

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2017-193781

(P2017-193781A)

(43) 公開日 平成29年10月26日(2017.10.26)

(51) Int. Cl.		F I		テーマコード (参考)		
C 2 2 C	9/01	(2006.01)	C 2 2 C	9/01	3 J O 1 1	
B 2 2 F	3/24	(2006.01)	B 2 2 F	3/24	1 O 1 Z	4 K O 1 8
C 2 2 C	1/04	(2006.01)	C 2 2 C	1/04	A	
B 2 2 F	5/00	(2006.01)	B 2 2 F	5/00	C	
F 1 6 C	17/02	(2006.01)	F 1 6 C	17/02	Z	
審査請求 有 請求項の数 19 O L (全 25 頁) 最終頁に続く						

(21) 出願番号	特願2017-115167 (P2017-115167)	(71) 出願人	000102692
(22) 出願日	平成29年6月12日 (2017. 6. 12)		N T N株式会社
(62) 分割の表示	特願2014-167532 (P2014-167532)		大阪府大阪市西区京町堀 1 丁目 3 番 1 7 号
原出願日	平成26年8月20日 (2014. 8. 20)	(74) 代理人	100107423
(31) 優先権主張番号	特願2013-175508 (P2013-175508)		弁理士 城村 邦彦
(32) 優先日	平成25年8月27日 (2013. 8. 27)	(74) 代理人	100120949
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)		弁理士 熊野 剛
(31) 優先権主張番号	特願2014-95113 (P2014-95113)	(72) 発明者	伊藤 容敬
(32) 優先日	平成26年5月2日 (2014. 5. 2)		愛知県海部郡蟹江町大字蟹江新田字勝田場
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)		1 O 1 N T Nアドバンスマテリアルズ株式会社内
		(72) 発明者	永田 大春
			愛知県海部郡蟹江町大字蟹江新田字勝田場
			1 O 1 N T Nアドバンスマテリアルズ株式会社内
最終頁に続く			

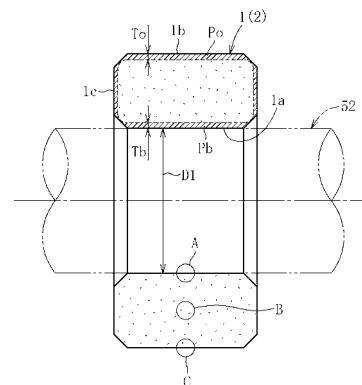
(54) 【発明の名称】 燃料ポンプ用焼結軸受およびその製造方法

(57) 【要約】

【課題】耐腐食性および強度、耐摩耗性などの機械的特性を向上させると共に、コンパクト化、低コスト化を図った燃料ポンプ用アルミニウム青銅系焼結軸受を提供すること、および生産性がよく、低コストで、多量生産に好適な燃料ポンプ用アルミニウム青銅系焼結軸受の製造方法を提供すること。

【解決手段】 8 . 5 ~ 1 0 重量%のアルミニウムおよび 0 . 1 ~ 0 . 6 重量%の燐を含有し、残部の主成分を銅とし、不可避免純物を含んだ燃料ポンプ用焼結軸受 1、2 であって、この焼結軸受 1、2 は、アルミニウム - 銅合金が焼結された組織を有し、かつ前記焼結軸受の表層部の気孔を内部の気孔より小さくしたことを特徴とする。

【選択図】 図 2



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

8.5～10重量%のアルミニウムおよび0.1～0.6重量%の燐を含有し、残部の主成分を銅とし、不可避不純物を含んだモータ式燃料ポンプ用焼結軸受であって、この焼結軸受は、アルミニウム-銅合金が焼結された組織を有し、かつ前記焼結軸受の表層部の気孔を内部の気孔より小さくしたことを特徴とする燃料ポンプ用焼結軸受。

【請求項 2】

前記アルミニウム-銅合金の組織は、 α 相を有することを特徴とする請求項1に記載の燃料ポンプ用焼結軸受。

【請求項 3】

前記アルミニウム-銅合金の組織は、 γ 相と α 相との比 γ 相/ α 相を、 $0 < \gamma$ 相/ α 相 0.10 としたことを特徴とする請求項1又は請求項2に記載の燃料ポンプ用焼結軸受。

10

【請求項 4】

前記アルミニウム、燐、残部の主成分を銅とする原料粉末および不可避不純物の合計100重量%に対して、3～10重量%の黒鉛が添加されていることを特徴とする請求項1～3のいずれか一項に記載の燃料ポンプ用焼結軸受。

【請求項 5】

前記燃料ポンプ用焼結軸受は、焼結助剤としての錫が添加されていないことを特徴とする請求項1～4のいずれか一項に記載の燃料ポンプ用焼結軸受。

20

【請求項 6】

請求項1～5のいずれか一項に記載の燃料ポンプ用焼結軸受において、アルミニウムの含有量を9～9.5重量%としたことを特徴とする燃料ポンプ用焼結軸受。

【請求項 7】

8.5～10重量%のアルミニウムおよび0.1～0.6重量%の燐を含有し、残部の主成分を銅とし、不可避不純物を含んだ燃料ポンプ用焼結軸受の製造方法であって、この製造方法は、原料粉末としてアルミニウム-銅合金粉、電解銅粉および燐-銅合金粉を用い、少なくとも、原料粉末に焼結助剤が添加された圧粉体を成形する成形工程と、前記圧粉体からアルミニウム-銅合金組織を有する焼結体を得る焼結工程と、前記焼結体を寸法整形するサイジング工程とを含んでいることを特徴とする燃料ポンプ用焼結軸受の製造方法。

30

【請求項 8】

前記焼結助剤として、前記アルミニウム-銅合金粉、電解銅粉および燐-銅合金粉からなる原料粉末の合計100重量%に対して、フッ化アルミニウムおよびフッ化カルシウムが合計で0.05～0.2重量%添加されていることを特徴とする請求項7に記載の燃料ポンプ用焼結軸受の製造方法。

【請求項 9】

前記アルミニウム-銅合金粉の平均粒径 d_1 と電解銅粉の平均粒径 d_2 との比 d_2/d_1 を2～3としたことを特徴とする請求項7又は請求項8に記載の燃料ポンプ用焼結軸受の製造方法。

40

【請求項 10】

前記電解銅粉は、粉末形状が異なるもので構成され、アスペクト比が2以上の電解銅粉の割合 W_1 と2未満の電解銅粉の割合 W_2 との比 W_2/W_1 を3～9としたことを特徴とする請求項7～9のいずれか一項に記載の燃料ポンプ用焼結軸受の製造方法。

【請求項 11】

8.5～10重量%のアルミニウムおよび0.1～0.6重量%の燐を含有し、残部の主成分を銅とし、不可避不純物を含んだ燃料ポンプ用焼結軸受の製造方法であって、この製造方法は、原料粉末として、銅単体の粉末を添加せず、アルミニウム-銅合金粉および燐-銅合金粉を用い、少なくとも、原料粉末に焼結助剤が添加された圧粉体を成形する成形工程と、前記圧粉体からアルミニウム-銅合金組織を有する焼結体を得る焼結工程と、

50

前記焼結体を寸法整形するサイジング工程とを含んでいることを特徴とする燃料ポンプ用焼結軸受の製造方法。

【請求項 1 2】

前記原料粉末としてのアルミニウム - 銅合金粉が、7 ~ 11 重量 % アルミニウム - 銅合金粉末であることを特徴とする請求項 1 1 に記載の燃料ポンプ用焼結軸受の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、耐食性および耐摩耗性に優れ、高強度を有する燃料ポンプ用焼結軸受およびその製造方法に関する。

10

【背景技術】

【0002】

従来、例えば、燃料としてガソリンや軽油などを用いるエンジンには電動燃料ポンプが使用されている。近年、ガソリンや軽油などの燃料を用いる電動燃料ポンプを備えたエンジンは、世界各地で広く使用されており、使用されるガソリンや軽油などの品質は世界の各地域で異なっており、粗悪なガソリンが使用されている地域も多い。粗悪なガソリンの一種として有機酸を含むガソリンおよびバイオ燃料が知られているが、電動燃料ポンプに銅系焼結軸受を使用した場合、このような粗悪ガソリンに含まれている有機酸やバイオ燃料により、銅系焼結軸受が腐食される。この腐食は、軸受表面に開口する気孔の開口部周辺およびこの気孔の内面、さらには軸受の内部に内在し、かつ表面から内部に連通している気孔の内面などに進行して軸受の強度を低下させ、銅系焼結軸受の寿命が短くなる。

20

【0003】

さらに、近年、自動車などのエンジンの小型化、軽量化はめざましく、これに伴って、燃料ポンプにも小型化および軽量化が求められ、これに組込まれる焼結軸受もコンパクト化が求められる。例えば、電動燃料ポンプでは、吐出性能を確保しつつ小型化するには、回転数を高める必要があり、これに伴い、燃料ポンプ内に取り込まれたガソリンなどの燃料が狭い隙間の流通路を高圧かつ高速で通過することになり、このような条件下では、焼結軸受にコンパクト化と共に一層の高強度と耐摩耗性、摩擦特性および耐腐食性が要求されることになる。このため、従来の銅系焼結軸受は、高強度を有するが、特に耐腐食性については十分ではない。

30

【0004】

このような用途に使用する焼結軸受として、例えば、特許文献 1 には、Cu - Ni - Sn - C - P 系の焼結軸受が公開されている。

【0005】

一方、機械的特性と耐食性に優れた焼結軸受として、アルミニウム青銅系の焼結軸受が知られている。この焼結軸受では、焼結時に昇温する過程で表面に酸化アルミニウム膜が生成しアルミニウムの拡散を阻害するために十分な耐腐食性と強度を有する焼結体を容易に得ることができないという問題がある。特許文献 2 には、前記問題を改良するために、焼結アルミニウム含有銅合金用混合粉末およびその製造方法に関する技術が公開されている。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献 1】特許第 4 5 2 1 8 7 1 号公報

【特許文献 2】特開 2 0 0 9 - 7 6 5 0 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

特許文献 1 に記載された Cu - Ni - Sn - C - P 系の焼結軸受では、強度や耐摩耗性は向上するが、耐食性の面では十分なものとはいえない。また、希少金属である Ni を含

50

有するので、コスト面でも問題がある。

【 0 0 0 8 】

特許文献 2 に記載されたアルミニウム含有銅合金粉末は成形性および焼結性に優れたものであるが、当該アルミニウム含有銅合金粉末を用いたアルミニウム青銅系焼結軸受として、安定した耐腐食性、機械的特性、コンパクト化、低コスト化を満たす多量生産に適した製品を得るためには、更なる検討が必要である。

【 0 0 0 9 】

従来の問題に鑑み、本発明は、耐腐食性および強度、耐摩耗性などの機械的特性を向上させると共に、コンパクト化、低コスト化を図った燃料ポンプ用アルミニウム青銅系焼結軸受を提供すること、および生産性がよく、低コストで、多量生産に好適な燃料ポンプ用アルミニウム青銅系焼結軸受の製造方法を提供することを目的とする。

