

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3831182号

(P3831182)

(45) 発行日 平成18年10月11日(2006.10.11)

(24) 登録日 平成18年7月21日(2006.7.21)

(51) Int. Cl.			F I		
C 2 2 C	32/00	(2006.01)	C 2 2 C	32/00	B
B 2 2 F	5/00	(2006.01)	B 2 2 F	5/00	S
B 2 2 F	7/08	(2006.01)	B 2 2 F	7/08	E
C 2 2 C	1/05	(2006.01)	C 2 2 C	1/05	Q
C 2 2 C	1/10	(2006.01)	C 2 2 C	1/10	J

請求項の数 7 (全 13 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2000-222183 (P2000-222183)	(73) 特許権者	591001282
(22) 出願日	平成12年7月24日(2000.7.24)		大同メタル工業株式会社
(65) 公開番号	特開2002-38235 (P2002-38235A)		愛知県名古屋市中区栄二丁目3番1号 名
(43) 公開日	平成14年2月6日(2002.2.6)		古屋広小路ビルディング13階
審査請求日	平成14年3月25日(2002.3.25)	(74) 代理人	100071135
			弁理士 佐藤 強
		(72) 発明者	酒井 健至
			愛知県犬山市大字前原字天道新田1-5
			大同メタル工業株式会社 技術研究所内
		(72) 発明者	川上 直久
			愛知県犬山市大字前原字天道新田1-5
			大同メタル工業株式会社 技術研究所内
		(72) 発明者	栗本 覚
			愛知県犬山市大字前原字天道新田1-5
			大同メタル工業株式会社 技術研究所内
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 銅系摺動材料、その製造方法およびすべり軸受

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

焼結により形成された銅系摺動材料において、
硬さの異なるCuまたはCu合金相を2相以上有し、そのうち最軟質相を除く少なくとも1相には平均粒径が0.1~10μmの硬質粒子が銅系摺動材料全体の0.1~10体積%分散し、最軟質相のビッカース硬さをH1、前記硬質粒子を含んだ最硬質相のビッカース硬さをH2としたとき、(H2/H1) 1.2であることを特徴とする銅系摺動材料。

【請求項2】

前記硬質粒子は、金属のホウ化物、珪化物、酸化物、窒化物、炭化物、金属間化合物のうち1種以上からなることを特徴とする請求項1記載の銅系摺動材料。 10

【請求項3】

前記Cu合金相は、Snを15質量%以下、Ni、P、Zn、Al、Co、Mn、Ag、Feのうちから1種以上を総量で40質量%以下、残部が実質的にCuからなることを特徴とする請求項1または2記載の銅系摺動材料。

【請求項4】

請求項1ないし3のいずれかに記載の銅系摺動材料を製造する方法において、2種以上のCu合金粉末、または純Cuと1種以上のCu合金粉末であって、そのうち最軟質の粉末を除く少なくとも1種に硬質粒子を分散した粉末を混合し、その後、焼結することを特徴とする銅系摺動材料の製造方法。

【請求項 5】

最終の焼結工程以降に、200～500 で1～20時間熱処理を行うことを特徴とする請求項4の銅系摺動材料の製造方法。

【請求項 6】

請求項1ないし3のいずれかに記載の銅系摺動材料を裏金上に被着して構成したすべり軸受。

【請求項 7】

銅系摺動材料の表面に金属および/または樹脂からなるオーバーレイ層を設けたことを特徴とする請求項6記載のすべり軸受。

【発明の詳細な説明】

10

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、耐疲労性、非焼付性の向上を図った銅系摺動材料、その製造方法およびすべり軸受に関する。

【0002】

【発明が解決しようとする課題】

銅系摺動材料としてケルメットを用いた軸受がある。ケルメット軸受は、銅鉛系焼結合金を鋼製の裏金上に被着し、更に銅鉛系焼結合金の表面にオーバーレイ層を設けて自動車用エンジンなどのすべり軸受として用いられる。このケルメット軸受では、オーバーレイ層が摩耗しても、下地である銅鉛系焼結合金中のPbが摺動面に供給されるので、良好なる非焼付性を呈する。

20

【0003】

このようにケルメット軸受に代表される従来の銅系摺動材料では、Pbを含有(約20質量%)することによって非焼付性を向上させるようにしている。しかし、Pbは環境に悪影響を及ぼすため、できるだけ含有量を少なくし、或いは使用しないようにすることが好ましい。

