(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2017 年 3 月 9 日(09.03.2017)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2017/038538 A1

(51) 国際特許分類:
H01H 33/664 (2006.01) *H02B 13/035* (2006.01)
H01H 33/662 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2016/074430

(22) 国際出願日: 2016 年 8 月 23 日(23.08.2016)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:
特願 2015-173407 2015 年 9 月 3 日(03.09.2015) JP

(71) 出願人: 株式会社明電舎(MEIDENSHA CORPORATION) [JP/JP]; 〒1416029 東京都品川区大崎２丁目１番１号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 長竹 和浩(NAGATAKE, Kazuhiro); 〒1416029 東京都品川区大崎２丁目１番１号 株式会社明電舎内 Tokyo (JP). 北寄崎 薫(KITAKIZAKI, Kaoru); 〒1416029 東京都品川区大崎２丁目１番１号 株式会社明電舎内 Tokyo (JP). 石川 啓太(ISHIKAWA, Keita); 〒1416029 東京都品川区大崎２丁目１番１号 株式会社明電舎内 Tokyo (JP). 林 将大(HAYASHI, Shota); 〒1416029 東京都品川区大崎２丁目１番１号 株式会社明電舎内 Tokyo (JP). 長谷川 光佑(HASEGAWA, Kosuke); 〒1416029 東京都品川区大崎２丁目１番１号 株式会社明電舎内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 小林 博通, 外(KOBAYASHI, Hiromichi et al.); 〒1040044 東京都中央区明石町１番２９号 掖済会ビル ＳＨＩＧＡ内外国特許事務所内 Tokyo (JP).

(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

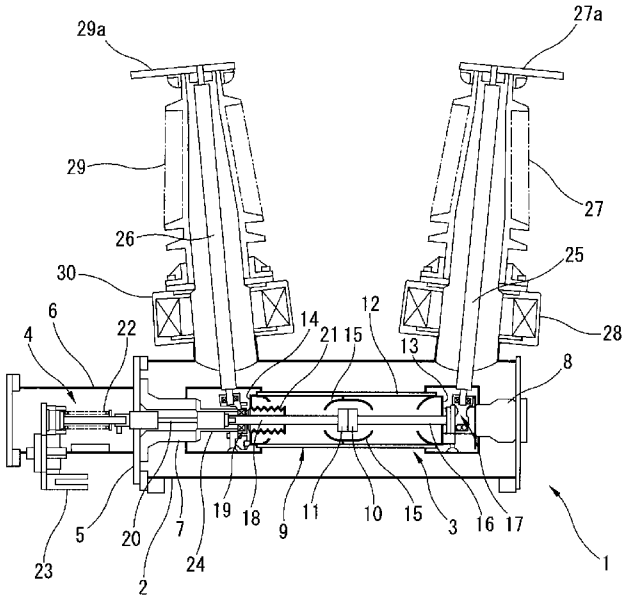
(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR),

[続葉有]

(54) **Title**: VACUUM CIRCUIT BREAKER

(54) 発明の名称 : 真空遮断器

[図1]



(57) **Abstract**: A vacuum circuit breaker (1) having a vacuum interrupter (3) stored in a grounding tank (2) in which insulating gas is sealed. As the electrode material for at least one of a fixed electrode (10) and a movable electrode (11) of the vacuum interrupter (3), an electrode material is used in which solid solution particles containing Cr and heat resistant elements are dispersed in a fine and uniform manner, and in which also Cu portions as a highly conductive material component are dispersed finely and uniformly. The electrode material contains Cu by 20 to 70%, Cr by 1.5 to 64%, and the heat resistant element by 6 to 76% in weight ratio with respect to the electrode material. The solid solution particles included in the electrode material have an average particle diameter of not more than 20 μm, and are uniformly dispersed in Cu phase with a dispersion state index of not more than 2.0.

(57) 要約: 絶縁性ガスが封入された接地タンク（２）に真空インタラプタ（３）を収納した真空遮断器（１）である。真空インタラプタ（３）の固定電極（１０）及び可動電極（１１）の少なくとも一方の電極材料として、Ｃｒ及び耐熱元素を含有する固溶体粒子を微細化して均一に分散させ、且つ高導電体成分であるＣｕ部分も微細均一分散させた電極材料を用いる。電極材料は、電極材料に対して重量比で、Ｃｕを２０～７０％、Ｃｒを１．５～６４％、耐熱元素を６～７６％、含有し、電極材料に含まれる固溶体粒子は、平均粒子径が２０μｍ以下であり、分散状態指数が２．０以下でＣｕ相に均一に分散している。

WO 2017/038538 A1

OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告（条約第 21 条(3)）

— 補正された請求の範囲及び説明書（条約第 19 条(1)）

明　細　書

発明の名称 ： 真空遮断器

技術分野

[0001] 本発明は、真空遮断器に関する。特に、リアクトルやコンデンサバンク等の調相設備用途の真空遮断器に関する。

背景技術

[0002] 真空遮断器（ＶＣＢ）は、遮断部のメンテナンス無しで開閉できることから、多頻度開閉が必要とされる鉄道向けや調相設備への適用が拡大している（例えば、特許文献１、非特許文献１乃至３）。

[0003] また、コンデンサバンク開閉現象は、投入時に定格電流の５倍程度の高周波大電流が通電されるため、先行放電による電極の溶着を要因とした荒れが発生し、その後の遮断時には系統電圧の２倍という高い電圧が印加されるため、この荒れによる耐電圧の低下による再点弧が課題となっている。また、コンデンサバンク開閉用途の真空遮断器では、１日１回程度の多頻度で開閉されるため、投入時の突入電流による電極荒れが蓄積される。このため、コンデンサ開閉用途の真空遮断器では、遮断器極間の耐電圧性能を向上させるために遮断速度及び遮断時のギャップ長（電極間距離）を大きくしている。

[0004] しかしながら、遮断速度や遮断時のギャップ長を大きくした場合、真空遮断器の開閉操作を行うための操作力が大きくなり、真空遮断器の開閉操作を行う操作装置が大型化するおそれがある。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開２００７－３０６７０１号公報

非特許文献

[0006] 非特許文献1：落合昭二郎、外１名、「真空開閉器の調相設備への適用」、明電時報、１９７９年　Ｎｏ２　通巻第１４５号、１９７９年、ｐ．５９－６２

非特許文献2：「タンク形真空遮断器」、明電舎カタログ、Ｎｏ．ＧＢ３０－２２６４Ｄ

非特許文献3：竹下幸宏、外４名、「１２０ｋＶ　３１．５ｋＡ　タンク形真空遮断器の開発」、平成１７年電気学会電力・エネルギー部門大会論文集、電気学会、２００５年、３１８、３８－１，３８－２

発明の概要

[0007] 本発明は、真空遮断器の遮断速度または遮断時のギャップ長の低減に貢献する技術を提供することを目的とする。

[0008] 上記目的を達成する本発明の真空遮断器の一態様は、絶縁性ガスが封入された容器に真空インタラプタを収納した真空遮断器であって、前記真空インタラプタは、絶縁筒と当該絶縁筒の両端部を封止する封着金具とで構成された真空容器と、該真空容器内に収納され、且つ導通軸に固着された互いに接離可能な一対の接点を有し、前記接点のうち少なくとも一方の接点が、Ｃｕ相と、Ｍｏ、Ｗ、Ｔａ、Ｎｂ、Ｖ、Ｚｒのいずれかの耐熱元素とＣｒの固溶体を含有する固溶体粒子相と、を有する電極材料であり、前記電極材料は、当該電極材料に対して重量比で、Ｃｕを２０～７０％、Ｃｒを１．５～６４％、耐熱元素を６～７６％、含有し、前記電極材料に含まれる固溶体粒子の平均粒子径が２０μｍ以下である。

[0009] また、上記目的を達成する本発明の真空遮断器の他の態様は、上記真空遮断器において、前記電極材料中の前記固溶体粒子の分散状態指数は２．０以下である。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]本発明の実施形態に係る真空遮断器の概略断面図である。

