

(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
2018年6月7日(07.06.2018)



(10) 国際公開番号

WO 2018/100660 A1

(51) 国際特許分類:

C22C 38/00 (2006.01) *C22C 33/02* (2006.01)
B22F 5/00 (2006.01) *F16C 33/10* (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2016/085507

(22) 国際出願日: 2016年11月30日(30.11.2016)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(71) 出願人: 日立化成株式会社(HITACHI CHEMICAL COMPANY, LTD.) [JP/JP]; 〒1006606 東京都千代田区丸の内一丁目9番2号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 宮崎 亮一(MIYAZAKI Ryoichi); 〒1006606 東京都千代田区丸の内一丁目9番2号 日立化成株式会社内 Tokyo (JP). 河田 英昭(KAWATA Hideaki); 〒1006606 東京

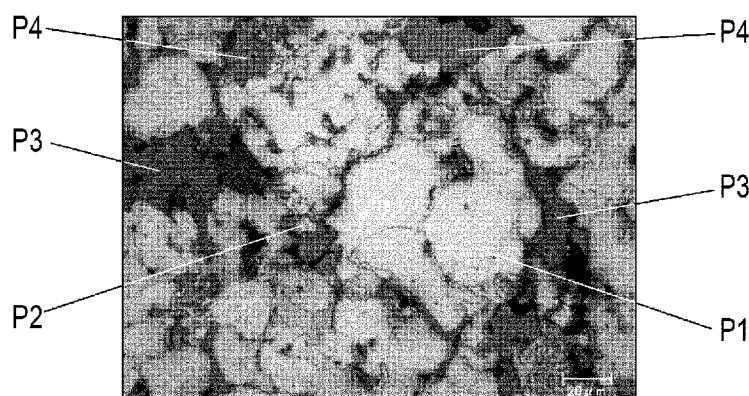
都千代田区丸の内一丁目9番2号 日立化成株式会社内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 三好 秀和, 外(MIYOSHI Hidekazu et al.); 〒1050001 東京都港区虎ノ門一丁目2番8号 虎ノ門琴平タワー 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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KW, 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.

(54) Title: FERROUS SINTER OIL-CONTAINING BEARING

(54) 発明の名称: 鉄系焼結含油軸受



(57) **Abstract:** Provided is a ferrous sinter oil-containing bearing that has a bearing surface for supporting the outer circumferential surface of a shaft, and has a ferrous sinter bearing, which is made of a ferrous sinter alloy in which pores are dispersed, and a lubricating oil impregnated in the pores. As mass ratios, the overall composition of the ferrous sinter alloy that makes up the ferrous sinter bearing is made of Cu: 0.5-3%, C: 1-5%, S: 0.3-2%, the balance being made of Fe and unavoidable impurities. The density of the ferrous sinter alloy is 5.2-7.2 g/cm³. The ferrous sinter alloy exhibits a metallographic structure wherein copper phases and graphite phases are dispersed in a base, which is one metal structure from among ferrite structures, pearlite structures and mixed ferrite and pearlite structures, and sulfide phases are precipitated from the base and/or copper phases and are dispersed.

(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), 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))

(57) 要約: 軸の外周面を支持する軸受面を有し、気孔が分散する鉄系焼結合金で構成される鉄系焼結軸受と、気孔に含浸された潤滑油とを有する鉄系焼結含油軸受を提供する。鉄系焼結軸受を構成する鉄系焼結合金の全体組成は、質量比で、Cu: 0.5~3%、C: 1~5%、S: 0.3~2%、残部: Feおよび不可避不純物からなり、鉄系焼結合金の密度は5.2~7.2 g/cm³である。鉄系焼結合金は、フェライト組織、パーライト組織、フェライトとパーライトとの混合組織のうちの1つの金属組織の基地中に、銅相及び黒鉛相が分散するとともに、硫化物相が基地及び／又は銅相から析出して分散した金属組織構造を呈する。

明 細 書

発明の名称：鉄系焼結含油軸受

技術分野

[0001] 本発明は、軸の外周面を支持する軸受面を有する鉄系焼結含油軸受に関する。

背景技術

[0002] 軸の外周面を支持する軸受面を有するすべり軸受には、従来、焼結合金製の焼結軸受が多用されている。焼結含油軸受は、気孔を有する焼結合金製の焼結軸受の気孔中に潤滑油を含浸したものであり、含浸した潤滑油による自己潤滑性を付与できるため、耐焼付き性と耐摩耗性が良好で広く用いられている。

[0003] 焼結含油軸受の潤滑理論を、図1を参照して説明する。焼結含油軸受の本体である焼結軸受1を構成する焼結体は、金属基地中に気孔が分散する多孔質体であり、気孔中に潤滑油2が含まれている。焼結軸受は略円管又は略円環に形成され、その内周面で軸3を支承する。ここで、軸が回転すると、軸との摩擦熱により気孔に含浸された潤滑油が熱膨張するとともに、軸の回転により気孔中に含浸された潤滑油が吸い出され、図1に矢印4で示すように、油圧の低い上の部分から高い油圧を受ける摺動部に向かって潤滑油が流れる。この潤滑油の流れによって軸受の内周面から軸を持ち上げて、軸受内周面と軸との金属接触を防止する。また、軸と軸受内周面の間に入り込む潤滑油の流れによって、軸は回転方向に片寄せられ、軸受内周面での油圧分布5は図1のようになる。一方、油圧が生じても気孔を通じて潤滑油が逃げるため、気孔を通じて潤滑油が焼結軸受内を循環して、再び内周面で効果的な潤滑作用を発揮する。軸の回転が停止すると、熱膨張していた潤滑油は収縮するとともに、潤滑油が気孔中に毛細管力により吸収されて初期状態に戻る。これを繰り返すことで、長期にわたり、無給油で良好な潤滑特性を発揮する。