【0004】

また、最近の自動車用エンジンは高回転、高出力化の傾向にあり、軸受の温度や面圧が高くなる傾向にある。

【0005】

30

しかしながら、従来のケルメット軸受は軟質で低融点であるPbが約20質量%と多いため、強度が低く、特に高温、高面圧下では耐疲労性に問題がある。

【0006】

そこで、本出願人は、Pbを使用しなくとも高い非焼付性を得ることができ、また高温、高面圧下でも良好なる耐疲労性を得ることができる銅系摺動材料として、先に、軟質なCu合金相と硬質なCu合金相とからなる銅系摺動材料を出願(特願2000-51323号)した。

【0007】

ところで、ピストンピンブシュ、ピストンボスブシュなどでは、境界潤滑に近い条件で摺動するため、高い耐疲労性、非焼付性および耐摩耗性が要求される。これらピストンピンブシュやピストンボスブシュのような境界潤滑に近い条件で用いるには、上記の硬軟2相からなる銅系摺動材料は、耐摩耗性の点で不十分である。

40

【0008】

耐摩耗性を向上させるには、本出願人が特願平11-258802号において提案したように、硬質粒子を添加すると効果がある。

【0009】

しかし、この特願平11-258802号の発明では、Biを使用しているため、耐荷重性に劣る。また、硬質粒子の粒径が大きいと、1個の硬質粒子に作用する荷重が大となってマトリクスとの境界に発生する剪断力が大きくなり、そこを起点として疲労が始まり易くなって耐疲労性に悪影響を及ぼす。その上、粒径の大きな硬質粒子は脱落し易く、脱落

50

した場合、硬質粒子の存在によって流出が防止されていたBiが摺動面に運び去られ易くなり、Biによる埋収性がなくなるため、軸受および相手材を傷付けるという問題があり、アブレッシブ摩耗による耐摩耗性の低下、非焼付性の低下をもたらす、という未解決の問題を含むものであった。

【0010】

本発明は上記の事情に鑑みてなされたもので、その目的は、Pbを使用しなくとも高い非焼付性を得ることができ、しかも、高温、高面圧下においても良好なる耐疲労性を呈する上、境界潤滑に近い条件下で使用しても、良好なる耐摩耗性を得ることができる銅系摺動材料、その製造方法およびすべり軸受を提供することにある。

【0011】**【課題を解決するための手段】**

本発明者は銅系摺動材料において、軟質相と硬質相とが混在する組織にすると、非焼付性および耐疲労性が向上することを見出した。

即ち、軟質相と硬質相とが混在する摺動材料の表面では、荷重を受けて、或いは摺動摩耗によって硬質相が凸、軟質相が凹の状態となる。そして、この凹部分に潤滑油が保持されるので、非焼付性が向上する。この場合、発明者は、軟質相のビッカース硬さをH1、硬質相のビッカース硬さをH2としたとき、 $(H2/H1) > 1.2$ を条件に、軟質相と硬質相とに潤滑油溜めとして機能し得る凹凸関係が生ずることを併せて究明した。

【0012】

また、摺動材料の表面部分に軟質相と硬質相とが混在することにより、軟質相がなじみ性を受け持ち、硬質相が荷重を受け持つ。通常、硬質相で受け持った荷重は、硬質相と軟質相との境界に剪断力として作用するが、硬質相と軟質相とがCuまたはCu合金により構成されていると、濡れ性が良く、両相の明確な境界がなくなるため、硬質相で受けた荷重が硬質相と軟質相の間の領域に分散されるようになり、耐疲労性が向上する。

【0013】

以上のようなことから、請求項1記載の銅系摺動材料によれば、CuまたはCu合金からなる軟質相および硬質相が混在した組織となっており、且つ硬質相のビッカース硬さが軟質相のその1.2倍以上となっているので、Pbを含有しなくとも優れた非焼付性を得ることができる。また、なじみ性が良く、耐疲労性に優れたものとなる。

【0014】

しかも、凸となって相手材の荷重を受け持つ硬質相には硬質粒子が含まれている。硬質粒子は一般に耐摩耗性を向上させると共に、相手軸を平滑にし、凝着した軸受合金成分を削り取る作用があるため、非焼付性を向上させる。また、硬質相で受けた荷重は微視的に見ると、当該硬質相中の硬質粒子が受け持つ。硬質粒子は $0.1 \sim 10 \mu\text{m}$ の小さなものであるから、含有量が同じ場合、その数が多く、硬質粒子1個1個に作用する荷重は小さい。従って、硬質粒子とマトリックスとの間に作用する剪断力が小さく、その割に硬質粒子の表面積が大きいから剥離し難く、耐疲労性が向上する。硬質粒子の含有量が0.1体積%未満では非焼付性、耐摩耗性、耐疲労性の向上に効果がなく、10体積%を超えると、逆に相手材へのアタック性が増し、非焼付性を低下させる。