10

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 0 】

本発明者らは、アルミニウム青銅系焼結軸受およびその製造方法において、軸受機能の向上と共に、コンパクト化、低コスト化、生産性の向上を図るために、焼結による膨張を有効利用するという新規な着想を前提条件として、前述したような常にガソリンと接触する環境下にある燃料ポンプ用焼結軸受において、粗悪なガソリンによる硫化腐食、有機酸およびバイオ燃料による腐食を抑制し、かつ、初期なじみ、耐久性等の性能を確保するために、種々の検討と試験評価を行い、以下の知見を得たことにより本発明に至った。

(1) アルミニウム配合量と硫化腐食性の関係では、アルミニウムの配合量が多くなるほど耐腐食性は向上する。これは、アルミニウムの配合量が増えると銅への拡散が増進し耐腐食性が向上すると考えられる。

20

(2) アルミニウム配合量と有機酸腐食性の関係では、アルミニウムの配合量が多くなるほど耐腐食性は低下する。ただし、アルミニウムの配合量が 9 . 0 質量 % 付近から重量変化率が穏やかになる。

(3) アルミニウムの配合量とアルミニウム青銅組織の関係では、アルミニウムの配合量が多くなるほど β 相の割合が多くなる。 β 相は 5 6 5 で共析変態し、 α 相と γ 相になり、アルミニウム配合量が多くなるほど γ 相の割合が多くなる。 γ 相は耐有機酸腐食性、初期なじみ性を低下させるので、銅源として、アルミニウム—銅合金粉末を用い、銅単体の粉末を添加しない場合は、 γ 相と α 相との比を、 $0 < \gamma \text{ 相} / \alpha \text{ 相} \leq 0 . 1 0$ とする。

30

(4) 焼結温度と耐腐食性の関係では、焼結温度を高くするとアルミニウムの拡散が増進し耐腐食性が向上する。

(5) 添加剤である燐は、焼結過程でのアルミニウムの拡散の促進で、アルミニウム量を減らすことができ耐腐食性と初期なじみを劣化するアルミニウム組織の γ 相の析出を削減できることが考えられる。

(6) アルミニウムの配合量と初期なじみ時間および摩擦係数との関係では、アルミニウムの配合量と初期なじみ時間および摩擦係数は比例関係にある。これは、アルミニウムの配合量が増加すると γ 相が増加することが考えられる。

【 0 0 1 1 】

前述の目的を達成するための技術的手段として、本発明は、8 . 5 ~ 1 0 重量 % のアルミニウムおよび 0 . 1 ~ 0 . 6 重量 % の燐を含有し、残部の主成分を銅とし、不可避不純物を含んだ燃料ポンプ用焼結軸受であって、この焼結軸受は、アルミニウム - 銅合金が焼結された組織を有し、かつ前記焼結軸受の表層部の気孔を内部の気孔より小さくしたことを特徴とする。これにより、耐腐食性および強度、耐摩耗性などの機械的特性や油膜形成性、保油性を向上させると共に、コンパクト化、低コスト化を図ることができる。

40

【 0 0 1 2 】

また、燃料ポンプ用焼結軸受の製造方法としての本発明は、8 . 5 ~ 1 0 重量 % のアルミニウムおよび 0 . 1 ~ 0 . 6 重量 % の燐を含有し、残部の主成分を銅とし、不可避不純物を含んだ燃料ポンプ用焼結軸受の製造方法であって、この製造方法は、原料粉末としてアルミニウム - 銅合金粉、電解銅粉および燐 - 銅合金粉を用い、少なくとも、原料粉末に

50

焼結助剤が添加された圧粉体を成形する成形工程と、前記圧粉体からアルミニウム - 銅合金組織を有する焼結体を得る焼結工程と、前記焼結体を寸法整形するサイジング工程とを含んでいることを特徴とする。これにより、生産性がよく、低コストで、多量生産に好適な燃料ポンプ用アルミニウム青銅系焼結軸受の製造方法を実現することができる。これにより製造された燃料ポンプ用焼結軸受は、耐腐食性および強度、耐摩耗性などの機械的特性や油膜形成性、保油性を向上させると共に、コンパクト化を図ることができる。

【0013】

上記のアルミニウム - 銅合金の組織は、 α 相を有していることが好ましい。 α 相は、耐有機酸腐食性、初期なじみ性に対して有効なものである。

【0014】

上記のアルミニウム - 銅合金の組織（以下、アルミニウム青銅組織ともいう）は、銅源として、アルミニウム - 銅合金粉末を用い、銅単体の粉末を添加しない場合は、 γ 相と α 相との比 γ 相/ α 相を、 $0 < \gamma$ 相/ α 相 0.10 とすることが好ましい。 $0 < \gamma$ 相/ α 相 0.10 の範囲であれば、耐有機酸腐食性、初期なじみ性に優れる。

【0015】

上記の黒鉛の配合量として、アルミニウム、燐、残部の主成分を銅とする原料粉末および不可避不純物の合計 100 重量%に対して、 $3 \sim 10$ 重量%添加されていることが好ましく、例えば、 $3 \sim 5$ 重量%添加されているものが使用可能である。 3 重量%未満では、燃料ポンプ用焼結軸受として黒鉛添加による潤滑性、耐摩耗性の向上効果が得られない。一方、 5 重量%を超えると、例えばアルミニウムの銅への拡散が阻害され始めることが懸念される。黒鉛の添加量が 10 重量%を超えると、アルミニウムの銅への拡散が阻害されるので、考慮が必要である。耐摩耗性については、黒鉛の添加量を増量すると耐摩耗性が向上するが、黒鉛の添加量 10 重量%から摩耗量が若干多くなり、材料強度の低下が原因と考えられる。

【0016】

上記の前記黒鉛粉は、天然黒鉛、又は人造黒鉛の微粉を樹脂バインダで造粒後粉碎し、粒径 145 メッシュ以下の黒鉛粉末にしたものが好ましい。一般的に黒鉛を 4 重量%以上添加すると成形することができないが、造粒黒鉛を使用することで成形を可能にした。

【0017】

上記の燃料ポンプ用焼結軸受には、焼結助剤としての錫を添加しないことが好ましい。錫はアルミニウムの拡散を妨げるので好ましくない。

【0018】

上記の燃料ポンプ用焼結軸受において、アルミニウムの含有量を $9 \sim 9.5$ 重量%とするとさらに好ましい。燃料ポンプ用焼結軸受として、アルミニウムの含有量が $8.5 \sim 10$ 重量%であれば使用可能であり、 $9 \sim 9.5$ 重量%は最適な範囲である。

【0019】

上記の焼結助剤として、前記アルミニウム - 銅合金粉、電解銅粉および燐 - 銅合金粉からなる原料粉末の合計 100 重量%に対して、フッ化アルミニウムおよびフッ化カルシウムを合計で $0.05 \sim 0.2$ 重量%添加することが好ましい。 0.05 重量%未満では、焼結助剤としての効果が不十分となり、緻密で適宜の強度を有する焼結体を得られない。一方、 0.2 重量%を超えると、それ以上添加しても焼結助剤としての効果は頭打ちとなり、コスト的な観点から 0.2 重量%以下に止めることが好ましい。

【0020】

上記のアルミニウム - 銅合金粉の平均粒径 d_1 と電解銅粉の平均粒径 d_2 との比 d_2/d_1 を $2 \sim 3$ とすることが好ましい。比 d_2/d_1 がこの範囲にあると、アルミニウムを銅に十分拡散させることができ、耐腐食性に優れる。

【0021】

上記の電解銅粉は、粉末形状が異なるもので構成され、アスペクト比が 2 以上の電解銅粉の割合 W_1 と 2 未満の電解銅粉の割合 W_2 との比 W_2/W_1 を $3 \sim 9$ とすることが好ましい。アスペクト比が 2 以上の電解銅粉は、アルミニウムの拡散のためには有効であるが

10

20

30

40

50

、成形性が悪い。比 $W2/W1$ が、3未満であると成形性の面から好ましくなく、一方、9を超えるとアルミニウムの拡散が不十分となるので好ましくない。ここで、アスペクト比とは、粉末の長軸長さを粉末の厚みで除した比を意味する。

【0022】

燃料ポンプ用焼結軸受の製造方法としての第2の発明は、8.5～10重量%のアルミニウムおよび0.1～0.6重量%の燐を含有し、残部の主成分を銅とし、不可避不純物を含んだ燃料ポンプ用焼結軸受の製造方法であって、この製造方法は、原料粉末として、銅単体の粉末を添加せず、アルミニウム-銅合金粉および燐-銅合金粉を用い、少なくとも、原料粉末に焼結助剤が添加された圧粉体を成形する成形工程と、前記圧粉体からアルミニウム-銅合金組織を有する焼結体を得る焼結工程と、前記焼結体を寸法整形するサイジング工程とを含んでいることを特徴とする。ここで、原料粉末としての銅単体の粉末を添加せずとは、製造現場において不可避免的に含まれる銅単体の粉末は許容する意味で用いる。

10

【0023】

上記の製造方法としての第2の発明も、生産性がよく、低コストで、多量生産に好適な燃料ポンプ用アルミニウム青銅系焼結軸受の製造方法を実現することができる。また、これにより製造された燃料ポンプ用焼結軸受は、耐腐食性および強度、耐摩耗性などの機械的特性や油膜形成性、保油性を向上させると共に、コンパクト化を図ることができる。さらに、銅単体の粉末が添加されていないので、銅単体が偏った部分が略無くなり、この部分による腐食の発生が回避されると共に、アルミニウム-銅合金粉の粒一つ一つの耐腐食性が向上することにより、さらに厳しい使用環境に対しても耐腐食性を確保することができる。

20

【0024】

上記の原料粉末としてのアルミニウム-銅合金粉が、7～11重量%アルミニウム-銅合金粉末であることが好ましく、例えば8～10重量%アルミニウム-銅合金粉末であることがより好ましい。これらの場合、アルミニウム-銅合金粉の粒一つ一つの耐腐食性が向上し、燃料ポンプ用焼結軸受全体の耐腐食性が向上する。

【発明の効果】

【0025】

本発明による燃料ポンプ用焼結軸受は、耐腐食性および強度、耐摩耗性などの機械的特性や油膜形成性、保油性を向上させると共に、コンパクト化、低コスト化を図ることができる。また、本発明による燃料ポンプ用焼結軸受の製造方法は、生産性がよく、低コストで、多量生産に好適な燃料ポンプ用アルミニウム青銅系焼結軸受の製造方法を実現することができる。

30

【0026】

さらに、銅単体の粉末を添加せず、アルミニウム-銅合金粉を用いた製造方法としての第2の発明によれば、銅単体が偏った部分が略無くなり、この部分による腐食の発生が回避されると共に、アルミニウム-銅合金粉の粒一つ一つの耐腐食性が向上することにより、さらに厳しい使用環境に対しても耐腐食性を確保することができる。