[0004] 軸受が支持する軸は、一般に安価な鉄合金からなり、焼結軸受には、銅系の焼結合金が適用された銅系焼結軸受が多用されてきた。近年、銅の価格が高騰しているため、安価な鉄を主成分とする鉄系焼結合金を用いた鉄系焼結軸受に対するニーズが高まってきている。しかし、このような鉄を主成分とする軸受の場合には、焼付き易く、また、相手部品であるシャフトを傷付け易いという欠点がある。特に、熱処理を施していない硬さが低いシャフトと鉄を主成分とする軸受とを組み合わせると、上記の現象は顕著となる。

[0005] このような状況の下、特許文献1では、優れた耐摩耗性を有するとともに、鉄銅系焼結合金を用いた鉄銅系焼結軸受に匹敵する耐焼付き性および相手部品への攻撃緩和性を有するものとして、鉄系焼結軸受が提案されている。この軸受は、焼結合金の全体組成が、質量比で、Cu : 2.0 ~ 9.0 %、C : 1.5 ~ 3.7 %、残部 : Fe および不可避不純物からなり、軸受の内部は、面積率でフェライトが20 ~ 85 % および残部がパーライトからなる鉄合金相中に、軸受の軸方向に対して交差する方向に延在する銅相と、黒鉛相および気孔が分散する金属組織を示し、軸受面に、銅相が8 ~ 40 % の面積率で露出する。

[0006] また、内周面に高い面圧が作用するような軸受に用いて好適な摺動部材用鉄基焼結合金として、全体組成が、質量比で、C : 0.6 ~ 1.2 %、Cu : 3.5 ~ 9.0 %、Mn : 0.6 ~ 2.2 %、S : 0.4 ~ 1.3 %、残部 : Fe および不可避不純物からなる摺動部材用鉄基焼結合金が提案（特許文献2）されており、その合金組織は、マルテンサイト基地中に、遊離したCu相及び遊離したCu-Fe合金相の少なくとも一方が分散しているとともに、MnS相が1.0 ~ 3.5 質量%分散していることを特徴とする。

先行技術文献

特許文献

[0007] 特許文献1：特開2010-077474号公報

特許文献2：特開2009-155696号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0008] 上記のように、焼結含油軸受は、軸の回転により気孔中から引き出された潤滑油が、軸の回転につれて軸と軸受内周面と間に引き込まれ、軸と軸受の内周面の間に油膜を形成することで軸と軸受の内周面の金属接触を防止して良好な潤滑特性を示す。このため、各種用途への適用が進んでいるが、良好な油膜を形成しにくい用途に対しては、その適用が進んでいない。更なる用途拡大のためには、焼結軸受のさらなる改良が必要である。
- [0009] このような焼結含油軸受の適用が難しいと考えられてきた分野として、例えば、複写機等の紙送りローラや、ヘッド駆動モータ等のような、正逆に回転する軸を支承するとともに、正転、逆転それぞれの駆動時間が短い用途のための軸受がある。このような用途の場合、図2（a）に示すように、良好な潤滑油膜が形成される前に回転が停止することから、軸と軸受の内周面との金属接触が発生しやすい。
- [0010] また、スクロール式圧縮機等のような、固定子に対して偏心して回転する回転子の軸を支承する軸受としての用途においては、図2（b）に示すように、軸受内周面に対して軸の位置が偏心して移動することとなる。このような用途においても、良好な潤滑油膜を形成することが難しく、軸と軸受の内周面との金属接触が発生しやすい。
- [0011] これらの用途においては、ポリテトラフルオロエチレン（PTFE）等のフッ素系樹脂で内周面を構成したすべり軸受が適用されているが、軟質なフッ素系樹脂は、摩耗が生じ易く、耐久性に問題がある。したがって、このような金属接触が発生しやすい用途であっても、良好な摺動特性を示す焼結軸受が提供できれば、焼結軸受の適用が拡大できることとなる。
- [0012] この点について、特許文献1の鉄系焼結軸受は、良好な潤滑油膜が形成できる用途に対しては優れた耐摩耗性を有し、鉄銅系焼結含油軸受に匹敵する耐焼付き性および相手部品への攻撃緩和性を有する。しかし、金属接触が発生しやすい用途に対しては、さらなる改良が必要である。

[0013] 一方、特許文献2の鉄基焼結摺動部材は、遊離したCu相またはCu-Fe合金相とMnS相によって潤滑を行い、摺動特性を発揮する。この点に関して、MnS相は、原料粉末に添加したMnS粉末がそのまま残留して形成されるので、MnS相は鉄粉末どうしの粒界（粉末粒界）のみに分散する。しかし、MnS粉末は、安定で、他の粉末と反応しないので、基地を形成する鉄粉末と反応せず、従って、基地への固着性が悪い。また、鉄粉末の粒界に存在して鉄粉末粒子どうしの結合を阻害するので、基地の強度が低下する虞がある。

