

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B1)

(11) 特許番号

特許第4579348号
(P4579348)

(45) 発行日 平成22年11月10日(2010.11.10)

(24) 登録日 平成22年9月3日(2010.9.3)

(51) Int.Cl.			F I		
HO 1 H	1/023	(2006.01)	HO 1 H	1/02	A
HO 1 H	1/04	(2006.01)	HO 1 H	1/04	A
C 2 2 C	1/05	(2006.01)	C 2 2 C	1/05	S
C 2 2 C	1/10	(2006.01)	C 2 2 C	1/10	A
C 2 2 C	5/06	(2006.01)	C 2 2 C	5/06	C

請求項の数 9 (全 23 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2010-526084 (P2010-526084)
 (86) (22) 出願日 平成22年3月3日(2010.3.3)
 (86) 国際出願番号 PCT/JP2010/001444
 審査請求日 平成22年7月2日(2010.7.2)
 (31) 優先権主張番号 特願2009-71526 (P2009-71526)
 (32) 優先日 平成21年3月24日(2009.3.24)
 (33) 優先権主張国 日本国(JP)

早期審査対象出願

(73) 特許権者 000220103
 株式会社アライドマテリアル
 東京都港区芝一丁目11番11号
 (74) 代理人 100099922
 弁理士 甲田 一幸
 (72) 発明者 畠山 隆志
 兵庫県伊丹市昆陽北一丁目1番1号 株式会社アライドテック内
 (72) 発明者 上西 昇
 兵庫県伊丹市昆陽北一丁目1番1号 株式会社アライドテック内
 (72) 発明者 鈴木 恭彦
 兵庫県伊丹市昆陽北一丁目1番1号 株式会社アライドテック内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電気接点材

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

グラファイトを4質量%以上7質量%以下含み、残部が銀と不可避的不純物を含み、たわみが0.5mm以上、ピッカース硬度が55以上、酸素含有量が100ppm以下である、電気接点材。

【請求項2】

抗折力が210MPa以上である、請求項1に記載の電気接点材。

【請求項3】

グラファイトの平均粒径が40nm以上8μm以下である、請求項1に記載の電気接点材。

【請求項4】

炭化タングステンをさらに含む、請求項1に記載の電気接点材。

【請求項5】

炭化タングステンの平均粒径が40nm以上3μm以下、炭化タングステンの含有量が2質量%以上4質量%以下である、請求項4に記載の電気接点材。

【請求項6】

炭化タングステンの平均粒径が40nm以上150nm以下である、請求項5に記載の電気接点材。

【請求項7】

グラファイトを0.5質量%以上2質量%以下含み、残部が銀と不可避的不純物を含み

、たわみが 0.8 mm 以上、ビッカース硬度が 40 以上、酸素含有量が 100 ppm 以下である、電気接点材。

【請求項 8】

抗折力が 120 MPa 以上である、請求項 7 に記載の電気接点材。

【請求項 9】

グラファイトの平均粒径が 40 nm 以上 8 μm 以下である、請求項 7 に記載の電気接点材。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、一般的には電気接点材に関し、特定的には銀 - グラファイト (Ag - Gr) 系の材料からなる遮断器 (ブレーカ) 等に用いられる電気接点材に関するものである。

【背景技術】

【0002】

銀 - グラファイト系の材料からなる電気接点材は、従来からよく知られている。

【0003】

たとえば、特開平 8 - 239724 号公報 (以下、特許文献 1 という) には、炭素を 0.05 ~ 7 重量% 含有する銀、銀合金または銀複合材料からなる電気接点のための材料が開示されている。この電気接点のための材料では、炭素が平均一次粒径 150 nm 未満のカーボンブラックの形で銀、銀合金または銀複合材料の粉末に添加されており、この混合物が押し出しにより冷間静水圧圧縮されて焼結されている。

【0004】

特許第 3138965 号公報 (以下、特許文献 2 という) には、銀、銀を含む合金、または、銀を含む複合マテリアルと、0.5 ~ 10 重量% の炭素とからなる電気接点のための複合マテリアルが開示されている。この電気接点のための複合マテリアルでは、炭素繊維と組み合わされた炭素粉末が粉末状の金属組成物とともに粉末冶金処理されて、炭素繊維の平均長さが炭素粉末粒子の平均直径の 2 倍以上であるマテリアルに形成されている。

【0005】

特開 2007 - 169701 号公報 (以下、特許文献 3 という) には、銀粉末を主成分とする複合粉末の成形焼結体である電気接点用材料が開示されている。この電気接点用材料は、銀粉末の内部に炭素微粉末が分散混入されており、銀粉末を主成分とする主材料と炭素微粉末とをメカニカルアロイングにより混合して混合粉末とする工程と、この複合粉末を成形して成形体とする工程と、この成形体を焼結する工程とによって製造される。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献 1】特開平 8 - 239724 号公報

【特許文献 2】特許第 3138965 号公報

【特許文献 3】特開 2007 - 169701 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

銀 - グラファイト系材料からなる電気接点材を用いてブレーカを構成すると、その電気接点材の導電性が高いので発熱し難く、発熱による弊害はほとんどない。しかしながら、銀 - グラファイト系材料からなる電気接点材を用いたブレーカの短絡遮断試験では、電気接点材に加えられる熱的衝撃や機械的衝撃によって、試験後における電気接点材の消耗率が大きいという問題がある。

【0008】

そこで、この発明の目的は、ブレーカ等の過負荷試験や短絡試験による遮断試験後において消耗率を低減させることが可能な電気接点材を提供することである。

10

20

30

40

50

【 0 0 0 9 】

また、この発明のもう一つの目的は、ブレーカ等の短絡試験による遮断試験後における溶着を防止することが可能な電気接点材を提供することである。

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 1 0 】

本発明者らは、銀 - グラファイト系材料からなる電気接点材を用いたブレーカの短絡遮断試験後において電気接点材の消耗率の原因について種々検討した。

【 0 0 1 1 】

まず、定格電流値が 1 0 0 ~ 3 2 0 0 A 程度の大電流用ブレーカは遮断電流が大きいので、そのブレーカに組み込まれる電気接点材に相対的に大きな電流が流れる。そこで、この電気接点材には、導電性よりも耐熱性が高いことが要求される。この要求を満たすためには、銀 - グラファイト系材料における銀の含有量が相対的に低く、グラファイトの含有量が相対的に高い電気接点材が大電流用ブレーカに用いられる。具体的には、大電流用ブレーカに用いられる電気接点材は、グラファイトを 4 質量%以上 7 質量%以下含み、残部が銀と不可避的不純物からなる。

【 0 0 1 2 】

大電流用ブレーカの遮断試験においては、大きな遮断電流でオンからオフへの動作が行われる短絡試験後の接点消耗が重要となる。この短絡試験で電気接点材が消耗する原因は、遮断電流が大きい条件でオンからオフへと瞬時に動作が行われるので、1回の短絡遮断試験時に電気接点材に加えられる熱的エネルギーや機械的衝撃が大きいものと考えられていた。

【 0 0 1 3 】

ところが、本発明者らが、大電流用ブレーカの短絡試験後に電気接点材が消耗する原因について鋭意研究を重ねた結果、少なくとも電気接点材の常温における硬度をある特定値以上に相対的に大きくし、さらに、たわみ量をある特定値以上に相対的に大きくし、酸素含有量を特定値以下に抑制して、大電流が流れることによって発熱した状態（高温下）で変形しないように電気接点材を構成することにより、短絡試験後の消耗量を低減できることを見出した。この知見に基づいて、本発明の一つの局面に従った電気接点材は、次のような特徴を備えている。

【 0 0 1 4 】

この発明の一つの局面に従った電気接点材は、グラファイトを 4 質量%以上 7 質量%以下含み、残部が銀と不可避的不純物を含み、たわみが 0 . 5 mm 以上、ビッカース硬度が 5 5 以上、酸素含有量が 1 0 0 ppm 以下である。

【 0 0 1 5 】

この発明の一つの局面に従った電気接点材において、抗折力は 2 1 0 MP a 以上であることが好ましい。

【 0 0 1 6 】

また、この発明の一つの局面に従った電気接点材において、グラファイトの平均粒径は 4 0 nm 以上 8 μ m 以下であることが好ましい。

【 0 0 1 7 】

さらに、短絡試験による遮断試験後における溶着を防止するためには、この発明の一つの局面に従った電気接点材は、炭化タングステンをさらに含むことが好ましい。

【 0 0 1 8 】

この場合、炭化タングステンの平均粒径は 4 0 nm 以上 3 μ m 以下、炭化タングステンの含有量は 2 質量%以上 4 質量%以下であることが好ましい。炭化タングステンの平均粒径は 4 0 nm 以上 1 5 0 nm 以下であることがさらに好ましい。

【 0 0 1 9 】

次に、定格電流値が 1 ~ 6 0 A 程度の小電流用ブレーカは遮断電流が小さいので、そのブレーカに組み込まれる電気接点材に相対的に小さな電流が流れる。そこで、この電気接点材には、耐熱性よりも導電性が高いことが要求される。この要求を満たすためには、銀