40

【図面の簡単な説明】

【0027】

【図1】本発明の第1の実施形態に係る燃料ポンプ用焼結軸受が使用される燃料ポンプの概要を示す縦断面図である。

【図2】本発明の第1の実施形態に係る燃料ポンプ用焼結軸受および本発明の第1の実施形態に係る製造方法に基づく燃料ポンプ用焼結軸受の縦断面図である。

【図3】(a)は図2のA部の金属組織を拡大した模式図で、(b)は図2のB部の金属組織を拡大した模式図で、(c)は図2のC部の金属組織を拡大した模式図である。

【図4】アルミニウムの配合量と硫化腐食性の関係についての試験結果を示すグラフである。

【図5】アルミニウムの配合量と有機酸腐食性の関係についての試験結果を示すグラフで

50

ある。

【図 6】アルミニウムの配合量と銅イオン溶出量の関係についての試験結果を示すグラフである。

【図 7】アルミニウムの配合量と初期なじみ時間の関係についての試験結果を示すグラフである。

【図 8】アルミニウムの配合量と摩擦係数の関係についての試験結果を示すグラフである。

【図 9】図 2 の燃料ポンプ用焼結軸受の製造工程を説明する図である。

【図 10】原料粉末の混合機の概要図である。

【図 11】メッシュベルト式連続炉の概要図である。

【図 12】サイジング工程を説明する図であり、(a) は焼結体をサイジング加工の金型にセットした状態を示し、(b) はコアが下降した状態を示し、(c) はサイジング加工が終了した状態を示す。

【図 13】サイジング工程における製品の圧縮状態を示す図である。

【図 14】含油装置の概要図である。

【図 15】本発明の第 2 の実施形態に係る燃料ポンプ用焼結軸受についてのアルミニウムの配合量と有機酸腐食性との関係についての試験結果を示すグラフである。

【図 16】本発明の第 2 の実施形態に係る燃料ポンプ用焼結軸受についてのアルミニウムの配合量と銅イオン溶出量との関係についての試験結果を示すグラフである。

【発明を実施するための形態】

【0028】

以下、本発明の燃料ポンプ用焼結軸受についての第 1 の実施形態およびその製造方法についての第 1 の実施形態を添付図面に基づいて説明する。燃料ポンプ用焼結軸受についての第 1 の実施形態を図 1 ～ 8 に示し、製造方法についての第 1 の実施形態を図 9 ～ 14 に示す。

【0029】

図 1 は、本実施形態に係る焼結軸受が使用される燃料ポンプの概要を示す縦断面図である。電動燃料ポンプ 40 は、円筒状の金属製ハウジング 41 の上部にモータ部 42 が組み込まれ、その下側にポンプ部 43 が組み込まれている。ハウジング 41 の上端部には合成樹脂製モータカバー 45 が加締め固定されている。ハウジング 41 の下端部には金属製ポンプカバー 46 およびポンプボデー 47 が取り付けられている。ハウジング 41 内のモータカバー 45 とポンプカバー 46 との間にモータ部室 48 が形成され、ポンプカバー 46 とポンプボデー 47 との間にポンプ部室 49 が形成されている。ポンプカバー 46 は、モータ部室 48 とポンプ部室 49 とを区画する区画壁を形成している。

【0030】

モータ部室 48 にはモータのアーマチュア 50 が配置されている。アーマチュア 50 の軸 52 の上下端部は、モータカバー 45 とポンプカバー 46 にそれぞれすべり軸受 1、2 を介して回転自在に支持されている。このすべり軸受 1、2 が本実施形態の燃料ポンプ用焼結軸受である。

【0031】

ハウジング 41 に内周面には、マグネット 55 がアーマチュア 50 の外周面に対して所定の間隔をあけて固定されている。モータカバー 45 には、アーマチュア 50 の整流子 50a に摺接するブラシ 56 がスプリング 57 により付勢された状態で組み込まれている。ブラシ 56 は、チョークコイル 58 を介して外部接続端子（図示省略）と導通されている。モータカバー 45 には、燃料噴射弁に通じる燃料供給パイプ（図示省略）を接続する吐出口 70 が設けられている。この吐出口 70 には、燃料の逆流を阻止するチェックバルブ 71 がスプリング 72 により閉止方向に付勢された状態で組み込まれている。

【0032】

ポンプ部 43 のポンプカバー 46 とポンプボデー 47 との間にはプレート 74 が介在されており、ポンプ部室 49 が 2 室に区画されている。この各室にはインペラ 75 がそれぞ

10

20

30

40

50

れ配置されている。両インペラ 75 は、軸 52 の下端部に連結されており、モータ部 42 によって回転駆動される。ポンプボデー 47 には吸入口 76 が設けられており、ポンプカバー 46 には流通口 77 が設けられている。

【0033】

燃料ポンプ 40 は、モータ部 42 によってポンプ部 43 のインペラ 75 を回転させる。これにより、燃料タンク内の燃料が吸入口 76 よりポンプ部室 49 に汲み上げられ、この燃料は、ポンプ部 43 の流路を経てポンプカバー 46 の流通口 77 よりモータ部室 48 に入り、吐出口 70 から吐出される。したがって、アーマチュア 50 の軸 52 を回転自在に支持する本実施形態の燃料ポンプ用焼結軸受 1、2 は燃料（例えば、ガソリン）と常に接触する環境下にある。図 1 に示す燃料ポンプ 40 は、例えば燃料ポンプ 40 がガソリン等の液体状燃料中に浸されるインタンク方式の燃料ポンプ 40 である。

10

【0034】

ここで燃料ポンプの種類について説明すると、燃料ポンプとして、例えば、インタンク方式の燃料ポンプと、アウトタンク方式の燃料ポンプとの二種類の方式のものが挙げられる。

【0035】

インタンク方式の燃料ポンプは、例えば、ガソリン等の液体状燃料の液中に燃料ポンプそのものが浸漬されつつ使用される方式のものである。このため、例えばインタンク方式の燃料ポンプに用いられる焼結軸受 1、2 は、必ずしも含油されていなくてもよいものであるが、初期摩耗を少しでも抑えるために、インタンク方式の燃料ポンプに用いられる焼結軸受 1、2 は、含油されたものが用いられることが好ましい。

20

【0036】

これに対し、アウトタンク方式の燃料ポンプは、ガソリン等の液体状燃料の液中に燃料ポンプそのものが浸漬されることなく大気中で使用される方式のものである。例えばアウトタンク方式の燃料ポンプに用いられる焼結軸受についても必ずしも含油されていなくてもよいものであるが、初期摩耗を少しでも抑えるために、アウトタンク方式の燃料ポンプに用いられる焼結軸受についても含油されていることが好ましい。

【0037】

本実施形態の燃料ポンプ用焼結軸受の縦断面図を図 2 に示す。燃料ポンプ用焼結軸受（以下、単に焼結軸受ともいう）1 は、内周に軸受面 1a を有する円筒状に形成される。焼結軸受 1 の内周にアーマチュア 50（図 1 参照）の軸 52 を挿入し、その状態で軸 52 を回転させると、焼結軸受 1 の無数の空孔に保持された潤滑油が温度上昇に伴って軸受面 1a に滲み出す。この滲み出した潤滑油によって、軸 52 の外周面と軸受面 1a の間の軸受隙間に油膜が形成され、軸 52 が軸受 1 によって相対回転可能に支持される。焼結軸受 2 は、焼結軸受 1 と形状や寸法などが異なるが機能的には同じであるので、焼結軸受 1 を例にとって説明し、図 2 に符号 2 を併記して焼結軸受 2 の説明は省略する。

30

【0038】

本実施形態の燃料ポンプ用焼結軸受 1 は、各種粉末を混合した原料粉末を金型に充填し、これを圧縮して圧粉体を成形した後、圧粉体を焼結することで形成される。

【0039】

原料粉末は、アルミニウム - 銅合金粉末、銅粉末、燐 - 銅合金粉末、黒鉛粉末と焼結助剤としてのフッ化アルミニウムおよびフッ化カルシウムを混合した混合粉末である。各粉末の詳細を以下に述べる。

40

【0040】

[アルミニウム - 銅合金粉末]

40 ~ 60 重量%アルミニウム - 銅合金粉末を粉碎し、粒度調整した。アルミニウム - 銅合金粉末の粒径は 100 μm 以下で、平均粒径は 35 μm である。ここで、本明細書において、平均粒径とは、レーザ回析により測定した粒径の平均値を意味する。具体的には、（株）島津製作所製 S A L D - 3 1 0 0 により、5000 粉末をレーザ回析で測定したときの粒径の平均値とする。

50

【 0 0 4 1 】

アルミニウム - 銅合金粉末を用いることで、黒鉛、燐等の添加剤の効果を引き出し、焼結軸受材として耐腐食性、強度、摺動特性等に優れる。また、合金化されているので、比重の小さいアルミニウム単体粉末の飛散に伴う取り扱い上の問題はない。

【 0 0 4 2 】

アルミニウム青銅組織は、 α 相が最も硫化腐食、有機酸腐食に対する耐腐食性および初期なじみに優れる。40～60重量%アルミニウム - 銅合金粉末を用いることで、黒鉛が添加されても強度が得られ焼結軸受が製造可能となる。組織が γ 相になると、耐摩耗性には優れるが、耐有機酸腐食性および初期なじみが劣化する。アルミニウム青銅組織は、 γ 相と α 相との比 γ 相/ α 相を、0.10 γ 相/ α 相 0.25とすることが好ましい。 γ 相/ α 相の比が0.10未満では耐摩耗性が低下し好ましくなく、一方、0.25を超えると初期なじみ性、耐有機酸腐食性が低下するので、好ましくない。

10

【 0 0 4 3 】

[銅粉末]

銅粉末は、アトマイズ粉、電解粉、粉碎粉があるが、銅にアルミニウムを十分に拡散させるには、樹枝状の電解粉が有効であり、成形性、焼結性、摺動特性に優れる。そのため、本実施形態では、銅粉として電解粉を用いた。また、アルミニウムを銅へ十分に拡散させるためには、粉末形状が異なる電解銅粉を2種類用い、アスペクト比が2以上の電解銅粉の割合W1と2未満の電解銅粉の割合W2との比W2/W1を3～9とすることが好ましい。アスペクト比が2以上の電解銅粉は、アルミニウムの拡散のためには有効であるが、成形性が悪い。比W2/W1が、3未満であると成形性の面から好ましくなく、一方、9を超えるとアルミニウムの拡散が不十分となるので好ましくない。

20

【 0 0 4 4 】

本実施形態では、電解銅粉の平均粒径は85 μ mのものを用いた。前述したアルミニウム - 銅合金粉の平均粒径d1と電解銅粉の平均粒径d2との比d2/d1を2～3とすることが好ましい。比d2/d1がこの範囲にあると、アルミニウムを銅に十分拡散させることができ、耐腐食性に優れる。このため、本実施形態では、アルミニウム - 銅合金粉の平均粒径d1を35 μ m、電解銅粉の平均粒径d2を85 μ mとした。ただし、これに限ることなく、アルミニウム - 銅合金粉末の平均粒径は20～65 μ m程度のものが使用可能であり、電解銅粉の粒径は200 μ m以下で、平均粒径は60～120 μ m程度のものが使用可能である。