[0014] 本発明は、固着性の乏しい特許文献2の手法によらず、鉄系焼結含油軸受に対して、よりいっそうの潤滑特性の向上を果たし、金属接触が発生しやすい用途においても良好な潤滑特性を示す鉄系焼結軸受およびその製造方法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

[0015] 本発明者らは、上記目的を達成する鉄系焼結軸受につき検討し、鉄系焼結軸受の本体を構成する鉄系焼結合金の基地中に硫化物を析出分散させることで、金属接触が発生しやすい用途においても良好な潤滑特性を示すことができることを見出した。

本発明の一態様によれば、鉄系焼結含油軸受は、軸の外周面を支持する軸受面を有し、気孔が分散する鉄系焼結合金で構成される鉄系焼結軸受と、前記気孔に含浸された潤滑油とを有する鉄系焼結含油軸受であって、前記鉄系焼結合金の全体組成が、質量比で、Cu：0.5～3%、C：1～5%、S：0.3～2%、残部：Feおよび不可避不純物からなり、前記鉄系焼結合金の密度が5.2～7.2g/cm³であり、前記鉄系焼結合金は、フェライト組織、パーライト組織、及び、フェライトとパーライトとの混合組織のうちの1つの金属組織を有する基地と、前記基地中に分散する銅相及び黒鉛相と、前記基地および前記銅相の少なくとも一方から析出して分散する硫化物相とを有することを要旨とする。

[0016] 上記鉄系焼結軸受において、前記硫化物相は、前記基地および前記銅相の

結晶粒界および結晶粒内に析出して分散すると良く、前記硫化物は、硫化鉄および硫化銅が主体であってよい。また、鉄系焼結軸受は、前記金属組織に分散する硫化物相が、金属組織の断面を観察した時に気孔を含む断面の面積に対して0.9～6%の面積率で分散していると良好であり、前記硫化物相が粒状であり、最大粒径が50 μ m以下であると良い。さらに、前記軸受面に分散する銅相および硫化銅相が軸受面全体に対して5～20%の面積率で分散していると好適である。

発明の効果

[0017] 本発明の実施形態によれば、鉄系焼結軸受は、潤滑特性について優れた改善が施され、金属接触が発生しやすい用途においても良好な潤滑特性を示すものである。

図面の簡単な説明

[0018] [図1]焼結軸受の潤滑作用を説明する模式図である。

[図2]良好な潤滑油膜が形成されない場合を説明する模式図である。

[図3]本発明における鉄系焼結軸受を構成する鉄系焼結合金の金属組織の一例を示す図面代用写真である。

発明を実施するための形態

[0019] 以下、本発明における鉄系焼結含油軸受の本体である鉄系焼結軸受を構成する鉄系焼結合金の金属組織および数値特定の根拠を、本発明の作用とともに説明する。

[0020] 本発明において、鉄系焼結含油軸受の本体である鉄系焼結軸受は、Fe（鉄）を主成分とする鉄系焼結合金によって構成される。鉄系焼結合金は、例えば、図3に示すように、鉄系の基地（図3においてはフェライト相P1）と、銅相P2と、黒鉛相P3と、硫化物相P4とを含んでいる。Feは、Cu（銅）に比して安価であり、機械的強さに優れることから、鉄系焼結合金の主成分として好適な成分である。Feは、鉄粉末の形態で導入され、鉄粉末を主成分とする原料粉末を用いることによって、鉄系焼結合金の基地が形成される。鉄系焼結合金の基地には、気孔が分散する。気孔は、粉末冶金法

に起因して生じるものであり、原料粉末を圧粉成形した際の粉末粒子間の空隙が、原料粉末の結合によって形成された基地中に残留したものである。

[0021] 鉄系焼結合金の基地の金属組織は、フェライト組織、パーライト組織、及び、フェライトとパーライトとの混合組織のうちの1つである。フェライトは、軟質であり、相手材となる軸とのなじみ性が良好であるが、機械的強さが低い。一方、パーライトは、基地硬さが高く、機械的強さが高いが、相手材となる軸を摩耗させる虞がある。このため、鉄系焼結合金の基地の金属組織は、鉄系焼結軸受の要求特性に応じて、フェライト単相の金属組織、フェライトとパーライトが混合した金属組織、パーライト単相の金属組織のいずれかである。

[0022] 上述したように、焼結合金には製法に起因する気孔が形成されるため、焼結合金の密度（焼結体密度）は、理論密度よりも低くなる。焼結合金の密度が高いと、気孔量が少なくなり、焼結合金の密度が低いと気孔量が多くなる。焼結軸受においては、このような気孔を利用して、鉄系焼結合金に形成される気孔に潤滑油を含浸することで、無給油で長期にわたる潤滑特性を発揮する。本発明において、鉄系焼結軸受を構成する鉄系焼結合金に形成される気孔量が乏しい、すなわち鉄系焼結合金の密度が高いと、含浸される潤滑油の量が乏しくなり、良好な潤滑特性が発揮できなくなる。一方、鉄系焼結合金に形成される気孔量が過多、すなわち鉄系焼結合金の密度が低いと、鉄系焼結合金の基地の量が少なくなる結果、鉄系焼結合金の機械的強さが低下することとなる。この観点より、鉄系焼結合金の密度は $5.2 \sim 7.2 \text{ g/cm}^3$ とするとよい。この鉄系焼結合金の密度は、鉄系焼結合金の気孔率でおよそ10～25%に相当する。なお、焼結体の密度比は、日本工業規格（JIS）Z 2505に規定の金属焼結材料の焼結密度試験方法により測定される。