【0015】

硬質粒子としては、請求項2記載の発明に示すように、金属のホウ化物、珪化物、酸化物、窒化物、炭化物、金属間化合物のうちから1種以上を選択することができる。

請求項3記載の発明では、Cu合金相の成分を、Snを15質量%以下、Ni、P、Zn、Al、Co、Mn、Ag、Feのうちから1種または2種以上を総量で40質量%以下を含み、残部が実質的にCuとした。その理由を次に述べる。

【0016】**(a) Snを15質量%以下**

Snはマトリックスを強化させ、耐疲労性を向上させる。また、添加することにより、Cu合金の焼付性を向上させる。添加量が15質量%を越えるとCu-Sn系金属間化合物が多く生成されて脆くなる。

10

20

30

40

50

(b) Ni、P、Zn、Al、Co、Mn、Ag、Feのうちから1種または2種以上を総量で40質量%以下

これらの元素はマトリックスを強化させ、耐疲労性を向上させる。また、特にMn、Co、Ni、Feについては、800～920の焼結温度で原子の移動が起き難い元素であるため、基本的に硬質なCu合金相に存在し、軟質なCu合金相との硬度差を付ける場合に有利に作用する。総量で40質量%を越えると銅系焼結合金全体の硬さが硬くなりすぎ、軸受材料として好ましくない。

【0017】

ところで、硬質のCu合金相と軟質のCu合金相との硬度の差を明確に付けるようにしないと、ピッカーズ硬さで硬質のCu合金相の硬さが軟質のCu合金相のそれの1.2倍以上とならない。そのためには、硬質のCu合金相を硬くするための元素(強化元素)が軟質相側に拡散しないようにすることが望ましい。しかしながら、強化元素が全く軟質相側に拡散しないとすると、硬質のCu合金相と軟質のCu合金相との境界が明確となつてしまい、耐疲労性の点で好ましくない。

10

【0018】

このことに関し、請求項4記載の発明では、2種以上のCu合金粉末、または純Cuと1種以上のCu合金粉末を混合した後、焼結するようにしたので、少なくとも1種の粉末を、硬度を高めるための元素(Ni、P、Zn、Al、Co、Mn、Ag、Fe)を含んだ粉末としておくことにより、軟質相と硬質相とを容易に形成でき、しかも、両者に所定の硬度差を持たせることが容易にできる。その上、硬質相と軟質相とは共に純CuまたはCu合金で濡れ性が良いから、硬質相側に含まれた強化元素が一部軟質相側に拡散し両者の境界を不明確にする。

20

【0019】

請求項5記載の発明によれば、最終の焼結工程以降に、200～500で1～20時間熱処理を行うことから、例えばCu-Sn-Ni合金では時効硬化によって更に硬さが増すが、Cu-Sn合金は時効硬化を起こさないので、軟質のCu合金相と硬質のCu合金相との硬度差を容易に持たせることができる。また、硬質なCu合金相が時効硬化しない成分であっても各合金相の加工硬化後の軟化温度が成分によって異なるため、最終のロール圧延以降に熱処理を行うことにより軟質なCu合金相のみ軟化させることも、軟質なCu合金相と硬質なCu合金相の成分の組み合わせでは可能であり、硬度差を更に広げることが

30

【0020】

請求項6の発明によれば、上記の銅系摺動材料を裏金上に被着して軸受を構成したので、高回転、高出力の自動車用エンジンのすべり軸受として使用することができる。

請求項7の発明によれば、銅系摺動材料の表面に金属および/または樹脂からなるオーバーレイ層を設けたので、初期なじみ性、異物理収性、非焼付性に優れたすべり軸受とすることができる。

【0021】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の一実施例を自動車用エンジンの軸受に適用して図面を参照しながら説明する。

40

図5に示す軸受1は半割軸受と称されるもので、2個1組にして自動車用エンジンなどのすべり軸受として使用される。この軸受1は例えば薄肉の鋼板により形成された裏金2上にCuメッキ層からなる接着層3を介して本発明に係る銅系摺動材料(軸受合金)4を被着し、更にその銅系摺動材料4の表面に軟質金属や樹脂などのオーバーレイ層5を設けてなる。