[図2]本発明の実施形態に係る電極材料の製造方法のフローチャートである。

[図3]（ａ）Ｍｏ粉末とＣｒ粉末の混合粉末の電子顕微鏡写真、（ｂ）ＭｏＣｒ粉末の電子顕微鏡写真である。

[図4]（ａ）実施例１の電極材料の断面顕微鏡写真（倍率×４００）、（ｂ）実施例１の電極材料の断面顕微鏡写真（倍率×８００）である。

[図5]（ａ）実施例１の電極材料の断面組織ＳＥＭ（走査型電子顕微鏡）像（倍率×１０００）、（ｂ）実施例１の電極材料の断面組織ＳＥＭ像（倍率×２０００）である。

[図6]比較例Ａの電極材料の断面顕微鏡写真（倍率×８００）である。

[図7]本発明の実施形態に係る真空遮断器の絶縁回復特性を示す特性図である。

発明を実施するための形態

[0011] 本発明の実施形態に係る真空遮断器について、図面を参照して詳細に説明する。

[0012] ［真空遮断器の構成］

図１は、本発明の実施形態に係る真空遮断器１の縦断面図である。真空遮断器１は、接地タンク２（例えば、容器に相当）と、接地タンク２に収納される真空インタラプタ３と、真空インタラプタ３の開閉を行う操作機構４と、を有する。

[0013] 接地タンク２は、例えば、円筒状の金属容器であり、真空インタラプタ３を収納する。接地タンク２内には、SF_6ガスや乾燥空気等の絶縁性ガスが充填される。接地タンク２の一端には支持板５を介して操作箱６が取り付けられ、操作箱６内には操作機構４が設けられる。接地タンク２内の水平方向一端には絶縁支持筒７が支持板５に支持され、接地タンク２内の他端には支持碍子８が支持される。

[0014] 真空インタラプタ３は、真空容器９内に一対の接点（固定電極１０及び可動電極１１）を接離可能に収納して構成される。真空容器９は、絶縁筒１２と絶縁筒１２の両開口部を封止する封着金具１３，１４で構成される。真空容器９内であって、固定電極１０及び可動電極１１を覆うように中間シールド１５が設けられる。固定電極１０は、固定リード１６（例えば、導通軸に相当）の一端に固定される。固定リード１６の他端部は真空容器９の端面から延在しており、固定側コンタクトケース１７に接続される。可動電極１１は、可動リード１８（例えば、導通軸に相当）の一端に固定される。可動リ

ード１８の他端部は真空容器９の端面から延在し、可動側コンタクトケース１９に接続される。さらに、可動リード１８の他端部には絶縁ロッド２０が設けられ、絶縁ロッド２０は操作機構４に接続される。なお、真空容器９内であって、可動リード１８の挿通部にはベローズ２１が設けられており、真空容器９内を真空に保った状態で可動リード１８が軸方向に移動可能となっている。

[0015] 操作機構４は、絶縁ロッド２０を介して可動リード１８に接続され、可動リード１８を軸方向に移動させる。また、操作機構４には、圧接ばね２２が設けられており、固定電極１０と可動電極１１とを接触させた際に、圧接ばね２２が可動リード１８を固定リード１６方向に付勢して固定電極１０と可動電極１１との間に所定の接触圧が加えられる。操作機構４には、操作レバー２３が接続されており、操作レバー２３の動きに応じて操作機構４が可動リード１８を軸方向に移動させる。

[0016] 支持碍子８には、固定側コンタクトケース１７が支持される。固定側コンタクトケース１７には、導体２５が接続される。また、絶縁支持筒７には、絶縁性のサポート２４を介して可動側コンタクトケース１９が支持される。可動側コンタクトケース１９には、導体２６が接続される。

[0017] 導体２５は、接地タンク２から突出した状態で設けられる。導体２５の周囲にはブッシング２７が設けられ、ブッシング２７は接地タンク２に支持される。このブッシング２７の上端部には導体２５と導通するブッシング端子２７ａが設けられる。そして、ブッシング２７と接地タンク２の接続部にはブッシング変流器２８が設けられる。同様に、導体２６は、接地タンク２から突出した状態で設けられる。導体２６の周囲にはブッシング２９が設けられ、ブッシング２９は接地タンク２に支持される。このブッシング２９の上端部には導体２６と導通するブッシング端子２９ａが設けられる。そして、ブッシング２９と接地タンク２の接続部にはブッシング変流器３０が設けられる。

[0018] ［固定電極及び可動電極の製造方法］

本発明の実施形態に係る真空遮断器１は、固定電極１０及び可動電極１１の少なくとも一方の電極として、耐電圧性能に優れた電極材料からなる電極を用いたことを特徴としている。ここでは、固定電極１０及び可動電極１１として用いた電極材料の製造方法について詳細に説明する。なお、電極材料の詳細については、特願２０１５－５２８７９７の明細書に記載されている。また、電極材料の説明において、特に断りがない限り、平均粒子径、メディアン径ｄ５０及び体積相対粒子量は、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。

[0019] まず、本発明に先立って、発明者らは再点弧発生と、耐熱元素（Ｍｏ，Ｃｒ等）やＣｕの分布と、の相関性について検討を行った。その結果、再点弧を発生した電極表面を観察することで、耐熱元素よりも融点が低いＣｕ領域において微小な突起部（例えば、数十μｍ～数百μｍの微小な突起）が多いことを見出した。この突起部の先端には高電界が生じるため、遮断性能や耐電圧性能を低下させる要因となり得る。突起部の形成は、投入電流により電極が溶融・溶着し、その後の電流遮断時に溶融部が引き剥がされることによって形成されるためと推定される。この推定に基づいて電極材料の遮断性能及び耐電圧性能の検討を行った結果、電極中の耐熱元素の粒径を小さくし、微細分散させること、及び、電極表面中のＣｕ領域を微細に均一分散させることで、Ｃｕ領域における微小な突起部の発生が抑制され、且つ再点弧の発生確率が低減されるという知見を得た。また、電極接点は、接点の開閉の繰り返しによって、電極表面の耐熱元素の粒子が砕かれ、微細な粒子となって電極表面から離脱し、絶縁破壊が起こることが考えられる。この考察に基づいて、耐電圧性能に優れる電極材料の検討を行った結果、電極材料中の耐熱元素の粒径を小さくし、微細分散させること、さらに、Ｃｕ領域を微細分散させることで、耐熱元素の粒子が砕かれるのを抑制する効果が得られるとの知見を得た。これらの知見に基づいて、発明者らは、耐熱元素の粒径、Ｃｕの分散性、真空インタラプタの電極の耐電圧性等について鋭意検討した結果、本発明の完成に至ったものである。

[0020] 本発明の実施形態に係る真空遮断器の電極材料は、Ｃｒを含有する粒子を微細化して均一に分散させ、高導電体成分であるＣｕ組織も微細均一分散させた電極材料である。

[0021] 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にすることで、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た組成を有する電極材料を得ることができる。耐熱元素は、電極材料に対して６～７６重量％、より好ましくは３２～６８重量％含有させることで、機械強度や加工性を損なうことなく、電極の耐電圧性能及び電流遮断性能を向上させることができる。

[0022] Ｃｒは、電極材料に対して１．５～６４重量％、より好ましくは４～１５重量％含有させることで、機械強度や加工性を損なうことなく、電極の耐電圧性能及び電流遮断性能を向上させることができる。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能に優れた電極材料を得ることができる。Ｃｒ粉末の粒径を－１００メッシュとすることで、電極に溶浸されたＣｕの粒子径を大きくする要因となる残存Ｃｒの量を低減することができる。また、電極中に微細化したＣｒを含有する粒子を分散させる点では、粒径が小さいＣｒ粉末を用いることが好ましいが、Ｃｒ粒子を細かくするほど電極に含有される酸素含有量が増加して電流遮断性能が低下する。Ｃｒ粒子の粒径を小さくすることによる電極