[0023] Cuは、軟質な銅相を形成して、相手材となる軸とのなじみ性を良好なものとするとともに、潤滑性に優れる硫化銅を形成して潤滑性を向上させることが可能な成分である。Cu量が乏しいと、基地中に分散する銅相が乏しく

なり、上記効果が乏しくなる。一方、高価なCuが過大であると、その分、コストが増加することとなる。このため、Cu量は0.5～3質量%とする。

[0024] Cuは、原料粉末中に銅粉末の形態で付与される。なお、銅粉末は、扁平状あるいは箔状の銅粉末を用いることが好ましい。Cu原料として扁平状の銅粉を用いると、ダイキャビティ内を原料粉末が落下する際に、コアロッドに扁平状の銅粉がまとわり付き、コアロッドに銅粉が張り付いた状態となるため、軸受内部と比較して摺動特性が求められる軸受内径面に露出する銅相の量が多くなる。従って、軸受内部のCu量を低減して全体組成中のCu量を削減しても、軸受内径面に露出する銅相の量を必要量に維持することができる。この点に関し、軸受内径面に分散する銅相および後述する硫化銅相の合計の適量を面積率で内径面の5～20%とすることができ、軟質な銅相および銅相から析出する硫化銅によって、摺動特性をより向上させることができる。扁平状の銅粉は、粒径が20～150 μ m程度のものを好適に用いることができる。粒径が小さい銅粉は、鉄粒子間の間隙に入り易く、過大な銅粉は、コアロッド周囲に遍在し難くなる。粒子径と厚さとの比は、2.5～20程度であると好適である。

[0025] S（硫黄）は、基地を形成するFeと結合して硫化鉄を形成するとともに、銅相を形成するCuと結合して硫化銅を形成する。なお、主原料である鉄粉末は、製法に起因する不可避不純物として極微量（1質量%以下）のMnを含有する。このため、ごく一部に硫化マンガンも分散し得る。これらの硫化物は、潤滑性に富み、このような硫化物を基地中に析出分散させることで、金属接触が発生しやすい摺動条件の下でも、優れた潤滑特性を発揮する基地を形成できる。

[0026] Sは、硫化鉄粉末の形態で添加することで原料粉末に付与される。硫化鉄の形態で付与されたSは、焼結工程の昇温過程において988℃を超えるとFe-Sの共晶液相を発生し、液相焼結が進行して粉末粒子間のネックの成長を促進する。また、この共晶液相からSが鉄基地中に均一に拡散した後、

基地の結晶粒界および結晶粒内から再度硫化鉄粒子として析出する。このため、基地の結晶粒界および結晶粒内に硫化鉄粒子が均一に分散し、これにより、硫化鉄粒子の固着性を高めることができる。また、Sの一部は、銅相に拡散して、銅相中のCuと結合して銅相の結晶粒界および結晶粒内に硫化銅粒子として析出し得る。硫化銅粒子も、このように銅相の結晶粒界および結晶粒内に析出して分散するので、固着性が高い。

[0027] S量が乏しいと、基地中に分散する硫化物の量が乏しくなり、潤滑特性が乏しくなる。S量が過剰であると、析出する硫化物の量が過多となって基地の強度が低下し、その結果、鉄系焼結軸受を構成する鉄系焼結合金の機械的強さが低下する。このようなことから、S量は0.3～2質量%とするよい。このとき、鉄系焼結合金の断面の金属組織における硫化物相は、金属組織の断面を観察した時に気孔を含む断面の面積に対する面積率で、0.9～6%となる。

[0028] 硫化物は、金属組織中に粒状で分散することが好ましい。また、析出する硫化物粒子の大きさが粗大であると、硫化物粒子の存在箇所が偏在し、硫化物粒子の存在が乏しい箇所において、金属接触時に摩耗、凝着等が生じ易くなるので、最大粒子径で50μm以下の粒子として分散する状態が好ましい。

[0029] C（炭素）は、黒鉛粉末の形態で付与され、黒鉛相を形成して鉄系焼結合金に潤滑性を付与する。また、基地をパーライトの単相組織、または、フェライトとパーライトとの混合組織で構成する場合に、Cの一部が、基地を構成するFe粉末粒子に拡散して固溶し、パーライトを形成して基地の機械的強さの向上に寄与する。黒鉛相は、黒鉛粉末粒子が、未拡散の状態で鉄系焼結合金中に残留することで形成される。このため、黒鉛相は、気孔中に分散することになる。

[0030] C量が乏しいと、鉄系焼結合金中に分散する黒鉛相の量が乏しくなり、潤滑特性が乏しくなる。一方で、C量が過多となると、分散する黒鉛相の量が過多となって、基地の強度が低下する結果、鉄系焼結軸受の本体を構成する

鉄系焼結合金の機械的強さが低下することとなる。このためC量を1～5質量%とする。平均粒径が40～80 μ m程度の黒鉛粉末を使用すると、基地への拡散や摺動特性等の点において好適である。