10

20

30

40

50

グラファイト系材料における銀の含有量が相対的に高く、グラファイトの含有量が相対的に低い電気接点材が小電流用ブレーカに用いられる。具体的には、小電流用ブレーカに用いられる電気接点材は、グラファイトを0.5質量%以上2質量%以下含み、残部が銀と不可避的不純物からなる。

【0020】

小電流用ブレーカの遮断試験においては、小さな遮断電流でオンからオフへの動作が多数回繰り返し行われる過負荷試験後の接点消耗が重要となる。しかしながら、小電流用ブレーカの遮断試験では、遮断電流が小さい条件でオンからオフへと瞬時に動作が行われるので、1回の過負荷試験時に電気接点材に加えられる機械的衝撃が小さく、機械的衝撃による電気接点材の損傷は少ないものと従来から考えられていた。

10

【0021】

ところが、本発明者らが、小電流用ブレーカの過負荷試験後に電気接点材が消耗する原因について鋭意研究を重ねた結果、少なくとも電気接点材のたわみ量にある特定値以上に相対的に大きくし、さらに、電気接点材の常温における硬度をある特定値以上に相対的に大きくし、酸素含有量を特定値以下に抑制して、多数回繰り返しの機械的衝撃に耐え得るように電気接点材を構成することにより、過負荷試験後の消耗量を低減できることを見出した。この知見に基づいて、本発明のもう一つの局面に従った電気接点材は、次のような特徴を備えている。

【0022】

この発明のもう一つの局面に従った電気接点材は、グラファイトを0.5質量%以上2質量%以下含み、残部が銀と不可避的不純物を含み、たわみが0.8mm以上、ピッカース硬度が40以上、酸素含有量が100ppm以下である。

20

【0023】

この発明のもう一つの局面に従った電気接点材において、抗折力は120MPa以上であることが好ましい。

【0024】

また、この発明のもう一つの局面に従った電気接点材において、グラファイトの平均粒径は40nm以上8μm以下であることが好ましい。

【発明の効果】

【0025】

以上のようにこの発明によれば、大電流用ブレーカに組み込まれる電気接点材では、短絡試験後において消耗率を低減させることができ、また、小電流用ブレーカに組み込まれる電気接点材では、過負荷試験後において消耗率を低減させることができる。また、大電流用ブレーカに組み込まれる電気接点材では、炭化タングステンをさらに含ませることにより、短絡試験による遮断試験後において溶着を防止することができる。

30

【図面の簡単な説明】

【0026】

【図1】この発明の一つの実施の形態としての電気接点材が組み込まれたブレーカを構成する固定側接点部材と可動側接点部材の閉状態における配置関係を示す側面図である。

【図2】この発明の一つの実施の形態としての電気接点材が組み込まれたブレーカを構成する固定側接点部材と可動側接点部材の開状態における配置関係を示す側面図である。

40

【発明を実施するための形態】

【0027】

まず、この発明の一つの実施の形態としての電気接点材が組み込まれたブレーカの構成について説明する。

【0028】

図1と図2に示すように、ブレーカ10は、固定側接点部材30と、固定側接点部材30に接触することができるように、または、固定側接点部材30から離隔することができるように、繰り返し移動可能に配置された可動側接点部材20とを備えている。固定側接点部材30は電気接点材31と合金32との接合体からなる。可動側接点部材20は電

50

電気接点材 2 1 と合金 2 2 との接合体からなる。この発明の実施形態による電気接点材 3 1 はブレーカ 1 0 の固定側接点部材 3 0 の一部分に使用される。なお、図 1 と図 2 に示される電気接点材 3 1 は、本発明に従った「電気接点材」の一例である。

【 0 0 2 9 】

固定側接点部材 3 0 においては、電気接点材 3 1 と合金 3 2 とが、合金 3 2 側に一体的に形成された接合部 3 2 a の上面を接合面として、ろう材 4 を介して互いに接合されている。可動側接点部材 2 0 においては、電気接点材 2 1 と合金 2 2 とが、合金 2 2 側に一体的に形成された接合部の上面を接合面として、ろう材 4 を介して互いに接合されている。

【 0 0 3 0 】

このようにして、可動側接点部材 2 0 と固定側接点部材 3 0 が構成されているので、図 1 に示すように固定側接点部材 3 0 の電気接点材 3 1 に対して可動側接点部材 2 0 の電気接点材 2 1 が接触した状態（閉状態）から、ブレーカ 1 0 の許容電流値を超える電流が所定時間流れた場合に、内蔵された接点引き外し装置（図示せず）が作動することによって、図 2 に示すように可動側接点部材 2 0 の電気接点材 2 1 が固定側接点部材 3 0 の電気接点材 3 1 から矢印 Q 方向に瞬時に引き離された状態に移行して、電流を遮断するように構成されている。なお、図 1 と図 2 に示すように、固定側接点部材 3 0 のうち、電気接点材 3 1 が設けられていない合金 3 2 の端部側が、ブレーカ 1 0 の 1 次側（電源側）端子に接続されているとともに、可動側接点部材 2 0 のうち、電気接点材 2 1 が設けられていない合金 2 2 の端部は、ブレーカ 1 0 の 2 次側（負荷側）端子に接続されている。

【 0 0 3 1 】

まず、この発明の一つの局面では、定格電流値が 1 0 0 ~ 3 2 0 0 A 程度の大電流用ブレーカ 1 0 に組み込まれる可動側の電気接点材 2 1 は銀 - 炭化タングステン（Ag - WC）系の材料からなり、固定側の電気接点材 3 1 は銀 - グラファイト（Ag - Gr）系の材料からなり、グラファイトを 4 質量%以上 7 質量%以下含み、残部が銀と不可避的不純物を含み、たわみが 0 . 5 mm 以上、ビッカース硬度が 5 5 以上、酸素含有量が 1 0 0 ppm 以下である。

【 0 0 3 2 】

このように少なくとも電気接点材 3 1 の常温における硬度をある特定値以上に相対的に大きくして、さらに、たわみ量をある特定値以上に相対的に大きくし、酸素含有量を特定値以下に抑制して、大電流が流れることによって発熱した状態（高温下）で変形しないように電気接点材 3 1 を構成することにより、短絡試験後の消耗量を低減することができる。

【 0 0 3 3 】

銀 - グラファイト（Ag - Gr）系の材料においてグラファイトの含有量が増加すると、材料中に微細に分散されたグラファイト粒子がピン留め効果をもたらすので、材料が強化される。これにより、材料の硬度と抗折力が高くなる。グラファイトの含有量が 4 質量%未満では、ピン留め効果を得ることができない。グラファイトの含有量が 7 質量%を超えると、ピン留め効果が過剰になるので、たわみ量が小さくなる。

【 0 0 3 4 】

大電流用途の短絡試験では衝撃が大きいので、強度が相対的に大きな材料が要求されるが、過負荷試験におけるブレーカの繰り返し開閉（繰り返し衝撃）に耐えるためには、たわみ量が 0 . 5 mm 以上である必要がある。たわみ量が 0 . 5 mm 未満では、材料の靱性が低いので、上記の繰り返し衝撃によって、電気接点材 3 1 に亀裂が発生する。ただし、製造上困難という理由により、たわみ量は 2 mm 以下であることが好ましい。ここで、「製造上困難」ということは、たわみ量をどれだけ大きくしようとしても 2 mm が製造上の限界という意味である。

【 0 0 3 5 】

大電流用途の短絡試験では衝撃が大きいので、その衝撃に耐えるためにはビッカース硬度が 5 5 以上必要であり、ビッカース硬度が 5 5 未満では、接点負荷の大きな短絡試験において、材料の硬度不足により、接点形状を維持することができない。なお、過負荷試験

10

20

30

40

50

においては、接点負荷が小さいので、接点形状はピッカース硬度による影響をほとんど受けない。ただし、硬度が大きすぎると接点どうしの接触抵抗が大きくなるという理由により、ピッカース硬度は150以下であることが好ましい。

【0036】

酸素含有量が100ppmを超えると、短絡試験時に生じる数千度の高熱により、材料中に存在する酸素が気体になるので、電気接点材31の基材の一部を飛散させる。これにより、電気接点材31が消耗する割合が増大する。なお、過負荷試験においては、接点負荷が小さいので、電気接点材31が消耗する割合は酸素含有量による影響をほとんど受けない。ただし、製造上困難という理由により、酸素含有量は20ppm以上であることが好ましい。ここで、「製造上困難」ということは、酸素含有量をどれだけ小さくしようとしても20ppmが製造上の限界という意味である。

10

【0037】

この発明の一つの局面に従った電気接点材31において、大電流用途の短絡試験では衝撃が大きいので、その衝撃に耐えるためには抗折力は210MPa以上であることが好ましい。抗折力が210MPa未満では、接点負荷の大きな短絡試験において、材料の機械的強度不足により、電気接点材31が破壊する。なお、過負荷試験においては、接点負荷が小さいので、抗折力による影響をほとんど受けない。ただし、製造上困難という理由により、抗折力は300MPa以下であることが好ましい。ここで、「製造上困難」ということは、抗折力をどれだけ大きくしようとしても300MPaが製造上の限界という意味である。