30

【 0 0 4 5 】

[燐合金粉末]

燐合金粉末は、7～10重量%燐 - 銅合金粉末を用いた。燐は、焼結時の固液相間の濡れ性を高める効果がある。燐の配合量は、0.1～0.6重量%、具体的には0.1～0.4重量%が好ましい。0.1重量%未満では固液相間の焼結促進効果が乏しく、一方、上記の0.6重量%好ましくは0.4重量%を超えると、焼結が進み過ぎてアルミニウムが偏析し γ 相の析出が増え焼結体が脆くなる。

【 0 0 4 6 】

[黒鉛粉末]

黒鉛は、主として素地に分散分布する気孔内に遊離黒鉛として存在し、焼結軸受に優れた潤滑性を付与し、耐摩耗性の向上に寄与する。黒鉛の配合量は、アルミニウム、燐、残部の主成分を銅とする原料粉末および不可避不純物の合計100重量%に対して、3～10重量%が好ましく、例えば3～5重量%としてもよい。3重量%未満では、燃料ポンプ用焼結軸受として黒鉛添加による潤滑性、耐摩耗性の向上効果が得られない。一方、5重量%を超えると、例えばアルミニウムの銅への拡散が阻害され始めることが懸念される。黒鉛の添加量が10重量%を超えると、材料強度が低下し、アルミニウムの銅への拡散を阻害するので好ましくない。一般的に黒鉛を4重量%以上添加すると成形することができないが、造粒黒鉛を使用することで成形を可能にした。本実施形態では、黒鉛粉末は、天然黒鉛、又は人造黒鉛の微粉を樹脂バインダで造粒後粉碎し、粒径145メッシュ以下の

40

50

黒鉛粉末を用いた。

【0047】

[フッ化アルミニウムおよびフッ化カルシウム]

アルミニウム - 銅合金粉末は、焼結時にその表面に生成する酸化アルミニウムの皮膜が焼結を著しく阻害するが、焼結助剤としてのフッ化アルミニウムおよびフッ化カルシウムは、アルミニウム - 銅合金粉末の焼結温度である850～900 で溶融しながら徐々に蒸発し、アルミニウム - 銅合金粉末の表面を保護して酸化アルミニウムの生成を抑制することにより、焼結を促進しアルミニウムの拡散を増進させる。フッ化アルミニウムおよびフッ化カルシウムは、焼結時に蒸発、揮散するので、焼結軸受の完成品には殆ど残らない。

10

【0048】

焼結助剤としてのフッ化アルミニウムおよびフッ化カルシウムは、アルミニウム、燐、残部の主成分を銅とする原料粉末および不可避不純物の合計100重量%に対して、合計で0.05～0.2重量%程度で添加することが好ましい。0.05重量%未満では、焼結助剤としての効果が不十分となり、緻密で適宜の強度を有する焼結体を得られない。一方、0.2重量%を超えると、それ以上添加しても焼結助剤としての効果は頭打ちとなり、コスト的な観点から0.2重量%以下に止めることが好ましい。

【0049】

本実施形態の燃料ポンプ用焼結軸受および後述する製造方法では、アルミニウム含有量が8.5～10重量%、燐が0.1～0.4重量%で、残部の主成分が銅となるような割合で、アルミニウム - 銅合金粉末、電解銅粉末および燐合金粉末を混合し、この合計100重量%に対して、黒鉛の配合量が3～5重量%になるように黒鉛粉末を混合して原料粉末とした。焼結助剤として、フッ化アルミニウムおよびフッ化カルシウムを合計で0.05～0.2重量%、成形性を容易にするためにステアリン酸亜鉛、ステアリン酸カルシウム等の潤滑剤を0.1～1重量%添加した。

20

【0050】

詳しく説明すると、例えば、本実施形態の燃料ポンプ用焼結軸受および後述する製造方法では、アルミニウム含有量が8.5～10重量部、燐が0.1～0.4重量部で、残部の主成分が銅となるような割合で、アルミニウム - 銅合金粉末、電解銅粉末および燐合金粉末を混合し、この合計100重量部に対して、黒鉛の配合量が3～5重量部になるように黒鉛粉末を混合して原料粉末とした。黒鉛の配合量は、アルミニウム、燐、残部の主成分を銅とする原料粉末および不可避不純物の合計100重量部に対して、3～10重量部が好ましく、例えば3～5重量部としてもよい。3重量部未満では、燃料ポンプ用焼結軸受として黒鉛添加による潤滑性、耐摩耗性の向上効果が得られない。一方、5重量部を超えると、例えばアルミニウムの銅への拡散が阻害され始めることが懸念される。黒鉛の添加量が10重量部を超えると、材料強度が低下し、アルミニウムの銅への拡散を阻害するので好ましくない。一般的に黒鉛を4重量部以上添加すると成形することができないが、造粒黒鉛を使用することで成形を可能にした。本実施形態では、黒鉛粉末は、天然黒鉛、又は人造黒鉛の微粉を樹脂バインダで造粒後粉碎し、粒径145メッシュ以下の黒鉛粉末を用いた。焼結助剤として、フッ化アルミニウムおよびフッ化カルシウムを合計で0.05～0.2重量部、成形性を容易にするためにステアリン酸亜鉛、ステアリン酸カルシウム等の潤滑剤を0.1～1重量部添加した。

30

40

【0051】

図3に本実施形態に係る焼結軸受の断面の金属組織の模式図を示す。図3(a)は図2のA部を拡大した図である。同様に、図3(b)は図2のB部を、図3(c)は図2のC部を、それぞれ、拡大した図である。すなわち、図3(a)は内径側の軸受面の表層部の金属組織を示し、図3(b)は内部の金属組織を示し、図3(c)は外径面の表層部の金属組織を示す。図3(a)、(b)、(c)に示すように、ハッチングを付した3がアルミニウム - 銅合金組織で、表面および内部気孔の周りに酸化アルミニウム皮膜4が存在する。このため、耐食性および耐摩耗性に優れる。図示は省略するが、アルミニウム - 銅合

50

金組織 3 の粒界部には燐が多くある。気孔内には遊離黒鉛 5 が分布しているので、潤滑性、耐摩耗性に優れる。

【 0 0 5 2 】

図 3 (a) に示すように、内径側の軸受面に形成された開放気孔 d b 1 と軸受面の表層の内部気孔 d b 2 が形成されている。図 3 (b) に示すように軸受内部には気孔 d i が形成され、図 3 (c) に示すように外径面に形成された解放気孔 d o 1 と外径面の表層に形成された内部気孔 d o 2 が形成されている。軸受面に形成された開放気孔 d b 1、軸受面の表層の内部気孔 d b 2、軸受内部には気孔 d i、外径面に形成された解放気孔 d o 1 および外径面の表層に形成された内部気孔 d o 2 は、それぞれ連通している。

【 0 0 5 3 】

焼結軸受 1 は、後述する製造方法 (図 1 3 参照) において、焼結後に軸受の外径面 1 b と内径側の軸受面 1 a の両方がサイジング加工されている。そして、アルミニウム青銅系焼結軸受は、焼結することにより膨張するので、軸受の外径面 1 b が内径側の軸受面 1 a よりも大きな量でサイジングされる。そのため、外径面 1 b 側の表層部の気孔 d o (図 3 (c) 参照) は、軸受面 1 a 側の表層部の気孔 d b (図 3 (a) 参照) よりも多くつぶされる。外径面 1 b 側の表層部の気孔 d o、軸受面 1 a 側の表層部の気孔 d b およびつぶされない軸受内部の気孔 d i (図 3 (b) 参照) の大きさを比較すると、 $d o < d b < d i$ の関係になる。このような関係になっているので、軸受面 1 a 側では、耐食性、油膜形成性を向上させることができ、一方、封孔状態に近い外径面 1 b 側や端面 1 c 側では、耐食性、保油性を向上させることができる。

【 0 0 5 4 】

焼結軸受 1 の気孔 d o、d b、d i 内には、潤滑油が含浸されている。これにより、運転開始時より良好な潤滑状態を得ることができる。潤滑油としては鉱油、ポリ α オレフィン (P A O)、エステル、液状グリース等を使用することができる。ただし、軸受の使用用途によっては、必ずしも潤滑油を含浸する必要はない。

【 0 0 5 5 】

図 2 に焼結軸受 1 の表層の圧縮層をハッチングで示す。ハッチングは、軸受 1 の半径方向の上側半分だけに付して、下側半分は図示を省略する。焼結軸受 1 の表層は圧縮層を有する。外径面 1 b 側の表層の圧縮層 P o の密度比 αo および軸受面 1 a 側の表層の圧縮層 P b の密度比 αb は、いずれも内部の密度比 αi より高く、密度比 αo 、 αb のいずれもが 8 0 % αo および αb 9 5 % の範囲に設定されている。密度比 αo および αb が 8 0 % 未満では軸受強度が不十分となり、一方、9 5 % を超えると含油量が不足し、好ましくない。

【 0 0 5 6 】

そして、外径面 1 b 側の表層の圧縮層 P o の深さの平均値を T o、軸受面 1 a 側の表層の圧縮層 P b の深さの平均値を T b とし、軸受面の内径寸法 D 1 との比をそれぞれ T o / D 1 および T b / D 1 とすると、 $1 / 1 0 0 \leq T o / D 1$ および $1 / 1 5 \leq T b / D 1$ に設定することが好ましい。ここで、密度比 α は次式で表される。

$$\alpha (\%) = (\rho 1 / \rho 0) \times 1 0 0$$

ただし、 $\rho 1$: 多孔質体の密度、 $\rho 0$: その多孔質体に細孔がないと仮定した場合の密度 T o / D 1 および T b / D 1 が $1 / 1 0 0$ 未満では気孔のつぶれが不十分となり、一方、 $1 / 1 5$ を超えると気孔がつぶれ過ぎて好ましくない。

【 0 0 5 7 】

次に、本実施形態に至るまでの検証結果を図 4 ~ 8 に基づいて説明する。図 4、5、7 および 8 における破線 X 1 ~ X 4 は、それぞれの試験項目の許容レベルを示す。

【 0 0 5 8 】

図 4 は、アルミニウム (A l) 配合量と硫化腐食性の関係を試験した結果を示す。アルミニウム配合量が多くなるほど耐腐食性が向上することが確認できた。この試験結果より、燃料ポンプ用焼結軸受の耐硫化腐食性に対して、アルミニウムの配合量は 8 . 5 重量 % 以上が必要であることが分かる。

[試験条件]

- ・ 溶剤：市販ガソリンに 300 ppm 硫黄を添加した。
- ・ 温度：80
- ・ 時間：300 時間
- ・ 試験方法：浸漬

【0059】

図5は、アルミニウム配合量と有機酸腐食性の関係を試験した結果を示す。アルミニウム配合量が多くなるほど耐腐食性が低下することが分かった。ただし、アルミニウム配合量 9.0 質量% 付近から重量変化率が穏やかになる。アルミニウム配合量が多くなるほど重量変化率が大きくなる要因は、銅イオンとアルミニウムイオンの溶出であり、この銅イオンとアルミニウムイオンの溶出が多くなる要因は、アルミニウム組織の γ 相の析出が大きくなるためであることが考えられる。この試験結果より、燃料ポンプ用焼結軸受の耐有機酸腐食性に対して、アルミニウムの配合量は 10 重量% 以下が必要であることが分かる。