【0022】

上記銅系摺動材料4の組織を見ると、図1に示すように、2相以上のCu合金相、同図では2相のCu合金相6,7が混在した状態になっている。それらCu合金相6,7は硬さが異なり、硬質側のCu合金相6には、図4に示すように、金属のホウ化物、ケイ化物、

50

酸化物、窒化物、炭化物、金属間化合物からなる硬質粒子8が分散されている。そして、硬質側のCu合金相(以下、硬質相)6のビッカース硬さをH1とし、軟質側のCu合金相(以下、軟質相)7のビッカース硬さをH2としたとき、 $H2/H1 = 1.2$ になっている。

【0023】

次に銅系摺動材料4が2相以上のCu合金相を持つ半割軸受1の製法について述べる。まず、2種以上のCu合金の粉末を混合、或いは純Cuの粉末と一種以上のCu合金の粉末を混合する。2種以上のCu合金の粉末を混合する場合には、Sn15質量%以下、残部Cuの成分のCu合金粉末、或いはSn15質量%以下、強化元素であるNi、P、Zn、Al、Co、Mn、Ag、Feの群から少なくとも1種の元素を総量で40質量%以下、残部CuのCu合金粉末を用い、最軟質のCu合金粉末を除く少なくとも1種のCu合金粉末には、粒径が0.1~10 μ mの硬質粒子を0.1~10体積%分散して含むものとする。

【0024】

また、純Cuの粉末と1種以上のCu合金の粉末を混合する場合には、そのCu合金粉末はSn15質量%以下、残部Cuの成分のCu合金粉末、或いはSn15質量%以下、強化元素であるNi、P、Zn、Al、Co、Mn、Ag、Feの群から少なくとも1種の元素を総量で40質量%以下、残部CuのCu合金粉末を用い、そのうち少なくとも1種のCu合金粉末には、粒径0.1~10 μ mの硬質粒子を0.1~10体積%分散して含むものとする。

なお、以上のCu合金粉末のうち、硬質粒子を含むCu合金はメカニカルアロイング法、粉砕法にて作成した粉末を使用した。また、以上のCu合金、純Cuの各粉末は平均粒径で250 μ m以下であることが好ましい。

【0025】

そして、上記の混合粉末を、表面に純Cu粉末やCu合金粉末との接着性を高めるためにCuメッキ(接着層3)が施された鋼板(裏金2)上に均一に散布し、還元雰囲気中で800~920の温度で約15分間焼結し、その後、ロール圧延する。このロール圧延後に、再度上記したと同一条件で焼結し、その後、ロール圧延する。これにより、鋼板上に銅系摺動材料4を被着したバイメタルが製造される。

【0026】

ここで、純Cuの粉末とCu合金(例えばCu-Sn-Ni)の粉末とを焼結した場合には、Cu合金粉末中に含まれるSnが純Cu粉末に拡散してCu-Sn合金を形成するので、Snは銅系摺動材料4の全体にほぼ均一に含まれるようになる。これに対し、Ni、P、Zn、Al、Co、Mn、Ag、Feなどの強化元素、特にNi、Co、Mn、Feは800~920の焼結温度では原子の移動が起き難いため、それらの強化元素は、他の粉末中へほとんど拡散せずにCu合金中にそのまま残る。

【0027】

上記のようにしてバイメタルを製造した後、そのバイメタルを所定幅、所定長さに切断して半円状に曲げ加工し、そして摺動材料4の表面を機械加工により仕上げ、その後、オーバーレイ層5を被着する。また、更に軟質なCu合金相と硬質なCu合金相との硬度差を大きくしたい場合、最終の焼結工程以降、オーバーレイ層5を被着するまでの間に、200~500で1~20時間の熱処理を行っても良い。

【0028】

以上により図5に示す半割軸受1が形成される。この軸受1は2個突き合わされて円筒状に構成され、自動車用エンジンのクランク軸を受ける主軸受、コネクティングロッド軸受などに用いられる。

【0029】

さて、本発明者は、次の表1に示す組成の粉末を混合して上記のようにして製造した実施例品と比較例品とについて、硬質Cu合金相と軟質Cu合金相とのビッカース硬さ試験、焼付試験、疲労試験および摩耗試験を行い、ビッカース硬さ試験の結果は表1に示し、焼