20

【0038】

また、この発明の一つの局面に従った電気接点材31において、グラファイトの平均粒径は40nm以上8μm以下であることが好ましい。グラファイトの平均粒径が40nm未満では、グラファイト粒子が細かすぎるので、銀粒子間にグラファイト粒子が密に詰まってしまふ。このため、銀粒子同士が接触する面積が極端に小さくなる。本来、銀は電気接点材31の強度を保持する役割を果たすものであるが、銀粒子同士の接触面が極端に小さい状態で圧力が加えられても、銀が強度を保持することができなくなるので、成形体を形成することが困難になる。その結果、電気接点材31を製造することが困難になる。また、グラファイトの平均粒径が8μmを超えると、電気接点材31の硬度や抗折力が低下する。

30

【0039】

さらに、短絡試験による遮断試験後における溶着を防止するためには、この発明の一つの局面に従った電気接点材31は、炭化タングステンをさらに含むことが好ましい。電気接点材31が炭化タングステン(WC)をさらに含むことにより、電気接点材31の硬度や抗折力をさらに高くすることができ、たとえば、ピッカース硬度を70以上、抗折力を230MPa以上にすることができる。これにより、短絡試験後の消耗量をより効果的に低減することができる。

【0040】

銀-グラファイト(Ag-Gr)系の材料において、グラファイト粒子は、たとえば、繊維状の形態で分散している。短絡試験において接点同士が接触すると、数千度の高熱が発生するので、銀が溶出しやすくなる。これにより、接点同士が溶着してしまふ。そこで、炭化タングステンをさらに含む銀-グラファイト-炭化タングステン(Ag-Gr-WC)系の材料からなる電気接点材31を用いると、銀が電気接点材31の表面に浮き出るのを防止することができるので、短絡試験において接点同士が接触して高熱が発生しても、銀が溶出し難くなる。その結果、短絡試験による遮断試験後における溶着を防止することができる。

40

【0041】

この場合、炭化タングステンの平均粒径は40nm以上3μm以下、炭化タングステンの含有量は2質量%以上4質量%以下であることが好ましい。炭化タングステンの平均粒径が40nm未満では、炭化タングステンの粉末を作製することが困難である。炭化タン

50

グステンの平均粒径が3 μm を超えると、電気接点材31の箇所によって強度のばらつきが生じる。強度の低い箇所がつながるようになると、短絡試験後に電気接点材31が選択的に消耗する。炭化タングステンの含有量が2質量%未満では、銀の溶出を抑制することができないので、耐溶着性能に劣るとともに、電気接点材31の硬度を高める効果が小さい。炭化タングステンの含有量が4質量%を超えると、電気接点材31の電気伝導率が悪くなるので、発熱しやすくなる。このため、電気接点材31が短絡するときの消耗量が多くなる。

【0042】

炭化タングステンの平均粒径は40 nm以上150 nm以下であることがさらに好ましい。炭化タングステンの平均粒径が40 nm以上150 nm以下である場合、炭化タングステン粒子を銀中に均一に分散させることができるので、銀の溶出をより効果的に抑制することができる。これにより、短絡試験による遮断試験後における溶着を防止することができる。すなわち、電気接点材31の耐溶着性能を高めることができる。炭化タングステンの平均粒径が150 nmを超えると、電気接点材31の表面に炭化タングステン粒子が多く存在することになるので、発熱しやすくなる。このため、電気接点材31が短絡するときの消耗量が多くなる。

【0043】

炭化タングステンをさらに含む銀 - グラファイト - 炭化タングステン (Ag - Gr - WC) 系の材料から電気接点材31を作製する場合、グラファイトの平均粒径は、1 μm 以上5 μm 以下であることがさらに好ましい。グラファイトの平均粒径が1 μm 以上5 μm 以下である場合、電気接点材中にグラファイトを均一に分散させることができるので、電気接点材を強化させることができる。これにより、電気接点材の硬度と抗折力を高めることができる。グラファイトの平均粒径が1 μm 未満では、細かいグラファイト粒子と炭化タングステン粒子が、原料粉末の混合後に、銀粒子間に密に詰まってしまう。このため、銀粒子同士が接触する面積が極端に小さくなる。本来、銀は電気接点材31の強度を保持する役割を果たすものであるが、銀粒子同士の接触面が極端に小さい状態で圧力が加えられても、銀が強度を保持することができなくなるので、成形体を形成することが困難になる。この場合、グラファイト粒子と同様に銀粒子同士の接触を阻害する微粒の炭化タングステン粒子が存在している分、グラファイト粒子のみを含む銀 - グラファイト系の材料と比較して、グラファイト粒子の許容最小粒径が大きくなる。グラファイトの平均粒径が5 μm を超えると、銀粒子と炭化タングステン粒子が接触するための潤滑剤となるグラファイト粒子の数が少なくなるため、原料粉末の混合時に、炭化タングステン粒子が均一分散せずに凝集し、炭化タングステンが均一分散した電気接点材料を形成することが困難になる。このため、炭化タングステンを添加することによる効果、すなわち、銀の溶出をより効果的に抑制することにより、短絡試験による遮断試験後における溶着を防止するという効果が得られなくなるおそれがある。

【0044】

次に、この発明のもう一つの局面では、定格電流値が1 ~ 60 A程度の小電流用ブレーカ10に組み込まれる可動側の電気接点材21は銀 - 炭化タングステン (Ag - WC) 系の材料からなり、固定側の電気接点材31は銀 - グラファイト (Ag - Gr) 系の材料からなり、グラファイトを0.5質量%以上2質量%以下含み、残部が銀と不可避的不純物からなり、たわみが0.8 mm以上、ピッカース硬度が40以上、酸素含有量が100 ppm以下である。

【0045】

このように少なくとも電気接点材31のたわみ量のある特定値以上に相対的に大きくし、さらに、電気接点材の常温における硬度のある特定値以上に相対的に大きくし、酸素含有量を特定値以下に抑制して、多数回繰り返しの機械的衝撃に耐え得るように電気接点材31を構成することにより、過負荷試験後の消耗量を低減することができる。

【0046】

銀 - グラファイト (Ag - Gr) 系の材料においてグラファイトの含有量が増加すると

10

20

30

40

50

、材料中に微細に分散されたグラファイト粒子がピン留め効果をもたらすので、材料が強化される。これにより、材料の硬度と抗折力が高くなる。グラファイトの含有量が0.5質量%未満では、ピン留め効果を得ることができない。グラファイトの含有量が2質量%を超えると、ピン留め効果が過剰になるので、たわみ量が小さくなる。

【0047】

小電流用途の短絡試験では衝撃が大電流用途に比べて小さく、その衝撃に耐えるためには強度が相対的に小さな材料が要求されるので、過負荷試験におけるブレーカの繰り返し開閉（繰り返し荷重）に耐えるためには、たわみ量が0.8mm以上である必要がある。たわみ量が0.8mm未満では、材料の靱性が低いので、上記の繰り返し荷重によって、電気接点材31に亀裂が発生する。ただし、製造上困難という理由により、たわみ量は2.5mm以下であることが好ましい。ここで、「製造上困難」ということは、たわみ量をどれだけ大きくしようとしても2.5mmが製造上の限界という意味である。

10

【0048】

小電流用途の短絡試験では衝撃が大電流用途に比べて小さいので、その衝撃に耐えるためにはビッカース硬度が40以上必要であり、ビッカース硬度が40未満では、接点負荷の大きな短絡試験において、材料の硬度不足により、接点形状を維持することができない。なお、過負荷試験においては、接点負荷が小さいので、接点形状はビッカース硬度による影響をほとんど受けない。ただし、硬度が大きすぎると接点どうしの接触抵抗が大きくなるという理由により、ビッカース硬度は100以下であることが好ましい。

【0049】

酸素含有量が100ppmを超えると、短絡試験時に生じる数千度の高熱により、材料中に存在する酸素が気体になるので、電気接点材31の基材の一部を飛散させる。これにより、電気接点材31が消耗する割合が増大する。なお、過負荷試験においては、接点負荷が小さいので、電気接点材31が消耗する割合は酸素含有量による影響をほとんど受けない。ただし、製造上困難という理由により、酸素含有量は30ppm以上であることが好ましい。ここで、「製造上困難」ということは、酸素含有量をどれだけ小さくしようとしても30ppmが製造上の限界という意味である。

20

【0050】

この発明のもう一つの局面に従った電気接点材31において、小電流用途の短絡試験では衝撃が大電流用途に比べて小さいので、その衝撃に耐えるためには抗折力は120MPa以上であることが好ましい。抗折力が120MPa未満では、接点負荷の大きな短絡試験において、材料の機械的強度不足により、電気接点材31が破壊する。なお、過負荷試験においては、接点負荷が小さいので、抗折力による影響をほとんど受けない。ただし、製造上困難という理由により、抗折力は280MPa以下であることが好ましい。ここで、「製造上困難」ということは、抗折力をどれだけ大きくしようとしても280MPaが製造上の限界という意味である。