10

[試験条件]

- ・ 溶剤：濃度 2 % の有機酸。
- ・ 温度：50
- ・ 時間：100 時間
- ・ 試験方法：浸漬

【0060】

図6は、アルミニウム配合量と銅イオン溶出量の関係を試験した結果を示す。アルミニウム配合量が多くなるほど銅イオンの溶出量が減少し、アルミニウム配合量 8.5 質量% 付近から急激に銅イオンの溶出量が減少することが確認できた。銅イオン溶出量が減少する要因は、アルミニウム配合量が増えると拡散が十分に進むことが考えられる。この試験結果からも、アルミニウムの配合量は 8.5 重量% 以上が必要であることが分かる。

20

[試験条件]

- ・ 溶剤：濃度 2 % の有機酸。
- ・ 温度：50
- ・ 時間：100 時間
- ・ 試験方法：浸漬

【0061】

図7は、アルミニウム配合量と初期なじみ時間の関係を試験した結果を示す。アルミニウム配合量と初期なじみ時間は比例関係になることが確認できた。これは、アルミニウム配合量が増加するとアルミニウム組織に硬質の γ 相が増加するためであると考えられる。この試験結果より、燃料ポンプ用焼結軸受の初期なじみに対して、アルミニウムの配合量は 10 重量% 以下が必要であることが分かる。

30

[試験条件]

- ・ PV 値：50 MPa・m/min
- ・ 試料サイズ：内径 5 mm × 外径 10 mm × 幅 7 mm
- ・ 試験時間：30 min

40

【0062】

図8は、アルミニウム配合量と摩擦係数の関係を試験した結果を示す。アルミニウム配合量と摩擦係数は比例関係になることが確認できた。これは、アルミニウム配合量が増加するとアルミニウム組織に硬質の γ 相が増加するためであると考えられる。アルミニウム配合量 10 重量% 以下では、許容レベル X 4 に対して十分に余裕があることが分かる。

[試験条件]

- ・ PV 値：50 MPa・m/min
- ・ 試料サイズ：内径 5 mm × 外径 10 mm × 幅 7 mm
- ・ 試験時間：30 min

【0063】

50

表 1 に第 1 の実施形態における燃料ポンプ用焼結軸受の硬さを測定した結果を示す。表 1 に示す硬さの値は、試験荷重 25 g におけるビッカース硬さ (Hv: Vickers hardness) に基づいて評価した値である。以下、硬さの値については、ビッカース硬さ (Hv) に基づく値として説明する。また、比較として銅系焼結軸受の硬さを比較例 1 として併記した。

【表 1】

	測定箇所	硬さ (Hv)		
実施例 1	α 相	120	135	140
	γ 相	200	210	220
比較例 1	青銅相	80	70	75

10

【0064】

表 1 の如く、銅系焼結軸受の硬さが 70 ~ 80 であるのに対し、第 1 の実施形態における燃料ポンプ用焼結軸受の硬さは、例えば 120 ~ 220 であり、この結果から、第 1 の実施形態における燃料ポンプ用焼結軸受は、銅系焼結軸受よりも耐摩耗性に優れた焼結軸受であると判定できる。これは、柔らかい相である α 相の硬さが 120 ~ 140 であり、硬い相である γ 相の硬さが 200 ~ 220 であり、第 1 の実施形態における燃料ポンプ用焼結軸受のいずれの相の硬さも、銅系焼結軸受の硬さよりも硬いことによる。

20

【0065】

図 4 ~ 8 および表 1 に示す試験結果より、燃料ポンプ用焼結軸受として、アルミニウム配合量が 8.5 ~ 10 重量%であれば使用可能であり、9.0 ~ 9.5 重量%が最適なアルミニウム配合量であることが確認できた。

【0066】

次に、燃料ポンプ用焼結軸受の製造方法についての第 1 の実施形態を説明する。図 9 に示すような原料粉末準備工程 S1、成形工程 S2、焼結工程 S3、サイジング工程 S4、含油工程 S5 を経て製造される。

30

【0067】

[原料粉末準備工程 S1]

原料粉末準備工程 S1 では、焼結軸受 1 の原料粉末が準備・生成される。原料粉末は、40 ~ 60 重量%アルミニウム - 銅合金粉末を 17 ~ 20 重量%、7 ~ 10 重量% 燐 - 銅合金粉末を 2 ~ 4 重量%、電解銅粉末を 残重量% とする合計 100 重量% に対して、焼結助剤として、フッ化アルミニウムおよびフッ化カルシウムを合計で 0.05 ~ 0.2 重量%、黒鉛粉末を 3 ~ 5 重量%、成形性を容易にするためにステアリン酸亜鉛、ステアリン酸カルシウム等の潤滑剤を 0.1 ~ 1 重量% 添加した。潤滑剤を添加することにより、後述する圧粉体をスムーズに離型することができ、離型に伴う圧粉体の形状の崩れを回避することができる。具体的には、上記の原料粉末 M を、例えば、図 10 に示す V 型混合機 10 の缶体 11 に投入し、缶体 11 を回転させて均一に混合する。

40

【0068】

例えば、40 ~ 60 重量%アルミニウム - 銅合金粉末を 17 ~ 20 重量%、7 ~ 10 重量% 燐 - 銅合金粉末を 2 ~ 4 重量%、電解銅粉末を 残重量% とする合計 100 重量% (黒鉛部分は含まれない) の合金部分に対し、アルミニウムの含有量が、例えば 8.5 重量%以上 10 重量% 以下、具体的には 9 重量%以上 9.5 重量% 以下となるようにする。

【0069】

例えば、原料粉末は、40 ~ 60 重量%アルミニウム - 銅合金粉末を 17 ~ 20 重量部、7 ~ 10 重量% 燐 - 銅合金粉末を 2 ~ 4 重量部、電解銅粉末を 残重量部 とする合計 10

50

0重量部に対して、焼結助剤として、フッ化アルミニウムおよびフッ化カルシウムを合計で0.05～0.2重量部、黒鉛粉末を3～10重量部、例えば3～5重量部、成形性を容易にするためにステアリン酸亜鉛、ステアリン酸カルシウム等の潤滑剤を0.1～1重量部添加したものが使用可能とされる。

【0070】

例えば、40～60重量%アルミニウム-銅合金粉末を17～20重量部、7～10重量%燐-銅合金粉末を2～4重量部、電解銅粉末を残重量部とする合計100重量部（黒鉛部分は含まれない）の合金部分に対し、アルミニウムの含有量が、例えば8.5重量部以上10重量部以下、具体的には9重量部以上9.5重量部以下となるようにする。

【0071】

[成形工程S2]

成形工程S2では、上記の原料粉末を圧粉することにより、焼結軸受1の形状をなした圧粉体1'（図13参照）を形成する。圧粉体1'は、焼結温度以上で加熱することにより形成される焼結体1"の密度比 α が70%以上で80%以下となるように圧縮成形される。図13では、簡便的に、圧粉体には符号1'、焼結体には符号1"を併記している。

【0072】

具体的には、例えばサーボモータを駆動源としたCNCプレス機に圧粉体形状に倣ったキャビティを画成してなる成形金型をセットし、キャビティ内に充填した上記の原料粉末を200～700MPaの加圧力で圧縮することにより圧粉体1'を成形する。圧粉体1'の成形時において、成形金型は70℃以上に加温してもよい。

【0073】

本実施形態の燃料ポンプ用焼結軸受1の製造方法では、アルミニウム源として、アルミニウム-銅合金粉末を用いることにより、流動性に起因する成形性の低下による圧粉体の強度不足の問題が改善され、比重の小さいアルミニウム単体粒子の飛散に伴う取り扱い上の問題はない。また、生産効率がよく多量生産に好適である。

【0074】

[焼結工程S3]

焼結工程S3では、圧粉体1'を焼結温度で加熱し、隣接する原料粉末同士を焼結結合させることによって焼結体1"を形成する。図11に示すメッシュベルト式連続炉15を使用し、メッシュベルト16に圧粉体1'を多量に投入し、焼結体1"を形成する。これにより、安定した品質、製造方法を実現することができる。

【0075】

焼結工程において重要なことは、銅にアルミニウムを十分拡散させ耐腐食性を向上させることと、アルミニウム青銅組織を α 相にすることで、耐腐食性と軸受性能（初期なじみ）を向上させることである。 γ 相になると硬くなり、耐摩耗性には優れるが、耐有機酸腐食性は低下する。そのため、できる限り γ 相の析出は抑えるようにアルミニウム量を減らすことが必要であることが判明した。

【0076】

さらに、アルミニウム組織は、 γ 相と α 相との比 γ 相/ α 相を、0.10～0.25とすることが好ましい。 γ 相/ α 相の比が0.10未満では耐摩耗性が低下し好ましくなく、一方、0.25を超えると初期なじみ性、耐有機酸腐食性が低下するので、好ましくない。

【0077】

上記を満足する焼結条件として、焼結温度は900～950℃が好ましく、さらに、900～920℃（例えば、920℃）が好ましい。また、雰囲気ガスは、水素ガス、窒素ガスあるいはこれらの混合ガスとし、焼結時間は、長くした方が耐腐食性に良く、燃料ポンプ用焼結軸受では20～60分（例えば、30分）が好ましい。

【0078】

アルミニウム-銅合金粉末は、共晶温度548℃以上になると様々な液相が発生する。

10

20

30

40

50

液相が発生すると膨張し、発生した液相により焼結ネックが形成され、緻密化に至り、寸法が収縮していく。本実施形態では、メッシュベルト式連続炉 15 で焼結することにより、焼結体 1 " の表面が酸化され、焼結が阻害されることにより緻密化に至らず、寸法が膨張したままとなる。ただし、焼結体 1 " の内部は、酸化されず焼結されるため、焼結体 1 " の強度は十分確保することができる。メッシュベルト式連続炉 15 を使用したので、圧粉体 1 ' の投入から取出しまで焼結時間を短く多量生産でき、コスト低減を図ることができる。また、焼結軸受の機能面では、強度は十分確保することができる。

【 0 0 7 9 】

上記の焼結工程においては、添加された燐合金粉末が効果を発揮することにより、良質の焼結体を形成することができる。燐により、焼結時の固液相間の濡れ性を高め、良好な焼結体を得られる。燐の配合量としては、0.1 ~ 0.6 重量%、具体的には 0.1 ~ 0.4 重量% が好ましい。0.1 重量% 未満では固液相間の焼結促進効果が乏しく、一方、上記の 0.6 重量% 好ましくは 0.4 重量% を超えると、得られた焼結体が偏析し脆くなる。