10

20

30

40

50

付試験、疲労試験および摩耗試験はそれぞれ図6、図7および図8に示した。

【0030】

ここで、表1において、A粉末、B粉末として示したものは、焼結のために混合する金属粉末である。元素記号の前の数字は含有量(質量%)を示す。また、実施例品1~7、9、比較例品2,4,5のA粉末はメカニカルアロイング法によって作成したもの、実施例品8のA粉末は粉碎法にて作成したものである。更に、実施例品1~4、6、7、9、比較例品2、4、6は平均粒径 $1.5\mu\text{m}$ のWC、比較例品5は平均粒径 $15\mu\text{m}$ のWC、実施例品5は平均粒径 $2\mu\text{m}$ の Mo_2C 、実施例品8は平均粒径 $5\mu\text{m}$ のNi-Bを使用している。

そして、ピッカース硬さ試験はマイクロピッカース硬さ試験機を用い、断面で測定した。10
なお、元素の前の数字は含有量(質量%)を示す。

【0031】

また、焼付試験は、モータによって駆動される回転軸を図4と同様の軸受(ただし、銅系摺動材料4の特性をより顕著に確認するため、オーバーレイ層5はない)により支持し、そして最初60分間のなじみ運転を行い、その後、潤滑油を絞って軸受面圧を 5MPa ずつ高めて行き、各軸受面圧毎に10分間運転し、軸受の背面温度が 220°C を越えるか、または回転軸を駆動するモータの駆動電流が異常値を示した時の軸受面圧より1段低い軸受面圧を焼付かない最高面圧とした。焼付試験の他の試験条件は表2に示した。

【0032】

疲労試験は、銅系摺動材料4だけの小片を用い、その小片に試験荷重を加えて行う。試験20
荷重は 50MPa から 10MPa ずつ増加され、各試験荷重毎にその試験荷重を5万回ずつ正弦波状に加え、クラックを生じた時の試験荷重を疲労破断荷重とする内容のものである。

【0033】

【表1】

No	A 粉末成分 (重量%)	B 粉末成分 (重量%)	混合割合 (重量%)		ビッカース硬さ		
			A 粉末	B 粉末	H2	H1	H2/H1
1	Cu-6Sn-2vol%WC	純Cu	50	50	162	97	1.7
2	Cu-6Sn-10Ni-25vol%WC	純Cu	30	70	642	88	7.3
3	Cu-6Sn-10Ni-25vol%WC	Cu-2Sn	10	90	618	100	6.2
4	Cu-6Sn-10Ni-25vol%WC	Cu-6Sn	20	80	642	127	4.9
5	Cu-6Sn-25vol%Mo2C	純Cu	20	80	539	93	5.8
6	Cu-6Sn-10Ni-10vol%WC	Cu-2Sn	50	50	315	113	2.8
7	Cu-6Sn-10Ni-10vol%WC	Cu-6Sn-10Ni	70	30	331	150	2.2
8	Cu-15Ni-1.5B	Cu-6Sn	50	50	305	105	2.9
9	Cu-6Sn-10Ni-10vol%WC	Cu-2Sn	50	50	430	120	3.6
1	Cu-6Sn-10Ni	Cu-2Sn	50	50	158	110	1.4
2	Cu-6Sn-2vol%WC	Cu-6Sn-10Ni	70	30	159	152	1.0
3	Cu-3.5Sn-23Pb	-	100	-	87	-	-
4	Cu-6Sn-10Ni-25vol%WC	Cu-2Sn	50	50	577	105	5.5
5	Cu-6Sn-10Ni-10vol%WC	Cu-2Sn	50	50	320	108	3.0
6	Cu-6Sn-10Ni	WC	88	12	157	-	-

実測値

比較値

【0034】

【表2】

項目	条件
軸 径	φ53mm
軸受幅	13mm
周 速	10m/秒
潤滑油	SAE #20
給油量	12.5ml/分
軸材質	S55C 焼入品
軸粗さ	Rmax 1.0μm以下

10

20

【0035】

上記の試験結果を分析する。

比較例品3はPbを23質量%と多量に含有しており、従来のケルメット軸受に相当する。この比較例品3と実施例品1～9とを対比してみると、実施例品1～9は、非焼付性では比較例品3よりやや高い程度であるが、耐疲労性および耐摩耗性においては各段に優れている。実施例品1～9はPbを含んでいないため、疲労強度に優れ、高回転、高出力の自動車用エンジンに使用しても、非焼付性が維持され、耐疲労性は向上する。

【0036】

そして、実施例品1～9がPbを含まなくともケルメット軸受と同等或いはそれよりやや高い良好なる非焼付性を示すと共に、耐疲労性および耐摩耗性において各段に優れた特性を示す理由は次のようなものと考えられる。