30

【0051】

また、この発明のもう一つの局面に従った電気接点材31において、グラファイトの平均粒径は40nm以上8μm以下であることが好ましい。グラファイトの平均粒径が40nm未満では、グラファイト粒子が細かすぎるので、銀粒子間にグラファイト粒子が密に詰まってしまう。このため、銀粒子同士が接触する面積が極端に小さくなる。本来、銀は電気接点材31の強度を保持する役割を果たすものであるが、銀粒子同士の接触面が極端に小さい状態で圧力が加えられても、銀が強度を保持することができなくなるので、成形体を形成することが困難になる。その結果、電気接点材31を製造することが困難になる。また、グラファイトの平均粒径が8μmを超えると、電気接点材31の硬度や抗折力が低下する。

40

【0052】

なお、この発明の銀-グラファイト(Ag-Gr)系の材料からなる電気接点材31は次のようにして製造される。

【0053】

50

まず、所定の組成に従って銀粉末とグラファイト粉末とを、たとえば、80～150 Paの真空中で、たとえば、30～60分間混合する。その後、混合粉末に、たとえば、250～350 MPaの圧力を加えることにより、圧縮成形体を形成する。この圧縮成形体を、たとえば、850～950の温度の、たとえば、水素ガス等の還元性ガス雰囲気中で、たとえば、1～2時間保持することにより、仮焼結する。この仮焼結体を、真密度が、たとえば、97%以上になるように、たとえば、1000～1200 MPaの加圧下でコイニング加工する。コイニング加工された仮焼結体を、たとえば、750～850の温度の、窒素ガス等の不活性ガス雰囲気中で、または、水素ガス等の還元性ガス雰囲気中で、あるいは、これらの混合ガス雰囲気中で、たとえば、1～2時間保持することにより、予備加熱した後、100～200 GPaの押出圧力を加えることにより、所定の形状になるように押出加工する。

10

【0054】

また、炭化タングステンを含む本発明の銀 - グラファイト - 炭化タングステン (Ag - Gr - WC) 系の材料からなる電気接点材31は次のようにして製造される。

【0055】

まず、所定の組成に従って銀粉末とグラファイト粉末と炭化タングステン粉末とを、たとえば、80～150 Paの真空中で、たとえば、30～60分間混合する。その後、混合粉末に、たとえば、250～350 MPaの圧力を加えることにより、圧縮成形体を形成する。この圧縮成形体を、たとえば、850～950の温度の、たとえば、水素ガス等の還元性ガス雰囲気中で、たとえば、1～2時間保持することにより、仮焼結する。この仮焼結体を、真密度が、たとえば、97%以上になるように、たとえば、1000～1200 MPaの加圧下でコイニング加工する。コイニング加工された仮焼結体を、たとえば、750～850の温度の、窒素ガス等の不活性ガス雰囲気中で、または、水素ガス等の還元性ガス雰囲気中で、あるいは、これらの混合ガス雰囲気中で、たとえば、1～2時間保持することにより、予備加熱した後、100～200 GPaの押出圧力を加えることにより、所定の形状になるように押出加工する。

20

【0056】

以上のように本発明の銀 - グラファイト (Ag - Gr) 系または銀 - グラファイト - 炭化タングステン (Ag - Gr - WC) 系の材料から電気接点材31を製造するためには、押出加工法が採用される。押出加工法によって電気接点材31を製造すると、原材料粉末における旧粉末粒界が引きちぎられることにより、押出加工体では粉末冶金にて最も脆い粉末粒界が強化される。これにより、材料の抗折力やたわみを高くすることができる。また、押出加工法によって材料が緻密化されるので、材料の硬度を高くすることができる。これに対して、焼結法を採用すると、原材料粉末における旧粉末粒界が焼結体にそのまま残存するので、押出加工体に比べて機械的強度の低い焼結体が得られる。

30

【0057】

本発明の製造方法では、上述したように原材料粉末が真空中で混合される。原材料粉末としての銀粉末の比重はグラファイト粉末の比重に対して約4.8倍であるので、銀粉末とグラファイト粉末を大気中で均一に分散させて混合することが困難である。このため、大気中で混合させて得られた混合粉末を用いて製造された電気接点材31は、粒子の均一分散強化による効果を得ることができないので、硬度と抗折力が低下する。これに対して、真空中で混合させて得られた混合粉末を用いて製造された電気接点材31は、粒子の均一分散強化による効果を得ることができる。

40

【0058】

また、本発明の製造方法では、上述したように圧縮成形体が還元性ガス雰囲気中で仮焼結されるので、原材料粉末の表面に付着した酸素が除去される。その結果、得られた電気接点材31の過負荷試験や短絡試験による遮断試験後における消耗量を低減することができる。これに対して、圧縮成形体が不活性ガス雰囲気中で仮焼結されると、焼結時に混入する酸素は存在しないが、原材料粉末の表面に付着した酸素が除去されないため、電気接点材の遮断試験後における消耗量が増大する。

50

【0059】

さらに、本発明の製造方法では、上述したように仮焼結体をコイニング加工した後に押出加工するので、予備加熱時の材料の密度が98%以上になる。このため、予備加熱時に加熱炉内から材料に進入する酸素の量を少なくすることができる。これにより、たとえば、最終的に得られた電気接点材31において酸素含有量を20ppm以上100ppm以下に制御することができる。これに対して、仮焼結体をコイニング加工しない場合には、材料の密度が90%程度であるので、予備加熱時に加熱炉内から材料に進入する酸素の量が多くなる。このため、銀の酸化が進行するので、最終的に得られる電気接点材31における酸素含有量が増加する。

【実施例】

【0060】

以下、上述の実施形態の効果を確認するために行った実施例と比較例とによる比較実験について以下に説明する。

【0061】

[実施例A]

本実施例では、上述の実施形態に対応する実施例として、以下の実施例A1～A9による固定側の電気接点材31を作製した。また、本発明の実施例と同様の方法で、グラファイトの含有量、たわみ、ピッカース硬度および酸素含有量が本発明の範囲外である比較例A1～A8による固定側の電気接点材31を作製した。さらに、従来例に対応する比較例として、以下の比較例A11～A16、A21～A26、A31～A36、A41～A46による固定側の電気接点材31を作製した。これらの電気接点材31の各々を組み込んで構成された定格電流値が100Aの大電流用ブレーカの各々を用いて過負荷試験と短絡試験による遮断試験を行った。なお、可動側の電気接点材21は、銀を50質量%含み、残部が炭化タングステンからなる材料を用いた。

【0062】

本発明の実施例と比較例において電気接点材31を作製するために用いられた(グラファイト(Gr)粉末の平均粒径、作製された電気接点材31におけるグラファイト(Gr)の含有量、電気接点材31のたわみ、抗折力、硬度、酸素含有量および密度を以下の表1に示す。また、過負荷試験後の電気接点材31の消耗率、短絡試験後の電気接点材31の消耗率についての評価結果も表1に示す。なお、表1において下線が付されている数値は、本発明の範囲外であることを示す。

【0063】

なお、電気接点材31のたわみ、抗折力、硬度、酸素含有量および密度の測定方法、大電流用ブレーカの過負荷試験と短絡試験による遮断試験の方法、これらの遮断試験後の消耗率の評価については後述する。

【0064】

(実施例A1～A9)(比較例A1～A8)

実施例A1～A9と比較例A1～A8では、表1に示す含有量でグラファイト(Gr)を含む銀-グラファイト(Ag-Gr)系材料の電気接点材31を次のようにして作製した。

【0065】

表1に示す平均粒径のグラファイト(Gr)粉末と、平均粒径が3 μ mの銀(Ag)粉末とを、表1に示すグラファイト含有量になるようにボールミルを用いて真空中(100Pa)で30分間混合した。得られた混合粉末にプレスで圧力300MPaを加えることにより、厚みが300 μ m、外径が80mmの円盤状の圧縮成形体を形成した。この圧縮成形体を還元性ガス雰囲気である950の温度の水素ガス中で1時間保持することにより、仮焼結した。この仮焼結体を、真密度が97%以上になるように、1100MPaの加圧下でコイニング加工した。コイニング加工された仮焼結体を、不活性ガス雰囲気である800の温度の窒素ガス中で2時間保持することにより、予備加熱した後、押出圧力100GPaを加えることにより、断面が10mm角の棒状体になるように押出加工した

10

20

30

40

50

。得られた棒状体を1 mmの厚みに切断することにより、電気接点材31を作製した。なお、平均粒径が10 nmのグラファイト粉末を用いて上記の方法で電気接点材を作製しようとしたが、製造することができなかった。

【0066】

(比較例A11～A16)

比較例A11～A16では、仮焼結体をコイニング加工する工程を行わない点を除いては、上記の実施例A1～A9と同様の工程に従って、表1に示す含有量でグラファイト(Gr)を含む銀-グラファイト(Ag-Gr)系材料の電気接点材31を作製した。