[0031] 以上より、本発明の好適な実施形態において、鉄系焼結軸受を構成する鉄系焼結合金は、全体組成が、質量比で、Cu：0.5～3%、C：1～5%、S：0.3～2%、残部：Feおよび不可避不純物からなり、前記鉄系焼結合金の気孔率が10～25%であり、前記鉄系焼結合金の金属組織が、フェライト組織、パーライト組織、及び、フェライトとパーライトとの混合組織のうちの1つであり、基地中に銅相及び黒鉛相が分散するとともに、硫化物相が前記基地及び／又は銅相から析出して分散した金属組織を呈する。

[0032] なお、硫化物相の面積率は、鉄系焼結軸受（鉄系焼結合金）の断面または表面を金属顕微鏡、電子線マイクロアナライザ（EPMA：Electron Probe Micro Analyzer）等によって観察した画像に基づいて、三谷商事株式会社製WinROOF等の画像分析ソフトウェアを用いて測定することができる。

[0033] 本発明における鉄系焼結軸受の製造方法において、鉄系焼結軸受を構成する鉄系焼結合金の原料粉末としては、鉄粉末に、銅粉末、黒鉛粉末、および、硫化鉄粉末を添加し混合して、質量比で、Cu：0.5～3%、C：1～5%、S：0.3～2%、残部：Feおよび不可避不純物からなる組成に調製された混合粉末を用いることができる。

[0034] 鉄系焼結軸受の製造方法は、上記の原料粉末を、軸受形状、すなわち、軸と摺動する内径面を備えた略円管又は略円環の形状に成形する工程と、得られた成形体を焼結する工程を有する。成形工程において、原料粉末の成形圧力を250～650MPaとすることで、焼結後の鉄系焼結合金の密度が5.2～7.2g/cm³となるように鉄系焼結軸受を製造することができる。

[0035] 焼結工程において、焼結温度が低すぎると、硫化鉄が溶融せず、鉄系焼結合金の基地中に硫化物を析出分散させることができなくなるので、焼結温度は990℃以上がよい。また、焼結温度が高すぎると、黒鉛が基地へ拡散して残留する黒鉛相が乏しくなるとともに、銅粉末が溶融して銅相が乏しくな

るので、焼結温度は1080℃以下が適正である。なお、Sは、水素及び酸素と反応しやすいので、焼結雰囲気が酸化性のガスであると、原料粉末に導入したS成分が離脱して鉄系焼結合金中のS量が低下するため、焼結雰囲気は、非酸化性の雰囲気とする必要がある。また、露点が低い雰囲気を用いることが好ましい。

本発明において、鉄系焼結含油軸受の製造方法は、上述のような鉄系焼結軸受の製造方法に従って鉄系焼結軸受を調製する工程と、潤滑油を鉄系焼結軸受に含浸する含浸工程とを有し、必要に応じて、含浸前の鉄系焼結軸受にサイジング、コイニング等の最終圧縮加工を施してもよい。潤滑油は、用途及び動作環境を勘案して各種潤滑油から適宜選択して使用することができ、例えば、鉱物油、合成炭化水素油、エステル油などから1種又は2種以上を組み合わせ使用して良い。

実施例

[0036] [第1実施例]

還元鉄粉末、扁平状の銅粉末、硫化鉄粉末、および、黒鉛粉末を用意し、表1に示す割合で添加し混合した原料粉末を用いて、成形圧力300MPaで、外径16mm、内径10mm、高さ10mmの円管形状に成形し、非酸化性ガス雰囲気中、1000℃で焼結を行って試料番号01～20の軸受試料を作製した。尚、各試料番号について、以下の測定用に複数の焼結軸受試料を作製した。

[0037] これらの軸受試料について、日本工業規格(JIS)Z2505に規定の金属焼結材料の焼結密度試験方法により測定した鉄系焼結合金の密度は、5.6～6.0Mg/m³の範囲であった。

[0038] また、各試料番号の軸受試料について、日本工業規格(JIS)Z2507に規定の圧環強さ試験方法により各軸受試料の圧環強さを測定した。この結果を表1に併せて示す。

[0039] さらに、各試料番号の軸受試料について、潤滑油(鉱物油 粘度グレードISO VG56)を含浸し、焼結含有軸受の内径面における摩擦係数を測定し

た。摩擦係数の測定は、水平にしたモータの回転軸に炭素鋼 S 4 5 C 製のシャフトを取り付けた。このシャフトを、ハウジングに取り付けた軸受に隙間を持たせて挿入し、ハウジングに鉛直方向の荷重を与えた状態でシャフトを回転させて行った。この試験において、周囲の温度は 2 5 ℃ に保持し、シャフトの回転数を 5 0 0 r p m、負荷面圧を 0. 3 M P a に設定した。これらの結果を表 1 に併せて示す。

[0040] [表1]