まず、非焼付性について述べると、実施例品1～9の組織を見ると、前述したように硬質Cu合金相6と軟質Cu合金相7とが混在した状態となっている。このように硬質Cu合金相6と軟質Cu合金相7とが混在していると、図2の模式図に示すように、荷重を受けて、或いは相手軸9との摺動摩耗によって軟質Cu合金相7が凹んだ状態になり、その凹部分に潤滑油が保持されるようになるので、非焼付性が向上するものと思われる。

【0037】

例えば、実施例品1と比較例品2では、実施例品1の方が非焼付性において各段に優れている。両者のA粉末の成分は同じであるが、実施例品1はB粉末を純Cuとしているのに対し、比較例品2のB粉末は強化元素のNiを含むCu合金粉末としている。このため、実施例品1では硬質Cu合金相6と軟質Cu合金相7とが混在した状態となって硬さが不均一な状態となるが、比較例品2は硬さの差があまり大きくない。そして、硬さが不均一な状態となる実施例品1では軟質なCu合金相7が凹んで潤滑油を保持するが、硬さがほぼ均一である比較例品2では凹みができず、潤滑油保持機能を待たないので、非焼付性に劣るものである。

30

40

【0038】

軟質Cu合金相7が凹んで潤滑油の保持効果を持つようになるための硬質Cu合金相6と軟質Cu合金相7との硬度差については、軟質Cu合金相7のビッカース硬さをH1、硬

50

質Cu合金相6のビッカース硬さをH2とした場合、 $(H2/H1)$ 1.2のときであることが確かめられている。比較例品2はA粉末とB粉末との硬度比 $(H2/H1)$ が1.0である。このため、比較例品2では、軟質Cu合金相7における凹み度合いが小さく、潤滑油保持性が低いので、非焼付性に劣る。

【0039】

次に、実施例品1~7が耐疲労性において各段に優れた特性を示す理由について考察する。一般に、摺動材料の表面部分に硬質相と軟質相とが混在する場合、軟質相がなじみ性を受け持ち、硬質相が荷重を受け持つ。そして、硬質相で受け持った荷重は図3(b-3)に示すように、硬質相Hと軟質相Sとの境界に剪断力Fとして作用し、その剪断力Fが繰り返し作用する両相の境界が疲労の起点となってき裂を生ずるようになる。

10

【0040】

この場合、図3(b-2)に示すように、硬さが硬質相Hと軟質相Sとの境界で急激に変化すると、硬質相Hと軟質相Sとの境界が明確に現れ、そこに剪断力Fが集中して早期に疲労する。しかしながら、実施例品1~9は硬質相6と軟質相7とが共にCu合金により構成されているため、硬質Cu合金相6と軟質Cu合金相7の濡れ性が良好で、また硬質Cu合金相6中のNiやFeなどの強化元素が軟質Cu合金相7に若干ではあるが拡散して両Cu合金相6および7の境界部分では、強化元素の含有量が硬質Cu合金相6側から軟質Cu合金相7に向かって徐々に減少するようになる。その結果、硬質Cu合金相6側と軟質Cu合金相7との境界部分では、硬度が急激ではなく、図3(a-2)に示すように徐々に変化するようになって両相の明確な境界がなくなる。このため、硬質Cu合金相6で受けた荷重が図3(a-1)にEで示す領域に分散されるようになり、耐疲労性が向上する。

20

【0041】

しかも、硬質相Hには、硬質粒子が含まれている。硬質粒子は耐摩耗性の向上に寄与する。このため、本発明の銅系摺動材料4は、ピストンブシュ、ピストンボスブシュなど、境界潤滑に近い条件で摺動するものに使用できる。

【0042】

そして、上記のように硬質相Hで受けた荷重は、その硬質相Hにおいて微視的に見ると、硬質部分である硬質粒子が受ける。硬質粒子は平均粒径 $0.1 \sim 10 \mu\text{m}$ と小さく、従って含有量が同じ場合、その数が多いから、硬質粒子1個の負担荷重は小さく、その割に硬質粒子の表面積が大きいから、剥離し難く、耐疲労性が向上する。

30

【0043】

しかし、硬質粒子の含有量が10容量%を越えると、非焼付性が低下する。例えば、実施例3と比較例4とはA粒子とB粒子の成分は同じであるが、比較例4では硬質粒子(WC)の含有量が25容量%と多いため、耐疲労性は高いが、非焼付性は低下している。これは、硬質粒子が多いと、相手材へのアタック性が強くなるからである。