【0067】

(比較例A21～A26)

比較例A21～A26では、銀粉末とグラファイト粉末を大気中で混合した点を除いては、上記の実施例A1～A9と同様の工程に従って、表1に示す含有量でグラファイト(Gr)を含む銀-グラファイト(Ag-Gr)系材料の電気接点材31を作製した。

【0068】

(比較例A31～A36)

比較例A31～A36では、圧縮成形体を保護ガス雰囲気である950の温度の窒素ガス中で1時間保持することにより仮焼結した点を除いては、上記の実施例A1～A9と同様の工程に従って、表1に示す含有量でグラファイト(Gr)を含む銀-グラファイト(Ag-Gr)系材料の電気接点材31を作製した。

【0069】

(比較例A41～A46)

比較例A41～A46では、表1に示す含有量でグラファイト(Gr)を含む銀-グラファイト(Ag-Gr)系材料の電気接点材31を次のようにして作製した。

【0070】

表1に示す平均粒径のグラファイト(Gr)粉末と、平均粒径が3 μmの銀(Ag)粉末とを、表1に示すグラファイト含有量になるように大気中で30分間、手作業で混合した。得られた混合粉末にプレスで圧力300 MPaを加えることにより、平面形状が10 mm角で厚みが1 mmの板状の圧縮成形体を形成した。この圧縮成形体を900の温度の真空中で1時間保持することにより、仮焼結した。この仮焼結体を、真密度が97%以上になるように、500 MPaの加圧下でコイニング加工した。このようにして、電気接点材31が得られた。

【0071】

(たわみ)

作製された電気接点材のたわみ[mm]は、JIS H5501に準拠して測定した。

【0072】

(抗折力)

作製された電気接点材と同じ素材から5 mm×2 mm×30 mmの大きさの抗折試験用の試料を作製した。この試料を用いて、支点間距離15 mm、ヘッド速度1 mm/minの条件で抗折力[MPa]を測定した。

【0073】

(硬度)

ピッカース硬度計を用いて、JIS Z 2244に準拠して、作製された電気接点材のピッカース硬度[HV]を測定した。

【0074】

(酸素含有量)

作製された電気接点材に残留する酸素含有量の測定は、株式会社堀場製作所製の酸素分析機器(機種BMGA520)を用いて赤外線吸収法によって行った。

【0075】

(密度)

作製された電気接点材の密度(相対密度)は、電気接点材の重量を電気接点材の体積(

10

20

30

40

50

縦寸法×横寸法×厚み寸法の積で得られる算出値)で除することによって算出された密度を、各材質の理論密度で除することによって算出した。

【0076】

(大電流用ブレーカの遮断試験(過負荷試験))

過負荷試験は、220Vの負荷電圧で600Aの遮断電流を設定した。試験方法としては、CO責務(負荷電圧220Vで600Aの遮断電流が流れる回路にブレーカをセットし、スイッチOFF状態で強制的にスイッチをON投入して瞬時に電流を遮断させる試験)を50回行った。そして、過負荷試験後の電気接点材31の消耗率を次の式によって算出した。表1には、消耗率の評価として、算出された消耗率が5%以下であるとき「○」、10%以下であるとき「△」、10%を超えるとき「×」で示す。

10

【0077】

(電気接点材の消耗率) = [{(試験前の電気接点材の厚み) - (試験後の電気接点材の厚み)} / (試験前の電気接点材の厚み)] × 100 (%) … (式1)。

【0078】

(大電流用ブレーカの遮断試験(短絡試験))

短絡試験は、220Vの負荷電圧で5000Aの遮断電流を設定した。試験方法としては、O責務(ブレーカのスイッチON状態で遮断電流を流し、電流を遮断させる試験)とCO責務(負荷電圧220Vで5000Aの遮断電流が流れる回路にブレーカをセットし、スイッチOFF状態で強制的にスイッチをON投入して瞬時に電流を遮断させる試験)を次の手順で行った。すなわち、この短絡試験では、動作責務として1回のO責務と3回のCO責務をこの順で行った。そして、短絡試験後の電気接点材31の消耗率を上記の(式1)によって算出した。表1には、消耗率の評価として、算出された消耗率が10%以下であるとき「○」、40%以下であるとき「△」、40%を超えるとき「×」で示す。

20

【0079】

【 表 1 】

	Gr平均粒径	Gr含有量 [質量%]	たわみ [mm]	抗折力 [MPa]	硬度 [HV]	酸素含有量 [ppm]	密度 [%]	過負荷試験 消耗率	短絡試験 消耗率
実施例A1	40nm	4	0.6	240	75	60	99	◎	◎
実施例A2	40nm	5	0.5	250	79	70	99	○	○
実施例A3	40nm	7	0.5	260	82	100	99	○	○
実施例A4	3μm	4	0.8	240	68	46	99	◎	◎
実施例A5	3μm	5	0.7	240	72	50	99	◎	◎
実施例A6	3μm	7	0.6	250	78	70	99	◎	◎
実施例A7	8μm	4	0.7	210	55	35	99	◎	○
実施例A8	8μm	5	0.7	210	55	45	99	◎	○
実施例A9	8μm	7	0.7	220	57	46	99	◎	○
比較例A1	40nm	8	0.4	266	85	110	99	x	x
比較例A2	8μm	3	0.7	200	53	30	99	◎	x
比較例A3	8μm	8	0.4	225	58	50	99	x	x
比較例A4	10μm	3	1.2	115	39	30	99	◎	x
比較例A5	10μm	4	0.9	160	45	40	99	◎	x
比較例A6	10μm	5	0.8	190	51	40	99	◎	x
比較例A7	10μm	7	0.7	190	53	50	99	◎	x
比較例A8	10μm	8	0.5	200	54	50	99	○	x
比較例A11	40nm	4	0.4	230	73	490	99	x	x
比較例A12	40nm	7	0.3	255	80	530	99	x	x
比較例A13	3μm	4	0.7	240	64	440	99	◎	x
比較例A14	3μm	7	0.5	250	72	465	99	○	x
比較例A15	8μm	4	0.8	200	50	385	99	◎	x
比較例A16	8μm	7	0.6	210	54	395	99	◎	x
比較例A21	40nm	4	0.9	190	45	60	99	◎	x
比較例A22	40nm	7	0.8	210	52	100	99	◎	x
比較例A23	3μm	4	1.1	190	38	50	99	◎	x
比較例A24	3μm	7	0.9	200	48	70	99	◎	x
比較例A25	8μm	4	1.2	160	25	40	99	◎	x
比較例A26	8μm	7	1	170	27	50	99	◎	x
比較例A31	40nm	4	0.6	240	75	180	99	◎	x
比較例A32	40nm	7	0.5	260	82	220	99	○	x
比較例A33	3μm	4	0.8	240	68	160	99	◎	x
比較例A34	3μm	7	0.6	250	78	190	99	◎	x
比較例A35	8μm	4	0.9	210	55	150	99	◎	x
比較例A36	8μm	7	0.7	220	57	170	99	◎	x
比較例A41	40nm	4	0.3	190	48	60	85	x	x
比較例A42	40nm	7	0.2	205	54	90	85	x	x
比較例A43	3μm	4	0.4	190	41	40	90	x	x
比較例A44	3μm	7	0.3	200	50	70	90	x	x
比較例A45	8μm	4	0.4	160	38	35	93	x	x
比較例A46	8μm	7	0.3	170	48	40	93	x	x

10

20

30

【 0 0 8 0 】

表 1 から、定格電流値が 1 0 0 A の大電流用ブレーカでは、少なくとも電気接点材の常温におけるピッカーズ硬度を 5 5 以上に相対的に大きくし、さらに、たわみ量を 0 . 5 m m 以上に相対的に大きくし、酸素含有量を 1 0 0 p p m 以下に抑制して、大電流が流れることによって発熱した状態（高温下）で変形しないように電気接点材を構成することにより、過負荷試験後の消耗率だけでなく、短絡試験後の消耗量をも低減できたことがわかる。

40

【 0 0 8 1 】

[実施例 B]

本実施例では、上述の実施形態に対応する実施例として、以下の実施例 B 1 ~ B 9 による固定側の電気接点材 3 1 を作製した。また、本発明の実施例と同様の方法で、グラファイトの含有量、たわみ、ピッカーズ硬度および酸素含有量が本発明の範囲外である比較例 B 1 ~ B 8 による固定側の電気接点材 3 1 を作製した。さらに、従来例に対応する比較例として、以下の比較例 B 1 1 ~ B 1 6、B 2 1 ~ B 2 6、B 3 1 ~ B 3 6、B 4 1 ~ B 4 6 による固定側の電気接点材 3 1 を作製した。これらの電気接点材 3 1 の各々を組み込んで構成された定格電流値が 3 0 A の小電流用ブレーカの各々を用いて過負荷試験と短絡試