【 0 0 8 0 】

さらに、黒鉛は、主として素地に分散分布する気孔内に遊離黒鉛として存在し、焼結軸受に優れた潤滑性を付与し、耐摩耗性の向上に寄与する。黒鉛の配合量は、アルミニウム、燐、残部の主成分を銅とする原料粉末および不可避不純物の合計 100 重量% に対して、3 ~ 10 重量% が好ましく、例えば 3 ~ 5 重量% としてもよい。3 重量% 未満では、燃料ポンプ用焼結軸受として黒鉛添加による潤滑性、耐摩耗性の向上効果が得られない。一方、5 重量% を超えると、例えばアルミニウムの銅への拡散が阻害され始めることが懸念される。黒鉛の添加量が 10 重量% を超えると、材料強度が低下し、アルミニウムの銅への拡散を阻害するので好ましくない。一般的に黒鉛を 4 重量% 以上添加すると成形することができないが、造粒黒鉛を使用することで成形を可能にした。本実施形態では、黒鉛粉末は、天然黒鉛、又は人造黒鉛の微粉を樹脂バインダで造粒後粉碎し、粒径 145 メッシュ以下の黒鉛粉末を用いた。

【 0 0 8 1 】

[サイジング工程 S 4]

サイジング工程 S 4 では、焼結により圧粉体 1 ' と比較して膨張した焼結体 1 " を寸法整形する。図 12 にサイジング工程 S 4 の詳細を示す。サイジング加工の金型は、ダイス 20、上パンチ 21、下パンチ 22 およびコア 23 とからなる。図 12 (a) に示すように、コア 23 と上パンチ 21 が上方に後退した状態で、下パンチ 22 上に焼結体 1 " をセットする。図 12 (b) に示すように、最初にコア 23 が焼結体 1 " の内径に入り、その後、図 12 (c) に示すように、上パンチ 21 により焼結体 1 " がダイス 20 に押し込まれ、上下パンチ 21、22 により圧縮される。これにより、焼結体 1 " の表面が寸法整形される。サイジング加工により、膨張した焼結体 1 " の表層の気孔をつぶし、製品内部と表層部に密度差が生じる。

【 0 0 8 2 】

図 13 にサイジング加工により焼結体 1 " が圧縮される状態を示す。サイジング加工前の焼結体 1 " を 2 点鎖線で示し、サイジング加工後の製品 1 を実線で示す。2 点鎖線で示すように、焼結体 1 " は径方向および幅方向に膨張している。このため、焼結体 1 " は、外径面 1 b を内径側の軸受面 1 a より多く圧縮される。その結果、外径面 1 b 側の表層の気孔 d o [図 3 (c) 参照] は、内径側の軸受面 1 b の表層の気孔 d b [図 3 (a) 参照] よりも多く潰され、潰されない軸受内部の気孔 d i [図 3 (b) 参照] に対して、 $d o < d b < d i$ の関係になる。このような関係になっているので、内径側の軸受面 1 a では、耐食性、油膜形成性を向上させることができる。一方、封孔状態に近い外径面 1 b や端面 1 c では、耐食性、保油性を向上させることができる。

【 0 0 8 3 】

上記のサイジング工程の金型をダイス 20、一對のパンチ 21、22 およびコア 23 から構成し、パンチ 21、22 とダイス 20 により焼結体 1 " の軸方向両側と外径側から圧

10

20

30

40

50

縮し、焼結体 1 " の内径側をコア 2 3 により整形することにより、アルミニウム青銅系焼結軸受の焼結による膨張を有効利用し、焼結軸受 1 の寸法整形と共に所望の気孔を形成することができる。

【 0 0 8 4 】

また、上記のダイス 2 0 の内径寸法と焼結体 1 " の外径寸法との寸法差およびコア 2 3 の外径寸法と焼結体 1 " の内径寸法との寸法差を加減することにより、焼結体 1 " の表面の気孔の大きさを設定することができる。これにより、焼結軸受 1 の表面の気孔の大きさを容易にコントロールすることができる。さらに、図示は省略するが、軸受面 1 a (図 1 3 参照) を回転サイジングすることで、軸受面 1 a の気孔を小さくすることができる。

【 0 0 8 5 】

10

[含油工程 S 5]

含油工程 S 5 は、製品 1 (焼結軸受) に潤滑油を含浸する工程である。図 1 4 に含油装置を示す。含油装置 2 5 のタンク 2 6 内に製品 1 を投入し、その後、潤滑油 2 7 をタンク 2 6 内に注入する。そして、タンク 2 6 内を減圧することにより、製品 1 の気孔 d o、d b、d i (図 3 参照) 内に潤滑油 2 7 を含浸する。これにより、運転開始時より良好な潤滑状態を得ることができる。潤滑油としては鉱油、ポリ α オレフィン (P A O)、エステル、液状グリース等を使用することができる。ただし、軸受の使用用途に応じて実施すればよく、必ずしも実施する必要はない。

【 0 0 8 6 】

以上のような工程で製造された本実施形態の焼結軸受 1 は、耐食性および強度、耐摩耗性などの機械的特性や油膜形成性、保油性を向上させると共に、コンパクト化、低コスト化を図ることができる。燃料ポンプ用焼結軸受として、粗悪なガソリンによる硫化腐食、有機酸およびバイオ燃料に対して腐食を抑制し、かつ、初期なじみ、耐久性等の性能に優れる。

20

【 0 0 8 7 】

次に、本発明に係る燃料ポンプ用焼結軸受についての第 2 の実施形態および製造方法についての第 2 の実施形態を説明する。第 1 の実施形態の燃料ポンプ用焼結軸受および製造方法では、アルミニウム源および銅源となる原料粉末として、アルミニウム - 銅合金粉末と電解銅粉を用いたが、第 2 の実施形態では、銅単体の電解銅粉を添加せず、アルミニウム - 銅合金粉末を用いた点が第 1 の実施形態と異なる。

30

【 0 0 8 8 】

さらに厳しい使用環境に対しては、銅単体の粉末を添加すると、銅単体が偏った部分が生じることにより、耐腐食性に問題があるという知見を得た。この知見を基に種々検討の結果、アルミニウム源および銅源となる原料粉末として、アルミニウム - 銅合金粉末を用い、銅単体の粉末を添加しないという着想により、本実施形態に至った。

【 0 0 8 9 】

本実施形態の燃料ポンプ用焼結軸受および製造方法における、アルミニウム含有量が 8 . 5 ~ 1 0 重量 %、燐が 0 . 1 ~ 0 . 4 重量 % で、残部の主成分が銅とする組成は、第 1 の実施形態と同じである。しかし、原料粉末は次のように異なる。すなわち、銅単体の電解銅粉を添加せずに、前記組成になるような割合で、アルミニウム - 銅合金粉末および燐合金粉末を混合し、この合計 1 0 0 重量 % に対して、黒鉛の配合量が 3 ~ 5 重量 % になるように黒鉛粉末を混合して原料粉末とした。また、焼結助剤として、フッ化アルミニウムおよびフッ化カルシウムを合計で 0 . 0 5 ~ 0 . 2 重量 %、さらに、成形性を容易にするためにステアリン酸亜鉛を 0 . 1 ~ 1 重量 % 添加した。

40

【 0 0 9 0 】

例えば、燃料ポンプ用焼結軸受および製造方法における、アルミニウム含有量が 8 . 5 ~ 1 0 重量部、燐が 0 . 1 ~ 0 . 4 重量部、必要に応じて黒鉛の配合量が 3 ~ 1 0 重量部、例えば 3 ~ 5 重量部で、残部の主成分が銅とする組成のものが使用可能とされる。この場合、例えば原料粉末は次のようになる。すなわち、銅単体の電解銅粉を添加せずに、前記組成になるような割合で、アルミニウム - 銅合金粉末および燐合金粉末を混合し、この

50

合計 100 重量部に対して、黒鉛の配合量が 3 ~ 10 重量部、例えば 3 ~ 5 重量部になるように黒鉛粉末を混合して原料粉末とした。黒鉛の配合量は、アルミニウム、燐、残部の主成分を銅とする原料粉末および不可避不純物の合計 100 重量部に対して、3 ~ 10 重量部が好ましく、例えば 3 ~ 5 重量部としてもよい。3 重量部未満では、燃料ポンプ用焼結軸受として黒鉛添加による潤滑性、耐摩耗性の向上効果が得られない。一方、5 重量部を超えると、例えばアルミニウムの銅への拡散が阻害され始めることが懸念される。黒鉛の添加量が 10 重量部を超えると、材料強度が低下し、アルミニウムの銅への拡散を阻害するので好ましくない。一般的に黒鉛を 4 重量部以上添加すると成形することができないが、造粒黒鉛を使用することで成形を可能にした。本実施形態では、黒鉛粉末は、天然黒鉛、又は人造黒鉛の微粉を樹脂バインダで造粒後粉碎し、粒径 145 メッシュ以下の黒鉛粉末を用いた。また、焼結助剤として、フッ化アルミニウムおよびフッ化カルシウムを合計で 0.05 ~ 0.2 重量部、さらに、成形性を容易にするためにステアリン酸亜鉛を 0.1 ~ 1 重量部添加した。

10

【0091】

銅源として、アルミニウム—銅合金粉末を用い、銅単体の粉末を添加しない本実施形態のアルミニウム青銅組織は、 γ 相と α 相との比 γ 相 / α 相を、 $0 < \gamma$ 相 / α 相 0.10 とすることが好ましい。 $0 < \gamma$ 相 / α 相 0.10 の範囲であれば、耐有機酸腐食性、初期なじみ性に優れる。

【0092】

本実施形態に係る焼結軸受の断面の金属組織は、図 3 の模式図で示した第 1 の実施形態と同様であるので、図 3 について前述した内容を準用し、重複説明を省略する。

20

【0093】

また、本実施形態の焼結軸受 1 の表層の圧縮層の状態も、図 2 に示す第 1 の実施形態の焼結軸受と同様であるので、図 2 について前述した内容を準用し、重複説明を省略する。

【0094】

次に、本実施形態に至るまでの検証結果を図 15 および図 16 に基づいて説明する。図 15 における破線 X2 は、試験項目の許容レベルを示す。図示は省略するが、アルミニウム配合量と硫化腐食性の関係については、第 1 の実施形態における焼結軸受よりも第 2 の実施形態における焼結軸受のほうに良好な結果が確認された。また、初期なじみ時間の関係および摩擦係数の関係については、第 1 の実施形態における焼結軸受の試験結果と、第 2 の実施形態における焼結軸受の試験結果とは、略同等の結果とされたことから、ここではその詳細な説明を省略する。

30

【0095】

図 15 は、アルミニウム配合量と有機酸腐食性の関係を試験した結果を示す。試験条件は図 5 と同じである。図 15 において印は図 5 に示した第 1 の実施形態の焼結軸受の試験結果であるが、印で示した本実施形態の焼結軸受は、アルミニウムの配合量 8.5 重量%において、第 1 の実施形態よりも有機酸耐腐食性がさらに向上することが確認できた。アルミニウム源および銅源となる原料粉末として、銅単体の粉末を添加せずに、アルミニウム—銅合金粉末を用いたので、銅単体が偏った部分が略なくなり、その部分による腐食の発生が回避され、耐腐食性が向上したものと考えられる。これと相俟って、アルミニウム—銅合金粉末を用いることにより、アルミニウム—銅合金粉の粒一つ一つ耐腐食性が向上し、焼結軸受全体の耐腐食性が向上したものと考えられる。