試料 番号	配合割合 質量%				全体組成 質量%				摩擦 係数	圧環強さ M P a
	鉄粉末	銅粉末	硫化鉄 粉末	黒鉛 粉末	F e	C u	S	C		
01	残部	0.0	3.0	3.0	残部	0.0	1.1	3.0	0.28	270
02	残部	0.5	3.0	3.0	残部	0.5	1.1	3.0	0.24	250
03	残部	1.0	3.0	3.0	残部	1.0	1.1	3.0	0.22	230
04	残部	1.5	3.0	3.0	残部	1.5	1.1	3.0	0.22	200
05	残部	2.0	3.0	3.0	残部	2.0	1.1	3.0	0.20	180
06	残部	3.0	3.0	3.0	残部	3.0	1.1	3.0	0.20	160
07	残部	3.5	3.0	3.0	残部	3.5	1.1	3.0	0.19	130
08	残部	1.0	0.0	3.0	残部	1.0	0.0	3.0	0.28	320
09	残部	1.0	0.8	3.0	残部	1.0	0.3	3.0	0.25	290
10	残部	1.0	1.0	3.0	残部	1.0	0.4	3.0	0.24	270
11	残部	1.0	2.0	3.0	残部	1.0	0.7	3.0	0.23	240
03	残部	1.0	3.0	3.0	残部	1.0	1.1	3.0	0.22	230
12	残部	1.0	4.0	3.0	残部	1.0	1.5	3.0	0.22	210
13	残部	1.0	5.0	3.0	残部	1.0	1.8	3.0	0.20	190
14	残部	1.0	5.5	3.0	残部	1.0	2.0	3.0	0.19	170
15	残部	1.0	6.0	3.0	残部	1.0	2.2	3.0	0.18	120
16	残部	1.0	3.0	0.5	残部	1.0	1.1	0.5	0.27	270
17	残部	1.0	3.0	1.0	残部	1.0	1.1	1.0	0.24	250
18	残部	1.0	3.0	2.0	残部	1.0	1.1	2.0	0.22	240
03	残部	1.0	3.0	3.0	残部	1.0	1.1	3.0	0.22	230
19	残部	1.0	3.0	4.0	残部	1.0	1.1	4.0	0.21	200
20	残部	1.0	3.0	5.0	残部	1.0	1.1	5.0	0.22	170
21	残部	1.0	3.0	6.0	残部	1.0	1.1	6.0	0.23	140

[0041] 表 1 の試料番号 0 1 ～ 0 7 の軸受試料を比較することで、C u 量の影響を調べることができる。表 1 より、C u を含まない試料番号 0 1 の軸受試料は、軟質な銅相が形成されないことから、摩擦係数が大きい値となっている。これに対し、C u の添加量が 0. 5 質量%の試料番号 0 2 の軸受試料は、軟質な銅相が形成され、摩擦係数が 0. 2 5 まで低減できている。また、C u

量が増加するに従って摩擦係数が低減されることがわかる。これらのことから、Cu量が0.5～3質量%の範囲において、良好な摺動特性が得られることが確認された。この結果は、良好な潤滑油膜を形成しにくい摺動条件であっても対応可能であることを示す。

[0042] 表1の試料番号03、08～15の軸受試料を比較することで、S量の影響を調べることができる。表1より、Sを含まない試料番号08の軸受試料は、硫化物相が形成されないことから、摩擦係数が大きい値となっている。これに対し、Sの添加量が0.3質量%の試料番号09の軸受試料は、硫化物相が形成され、摩擦係数が0.25まで低減できている。また、S量が増加するに従って摩擦係数が低減されていることがわかる。その一方で、S量が増加するに従って圧環強さは低下し、S量が2質量%を超える試料番号15の軸受試料では圧環強さが120MPaまで低下している。これらのことから、S量が0.3～2質量%の範囲において、摺動特性が良好で、且つ、機械的特性が高い鉄系焼結含油軸受を得られることが確認された。この結果は、良好な潤滑油膜を形成しにくい摺動条件であっても対応可能であることを示す。

[0043] 表1の試料番号03、16～21の軸受試料を比較することで、C量の影響を調べることができる。表1より、C量が0.5質量%である試料番号16の軸受試料は、黒鉛相が乏しいことから、摩擦係数が大きい値となっている。これに対し、Cの添加量が1質量%の試料番号17の軸受試料は、充分な量の黒鉛相が形成され、摩擦係数が0.24まで低減できている。また、C量が増加するに従って摩擦係数が低減されていることがわかる。その一方で、C量が増加するに従って圧環強さは低下し、C量が5質量%を超える試料番号21の軸受試料では圧環強さが140MPaまで低下している。これらのことから、C量が0.5～5質量%の範囲において、摺動特性が良好で、且つ、機械的特性が高い鉄系焼結含油軸受を得られることが確認された。この結果は、良好な潤滑油膜を形成しにくい摺動条件であっても対応可能であることを示す。

[0044] [第2実施例]

第1実施例の試料番号03の原料粉末を用い、成形圧力を変えて成形を行い、第1実施例と同様の焼結条件で焼結を行って、試料番号22～29の軸受試料を作製した。これらの軸受試料につき、第1実施例と同様にして、各軸受試料の鉄系焼結合金の密度、圧環強さ、および摩擦係数を測定した。これらの結果、及び、第1実施例の試料番号03における結果を併せて表2に示す。

[0045] [表2]

試料 番号	密度 g/cm ³	摩擦係数	圧環強さ MPa
22	5.0	0.18	150
23	5.2	0.19	180
24	5.6	0.21	210
03	5.8	0.22	230
25	6.0	0.22	230
26	6.4	0.23	240
27	6.8	0.23	260
28	7.2	0.24	270
29	7.4	0.27	280

