2の電極材料と比較して導電率が向上し、ピッカース硬度が低下している。なお、比較例1の電極材料と実施例1の電極材料では、MoCr粉末に添加するCr粉末の粒径が異なっている。しかし、実施例2の電極材料と実施例3の電極材料を比較して明らかなように、MoCr粉末に添加するCr粒子の粒径によって導電率及びピッカース硬度はあまり変化がないものと考えられる。よって、実施例1の電極材料において、MoCr粉末に添加されるCrの平均粒子径が64 μmとした場合も、比較例1の電極材料と比較して導電率に優れ、硬度の低い電極材料となるものと考えられる。

30

40

【0056】

また、実施例2、3及び比較例2の電極材料の断面を顕微鏡により観察した。図4に示すように、実施例2の電極材料は、MoCr緻密箇所Cuが溶浸することで、細かいCu相が電極材料全体に均一に分布する電極材料であった。同様に、図5に示すように、実施例3の電極材料も細かいCu相が電極材料全体に均一に分布する電極材料であった。これに対して、図6に示すように、比較例1の電極材料は、Crの微細化により生じた孔に溶浸される比較的大きなCu相(Cr粒径に依存したCu相)が点在する電極材料であった。

【0057】

50

つまり、実施例 1 乃至実施例 3 の電極材料では、MoCr 固溶体粉末と Cr 粉末の混合粉末を焼結した焼結体の隙間に、この焼結体と濡れ性の良い Cu を溶浸させることで、単純に Mo 粉末と Cr 粉末の混合粉末を焼結した焼結体に Cu を溶浸させた場合と比較して、MoCr の焼結母材中に Cr 粒径に依存した Cu 相の形成箇所が低減される。このように、電極材料において MoCr 緻密箇所に Cu を溶浸させることで、一定量の Cu が確保され、電極材料の硬度も低減することができるものと考えられる。特に、原料となる耐熱元素粉末と Cr 粉末とをすべて混合させた場合 Cr が残存するような耐熱元素粉末と Cr 粉末との混合比率（例えば、重量比で耐熱元素：Cr = 1 : 1 ~ 6 : 1、より好ましくは耐熱元素：Cr = 1 : 1 ~ 3 : 1）となる電極材料において、導電率を向上し、電極材料表面硬度を低減することができるものと考えられる。

10

【0058】

以上のような、本発明の電極材料の製造方法によれば、重量比で Cr 1 に対して耐熱元素を 1 以上含有し、残部が Cu と不可避免的不純物である電極材料において、予め Cr が残存しないように耐熱元素と Cr を固溶させた固溶体粉末と、Cr 粉末と、の混合粉末を成形し、成形して得られた成形体を焼結した焼結体に Cu を溶浸させることで、導電性に優れ、ピッカー硬度を低下させた電極材料を得ることができる。本発明の電極材料は、導電率が高いので遮断性能が良好であり、高電圧大容量の真空インタラプタに好適である。

【0059】

また、本発明の電極材料及び電極材料の製造方法によれば、細かい Cu 相を電極材料全体に均一に分布させることで、電極材料における導電率のばらつきを抑制することができる。

20

【0060】

また、本発明の電極材料及び電極材料の製造方法によれば、Mo の量を増やすことなく、電極材料の導電率を向上させ、電極材料の硬度を低減することができる。比較例 1 乃至 3 の電極材料を比較すると、電極材料中の Mo の含有比率を増やすことで、電極材料の導電率を向上させ、電極材料の硬度を低減することができる。しかしながら、Cu - Cr - 耐熱元素を含有する電極材料では、耐熱元素の量を低減した方がコストと耐電圧性能の面で有利となる傾向がある。よって、本発明の電極材料及び電極材料の製造方法によれば、導電率及び耐電圧性能に優れ硬度の低い電極材料を低コストで製造することができる。

【0061】

30

また、本発明の電極材料を真空インタラプタの固定電極及び可動電極の少なくとも一方の電極の電極接点材として用いることで、真空インタラプタの耐電圧性能や遮断性能及びコンデンサ開閉性能を向上させることができる。

【0062】

また、硬度の低い電極材料を電極接点材として用いることで、真空インタラプタの電極間の接触抵抗が低減されるため、可動電極を駆動する操作器の圧接力を上げる必要がなくなり、安価な操作器を用いることができる。すなわち、真空インタラプタのコストを低減することができる。