材料の酸素含有量の増加は、Ｃｒを微細に粉砕する際にＣｒが酸化することにより生じるものと考えられる。そこで、Ｃｒが酸化しない条件、例えば、不活性ガス中でＣｒを微細な粉末とすることができるのであれば、粒径が－３２５メッシュ未満のＣｒ粉末を用いてもよく、電極中に微細化したＣｒを含有する粒子を分散させる点では、粒径が小さいＣｒ粉末を用いることが好ましい。

[0023] Ｃｕは、電極材料に対して２０～７０重量%、より好ましくは２５～６０重量%含有させることで、耐電圧性能や電流遮断性能を損なうことなく、電極の接触抵抗を低減することができる。なお、電極材料に含有されるＣｕの含有量は、後に詳細に説明するＣｕ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の合計は、１００重量%を超えることはない。

[0024] 図２のフローチャートを参照して、本発明の実施形態に係る電極材料の製造方法について詳細に説明する。なお、実施形態の説明では、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。

[0025] 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粉末及びＣｒ粉末の平均粒子径は、特に限定するものではないが、Ｍｏ粉末の平均粒子径は２～２０μｍ、Ｃｒ粉末の粒子径は、－１００メッシュとすることで、Ｃｕ相にＭｏＣｒ固溶体が均一に分散した組成を有する電極材料を形成することができる。また、Ｍｏ粉末とＣｒ粉末は、重量比率でＭｏ１に対してＣｒが４以下、より好ましくはＭｏ１に対してＣｒが１／３以下となるように混合することで、耐電圧性能及び電流遮断性能に優れた電極材料を製造することができる。

[0026] 仮焼結工程Ｓ２では、混合工程Ｓ１で得られたＭｏ粉末とＣｒ粉末の混合粉末（以下、混合粉末と称する）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、必ずしもすべてのＭｏとＣｒがＭｏＣｒ固溶体を形成するまで仮焼結を行う必要はない。ただし、Ｘ線回折（ＸＲＤ）測定によって観察されるＭｏ元素に対応するピーク及びＣｒ元素に対応するピークのいずれか若しくは両方が完全に消失した仮焼結体（すなわち、ＭｏとＣｒのどちらかがもう一方に完全に固溶した仮焼結体）を用いることで、より耐電圧性能の高い電極材料を得ることができる。よって、例えば、Ｍｏ粉末の混合量が多い場合には、ＭｏＣｒの固溶体のＸ線回折測定で、少なくともＣｒ元素に対応するピークが消失するように、仮焼結工程Ｓ２の焼結温度と時間が選択され、Ｃｒ粉末の混合量が多い場合には、ＭｏＣｒの固溶体のＸ線回折測定で、少なくともＭｏ元素に対応するピークが消失するように、仮焼結工程Ｓ２の焼結温度と時間が選択される。

[0027] また、仮焼結工程Ｓ２では、仮焼結を行う前に混合粉末を加圧成形（プレス処理）しても良い。加圧成形することで、ＭｏとＣｒとの相互拡散が促進され仮焼結時間を短くしたり、仮焼結温度を低減したりすることができる。加圧成形時の圧力は、特に限定するものではないが、０．１ｔ／ｃｍ^{2}以下とすることが好ましい。混合粉体の加圧成形時の圧力が非常に大きい場合、仮焼結体が硬くなり、後の粉砕工程Ｓ３での粉砕作業が困難となるおそれがある。

[0028] 粉砕工程Ｓ３では、粉砕機（例えば、遊星ボールミル）を用いてＭｏＣｒ固溶体の粉砕を行い、ＭｏＣｒ固溶体の粉末（以下、ＭｏＣｒ粉末と称する）を得る。粉砕工程Ｓ３の粉砕雰囲気は、非酸化性雰囲気が望ましいが、大気中において粉砕してもかまわない。粉砕条件は、ＭｏＣｒ固溶体粒子が相互に結合している粒子（２次粒子）を粉砕する程度の粉砕条件でよい。なお、ＭｏＣｒ固溶体の粉砕は、粉砕時間を長くすればするほど、ＭｏＣｒ固溶体粒子の平均粒子径が小さくなる。したがって、例えば、ＭｏＣｒ粉末において、粒径３０μｍ以下の粒子（より好ましくは、粒径２０μｍ以下の粒子）の体積相対粒子量が５０％以上となるような粉砕条件を設定することで、ＭｏＣｒ粒子（ＭｏとＣｒが相互に固溶拡散した粒子）及びＣｕ組織が均一

に分散した電極材料を得ることができる。

[0029] 成形工程Ｓ４では、ＭｏＣｒ粉末の成形を行う。ＭｏＣｒ粉末の成形は、例えば、２ｔ／ｃｍ^{2}の圧力で加圧成形することにより行う。

[0030] 本焼結工程Ｓ５では、成形されたＭｏＣｒ粉末の本焼結を行い、ＭｏＣｒ焼結体（ＭｏＣｒスケルトン）を得る。本焼結は、例えば、ＭｏＣｒ粉末の成形体を、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Ｓ５は、ＭｏＣｒ粉末の変形と接合によってより緻密なＭｏＣｒ焼結体を得る工程である。ＭｏＣｒ粉末の焼結は、次のＣｕ溶浸工程Ｓ６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。溶浸温度よりも低い温度で焼結を行うと、Ｃｕ溶浸時にＭｏＣｒ焼結体に含有されているガスが新たに発生して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。本発明の焼結温度は、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１１５０～１５００℃の範囲で行うことで、ＭｏＣｒ粒子の緻密化が進み、且つＭｏＣｒ粒子の脱ガスが十分に進行する。

[0031] なお、本焼結工程Ｓ５では、本焼結を行った後に、得られたＭｏＣｒ焼結体にＨＩＰ（熱間等方圧加圧法）処理を行ってもよい。ＨＩＰ処理は、例えば、ＭｏＣｒ焼結体をステンレス製の円筒容器（円筒内高さ１１ｍｍ、内径φ６２ｍｍ、肉厚５ｍｍ）内に入れ、真空密封した後、ＨＩＰ処理装置内で、１０５０℃－７０ＭＰａ（０．７１４ｔｏｎ／ｃｍ^2）－２時間のＨＩＰ処理を行う。

[0032] Ｃｕ溶浸工程Ｓ６では、ＭｏＣｒ焼結体にＣｕを溶浸させる。Ｃｕの溶浸は、例えば、ＭｏＣｒ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。

[0033] ［実施例１］

図２に示すフローチャートにしたがって、実施例１の電極材料を作製した。実施例１では、Ｍｏ粉末は、粒度２．８～３．７μｍのものを用いた。こ

のＭｏ粉末をレーザー回折式粒度分布測定装置を用いて粒度分布を測定したところメディアン径ｄ５０は５．１μｍ（ｄ１０＝３．１μｍ、ｄ９０＝８．８μｍ）であった。また、Ｃｒ粉末は、－３２５メッシュ（ふるい目開き４５μｍ）を用いた。

[0034] まず、Ｍｏ粉末とＣｒ粉末を重量比率でＭｏ：Ｃｒ＝７：１の割合で混合し、Ｖ型混合器を用いて均一となるように十分に混合した。

[0035] 混合終了後、Ｍｏ粉末とＣｒ粉末の混合粉末をアルミナ容器内に移し、真空加熱炉にて１２５０℃で３時間混合粉末の仮焼結を行った。１２５０℃で３時間焼結後の真空加熱炉の真空度は、３．５×10^{-3}Ｐａであった。なお、仮焼結温度で所定時間維持した後の真空度が５×10^{-3}Ｐａ以下であれば、得られた仮焼結体を用いて作製した電極材料の酸素含有量が少なくなり、電極材料の電流遮断性能を損なうことがない。