[0046] 表2における試料番号03、22～27を比較することで、鉄系焼結合金の密度の影響を調べることができる。摩擦係数は、密度5.0～7.2 g/cm³の範囲において0.25以下に低減できている。気孔率が増加するに従って、軸受とシャフトの接触面積が低下して摩擦係数が低減されることが分かる。一方、圧環強さは、密度が低下するに従って低下し、密度5.0 g/cm³の試料番号22の試料では150 MPaまで低下している。このことから、密度が5.2～7.2 g/cm³の範囲において、摺動特性が良好で、且つ、機械的特性が高い鉄系焼結含油軸受を得られることが確認された。この結果は、良好な潤滑油膜を形成しにくい摺動条件であっても対応可能であることを示す。

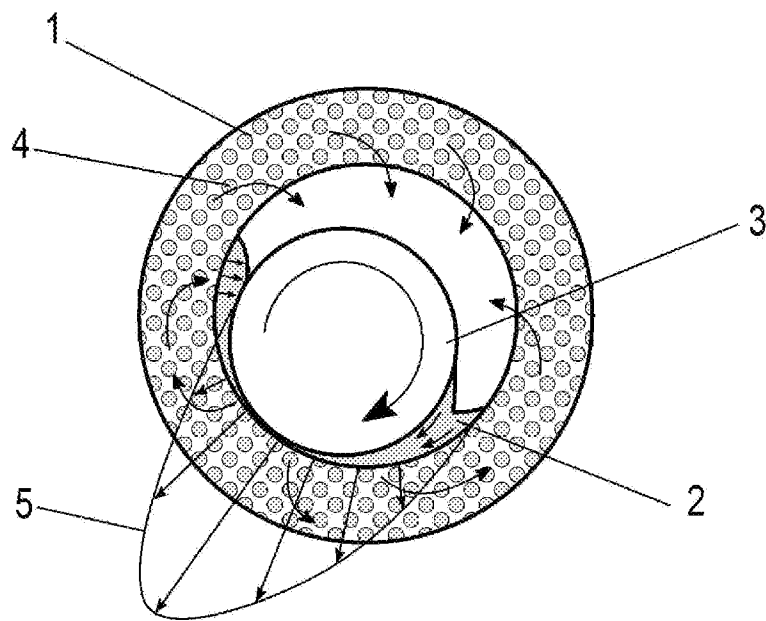
産業上の利用可能性

[0047] 本発明における鉄系焼結含油軸受は、良好な潤滑油膜を形成しにくく、金属接触が発生しやすい摺動条件の下でも、良好な潤滑特性を発揮できる。複写機等の紙送りローラや、ヘッド駆動モータ等のような、正逆に回転する軸を支承し、正転、逆転それぞれの駆動時間が短い用途のための軸受として好適であり、又、スクロール式圧縮機等のような、固定子に対して偏心して回転する回転子の軸を支承する軸受等に好適である。

請求の範囲

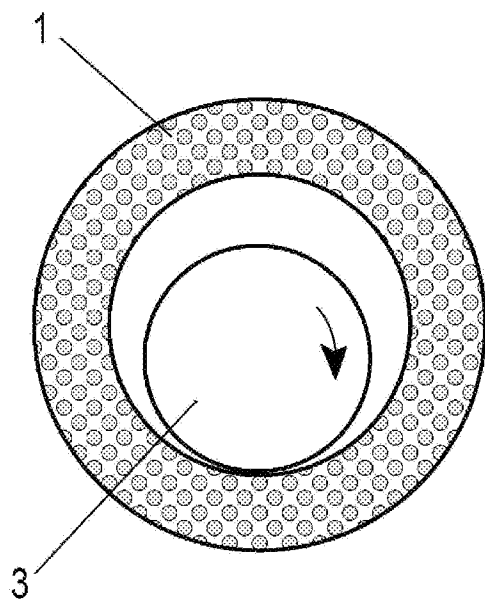
- [請求項1] 軸の外周面を支持する軸受面を有し、気孔が分散する鉄系焼結合金で構成される鉄系焼結軸受と、前記気孔に含浸された潤滑油とを有する鉄系焼結含油軸受であって、
- 前記鉄系焼結合金の全体組成が、質量比で、Cu : 0.5 ~ 3 %、C : 1 ~ 5 %、S : 0.3 ~ 2 %、残部 : Fe および不可避不純物からなり、
- 前記鉄系焼結合金の密度が $5.2 \sim 7.2 \text{ g/cm}^3$ であり、
- 前記鉄系焼結合金は、フェライト組織、パーライト組織、及び、フェライトとパーライトとの混合組織のうちの1つの金属組織を有する基地と、前記基地中に分散する銅相及び黒鉛相と、前記基地および前記銅相の少なくとも一方から析出して分散する硫化物相とを有する鉄系焼結含油軸受。
- [請求項2] 前記硫化物相が、前記基地および前記銅相の結晶粒界および結晶粒内に析出して分散する請求項1に記載の鉄系焼結含油軸受。
- [請求項3] 前記硫化物は、硫化鉄および硫化銅が主体である請求項1または2に記載の鉄系焼結含油軸受。
- [請求項4] 前記金属組織において、前記硫化物相が、金属組織の断面を観察した時に気孔を含む断面の面積に対して0.9 ~ 6 %の面積率で前記金属組織に分散している請求項1 ~ 3のいずれか一項に記載の鉄系焼結含油軸受。
- [請求項5] 前記硫化物相は、最大粒径が $50 \mu\text{m}$ 以下の粒状である請求項1 ~ 4のいずれか一項に記載の鉄系焼結含油軸受。
- [請求項6] 前記軸受面に分散する銅相および硫化銅相は、軸受面全体に対して5 ~ 20 %の面積率で分散している請求項1 ~ 5のいずれか一項に記載の鉄系焼結含油軸受。