50

験による遮断試験を行った。なお、可動側の電気接点材 2 1 は、銀を 5 0 質量% 含み、残部が炭化タングステンからなる材料を用いた。

【 0 0 8 2 】

本発明の実施例と比較例において電気接点材 3 1 を作製するために用いられた (グラファイト (G r) 粉末の平均粒径、作製された電気接点材 3 1 におけるグラファイト (G r) の含有量、電気接点材 3 1 のたわみ、抗折力、硬度、酸素含有量および密度を以下の表 2 に示す。また、過負荷試験後の電気接点材 3 1 の消耗率、短絡試験後の電気接点材 3 1 の消耗率についての評価結果も表 2 に示す。なお、表 2 において下線が付されている数値は、本発明の範囲外であることを示す。

【 0 0 8 3 】

なお、電気接点材 3 1 のたわみ、抗折力、硬度、酸素含有量および密度の測定方法については、上述の実施例 A と同様である。小電流用ブレーカの過負荷試験と短絡試験による遮断試験の方法、これらの遮断試験後の消耗率の評価については後述する。

【 0 0 8 4 】

(実施例 B 1 ~ B 9) (比較例 B 1 ~ B 8)

実施例 B 1 ~ B 9 と比較例 B 1 ~ B 8 では、表 2 に示す含有量でグラファイト (G r) を含む銀 - グラファイト (A g - G r) 系材料の電気接点材 3 1 を次のようにして作製した。

【 0 0 8 5 】

表 2 に示す平均粒径のグラファイト (G r) 粉末と、平均粒径が 3 μ m の銀 (A g) 粉末とを、表 2 に示すグラファイト含有量になるようにボールミルを用いて真空中 (1 0 0 P a) で 3 0 分間混合した。得られた混合粉末にプレスで圧力 3 0 0 M P a を加えることにより、厚みが 3 0 0 m m 、外径が 8 0 m m の円盤状の圧縮成形体を形成した。この圧縮成形体を還元性ガス雰囲気である 9 5 0 の温度の水素ガス中で 1 時間保持することにより、仮焼結した。この仮焼結体を、真密度が 9 7 % 以上になるように、1 1 0 0 M P a の加圧下でコイニング加工した。コイニング加工された仮焼結体を、不活性ガス雰囲気である 8 0 0 の温度の窒素ガス中で 2 時間保持することにより、予備加熱した後、押出圧力 1 0 0 G P a を加えることにより、断面が 1 0 m m 角の棒状体になるように押出加工した。得られた棒状体を 1 m m の厚みに切断することにより、電気接点材 3 1 を作製した。なお、平均粒径が 1 0 n m のグラファイト粉末を用いて上記の方法で電気接点材を作製しようとしたが、製造することができなかった。

【 0 0 8 6 】

(比較例 B 1 1 ~ B 1 6)

比較例 B 1 1 ~ B 1 6 では、仮焼結体をコイニング加工する工程を行わない点を除いては、上記の実施例 B 1 ~ B 9 と同様の工程に従って、表 2 に示す含有量でグラファイト (G r) を含む銀 - グラファイト (A g - G r) 系材料の電気接点材 3 1 を作製した。

【 0 0 8 7 】

(比較例 B 2 1 ~ B 2 6)

比較例 B 2 1 ~ B 2 6 では、銀粉末とグラファイト粉末を大気中で混合した点を除いては、上記の実施例 B 1 ~ B 9 と同様の工程に従って、表 2 に示す含有量でグラファイト (G r) を含む銀 - グラファイト (A g - G r) 系材料の電気接点材 3 1 を作製した。

【 0 0 8 8 】

(比較例 B 3 1 ~ B 3 6)

比較例 B 3 1 ~ B 3 6 では、圧縮成形体を保護ガス雰囲気である 9 5 0 の温度の窒素ガス中で 1 時間保持することにより仮焼結した点を除いては、上記の実施例 B 1 ~ B 9 と同様の工程に従って、表 2 に示す含有量でグラファイト (G r) を含む銀 - グラファイト (A g - G r) 系材料の電気接点材 3 1 を作製した。

【 0 0 8 9 】

(比較例 B 4 1 ~ B 4 6)

比較例 B 4 1 ~ B 4 6 では、表 2 に示す含有量でグラファイト (G r) を含む銀 - グラ

10

20

30

40

50

ファイト (Ag - Gr) 系材料の電気接点材 3 1 を次のようにして作製した。

【0090】

表 2 に示す平均粒径のグラファイト (Gr) 粉末と、平均粒径が 3 μm の銀 (Ag) 粉末とを、表 2 に示すグラファイト含有量になるように大気中で 30 分間、手作業で混合した。得られた混合粉末にプレスで圧力 300 MPa を加えることにより、平面形状が 10 mm 角で厚みが 1 mm の板状の圧縮成形体を形成した。この圧縮成形体を 900 の温度の真空中で 1 時間保持することにより、仮焼結した。この仮焼結体を、真密度が 97 % 以上になるように、500 MPa の加圧下でコイニング加工した。このようにして、電気接点材 3 1 が得られた。

【0091】

(小電流用ブレーカの遮断試験 (過負荷試験))

耐久試験は、220 V の負荷電圧で 180 A の遮断電流を設定した。試験方法としては、CO 責務 (負荷電圧 220 V で 180 A の遮断電流が流れる回路にブレーカをセットし、スイッチ OFF 状態で強制的にスイッチを ON 投入して瞬時に電流を遮断させる試験) を 50 回行った。そして、過負荷試験後の電気接点材 3 1 の消耗率を上記の (式 1) によって算出した。表 2 には、消耗率の評価として、算出された消耗率が 5 % 以下であるとき「○」、10 % 以下であるとき「△」、10 % を超えるとき「×」で示す。

【0092】

(小電流用ブレーカの遮断試験 (短絡試験))

短絡試験は、220 V の負荷電圧で 300 A の遮断電流を設定した。試験方法としては、O 責務 (ブレーカのスイッチ ON 状態で遮断電流を流し、電流を遮断させる試験) と CO 責務 (負荷電圧 220 V で 300 A の遮断電流が流れる回路にブレーカをセットし、スイッチ OFF 状態で強制的にスイッチを ON 投入して瞬時に電流を遮断させる試験) を次の手順で行った。すなわち、この短絡試験では、動作責務として 1 回の O 責務と 3 回の CO 責務をこの順で行った。そして、短絡試験後の電気接点材 3 1 の消耗率を上記の (式 1) によって算出した。表 2 には、消耗率の評価として、算出された消耗率が 10 % 以下であるとき「○」、40 % 以下であるとき「△」、40 % を超えるとき「×」で示す。

【0093】

10

20

【 表 2 】

	Gr平均粒径	Gr含有量 [質量%]	たわみ [mm]	抗折力 [MPB]	硬度 [HV]	酸素含有量 [ppm]	密度 [%]	過負荷試験 消耗率	短絡試験 消耗率
実施例B1	40nm	0.5	0.9	180	53	45	99	○	◎
実施例B2	40nm	1	0.8	220	60	50	99	○	◎
実施例B3	40nm	2	0.8	220	65	50	99	○	◎
実施例B4	3μm	0.5	1	130	48	45	99	◎	○
実施例B5	3μm	1	0.9	150	52	45	99	◎	○
実施例B6	3μm	2	0.8	180	58	50	99	○	◎
実施例B7	8μm	0.5	1.3	120	42	20	99	◎	○
実施例B8	8μm	1	1.1	130	47	20	99	◎	○
実施例B9	8μm	2	0.9	150	50	30	99	◎	○
比較例B1	40nm	3	0.6	230	70	60	99	x	◎
比較例B2	8μm	0.1	1.5	100	39	20	99	◎	x
比較例B3	8μm	3	0.7	200	53	30	99	x	◎
比較例B4	10μm	0.1	1.7	98	27	20	99	◎	x
比較例B5	10μm	0.5	1.6	100	32	20	99	◎	x
比較例B6	10μm	1	1.4	105	35	20	99	◎	x
比較例B7	10μm	2	1.3	110	38	30	99	◎	x
比較例B8	10μm	3	1.2	115	39	30	99	◎	x
比較例B11	40nm	0.5	0.9	180	53	475	99	○	x
比較例B12	40nm	2	0.8	220	65	480	99	○	x
比較例B13	3μm	0.5	0.8	130	48	445	99	○	x
比較例B14	3μm	2	0.7	180	55	455	99	x	x
比較例B15	8μm	0.5	0.9	120	42	370	99	◎	x
比較例B16	8μm	2	0.8	150	49	380	99	○	x
比較例B21	40nm	0.5	0.9	100	25	45	99	○	x
比較例B22	40nm	2	0.8	115	38	50	99	○	x
比較例B23	3μm	0.5	1	95	22	45	99	◎	x
比較例B24	3μm	2	0.8	110	35	50	99	○	x
比較例B25	8μm	0.5	1.3	80	15	20	99	◎	x
比較例B26	8μm	2	0.9	100	22	30	99	◎	x
比較例B31	40nm	0.5	0.9	220	55	170	99	◎	x
比較例B32	40nm	2	0.8	230	64	170	99	○	x
比較例B33	3μm	0.5	1.1	130	45	160	99	◎	x
比較例B34	3μm	2	0.8	220	55	170	99	○	x
比較例B35	8μm	0.5	1.3	120	38	140	99	◎	x
比較例B36	8μm	2	0.9	150	50	150	99	◎	x
比較例B41	40nm	0.5	0.7	100	32	45	90	x	x
比較例B42	40nm	2	0.4	115	39	50	88	x	x
比較例B43	3μm	0.5	0.6	100	25	45	95	x	x
比較例B44	3μm	2	0.5	115	38	50	90	x	x
比較例B45	8μm	0.5	0.5	88	20	20	96	x	x
比較例B46	8μm	2	0.4	110	35	30	92	x	x