【0044】

また、硬質粒子の平均粒径が $10 \mu\text{m}$ を超えると、耐疲労性が低下する。実施例6と比較例5とは、A成分とB成分の混合割合は同じであるが、使用している硬質粒子の粒径が異なり、比較例5は平均粒径が $10 \mu\text{m}$ を超えている。このため、比較例5は、耐疲労性に劣り、また、相手材へのアタック性が強くなるので、非焼付性が低下し、耐摩耗性も低下する。

40

【0045】

ところで、上述したように硬質Cu合金相6と軟質Cu合金相7との硬度差がないと、非焼付性は向上しない。強化元素のうちでも、特に、Mn、Co、Ni、Feは $800 \sim 920$ の焼結温度で原子の移動が起き難いので、硬質Cu合金相6と軟質Cu合金相7との硬度差を付ける場合に有利に作用する。つまり、強化元素でも、原子の移動が起き易い元素は焼結時に硬質Cu合金相中から軟質Cu合金相中に拡散し、そのために硬質Cu合金相の硬さが低下すると共に、軟質Cu合金相の硬さが高くなって両相間の硬度差が小さくなる。原子の移動が起き難いMn、Co、Ni、Feは焼結時に軟質Cu合金相への移動が

50

少なく、硬質Cu合金相の硬さを維持して硬質Cu合金相6と軟質Cu合金相7との硬度比を1.2以上に保持する効果がある。

【0046】

実施例品6と実施例品9との比較により理解されるように、非焼付性および耐疲労性は、硬質Cu合金相6と軟質Cu合金相7との硬度差が大きくなると、更に向上する。両相6および7の硬度差を更に大きくするには、最終の焼結工程以降に熱処理することが好ましい。実施例品6と実施例品9は、A粉末(Cu-6Sn-10Ni WC10容量%)とB粉末(Cu-2Sn)の成分および混合割合は同じであるが、実施例品9が最終のロール圧延後に熱処理(350、7時間)を行っているところで相違する。

【0047】

Cu-Sn-Niは時効硬化性を有するが、Cu-Snは時効硬化性がないので、熱処理を行った実施例品9は硬質Cu合金相6であるCu-Sn-Niが時効硬化して硬度を上げるため、軟質Cu合金相7との硬度差が大きくなる。この結果、実施例品9では硬質Cu合金相6と軟質Cu合金相7との硬度比が3.6と高くなっているが、実施例品6のそれは2.8と低い。そして、硬質Cu合金相6と軟質Cu合金相7との硬度比が大きい実施例品9は、実施例品6に比べて非焼付性は同等であるが、耐疲労性については良い結果となっている。

【0048】

なお、本発明は上記し且つ図面に示す実施例に限定されるものではなく、例えば摺動材料は自動車用エンジンに使用するものに限られない等、その要旨を逸脱しない範囲で種々変更することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例を示す摺動材料の組織を示す模式図

【図2】潤滑油保持作用を説明するための図1相当図

【図3】耐疲労性の向上作用を説明するための図で、(a-1)は硬質Cu合金相と軟質Cu合金相を示す模式図、(a-2)は(a-1)中のア-ア線に沿う硬さの変化を示す図、(b-1)は硬質相と軟質相を示す模式図、(b-2)は(b-1)中のイ-イ線に沿う硬さの変化を示す図、(b-3)は硬質相と軟質相の境界に作用する剪断力を示す図

【図4】硬質Cu合金相の組織を示す模式図

【図5】半割軸受の断面図

【図6】焼付試験の結果を示すグラフ

【図7】疲労試験の結果を示すグラフ

【図8】摩耗試験の結果を示すグラフ

【符号の説明】

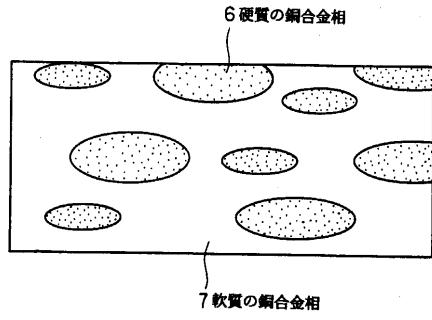
1は半割軸受、2は裏金、3は接着層、4は銅系摺動材料、5はオーバーレイ層、6は硬質Cu合金相、7は軟質Cu合金相、8は硬質粒子である。