[0036] 冷却後、真空加熱炉からＭｏＣｒ仮焼結体を取り出し、遊星ボールミルを用いて１０分間粉砕を行い、ＭｏＣｒ粉末を得た。粉砕後、ＭｏＣｒ粉末のＸ線回折測定を行い、仮焼結を行うことによりＭｏ元素とＣｒ元素が相互に固相拡散し、ＭｏとＣｒが固溶化していることを確認した。具体的には、ＭｏＣｒ粉末のＸ線回折（ＸＲＤ）測定を行い、ＭｏＣｒ粉末の結晶定数を求めた。ＭｏＣｒ粉末（Ｍｏ：Ｃｒ＝７：１）の格子定数ａは、０．３１０７ｎｍであった。ＭｏＣｒ粉末（Ｍｏ：Ｃｒ＝７：１）のＸ線回折（ＸＲＤ）の測定結果において、Ｍｏ粉末の格子定数ａである０．３１５１ｎｍのピークと、Ｃｒ粉末の格子定数ａである０．２８９０ｎｍのピークは消失していた。このことより、仮焼結を行うことによりＭｏ元素とＣｒ元素が相互に固相拡散し、ＭｏとＣｒが固溶化したことを確認した。

[0037] 図３（ａ）は、Ｍｏ粉末とＣｒ粉末の混合粉末の電子顕微鏡写真である。左下及び中央上に見られる比較的大きな粒子径が４５μｍ程度の粒子は、Ｃｒ粉末であり、凝集している細かい粒子はＭｏ粉末である。

[0038] 図３（ｂ）は、ＭｏＣｒ粉末の電子顕微鏡写真である。粒子径が４５μｍ程度の比較的大きな粉末は確認できず、Ｃｒは原料そのままの状態（サイズ

）では存在していないことが確認された。また、ＭｏＣｒ粉末の平均粒度径（メディアン径ｄ５０）は１５．１μｍであった。

[0039] Ｘ線回折測定の結果と電子顕微鏡写真より、Ｍｏ粉末とＣｒ粉末を混合した後、１２５０℃－３時間焼成することでＣｒが微細化され、ＭｏとＣｒが相互に拡散してＭｏとＣｒの固溶体が形成されたと考えられる。

[0040] 次に、粉砕工程で得られたＭｏＣｒ粉末をプレス機を用いてプレス圧２ｔ／ｃｍ^{2}で加圧成形して成形体を形成し、この成形体を１１５０℃－２時間真空雰囲気中で本焼結して、ＭｏＣｒ焼結体を作製した。

[0041] その後、ＭｏＣｒ焼結体上にＣｕ板材を乗せ、真空加熱炉において１１５０℃－２時間保持して、ＭｏＣｒ焼結体にＣｕを溶浸させ、実施例１の電極材料を得た。

[0042] ［電極材料の断面観察］

実施例１の電極材料の断面を電子顕微鏡により観察した。電極材料の断面顕微鏡写真を図４（ａ）及び図４（ｂ）に示す。

[0043] 図４（ａ），（ｂ）において、比較的白く見える領域（白色部分）がＭｏとＣｒが固溶体化した合金組織であり、比較的黒く見える部分（灰色部分）がＣｕ組織である。実施例１の電極材料では、１～１０μｍの微細な合金組織（白色部分）が均一に微細化して分散していた。また、Ｃｕ組織も偏在せずに均一に分散していた。

[0044] ［電極材料におけるＭｏＣｒ粒子の平均粒径］

実施例１の電極材料の断面組織をＳＥＭ（走査型電子顕微鏡）により観察した。電極材料のＳＥＭ像を図５（ａ）及び図５（ｂ）に示す。

[0045] 図５（ａ），（ｂ）のＳＥＭ像から、ＭｏとＣｒが固溶体化した合金組織（白色部分）の平均粒径を算出した。電極材料中のＭｏＣｒ粒子の平均粒径ｄｍは、国際公開番号ＷＯ２０１２／１５３８５８に記載されているフルマンの式により求めた。

$d_m = (4/\pi) \times (N_L/N_S)$ …（１）

$N_L = n_L/L$ …（２）

$N_S = n_S / S$ …（３）

ｄｍ：平均粒径、π：円周率、

N_L：断面組織上の任意の直線によってヒットされる単位長さ当たりの粒子数、

N_S：任意の測定領域内でヒットされる単位面積当たりに含まれる粒子の数、

n_L：断面組織上の任意の直線によってヒットされる粒子の数、

Ｌ：断面組織上の任意の直線の長さ、

n_S：任意の測定領域内に含まれる粒子の数、

Ｓ：任意の測定領域の面積

具体的に説明すると、図５（ａ）のＳＥＭ像を用いて、その写真全体を測定領域（面積Ｓ）として得られたＳＥＭ像に含まれるＭｏＣｒ粒子数n_Sを数えた。次に、ＳＥＭ像を等分に分割する任意の直線（長さＬ）を引き、その直線にヒットされる粒子の数n_Lを数えた。

[0046] これらの数値n_L及びn_Sを、それぞれＬ及びＳで除して、N_L及びN_Sを求めた。さらに、N_L及びN_Sを（１）式に代入することにより、平均粒径ｄｍを求めた。

[0047] その結果、実施例１の電極材料のＭｏＣｒ粒子の平均粒径ｄｍは、３．８μｍであった。１２５０℃－３時間混合粉末を仮焼結し、遊星ボールミルを用いて粉砕したＭｏＣｒ粉末の平均粒子径は１５．７μｍであったことは前述した。Ｃｕ溶浸後の断面観察をし、フルマンの式から求めたＭｏＣｒ粒子の平均粒子径は３．８μｍであったことから、Ｃｕ溶浸工程Ｓ６においてＭｏＣｒ粒の微細化がさらに進行したと考えられる。つまり、粉砕工程Ｓ３で得られたＭｏＣｒ粉末において、ｄ５０＝３０μｍ以下となるような粉砕条件を設定することで、Ｃｕ溶浸後の断面観察において、フルマンの式から求めたＭｏＣｒ粒子の平均粒子径は１５μｍ以下となった。

[0048] ［電極材料におけるＭｏＣｒ粒子の分散状態］

電極材料中にＭｏＣｒ粒子がどれだけ存在するか、またＭｏＣｒ粒子の粒径がどの程度のサイズであるかだけでなく、ＭｏＣｒ粒子がどの程度均一に

分散されているかにより電極材料の特性が左右される。

[0049] そこで、図５（ａ），（ｂ）のＳＥＭ像から、実施例１の電極材料におけるＭｏＣｒ粒子の分散状態指数を算出し、電極組織のミクロ分散状態の評価を行った。分散状態指数は、特開平４－７４９２４号公報に記載されている手法にしたがって算出した。

[0050] 具体的には、図５（ｂ）のＳＥＭ像を用いて、ＭｏＣｒ粒子の重心間距離を１００個測定し、測定したすべての重心間距離Ｘの平均値ａｖｅ．Ｘと標準偏差σを求め、求められたａｖｅ．Ｘとσとを（４）式に代入して分散状態指数ＣＶを求めた。

ＣＶ＝σ／ａｖｅ．Ｘ　　…（４）

その結果、重心間距離Ｘの平均値ａｖｅ．Ｘは５．２５μｍ、標準偏差σは、３．０μｍとなり、分散状態指数ＣＶは、０．５７となった。

[0051] ［実施例２－８］

実施例２－７に係る電極材料として、Ｍｏ粉末とＣｒ粉末の混合比率を変えて電極材料を作成した。実施例２－７では、混合工程Ｓ１において重量比率で、Ｍｏ：Ｃｒ＝９：１、５：１、３：１、１：１、１：３、１：４の割合で混合したこと以外は実施例１と同じ方法で作製した電極材料である。また、実施例８の電極材料は、実施例７の電極材料の製造過程において、粒度の異なるＭｏ粉末を用いたものである。いずれの電極材料も、１～１０μｍの微細なＭｏＣｒ合金組織が均一に微細化し、また、Ｃｕ組織も偏在せず均一に分散した組織を有する電極材料であった。詳細については、特願２０１５－５２８７９７の明細書に記載されている。