40

【0096】

図 16 は、アルミニウム配合量と銅イオン溶出量出量の関係を試験した結果を示す。試験条件は図 6 と同じである。図 16 においても印は図 6 に示した第 1 の実施形態の焼結軸受の試験結果であるが、印で示した本実施形態の焼結軸受は、アルミニウムの配合量 8.5 重量%において、第 1 の実施形態よりも銅イオン溶出量が減少することが確認できた。

【0097】

50

表 2 に第 2 の実施形態における燃料ポンプ用焼結軸受の硬さを測定した結果を示す。表 2 に示す硬さの評価の仕方等と表 1 に示す硬さの評価の仕方等とは同じであるから、ここではその詳細な説明を省略する。

【表 2】

	測定箇所	硬さ (Hv)		
実施例 2	α 相	1 0 0	1 2 0	1 4 0
	γ 相	2 0 0	2 2 0	2 4 0
比較例 1	青銅相	8 0	7 0	7 5

10

【0098】

表 2 の如く、銅系焼結軸受の硬さが 70 ～ 80 であるのに対し、第 2 の実施形態における燃料ポンプ用焼結軸受の硬さは、例えば 100 ～ 240 であり、この結果から、第 2 の実施形態における燃料ポンプ用焼結軸受は、銅系焼結軸受よりも耐摩耗性に優れた焼結軸受であると判定できる。これは、柔らかい相である α 相の硬さが 100 ～ 140 であり、硬い相である γ 相の硬さが 200 ～ 240 であり、第 2 の実施形態における燃料ポンプ用焼結軸受のいずれの相の硬さも、銅系焼結軸受の硬さよりも硬いことによる。

20

【0099】

図 15、16 および表 2 の試験結果より、本実施形態の燃料ポンプ用焼結軸受は、さらに厳しい使用環境に対しても耐腐食性を確保できることが確認できた。

【0100】

次に、製造方法についての第 2 の実施形態について説明する。この第 2 の実施形態の製造方法も、図 9 に示す第 1 の実施形態の焼結軸受の製造方法と同様であるので、前述した内容を準用し、原料粉末準備工程 S1 および成形工程 S2 の相違するところのみを説明する。

【0101】

30

[原料粉末準備工程 S1]

原料粉末準備工程 S1 では、焼結軸受 1 の原料粉末が準備される。原料粉末は、7 ～ 11 重量 % アルミニウム - 銅合金粉末、好ましくは 8 ～ 10 重量 % アルミニウム - 銅合金粉末を 90 ～ 97 重量 %、7 ～ 10 重量 % 燐 - 銅合金粉末を 1 ～ 6 重量 % とする合計 100 重量 % に対して、黒鉛粉末を 3 ～ 5 重量 %、焼結助剤としてフッ化アルミニウムおよびフッ化カルシウムを合計で 0.05 ～ 0.2 重量 %、成形性を容易にするための潤滑剤としてステアリン酸亜鉛を 0.1 ～ 1 重量 % 添加した。7 ～ 11 重量 % アルミニウム - 銅合金粉末は、粉碎して粒度調整したものをを用いた。第 1 の実施形態と同様、上記の原料粉末を、例えば、図 10 に示す V 型混合器 10 の缶体 11 に投入し、缶体 11 を回転させて均一に混合する。

40

【0102】

例えば、7 ～ 11 重量 % アルミニウム - 銅合金粉末を 90 ～ 97 重量 %、7 ～ 10 重量 % 燐 - 銅合金粉末を 1 ～ 6 重量 % とする合計 100 重量 % (黒鉛部分は含まれない) の合金部分に対し、アルミニウムの含有量が、例えば 8.5 重量 % 以上 10 重量 % 以下、具体的には 9 重量 % 以上 9.5 重量 % 以下となるようにする。

【0103】

例えば、原料粉末は、7 ～ 11 重量 % アルミニウム - 銅合金粉末、好ましくは 8 ～ 10 重量 % アルミニウム - 銅合金粉末を 90 ～ 97 重量部、7 ～ 10 重量 % 燐 - 銅合金粉末を 1 ～ 6 重量部とする合計 100 重量部に対して、黒鉛粉末を 3 ～ 10 重量部、例えば 3 ～ 5 重量部、焼結助剤としてフッ化アルミニウムおよびフッ化カルシウムを合計で 0.05

50

～ 0.2 重量部、成形性を容易にするための潤滑剤としてステアリン酸亜鉛を 0.1 ～ 1 重量部添加したものが使用可能である。

【 0 1 0 4 】

例えば、7 ～ 11 重量 % アルミニウム - 銅合金粉末を 90 ～ 97 重量部、7 ～ 10 重量 % 燐 - 銅合金粉末を 1 ～ 6 重量部とする合計 100 重量部（黒鉛部分は含まれない）の合金部分に対し、アルミニウムの含有量が、例えば 8.5 重量部以上 10 重量部以下、具体的には 9 重量部以上 9.5 重量部以下となるようにする。

【 0 1 0 5 】

[成形工程 S 2]

成形工程 S 2 では、上記の原料粉末を圧粉することにより、焼結軸受 1 の形状をなした圧粉体 1'（図 13 参照）を形成する。本実施形態では、アルミニウム源および銅源となる原料粉末として、銅単体の粉末を添加せずに、アルミニウム - 銅合金粉末を用いたので、銅単体が偏った部分が略なくなり、その部分による腐食の発生が回避される。これにより、耐腐食性が向上する。また、アルミニウム - 銅合金粉末を用いることにより、アルミニウム - 銅合金粉の粒一つ一つの耐腐食性が向上し、燃料ポンプ用焼結軸受全体の耐腐食性が向上する。

【 0 1 0 6 】

本実施形態の製造方法に基づく燃料ポンプ用焼結軸受では、特に厳しい使用環境に対しても耐腐食性を確保することができる。また、第 1 の実施形態の焼結軸受と同様、強度、耐摩耗性などの機械的特性や油膜形成性、保油性を向上させると共に、コンパクト化、低コスト化を図ることができる。

【 0 1 0 7 】

以上の各実施形態の説明では、本発明を、軸受面 1a を真円形状とした真円軸受に適用する場合を例示したが、本発明は真円軸受に限らず、軸受面 1a や軸 52 の外周面にヘリングボーン溝、スパイラル溝等の動圧発生部を設けた流体動圧軸受にも同様に適用することができる。

【 0 1 0 8 】

本実施形態の焼結軸受は、例えば、燃料ポンプの種類等により、潤滑油等の油類が含まれていない燃料ポンプ用焼結軸受、少量の潤滑油が含まれた燃料ポンプ用焼結軸受、潤滑油が十分に含まれた燃料ポンプ用焼結軸受等の各種燃料ポンプ用焼結軸受が使用可能である。

【 0 1 0 9 】

本発明は前述した実施形態に何ら限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲内において、さらに種々の形態で実施し得ることは勿論のことであり、本発明の範囲は、特許請求の範囲によって示され、さらに特許請求の範囲に記載の均等の意味、および範囲内のすべての変更を含む。

【 符号の説明 】

【 0 1 1 0 】

- 1 燃料ポンプ用焼結軸受
- 1' 圧粉体
- 1" 焼結体
- 1a 軸受面
- 1b 外径面
- 1c 端面
- 2 燃料ポンプ用焼結軸受
- 3 アルミニウム銅合金組織
- 4 酸化アルミニウム皮膜
- 5 遊離黒鉛
- 15 メッシュベルト式連続炉
- 20 ダイス

10

20

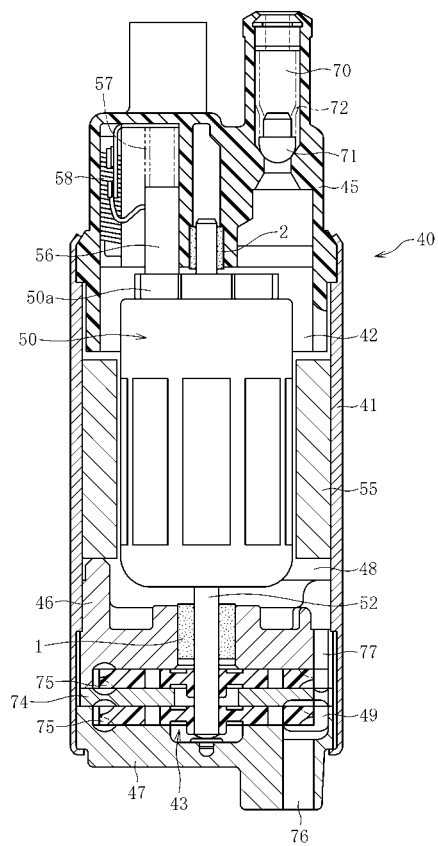
30

40

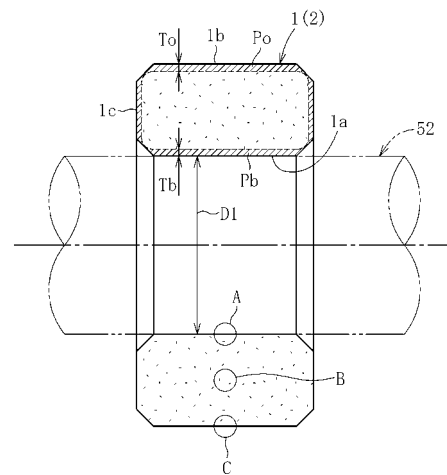
50

2 1	上パンチ
2 2	下パンチ
2 3	コア
4 0	燃料ポンプ
5 2	軸
D 1	軸受面の内径寸法
d b	気孔
d i	気孔
d o	気孔
T i	圧縮層
T o	圧縮層