[図1]

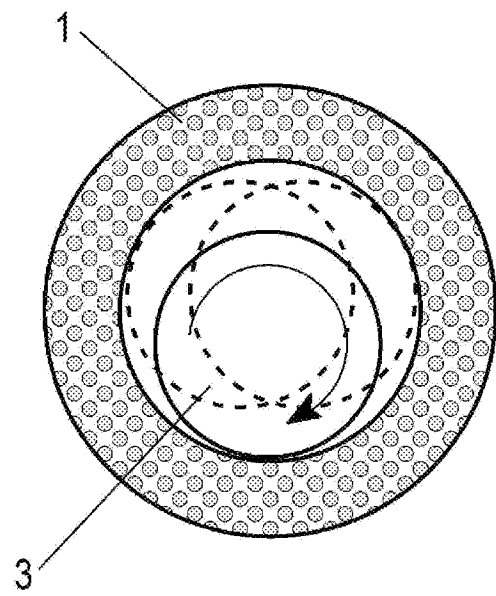


[図2]

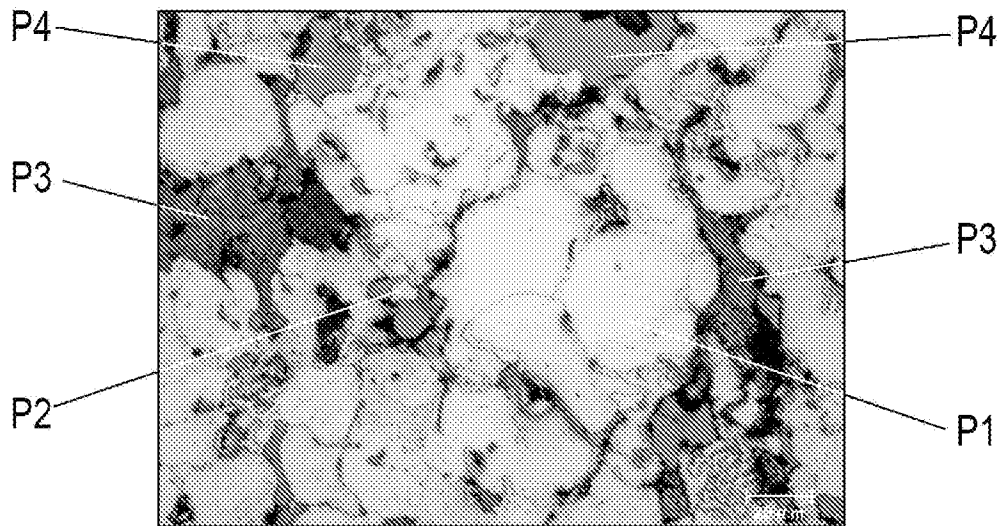
(a)



(b)



[図3]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/085507

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C22C38/00(2006.01)i, B22F5/00(2006.01)i, C22C33/02(2006.01)i, F16C33/10(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)

C22C38/00, B22F5/00, C22C33/02, F16C33/10

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	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2017

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.
A	JP 2013-76152 A (Hitachi Powdered Metals Co., Ltd.), 25 April 2013 (25.04.2013), & US 2013/0084203 A1 & GB 2495209 A & DE 102012018964 A1 & CN 103031499 A & KR 10-2013-0035912 A	1-6
A	JP 2014-66271 A (Hitachi Powdered Metals Co., Ltd.), 17 April 2014 (17.04.2014), & US 2015/0240870 A1 & WO 2014/051136 A1 & DE 112013004670 T5 & KR 10-2015-0086245 A & CN 104884827 A	1-6

☒ 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
17 February 2017 (17.02.17)

Date of mailing of the international search report
07 March 2017 (07.03.17)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/085507

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 2014-177658 A (Hitachi Chemical Co., Ltd.), 25 September 2014 (25.09.2014), & US 2014/0271320 A1 & EP 2778243 A1 & CN 104046926 A & KR 10-2014-0112434 A	1-6

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. C22C38/00(2006.01)i, B22F5/00(2006.01)i, C22C33/02(2006.01)i, F16C33/10(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. C22C38/00, B22F5/00, C22C33/02, F16C33/10

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	1971-2017年
日本国実用新案登録公報	1996-2017年
日本国登録実用新案公報	1994-2017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
A	JP 2013-76152 A (日立粉末冶金株式会社) 2013. 04. 25, & US 2013/0084203 A1 & GB 2495209 A & DE 102012018964 A1 & CN 103031499 A & KR 10-2013-0035912 A	1-6
A	JP 2014-66271 A (日立粉末冶金株式会社) 2014. 04. 17, & US 2015/0240870 A1 & WO 2014/051136 A1 & DE 112013004670 T5 & KR 10-2015-0086245 A & CN 104884827 A	1-6
A	JP 2014-177658 A (日立化成株式会社) 2014. 09. 25, & US 2014/0271320 A1 & EP 2778243 A1 & CN 104046926 A & KR 10-2014-0112434 A	1-6

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	「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
「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	「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
「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)	「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
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」 同一パテントファミリー文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日

17. 02. 2017

国際調査報告の発送日

07. 03. 2017

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

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)

川村 裕二

4 K

3349

電話番号 03-3581-1101 内線 3435