[0052] 表１に、実施例１－８の製造条件及び耐電圧性能を示す。耐電圧性能は、比較例Ｂの電極材料の耐電圧性能を１とした相対値で示している。なお、参考例１，２の電極材料は、実施例１の電極材料の製造過程において、仮焼結工程Ｓ２における焼成条件が異なる条件で製造した電極材料である。また、比較例Ａ，Ｂに係る電極材料は、従来技術に係る電極材料であり、Ｍｏ粉末とＣｒ粉末の混合粉末を、２ｔ／ｃｍ^{2}で加圧成形し、得られた成形体を１２

００℃で２時間焼結し、得られた焼結体にＣｕを溶浸（１１５０℃－２時間）させたものである。比較例Ａの電極材料は、図６に示すように、１～１０μｍの微細なＭｏＣｒ固溶体粒子（白色部分）の中に、粒径２０～６０μｍのＣｕ（黒色部分）が分散した組織となっていた。これは、Ｃｒ粒子がＭｏ粒子によって微細化され、拡散機構によりＭｏ粒子にＣｒが拡散してＣｒとＭｏが固溶体組織を形成する工程で生ずる空隙部分にＣｕが溶浸した結果であると推定される。

[0053] [表1]

	Mo:Crの混合比率	Mo粒度（μm）	Cr粒径	焼成条件	ピーク消失	プレス圧力（トン/cm²）	耐電圧（相対値）
実施例1	7:1	2.8～3.7	-325Mesh	1250℃-3h	○	2	1.22
実施例2	9:1	2.8～3.7	-325Mesh	1250℃-3h	○	2	1.20
実施例3	5:1	2.8～3.7	-325Mesh	1250℃-3h	○	2	1.20
実施例4	3:1	2.8～3.7	-325Mesh	1250℃-3h	○	2	1.15
実施例5	1:1	2.8～3.7	-325Mesh	1250℃-3h	○	2	1.15
実施例6	1:3	2.8～3.7	-325Mesh	1250℃-3h	△	2	1.13
実施例7	1:4	2.8～3.7	-325Mesh	1250℃-3h	△	2	1.13
実施例8	1:4	≧4.0	-325Mesh	1250℃-3h	△	2	1.17
参考例1	7:1	2.8～3.7	-325Mesh	1200℃-0.5h	×	2	1.02
参考例2	7:1	2.8～3.7	-325Mesh	1200℃-3h	×	2	1.04
比較例A	7:1	2.8～3.7	-180Mesh	なし	×	2	1.04
比較例B	7:1	2.8～3.7	-325Mesh	なし	×	2	1.00

[0054] 表１に示した実施例１－８から明らかなように、実施例１－８の電極材料は、比較例Ａ，Ｂと比較して耐電圧性能に優れた電極材料である。また、電極材料に含有される耐熱元素の割合が増加するにしたがって、電極材料の耐電圧性能が向上していることがわかる。すなわち、実施例１－８の電極材料は、耐熱元素粉末とＣｒ粉末とを混合する混合工程と、耐熱元素粉末とＣｒ粉末の混合物を仮焼結する仮焼結工程と、仮焼結体を粉砕する粉砕工程と、仮焼結体を粉砕した粉末を焼結する本焼結工程と、本焼結工程で得られる焼結体（スケルトン）にＣｕを溶浸させるＣｕ溶浸工程とを行うことで、耐熱元素とＣｒが相互に固溶拡散した粒子を微細化して均一に分散させ、高導電

体成分であるＣｕ部分も微細均一分散した組成となるように合金組成を制御することができる。

[0055] ［絶縁回復性能の評価］

実施例１の電極材料を電極接点材（固定電極及び可動電極）として真空インタラプタ（以後、実施例１の真空インタラプタと称する）を構成し、真空インタラプタの絶縁回復性能の評価を行った。表２に電極接点材の条件及び操作器の条件を示す。また、図７に、実施例１の真空インタラプタ及び比較例１，２の真空インタラプタの絶縁回復特性の特性図を示す。

[0056] なお、比較例１の真空インタラプタは、従来の真空インタラプタであり、ＣｕＣｒ電極材料を固定電極及び可動電極に備え、遮断速度が３．０ｍ／ｓ、遮断時ギャップ長が６０ｍｍの真空インタラプタである。ＣｕＣｒ電極材料は、実施例１の電極材料と同じ材料（Ｃｒ粉末）を用いて作製された電極材料であり、Ｃｒを焼結した後、Ｃｕを溶浸して作製した電極材料である。また、比較例２の真空インタラプタは、比較例１の真空インタラプタと同じＣｕＣｒ電極材料を備えた真空インタラプタであって、遮断速度及び遮断時ギャップ長を、実施例１の真空インタラプタと同じ条件にした真空インタラプタである。

[0057] [表2]

タイプ	電極条件	操作器条件	
	材質	遮断速度(m/s)	遮断時ギャップ長(mm)
比較例1	CuCr	3.0	60
実施例1	CuCr＋耐熱元素	1.5	40
比較例2	CuCr	1.5	40

[0058] 図７に示すように、実施例１の真空インタラプタは、比較例１の真空インタラプタと同程度の絶縁回復特性を有している。つまり、表２に示すように、実施例１の真空インタラプタは、比較例１の真空インタラプタと比較して遮断速度を５０％低減し、遮断時のギャップ長を３３％低減した場合において、従来技術に係る真空インタラプタと同じ程度の絶縁回復特性を有する真空インタラプタである。一方で、比較例１の真空インタラプタと比較例２の

真空インタラプタとの比較から明らかなように、ＣｕＣｒ電極材料を電極接点として用い、遮断速度を遅くし、遮断時ギャップ長を短くすると、真空インタラプタの絶縁回復特性が低下する。なお、実施例２－８の電極材料も実施例１の電極材料と同様に、遮断速度を低減し、遮断時のギャップ長を低減した場合において、従来技術に係る真空インタラプタと同じ程度の絶縁回復性能を有する真空インタラプタを構成することができた。

[0059] 以上のような、本発明の実施形態に係る真空遮断器によれば、電極材料の耐電圧性能を向上させることで、遮断時の絶縁回復性能が向上し、真空遮断器の遮断速度を低減し、遮断時ギャップ長を低減することができる。その結果、真空遮断器の操作力を低減できるとともに、ストロークに関連した機構の小型化、機器の縮小化、部品点数が低減され、真空遮断器の信頼性が向上する。

[0060] また、固定電極（または可動電極）と主シールドとの間のギャップを狭めることができるため、真空インタラプタの構造を小さくすることが可能となる。その結果、真空インタラプタ及び真空遮断器を小型化することができ、真空遮断器の製造コストが低減する。

[0061] つまり、本発明の実施形態に係る真空遮断器は、電極材料の耐電圧性能を向上させることにより、真空遮断器の遮断速度または遮断時のギャップ長を低減するものである。

[0062] 本発明の実施形態に係る真空遮断器に設けられる電極材料は、耐熱元素とＣｒが相互に固溶拡散した微細粒子（耐熱元素とＣｒの固溶体粒子）が均一に分散した組織を有する電極材料である。この微細粒子の平均粒子径は、原料であるＭｏ粉末の平均粒子径やＣｒ粉末の平均粒子径に応じて変化することとなるが、電極材料に分散される微細粒子の平均粒子径を、フルマンの式を用いて求めた平均粒子径が２０μｍ以下、より好ましくは１５μｍ以下の大きさとなるように制御することで、電極材料の電流遮断性能及び耐電圧性能が向上する。