【0063】

以上、実施形態の説明では、本発明の好ましい態様を示して説明したが、本発明の電極材料及び電極材料の製造方法は、実施形態に限定されるものではなく、発明の特徴を損なわない範囲において適宜設計変更が可能であり、設計変更された形態も本発明の技術範囲に属する。

40

【符号の説明】

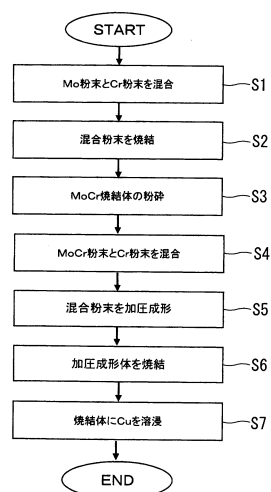
【0064】

- 1 ... 真空インタラプタ
- 2 ... 真空容器
- 3 ... 固定電極
- 4 ... 可動電極
- 5 ... 絶縁筒

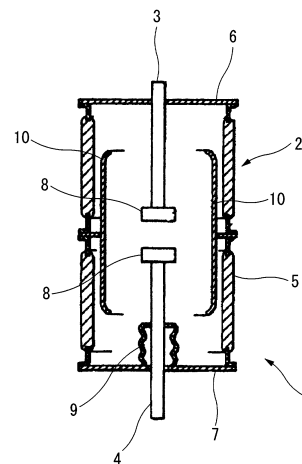
50

- 6 ... 固定側端板
- 7 ... 可動側端板
- 8 ... 電極材料（電極接点）
- 9 ... ベローズ
- 10 ... 主シールド

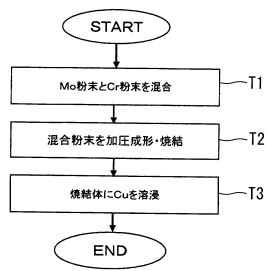
【図 1】



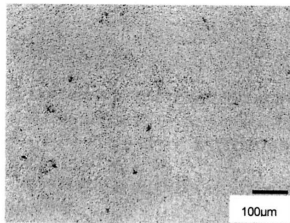
【図 2】



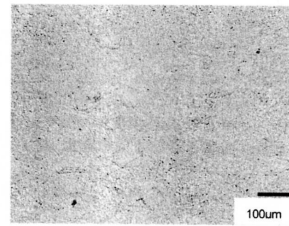
【図 3】



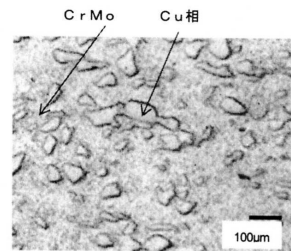
【図 4】



【図 5】



【図 6】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.		F I		
C 2 2 C	16/00	(2006.01)	C 2 2 C	16/00
C 2 2 C	25/00	(2006.01)	C 2 2 C	25/00
C 2 2 C	5/04	(2006.01)	C 2 2 C	5/04
B 2 2 F	3/26	(2006.01)	C 2 2 C	1/04
C 2 2 C	27/04	(2006.01)	B 2 2 F	3/26
C 2 2 C	30/02	(2006.01)	C 2 2 C	27/04
C 2 2 C	27/02	(2006.01)	C 2 2 C	30/02
H 0 1 H	33/664	(2006.01)	C 2 2 C	27/02
H 0 1 H	33/662	(2006.01)	C 2 2 C	27/02
			C 2 2 C	27/04
			C 2 2 C	27/02
			H 0 1 H	33/664
			H 0 1 H	33/662

- (72)発明者 長谷川 光佑
東京都品川区大崎2丁目1番1号 株式会社明電舎内
- (72)発明者 林 将大
東京都品川区大崎2丁目1番1号 株式会社明電舎内
- (72)発明者 古畑 高明
東京都品川区大崎2丁目1番1号 株式会社明電舎内

審査官 川村 裕二

- (56)参考文献 特開平04-334832(JP,A)
特開2003-226904(JP,A)
特開2002-180150(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

C 2 2 F 1 / 0 0 - 1 / 1 8
B 2 2 F 3 / 0 0 - 8 / 0 0
C 2 2 C 9 / 0 0 - 9 / 1 0
C 2 2 C 1 6 / 0 0
C 2 2 C 2 7 / 0 0 - 2 7 / 0 6
C 2 2 C 3 0 / 0 0 - 3 0 / 0 6
H 0 1 H 3 3 / 6 6 2
H 0 1 H 3 3 / 6 6 4