10

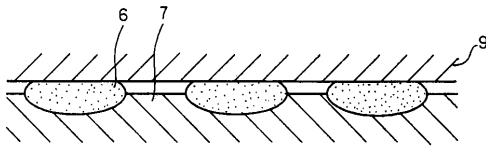
20

30

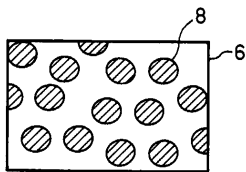
【 図 1 】



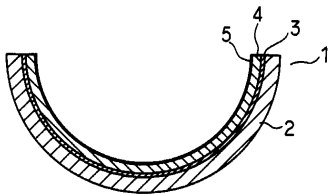
【 図 2 】



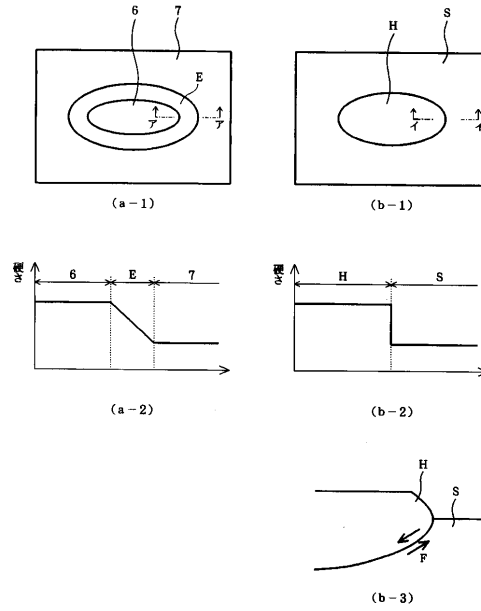
【 図 4 】



【 図 5 】



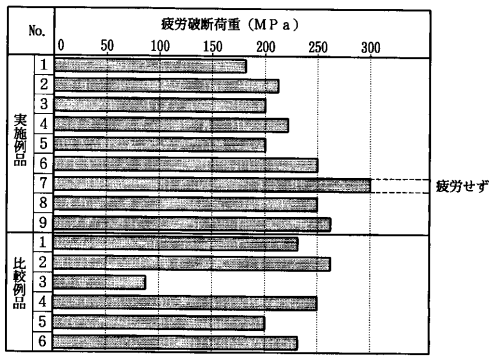
【 図 3 】



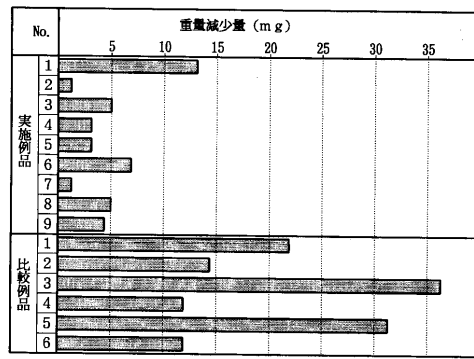
【 図 6 】

No.	焼付かない最高面圧 (MPa)									
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	
実施例品	1	[Bar chart showing values around 75-80 MPa]								
	2	[Bar chart showing values around 85-90 MPa]								
	3	[Bar chart showing values around 80-85 MPa]								
	4	[Bar chart showing values around 85-90 MPa]								
	5	[Bar chart showing values around 80-85 MPa]								
	6	[Bar chart showing values around 85-90 MPa]								
	7	[Bar chart showing values around 75-80 MPa]								
	8	[Bar chart showing values around 80-85 MPa]								
	9	[Bar chart showing values around 85-90 MPa]								
比較例品	1	[Bar chart showing values around 75-80 MPa]								
	2	[Bar chart showing values around 40-50 MPa]								
	3	[Bar chart showing values around 60-70 MPa]								
	4	[Bar chart showing values around 40-50 MPa]								
	5	[Bar chart showing values around 50-60 MPa]								
	6	[Bar chart showing values around 70-80 MPa]								

【 図 7 】



【 図 8 】



フロントページの続き

(51) Int.Cl.			F I		
C 2 2 C	9/02	(2006.01)	C 2 2 C	9/02	
C 2 2 C	9/06	(2006.01)	C 2 2 C	9/06	
F 1 6 C	33/12	(2006.01)	F 1 6 C	33/12	B
F 1 6 C	33/20	(2006.01)	F 1 6 C	33/12	Z
			F 1 6 C	33/20	Z

(72)発明者 因幡 隆
愛知県犬山市大字前原字天道新田 1 - 5 大同メタル工業株式会社 技術研究所内

(72)発明者 山本 康一
愛知県犬山市大字前原字天道新田 1 - 5 大同メタル工業株式会社 技術研究所内

(72)発明者 柴山 隆之
愛知県犬山市大字前原字天道新田 1 - 5 大同メタル工業株式会社 技術研究所内

審査官 米田 健志

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B名)
C22C 29/00 ~ 29/18、32/00