[0063] また、ＭｏＣｒ粉末を仮焼結・粉砕後に測定したＭｏＣｒ粉末の粒径と、

フルマンの式によりＣｕ溶浸工程後の電極材料にて測定されたＭｏＣｒ粉末の平均粒子径とを比較すると、Ｃｕ溶浸工程において、ＭｏＣｒ粒子の微細化がさらに進行していることが確認できる。具体的には、粉砕後のＭｏＣｒ粉末は、ｄ５０＝３０μｍであったのに対して、フルマンの式によりＣｕ溶浸工程後の電極材料におけるＭｏＣｒ粉末の平均粒子径は、１０μｍ以下である。このことより、ＭｏＣｒ粉末を、３０μｍ以下の粒子が体積相対粒子量で５０％以上とすることで、耐電圧性能及び電流遮断性能に優れた電極材料を得ることができる。このように、Ｃｕ溶浸工程において、耐熱元素とＣｒの固溶体粒子をさらに微細化することができるので、実施例６～８の電極材料のように、耐熱元素とＣｒの固溶体粉末のＸＲＤ測定においてＣｒ元素のピークがわずかに残っている場合でも、耐電圧性能及び電流遮断性能に優れた電極材料を得ることができる。

[0064] また、耐熱元素とＣｒが相互に固溶拡散した微細粒子（耐熱元素とＣｒの固溶体粒子）の重心間距離の平均値と標準偏差から求めた分散状態指数ＣＶを、２．０以下、望ましくは、１．０以下となるように制御することで、電極材料の電流遮断性能及び耐電圧性能が向上する。

[0065] また、電極材料に対する耐熱元素の含有量を多くすることで、電極材料の耐電圧性能及び電流遮断性能が向上する。ただし、電極材料に耐熱元素のみ含有させた場合（電極材料にＣｒを含有させない場合）には、Ｃｕの溶浸が困難となるおそれがある。よって、固溶体粉末における耐熱元素とＣｒ元素の割合は、重量比率で耐熱元素１に対してＣｒが４以下、より好ましくは耐熱元素１に対してＣｒが１／３以下とすることで、電極材料の耐電圧性能が向上する。

[0066] また、ＭｏＣｒ焼結体に対してＨＩＰ処理を行った後に、ＭｏＣｒ焼結体にＣｕを溶浸させることで、電極材料に含有される耐熱元素の含有量がさらに多くなり、電極材料の耐電圧性能が向上する。

[0067] また、耐熱元素（Ｍｏ等）の平均粒子径の大きさは、耐熱元素とＣｒの固溶体粉末の粒子径を決定する一つの要因となり得る。すなわち、Ｃｒ粒子が

耐熱元素粒子によって微細化され、拡散機構によって耐熱元素粒子にＣｒが拡散して耐熱元素とＣｒとが固溶体組織を形成することから、耐熱元素の粒径は、仮焼結によって大きくなる。また、仮焼結によって大きくなる度合いは、Ｃｒの混合割合にも依存する。そのため、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、耐電圧性能及び電流遮断性能に優れた電極材料を形成するための耐熱元素とＣｒの固溶体粉末を得ることができる。

[0068] また、溶浸法で製造された電極材料は、充填率が９５％以上となり、電流遮断時や電流開閉時のアークによる接点表面の表面荒れが少ない。すなわち、空孔の存在による電極材料表面の微細な凹凸がなく、電極材料の耐電圧性能が向上する。また、多孔質体の空隙部にＣｕを充填することで、電極材料の機械的強度が向上し、焼結法により製造される電極材料よりも高硬度となり、電極材料の耐電圧性能が向上する。

[0069] また、耐熱元素とＣｒが相互に固溶拡散した粒子を微細化して均一に分散し、高導電体成分であるＣｕ部分も微細均一分散した組成を有するように電極材料の組成を制御することで、電極材料の耐電圧性能が向上する。

[0070] なお、本発明の実施形態の説明は、特定の望ましい実施例を例として説明したが、本発明は、実施例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で、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。

[0071] 例えば、本発明の実施形態の説明において、仮焼結温度は、１２５０℃－３時間の条件であるが、本発明の仮焼結温度は、１２５０℃以上且つＣｒの融点以下、より好ましくは１２５０℃～１５００℃の範囲で行うことで、ＭｏとＣｒの相互拡散が充分に進行し、且つその後の粉砕機を用いたＭｏＣｒ固溶体の粉砕が比較的容易に行え、さらには耐電圧性能及び電流遮断性能に優れた電極材料を製造することができる。また、仮焼結時間は、仮焼結温度によって異なるものであり、例えば、１２５０℃では、３時間の仮焼結を行っているが、１５００℃では、０．５時間の仮焼結で十分である。

[0072] また、ＭｏＣｒ固溶体粉末は、実施形態に記載されている製造方法により製造されたものに限定されず、公知の製造方法（例えば、ジェットミル法、アトマイズ法）で製造されたＭｏＣｒ固溶体粉末を用いてもよい。

[0073] また、本発明の真空遮断器に設けられる電極材料は、耐熱元素とＣｒが相互に固溶拡散した微細粒子（耐熱元素とＣｒの固溶体粒子）を、均一に分散させたものであれば、フルマンの式を用いて求めた平均粒子径２０μｍ以下（より好ましくは１５μｍ以下）であって、微細粒子の重心間距離の平均値と標準偏差から求めた分散状態指数ＣＶが２．０以下（より好ましくは、ＣＶが１．０以下）であれば、実施形態の製造方法に限定されるものではなく、例えば、ＣｕとＣｒ等を所定の組成比で溶解する溶解法で製造したものであってもよい。

[0074] また、実施形態では、接地タンクに真空インタラプタを収納した真空遮断器を例示したが、真空インタラプタは、箱形や管路型のＧＩＳ（ガス絶縁開閉装置）に搭載することもできる。また、真空インタラプタに設けられる電極（接点）は、調相設備開閉能力及び遮断電流開閉能力を有する真空遮断器（ＶＣＢ）の他、調相設備開閉能力のみを有する真空開閉器（ＶＳ）、さらには、調相用以外にも適用することができる。

請求の範囲

[請求項1] 絶縁性ガスが封入された容器に真空インタラプタを収納した真空遮断器であって、

前記真空インタラプタは、絶縁筒と当該絶縁筒の両端部を封止する封着金具とで構成された真空容器と、該真空容器内に収納され、且つ導通軸に固着された互いに接離可能な一対の接点を有し、

前記接点のうち少なくとも一方の接点が、Ｃｕ相と、Ｍｏ、Ｗ、Ｔａ、Ｎｂ、Ｖ、Ｚｒのいずれかの耐熱元素とＣｒの固溶体を含有する固溶体粒子相と、を有する電極材料であり、

前記電極材料は、当該電極材料に対して重量比で、

Ｃｕを２０～７０％、

Ｃｒを１．５～６４％、

耐熱元素を６～７６％、含有し、

前記電極材料に含まれる固溶体粒子の平均粒子径が２０μｍ以下である、真空遮断器。

[請求項2] 前記電極材料中の前記固溶体粒子の分散状態指数は２．０以下である、請求項１に記載の真空遮断器。

補正された請求の範囲
[2016年12月20日(20.12.2016) 国際事務局受理]

［請求項１］　（補正後）

絶縁性ガスが封入された容器に真空インタラプタを収納した真空遮断器であって、

前記真空インタラプタは、絶縁筒と当該絶縁筒の両端部を封止する封着金具とで構成された真空容器と、該真空容器内に収納され、且つ導通軸に固着された互いに接離可能な一対の接点を有し、

前記接点のうち少なくとも一方の接点が、Ｃｕ相に、Ｍｏ、Ｗ、Ｔａ、Ｎｂ、Ｖ、Ｚｒのいずれかの耐熱元素とＣｒの固溶体である固溶体粒子の相が均一に分散してなる電極材料であり、

