

(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 1

C22C	1/04	(2006.01)	C 22 C	1/04
C22C	9/00	(2006.01)	C 22 C	9/00
C22C	9/10	(2006.01)	C 22 C	9/10
C22C	27/06	(2006.01)	C 22 C	27/06
C22C	14/00	(2006.01)	C 22 C	14/00

P

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)

(22) 出願日

平成27年8月11日 (2015.8.11)

(65) 公開番号

特開2017-36479 (P2017-36479A)

(43) 公開日

平成29年2月16日 (2017.2.16)

審査請求日

平成28年8月26日 (2016.8.26)

早期審査対象出願

(73) 特許権者 000006105

株式会社明電舎

東京都品川区大崎2丁目1番1号

(74) 代理人 100086232

弁理士 小林 博通

(74) 代理人 100104938

弁理士 鵜澤 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 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 Cr 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 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 : Cr = 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】

10

20

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碎し、

粉碎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 ~ 300 μm 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 ~ 60 μm 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单一の固溶体を粉碎した粉末と 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 Mo 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 Mo 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、真空インタ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、真空インタ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、Mo : 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タ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、真空インタ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 μm 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 ~ 80 μm 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 : Cr = 1 : 1 ~ 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碎し、粉碎して得られた固溶体粉末と、前記電極材料に含ま

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。

10

【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。

20

【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。

30

【0020】

耐熱元素は、例えば、モリブデン（Mo）、タンゲステン（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。

40

【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

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。

【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】

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固溶体が得られる。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】

粉碎工程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碎し、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)、となるように粉碎される。粉碎工程S3の粉碎雰囲気は、大気中でもよいが非酸化性雰囲気で粉碎することが望ましい。

【0027】

MoCr-Cr混合工程S4では、粉碎工程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。

【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以上的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

10

20

30

40

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 S 6 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。

【 0 0 3 0 】

Cu 溶浸工程 S 7 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。

【 0 0 3 1 】

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。

【 0 0 3 2 】

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。

【 0 0 3 3 】

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。

【 0 0 3 4 】

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。

【 0 0 3 5 】

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。

【 0 0 3 6 】

[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。

【 0 0 3 7 】

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 S 1 では平均粒子径 6.3 μm 以下の Cr 粉末、MoCr - Cr 混合工程 S 4 では平均粒子径 3.9 μm の Cr 粉末を用いた。

【 0 0 3 8 】

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 S 1)。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 S 2)。得られた MoCr 固溶体をボールミルにより粉碎して MoCr 粉末とした (ステップ S 3)。MoCr 粉末の平均粒子径は 2.0 μm であった。

【 0 0 3 9 】

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4t/cm²でプレス成形し(ステップS5)、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、1100~1200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であった。
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

【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20μm)とCr粉末(平均粒子径64μm)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10μm以下のMo粉末と、平均粒子径64μm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4t/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、電極材料表面のビッカース硬度は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、電極材料表面のビッカース硬度は321であった。

【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、電極材料表面のビッカース硬度は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、ビ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、ビ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のように、MoCr粉末に添加するCr粒子の粒径によって導電率及びビ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6.4μm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

【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緻密箇所に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】

10

20

30

40

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Cr1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、ビックアース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成本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】

40

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。

【符号の説明】

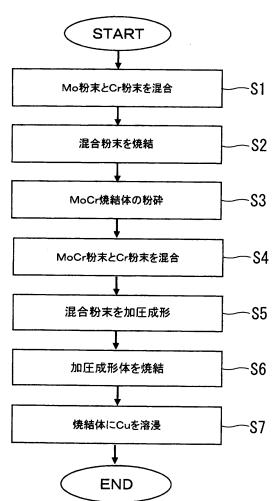
【0064】

- 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

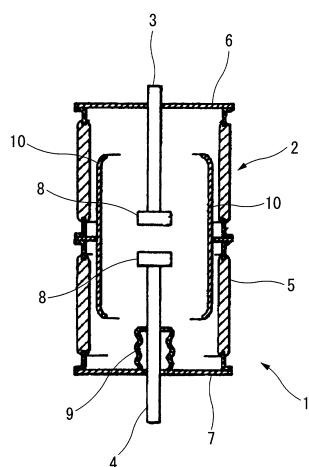
50

- 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

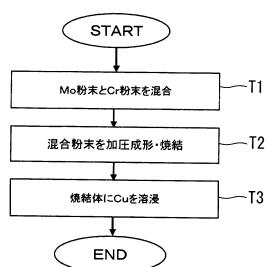
【図1】



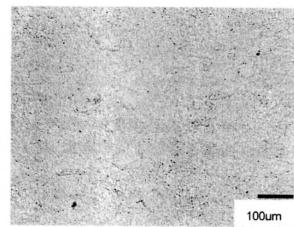
【図2】



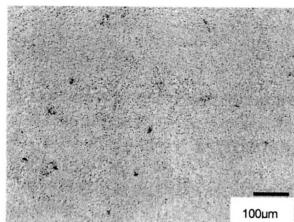
【図3】



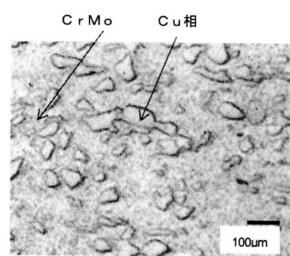
【図5】



【図4】



【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 D
C 2 2 C	27/04	(2006.01) B 2 2 F 3/26 C
C 2 2 C	30/02	(2006.01) C 2 2 C 27/04 1 0 1
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 1 0 2 Z
H 0 1 H	33/662	(2006.01) C 2 2 C 27/02 1 0 3
		C 2 2 C 27/04 1 0 2
		C 2 2 C 27/02 1 0 1 Z
		H 0 1 H 33/664 B
		H 0 1 H 33/662 F

(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 0 4 - 3 3 4 8 3 2 (J P , A)

特開 2 0 0 3 - 2 2 6 9 0 4 (J P , A)

特開 2 0 0 2 - 1 8 0 1 5 0 (J P , 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