10

20

30

【 0 0 9 4 】

表 2 から、定格電流値が 3 0 A の小電流用ブレーカでは、少なくとも電気接点材のたわみ量を 0 . 8 mm 以上に相対的に大きくし、さらに、電気接点材の常温におけるピッカー硬度を 4 0 以上に相対的に大きくし、酸素含有量を 1 0 0 ppm 以下に抑制して、多数回繰り返しの機械的衝撃に耐え得るように電気接点材を構成することにより、短絡試験後の消耗率だけでなく、過負荷試験後の消耗量をも低減できたことがわかる。

【 0 0 9 5 】

[実施例 C]

本実施例では、上述の実施形態に対応する実施例として、以下の実施例 C 1 ~ C 2 0 による固定側の電気接点材 3 1 を作製した。また、従来例に対応する比較例として、以下の比較例 C 1 0 7、C 2 0 7、C 3 0 7、C 4 0 7 による固定側の電気接点材 3 1 を作製した。これらの電気接点材 3 1 の各々を組み込んで構成された定格電流値が 1 0 0 A の大電流用ブレーカの各々を用いて過負荷試験と短絡試験による遮断試験を行った。なお、可動側の電気接点材 2 1 は、銀を 5 0 質量% 含み、残部が炭化タングステンからなる材料を用いた。

【 0 0 9 6 】

本発明の実施例と比較例において電気接点材 3 1 を作製するために用いられたグラフア

40

50

イト (Gr) 粉末の平均粒径、作製された電気接点材 31 におけるグラファイト (Gr) の含有量、炭化タングステン (WC) 粉末の平均粒径、作製された電気接点材 31 における炭化タングステン (WC) の含有量、電気接点材 31 のたわみ、抗折力、硬度、酸素含有量および密度を以下の表 3 に示す。また、過負荷試験後の電気接点材 31 の消耗率、短絡試験後の電気接点材 31 の消耗率についての評価結果も表 3 に示す。なお、表 3 において下線が付されている数値は、本発明の範囲外であることを示す。

【0097】

なお、電気接点材 31 のたわみ、抗折力、硬度、酸素含有量および密度の測定方法については、上述の実施例 A と同様である。大電流用ブレーカの過負荷試験と短絡試験による遮断試験の方法、これらの遮断試験後の消耗率の評価についても、上述の実施例 A と同様である。

10

【0098】

(実施例 C1 ~ C20)

実施例 C1 ~ C20 では、表 3 に示す含有量でグラファイト (Gr) と炭化タングステン (WC) を含む銀 - グラファイト - 炭化タングステン (Ag - Gr - WC) 系材料の電気接点材 31 を次のようにして作製した。

【0099】

表 3 に示す平均粒径のグラファイト (Gr) 粉末および炭化タングステン (WC) 粉末と、平均粒径が 3 μm の銀 (Ag) 粉末とを、表 3 に示すグラファイト含有量および炭化タングステン含有量になるようにボールミルを用いて真空中 (100 Pa) で 30 分間混合した。得られた混合粉末にプレスで圧力 300 MPa を加えることにより、厚みが 300 mm、外径が 80 mm の円盤状の圧縮成形体を形成した。この圧縮成形体を還元性ガス雰囲気である 950 の温度の水素ガス中で 1 時間保持することにより、仮焼結した。この仮焼結体を、真密度が 97% 以上になるように、1100 MPa の加圧下でコイニング加工した。コイニング加工された仮焼結体を、不活性ガス雰囲気である 800 の温度の窒素ガス中で 2 時間保持することにより、予備加熱した後、押出圧力 100 GPa を加えることにより、断面が 10 mm 角の棒状体になるように押出加工した。得られた棒状体を 1 mm の厚みに切断することにより、電気接点材 31 を作製した。

20

【0100】

(比較例 C107)

比較例 C107 では、仮焼結体をコイニング加工する工程を行わない点を除いては、上記の実施例 C1 ~ C20 と同様の工程に従って、表 3 に示すように実施例 C7 と同じ平均粒径と含有量でグラファイト (Gr) と炭化タングステン (WC) を含む銀 - グラファイト - 炭化タングステン (Ag - Gr - WC) 系材料の電気接点材 31 を作製した。

30

【0101】

(比較例 C207)

比較例 C207 では、銀粉末とグラファイト粉末と炭化タングステン粉末を大気中で混合した点を除いては、上記の実施例 C1 ~ C20 と同様の工程に従って、表 3 に示すように実施例 C7 と同じ平均粒径と含有量でグラファイト (Gr) と炭化タングステン (WC) を含む銀 - グラファイト - 炭化タングステン (Ag - Gr - WC) 系材料の電気接点材 31 を作製した。

40

【0102】

(比較例 C307)

比較例 C307 では、圧縮成形体を保護ガス雰囲気である 950 の温度の窒素ガス中で 1 時間保持することにより仮焼結した点を除いては、上記の実施例 C1 ~ C20 と同様の工程に従って、表 3 に示すように実施例 C7 と同じ平均粒径と含有量でグラファイト (Gr) と炭化タングステン (WC) を含む銀 - グラファイト - 炭化タングステン (Ag - Gr - WC) 系材料の電気接点材 31 を作製した。

【0103】

(比較例 C407)

50

比較例 C 4 0 7 では、表 3 に示す含有量でグラファイト (G r) と炭化タングステン (W C) を含む銀 - グラファイト - 炭化タングステン (A g - G r - W C) 系材料の電気接点材 3 1 を次のようにして作製した。

【 0 1 0 4 】

表 3 に示す平均粒径のグラファイト (G r) 粉末および炭化タングステン (W C) 粉末と、平均粒径が 3 μ m の銀 (A g) 粉末とを、表 3 に示すグラファイト含有量になるように大気中で 3 0 分間、手作業で混合した。得られた混合粉末にプレスで圧力 3 0 0 M P a を加えることにより、平面形状が 1 0 m m 角で厚みが 1 m m の板状の圧縮成形体を形成した。この圧縮成形体を 9 0 0 の温度の真空中で 1 時間保持することにより、仮焼結した。この仮焼結体を、真密度が 9 7 % 以上になるように、5 0 0 M P a の加圧下でコイニング加工した。このようにして、電気接点材 3 1 が得られた。

【 0 1 0 5 】

【 表 3 】

	Gr平均粒径 [μm]	Gr含有量 [質量%]	WC平均粒径 [μm]	WC含有量 [質量%]	たわみ [mm]	抗折力 [MPa]	硬度 [HV]	酸素含有量 [ppm]	密度 [%]	過負荷試験 消耗率	短絡試験 消耗率
実施例C1	3	5	40nm	2	0.7	270	75	80	99	◎	◎
実施例C2	3	5	80nm	2	0.8	260	85	70	99	◎	◎
実施例C3	3	5	150nm	2	0.8	255	80	70	99	◎	○
実施例C4	3	5	1 μm	2	0.8	240	78	60	99	◎	○
実施例C5	3	5	3 μm	2	0.9	235	75	60	99	◎	○
実施例C6	3	5	40nm	3	0.7	280	95	85	99	◎	◎
実施例C7	3	5	80nm	3	0.7	275	93	80	99	◎	◎
実施例C8	3	5	150nm	3	0.7	275	88	70	99	◎	◎
実施例C9	3	5	1 μm	3	0.8	260	86	70	99	◎	◎
実施例C10	3	5	3 μm	3	0.8	250	82	60	99	◎	○
実施例C11	3	5	40nm	4	0.5	300	115	95	98	○	◎
実施例C12	3	5	80nm	4	0.5	295	110	90	99	○	◎
実施例C13	3	5	150nm	4	0.6	290	110	80	99	○	◎
実施例C14	3	5	1 μm	4	0.7	285	100	80	99	◎	◎
実施例C15	3	5	3 μm	4	0.8	275	95	70	99	◎	◎
実施例C16	2	4	80nm	3	0.7	285	90	85	99	◎	◎
実施例C17	2	5	80nm	3	0.7	275	85	90	99	◎	◎
実施例C18	4	7	80nm	3	0.5	260	70	100	95	○	○
実施例C19	5	4	80nm	3	0.7	270	75	85	99	◎	◎
実施例C20	1	4	1 μm	3	0.6	250	78	90	99	○	○
比較例C107	3	5	80nm	3	0.6	270	90	540	99	○	x
比較例C207	3	5	80nm	3	0.8	200	62	90	99	◎	x
比較例C307	3	5	80nm	3	0.7	275	93	310	99	◎	x
比較例C407	3	5	80nm	3	0.3	200	60	80	90	x	x