前記電極材料は、当該電極材料に対して重量比で、

Ｃｕを２０～７０％、

Ｃｒを１．５～６４％、

耐熱元素を６～７６％、含有し、残部が不可避的不純物から構成され、

前記電極材料に含まれる固溶体粒子は、平均粒子径が２０μｍ以下であり、分散状態指数が１．０以下でＣｕ相に均一に分散している、真空遮断器。

［請求項２］　（削除）

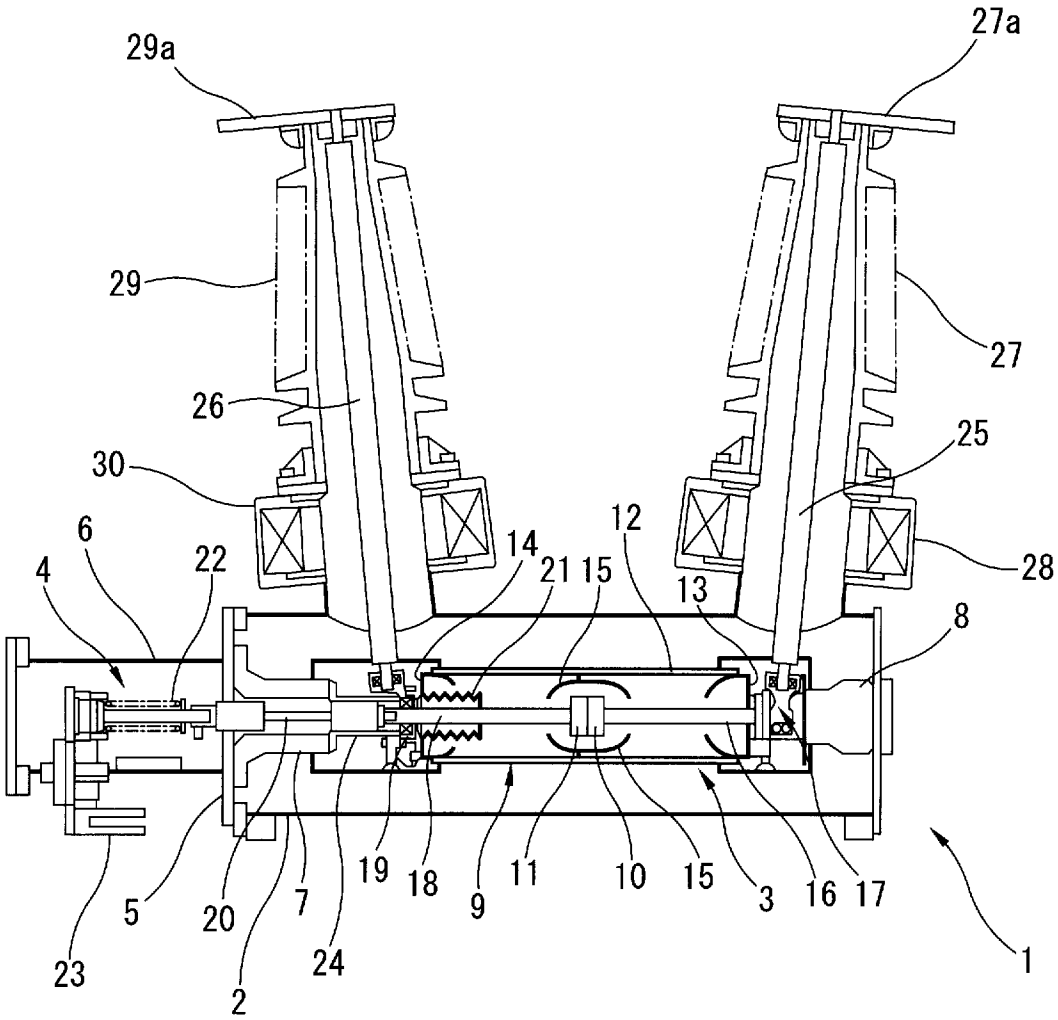
条約第１９条（１）に基づく説明書

請求の範囲第１項は、真空インタラプタの接点のうち少なくとも一方の接点が、Ｃｕ相に、Ｍｏ、Ｗ、Ｔａ、Ｎｂ、Ｖ、Ｚｒのいずれかの耐熱元素とＣｒの固溶体である固溶体粒子の相が均一に分散してなる電極材料であること、を明確にした。そして、電極材料に含まれる固溶体粒子は、平均粒子径が２０μｍ以下であり、分散状態指数が１．０以下でＣｕ相に均一に分散していること、を明確にした。

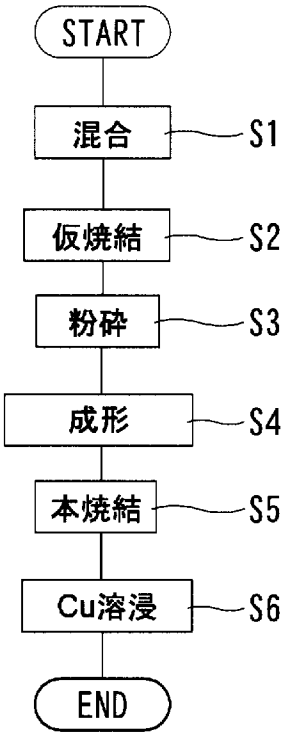
本発明は、Ｃｒを含有する粒子を微細化して均一に分散させるだけでなく、高導電体成分であるＣｕ組織も微細均一分散させることで、電極材料の耐電圧性能が向上する効果を得たものである。その結果、真空遮断器における遮断時の絶縁回復性能が向上し、真空遮断器の遮断速度を低減する効果や、遮断ギャップ長を低減する効果を得たものである。

文献１－３のいずれの文献も、「電極材料に含まれる固溶体粒子が、平均粒子径が２０μｍ以下であり、分散状態指数が１．０以下でＣｕ相に均一に分散していること」、を開示または示唆するものではない。

[図1]

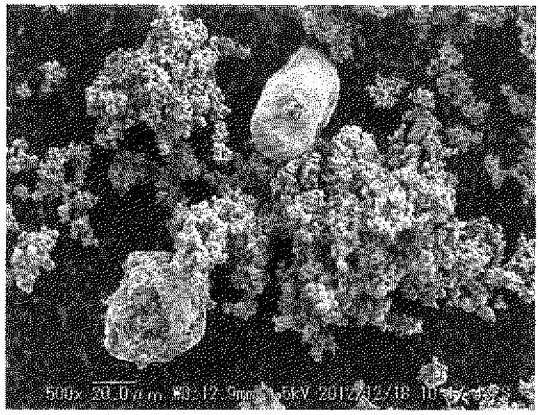

29a
27a
29
27
26
25
30
28
6
22
14
21
15
12
13
4
8
5
20
7
19
18
9
11
10
15
3
16
17
23
2
24
1

[図2]


START
混合
S1
仮焼結
S2
粉砕
S3
成形
S4
本焼結
S5
Cu溶浸
S6
END

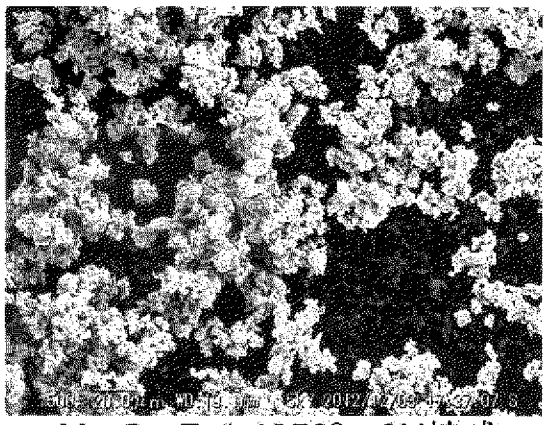
[図3]

(a)



Mo:Cr=7:1 混合粉体

(b)



Mo:Cr=7:1 1250℃-3H焼成

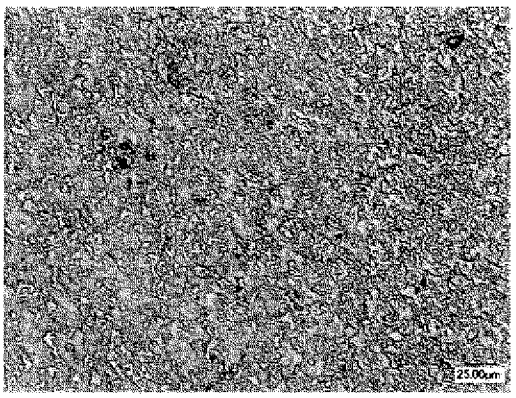
[図4]