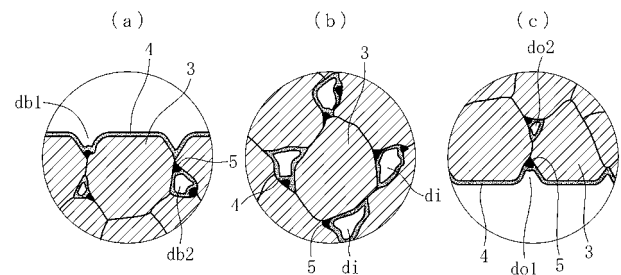
【図 1】



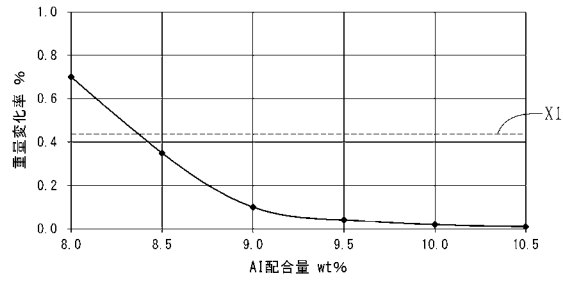
【図 2】



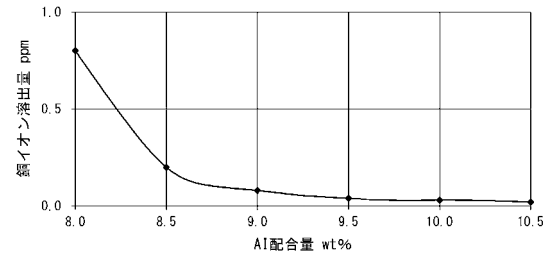
【図 3】



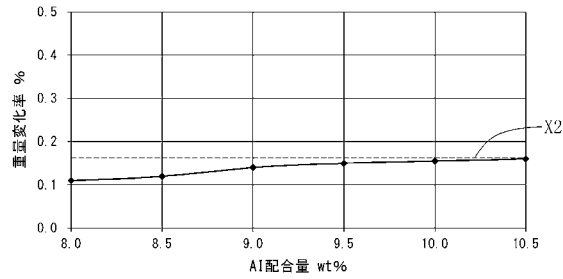
【図 4】



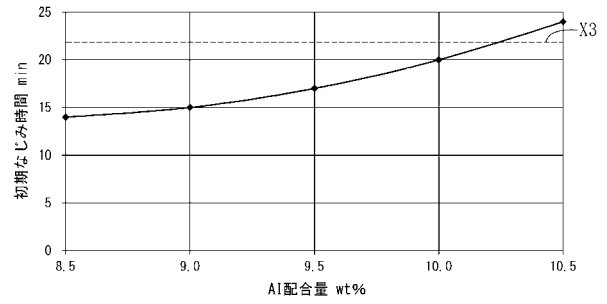
【図 6】



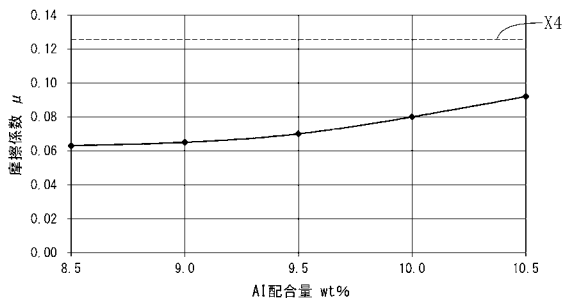
【図 5】



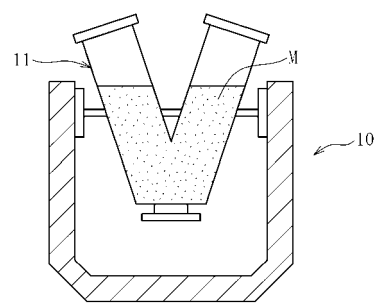
【図 7】



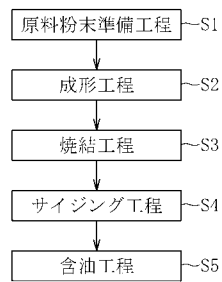
【図 8】



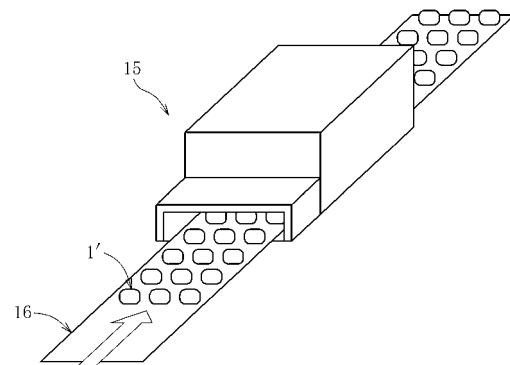
【図 10】



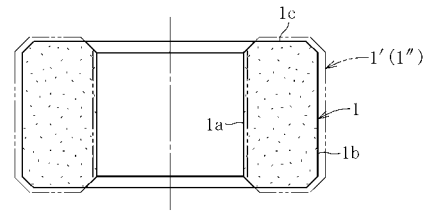
【図 9】



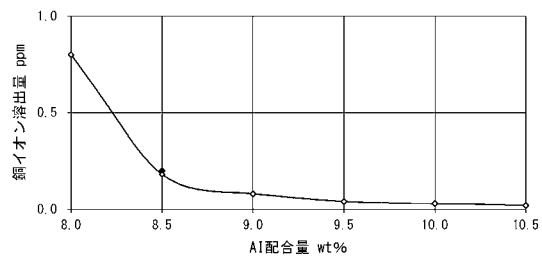
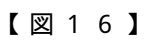
【図 11】



【 図 1 3 】



【 図 1 4 】



【手続補正書】

【提出日】平成29年8月21日(2017.8.21)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

8.5 ~ 10 重量%のアルミニウムおよび0.1 ~ 0.6 重量%の燐を含有し、残部の主成分を銅とし、不可避不純物を含んだモータ式燃料ポンプ用焼結軸受であって、この焼結軸受は、アルミニウム - 銅合金粉末を焼結したアルミニウム - 銅合金組織を有し、かつ前記焼結軸受の表層部の気孔を内部の気孔より小さくし、気孔に潤滑油が含浸されたことを特徴とする燃料ポンプ用焼結軸受。

【請求項 2】

前記潤滑油として、鉱油が使用されたことを特徴とする請求項 1 に記載の燃料ポンプ用焼結軸受。

【請求項 3】

前記潤滑油として、ポリ α オレフィンが使用されたことを特徴とする請求項 1 に記載の燃料ポンプ用焼結軸受。

【請求項 4】

前記潤滑油として、エステルが使用されたことを特徴とする請求項 1 に記載の燃料ポンプ用焼結軸受。

【請求項 5】

前記潤滑油として、液状グリースが使用されたことを特徴とする請求項 1 に記載の燃料ポンプ用焼結軸受。

【請求項 6】

前記アルミニウム - 銅合金の組織は、 α 相を有することを特徴とする請求項 1 ~ 5 のいずれか一項に記載の燃料ポンプ用焼結軸受。

【請求項 7】

前記アルミニウム - 銅合金の組織は、 γ 相と α 相との比 γ 相 / α 相を、 $0 < \gamma$ 相 / α 相 0.10 としたことを特徴とする請求項 1 ~ 6 のいずれか一項に記載の燃料ポンプ用焼結軸受。

【請求項 8】

前記アルミニウム、燐、残部の主成分を銅とする原料粉末および不可避不純物の合計10重量%に対して、3 ~ 10 重量%の黒鉛が添加されていることを特徴とする請求項 1 ~ 7 のいずれか一項に記載の燃料ポンプ用焼結軸受。

【請求項 9】

前記燃料ポンプ用焼結軸受は、焼結助剤としての錫が添加されていないことを特徴とする請求項 1 ~ 8 のいずれか一項に記載の燃料ポンプ用焼結軸受。

【請求項 10】

請求項 1 ~ 9 のいずれか一項に記載の燃料ポンプ用焼結軸受において、アルミニウムの含有量を9 ~ 9.5 重量%としたことを特徴とする燃料ポンプ用焼結軸受。

【請求項 11】

8.5 ~ 10 重量%のアルミニウムおよび0.1 ~ 0.6 重量%の燐を含有し、残部の主成分を銅とし、不可避不純物を含んだ燃料ポンプ用焼結軸受の製造方法であって、この製造方法は、原料粉末としてアルミニウム - 銅合金粉、電解銅粉および燐 - 銅合金粉を用い、少なくとも、原料粉末に焼結助剤が添加された圧粉体を成形する成形工程と、前記圧粉体からアルミニウム - 銅合金組織を有する焼結体を得る焼結工程と、前記焼結体を寸法整形するサイジング工程と、焼結軸受に潤滑油を含浸する工程とを含んでいることを特徴と

する燃料ポンプ用焼結軸受の製造方法。

【請求項 1 2】

前記焼結助剤として、前記アルミニウム - 銅合金粉、電解銅粉および燐 - 銅合金粉からなる原料粉末の合計 1 0 0 重量 % に対して、フッ化アルミニウムおよびフッ化カルシウムが合計で 0 . 0 5 ~ 0 . 2 重量 % 添加されていることを特徴とする請求項 1 1 に記載の燃料ポンプ用焼結軸受の製造方法。

【請求項 1 3】

前記アルミニウム - 銅合金粉の平均粒径 d_1 と電解銅粉の平均粒径 d_2 との比 d_2 / d_1 を 2 ~ 3 としたことを特徴とする請求項 1 1 又は請求項 1 2 に記載の燃料ポンプ用焼結軸受の製造方法。

【請求項 1 4】

8 . 5 ~ 1 0 重量 % のアルミニウムおよび 0 . 1 ~ 0 . 6 重量 % の燐を含有し、残部の主成分を銅とし、不可避不純物を含んだ燃料ポンプ用焼結軸受の製造方法であって、この製造方法は、原料粉末として、銅単体の粉末を添加せず、アルミニウム - 銅合金粉および燐 - 銅合金粉を用い、少なくとも、原料粉末に焼結助剤が添加された圧粉体を成形する成形工程と、前記圧粉体からアルミニウム - 銅合金組織を有する焼結体を得る焼結工程と、前記焼結体を寸法整形するサイジング工程と、焼結軸受に潤滑油を含浸する工程とを含んでいることを特徴とする燃料ポンプ用焼結軸受の製造方法。

【請求項 1 5】

前記原料粉末としてのアルミニウム - 銅合金粉が、7 ~ 1 1 重量 % アルミニウム - 銅合金粉末であることを特徴とする請求項 1 4 に記載の燃料ポンプ用焼結軸受の製造方法。

【請求項 1 6】

前記潤滑油として、鉱油を使用することを特徴とする請求項 1 1 又は請求項 1 4 に記載の燃料ポンプ用焼結軸受の製造方法。

【請求項 1 7】

前記潤滑油として、ポリ α オレフィンを使用することを特徴とする請求項 1 1 又は請求項 1 4 に記載の燃料ポンプ用焼結軸受の製造方法。

【請求項 1 8】

前記潤滑油として、エステルを使用することを特徴とする請求項 1 1 又は請求項 1 4 に記載の燃料ポンプ用焼結軸受の製造方法。

【請求項 1 9】

前記潤滑油として、液状グリースを使用することを特徴とする請求項 1 1 又は請求項 1 4 に記載の燃料ポンプ用焼結軸受の製造方法。

 フロントページの続き

(51)Int.Cl.		F I		テーマコード(参考)
F 1 6 C 33/12	(2006.01)	F 1 6 C	33/12	B
F 1 6 C 33/14	(2006.01)	F 1 6 C	33/14	A

(72)発明者 大橋 勇太

愛知県海部郡蟹江町大字蟹江新田字勝田場 1 0 1 N T Nアドバンストマテリアルズ株式会社内

(72)発明者 瀬戸 智行

三重県桑名市大字東方字尾弓田 3 0 6 6 N T N株式会社内

F ターム(参考) 3J011 AA07 AA20 BA02 CA10 DA01 DA02 KA02 LA01 MA02 MA24
 MA27 PA02 RA03 SB03 SB04 SB05 SB19 SB20 SE02
 4K018 AA04 AB07 AC01 BA02 CA02 CA11 DA31 DA32 FA02 FA42
 KA03