【 0 1 0 6 】

表3から、銀 - グラファイト - 炭化タングステン (Ag - Gr - WC) 系材料の電気接点材31を用いた、定格電流値が100Aの大電流用ブレーカでも、少なくとも電気接点材の常温におけるピッカース硬度を55以上に相対的に大きくし、さらに、たわみ量を0

10

20

30

40

50

、5 mm以上に相対的に大きくし、酸素含有量を100 ppm以下に抑制して、大電流が流れることによって発熱した状態（高温下）で変形しないように電気接点材を構成することにより、過負荷試験後の消耗率だけでなく、短絡試験後の消耗量をも低減できたことがわかる。

【0107】

[実施例D]

本実施例では、上述の実施形態に対応する実施例として、以下の実施例D1～D9による固定側の電気接点材31を作製した。本発明の実施例と同様の方法で、炭化タングステン粉末の平均粒径と炭化タングステンの含有量が本発明の好ましい範囲外である比較例D1～D4による固定側の電気接点材31を作製した。これらの電気接点材31の各々を組み込んで構成された定格電流値が100 Aの大電流用ブレーカの各々を用いて溶着試験を行った。なお、可動側の電気接点材21は、銀を50質量%含み、残部が炭化タングステンからなる材料を用いた。

10

【0108】

本発明の実施例と比較例において電気接点材31を作製するために用いられたグラファイト（Gr）粉末の平均粒径、作製された電気接点材31におけるグラファイト（Gr）の含有量、炭化タングステン（WC）粉末の平均粒径、作製された電気接点材31における炭化タングステン（WC）の含有量を以下の表4に示す。また、溶着試験についての評価結果も表4に示す。なお、表4において下線が付されている数値は、本発明の好ましい範囲外であることを示す。

20

【0109】

なお、電気接点材31のたわみ、抗折力、硬度、酸素含有量および密度の測定方法については、上述の実施例Aと同様である。大電流用ブレーカの溶着試験の方法、溶着試験の評価については後述する。

【0110】

（実施例D1～D9）（比較例D1～D4）

実施例D1～D9と比較例D1～D4では、表4に示す含有量でグラファイト（Gr）と炭化タングステン（WC）を含む銀-グラファイト-炭化タングステン（Ag-Gr-WC）系材料の電気接点材31を次のようにして作製した。

【0111】

表4に示す平均粒径のグラファイト（Gr）粉末および炭化タングステン（WC）粉末と、平均粒径が3 μmの銀（Ag）粉末とを、表4に示すグラファイト含有量および炭化タングステン含有量になるようにボールミルを用いて真空中（100 Pa）で30分間混合した。得られた混合粉末にプレスで圧力300 MPaを加えることにより、厚みが300 mm、外径が80 mmの円盤状の圧縮成形体を形成した。この圧縮成形体を還元性ガス雰囲気である950 °Cの温度の水素ガス中で1時間保持することにより、仮焼結した。この仮焼結体を、真密度が97%以上になるように、1100 MPaの加圧下でコイニング加工した。コイニング加工された仮焼結体を、不活性ガス雰囲気である800 °Cの温度の窒素ガス中で2時間保持することにより、予備加熱した後、押出圧力100 GPaを加えることにより、断面が10 mm角の棒状体になるように押出加工した。得られた棒状体を1 mmの厚みに切断することにより、電気接点材31を作製した。

30

40

【0112】

（大電流用ブレーカの溶着試験）

溶着試験は、265 Vの負荷電圧で5000 Aの遮断電流を設定した。試験方法としては、O責務（ブレーカのスイッチON状態で遮断電流を流し、電流を遮断させる試験）とCO責務（負荷電圧265 Vで5000 Aの遮断電流が流れる回路にブレーカをセットし、スイッチOFF状態で強制的にスイッチをON投入して瞬時に電流を遮断させる試験）を次の手順で行った。すなわち、この溶着試験では、動作責務として1回のO責務と5回のCO責務をこの順で行った。そして、溶着試験中または溶着試験後の電気接点材31の溶着具合を評価した。表4には、溶着具合の評価として、接点が全く溶着しないとき「

50

」、ブレーカのON/OFFで簡単に溶着が外れる場合（軽溶着）「○」、ブレーカのON/OFFで簡単に溶着が外れない場合（重溶着）「×」で示す。

【0113】

【表4】

	Gr平均粒径 [μm]	Gr含有量 [質量%]	WC平均粒径	WC含有量 [質量%]	溶着試験
実施例D1	3	5	80nm	2	○
実施例D2	3	5	80nm	3	◎
実施例D3	3	5	80nm	4	◎
実施例D4	3	5	40nm	3	◎
実施例D5	3	5	150nm	3	○
実施例D6	1	5	80nm	3	◎
実施例D7	5	5	80nm	3	○
実施例D8	3	4	80nm	3	○
実施例D9	3	7	80nm	3	◎
比較例D1	3	5	80nm	1	×
比較例D2	3	5	80nm	5	×
比較例D3	3	5	250nm	3	×
比較例D4	3	5	1.5 μm	3	×

10

【0114】

表4から、定格電流値が100Aの大電流用ブレーカでは、炭化タングステンの平均粒径が40nm以上150nm以下、炭化タングステンの含有量が2質量%以上4質量%以下である銀-グラファイト-炭化タングステン系材料で電気接点材を構成することにより、短絡試験による遮断試験後における溶着を防止できたことがわかる。

20

【0115】

今回開示された実施の形態と実施例はすべての点で例示であって制限的なものではないと考慮されるべきである。本発明の範囲は以上の実施の形態と実施例ではなく、特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての修正と変形を含むものであることが意図される。

【0116】

たとえば、上記の実施形態と実施例では、ブレーカ10の固定側接点部材30に本発明の電気接点材31を適用した例について示したが、本発明はこの例に限定されるものではなく、ブレーカ10の可動側接点部材20または固定側接点部材30のいずれかに本発明の電気接点材を用いてもよい。

30

【0117】

また、上記の実施形態と実施例では、開閉器の一例としてのブレーカ10に本発明の電気接点材31を用いた例について示したが、本発明はこの例に限定されるものではなく、たとえば、電磁開閉器などのブレーカ以外の開閉器（スイッチ機器）に本発明の電気接点材を用いてもよい。

【産業上の利用可能性】

40

【0118】

この発明の電気接点材は、定格電流値が100～3200Aの大電流用ブレーカ、または、定格電流値が1～60Aの小電流用ブレーカに組み込まれて用いられる。

【符号の説明】

【0119】

10：ブレーカ、21、31：電気接点材。

【要約】

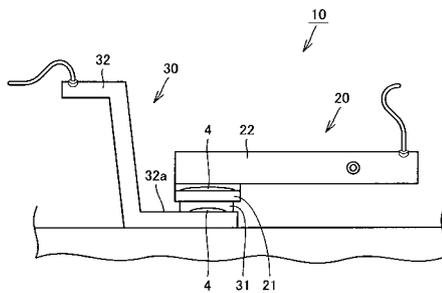
ブレーカ等の過負荷試験や短絡試験による遮断試験後において消耗率を低減させることが可能な電気接点材と、ブレーカ等の短絡試験による遮断試験後における溶着を防止することが可能な電気接点材を提供する。一つの局面に従った電気接点材(31)は、グラファ

50

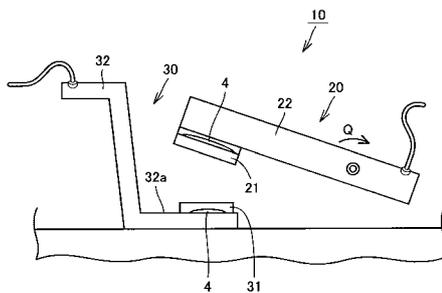
イトを4質量%以上7質量%以下含み、残部が銀と不可避的不純物からなり、たわみが0.5mm以上、ビッカース硬度が55以上、酸素含有量が100ppm以下である。この電気接点材(31)は、炭化タングステンをさらに含むことが好ましい。炭化タングステンの平均粒径は40nm以上3μm以下、炭化タングステンの含有量は2質量%以上4質量%以下であることが好ましい。もう一つの局面に従った電気接点材(31)は、グラファイトを0.5質量%以上2質量%以下含み、残部が銀と不可避的不純物からなり、たわみが0.8mm以上、ビッカース硬度が40以上、酸素含有量が100ppm以下である。

【選択図】図1

【図1】



【図2】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
C 2 2 C 32/00 (2006.01) C 2 2 C 32/00 A

(72)発明者 胡間 紀人
兵庫県伊丹市昆陽北一丁目1番1号 株式会社アライドテック内

審査官 荒田 秀明

(56)参考文献 特開2005-120427(JP,A)
特開平11-507174(JP,A)
特開昭52-147768(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01H 1/02-1/04

C22C 1/05,1/10

C22C 5/06

C22C 32/00