(a)



×400

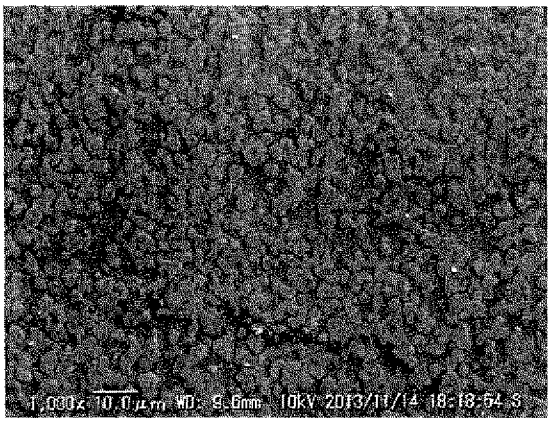
(b)



×800

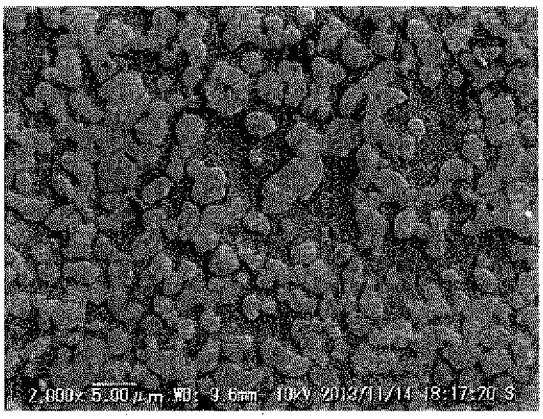
[図5]

(a)



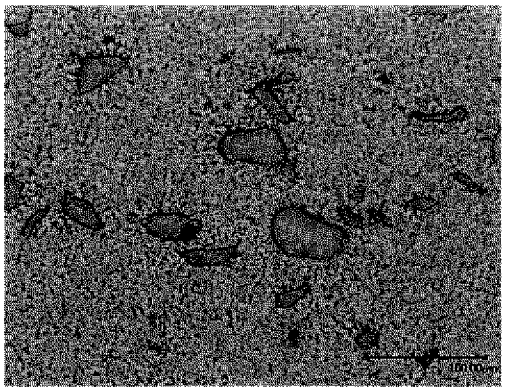
×1000

(b)

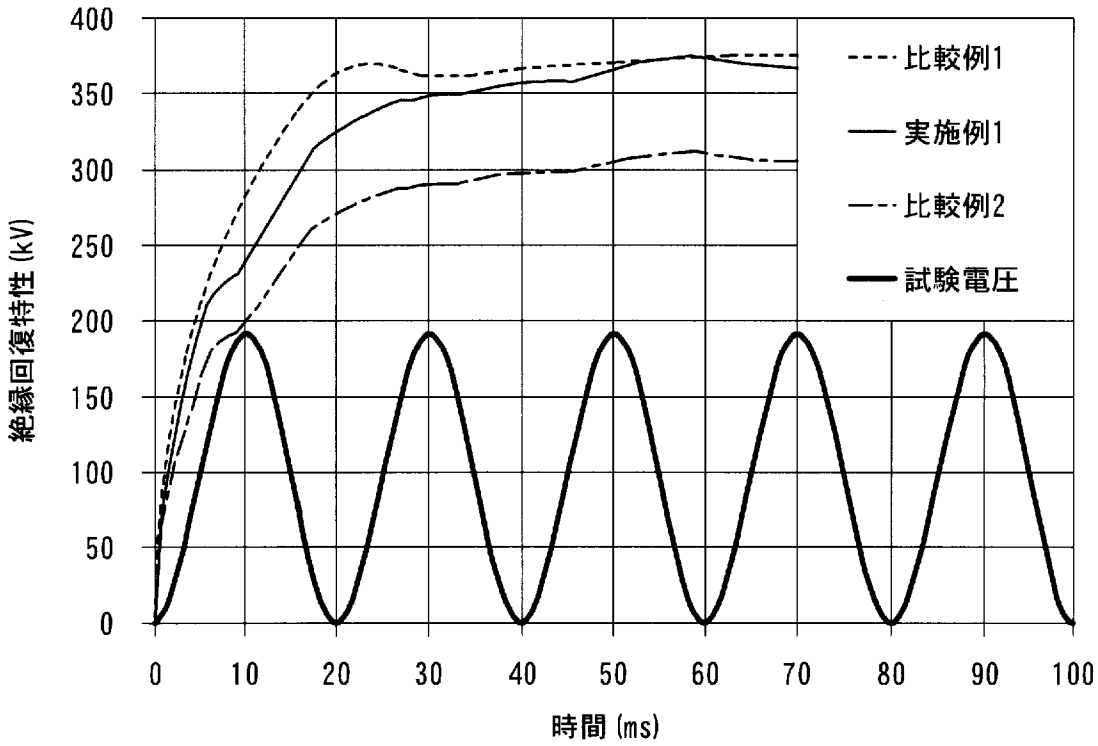


×2000

[図6]



[図7]


400
350
300
250
200
150
100
50
0
絶縁回復特性 (kV)
0
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100
時間 (ms)
比較例1
実施例1
比較例2
試験電圧

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2016/074430

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
H01H33/664(2006.01)i, *H01H33/662*(2006.01)i, *H02B13/035*(2006.01)i

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)
H01H33/664, H01H33/662, H02B13/035

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

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.
Y	JP 59-119625 A (Meidensha Corp.), 10 July 1984 (10.07.1984), page 3, upper right column, line 2 to lower left column, line 10; drawings (Family: none)	1-2
Y	JP 11-232971 A (Hitachi, Ltd.), 27 August 1999 (27.08.1999), paragraphs [0051] to [0053] (Family: none)	1-2
Y	JP 2014-67512 A (Mitsubishi Electric Corp.), 17 April 2014 (17.04.2014), paragraph [0020]; fig. 1 (Family: none)	1-2

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"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)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"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
"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
"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
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
12 October 2016 (12.10.16)	25 October 2016 (25.10.16)

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
Japan Patent Office 3-4-3,Kasumigaseki,Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915,Japan	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2016/074430

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 4-74924 A (Matsushita Electric Works, Ltd.), 10 March 1992 (10.03.1992), entire text; all drawings (Family: none)	1-2
A	JP 2012-7203 A (Japan AE Power Systems Corp.), 12 January 2012 (12.01.2012), entire text; all drawings & US 2013/0199905 A1 & WO 2011/162398 A1 & EP 2586882 A1 & TW 201226079 A & CN 103038376 A	1-2

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１６／０７４４３０

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　H01H33/664(2006.01)i, H01H33/662(2006.01)i, H02B13/035(2006.01)i

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.　H01H33/664, H01H33/662, H02B13/035

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	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０１６年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１６年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１６年

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	関連する請求項の番号
Y	JP 59-119625 A (株式会社明電舎) 1984.07.10, 第3頁右上欄第2行-左下欄第10行,図面 (ファミリーなし)	１－２
Y	JP 11-232971 A (株式会社日立製作所) 1999.08.27, 段落[0051]-[0053] (ファミリーなし)	１－２
Y	JP 2014-67512 A (三菱電機株式会社) 2014.04.17, 段落[0020],図1 (ファミリーなし)	１－２

☑　Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。　　☐　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の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	国際調査報告の発送日
１２．１０．２０１６	２５．１０．２０１６

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
郵便番号１００－８９１５
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

特許庁審査官（権限のある職員）　３Ｔ　３３２５
出野　智之
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３３６８

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	関連する請求項の番号
A	JP 4-74924 A (松下電工株式会社) 1992.03.10, 全文,全図 (ファミリーなし)	１－２
A	JP 2012-7203 A (株式会社日本ＡＥパワーシステムズ) 2012.01.12, 全文,全図 & US 2013/0199905 A1 & WO 2011/162398 A1 & EP 2586882 A1 & TW 201226079 A & CN 103038376 A	１－２