

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5154409号  
(P5154409)

(45) 発行日 平成25年2月27日(2013.2.27)

(24) 登録日 平成24年12月14日(2012.12.14)

(51) Int.Cl.		F I	
<b>C 2 2 C</b>	<b>9/06</b>	<b>(2006.01)</b>	C 2 2 C 9/06
<b>F 1 6 C</b>	<b>33/12</b>	<b>(2006.01)</b>	F 1 6 C 33/12 A
<b>F 1 6 C</b>	<b>33/14</b>	<b>(2006.01)</b>	F 1 6 C 33/14 Z
<b>C 2 2 C</b>	<b>21/00</b>	<b>(2006.01)</b>	C 2 2 C 21/00 B
<b>C 2 2 F</b>	<b>1/08</b>	<b>(2006.01)</b>	C 2 2 C 21/00 E

請求項の数 17 (全 8 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2008-510510 (P2008-510510)	(73) 特許権者	501014452
(86) (22) 出願日	平成18年5月13日 (2006.5.13)		フエデラルーモーグル・ウイースバーデン
(65) 公表番号	特表2008-540838 (P2008-540838A)		・ゲゼルシャフト・ミト・ベシユレンクテル・ハフツング
(43) 公表日	平成20年11月20日 (2008.11.20)		ドイツ連邦共和国、65201ウイースバーデン、シュティールストラッセ、11
(86) 国際出願番号	PCT/EP2006/004515	(74) 代理人	100069556
(87) 国際公開番号	W02006/120022		弁理士 江崎 光史
(87) 国際公開日	平成18年11月16日 (2006.11.16)	(74) 代理人	100111486
審査請求日	平成21年4月8日 (2009.4.8)		弁理士 鍛冶澤 實
(31) 優先権主張番号	102005023307.4	(72) 発明者	ヴィルヘルム・マイク
(32) 優先日	平成17年5月13日 (2005.5.13)		ドイツ連邦共和国、55270 オーバー-オルム、ウルメンリング、19
(33) 優先権主張国	ドイツ (DE)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 滑り軸受け複合材料、使用及び製造法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

0.5 ~ 5 重量%のニッケル、0.2 ~ 2.5 重量%のケイ素、0.1 重量%の鉛及び残部の銅からなる銅合金を含んでなりかつ鋼製母材を持たない鑄造されたキャリア層、及び PVD 法によって前記キャリア層の上に直接施工された滑り層を有する滑り軸受け複合材料。

【請求項 2】

銅合金が 0.05 ~ 2 重量%の割合でマンガンを含むことを特徴とする、請求項 1 の滑り軸受け複合材料。

【請求項 3】

ケイ素に対するニッケルの重量比が 2.5 ~ 5 であることを特徴とする、請求項 1 または 2 の滑り軸受け複合材料。

【請求項 4】

キャリア層が 0.05 ~ 0.4 重量%の割合で微量添加元素を含むことを特徴とする、請求項 1 ~ 3 のいずれか一つの滑り軸受け複合材料。

【請求項 5】

微量添加元素が、クロム、チタン、ジルコニウム、及び/またはマンガンであることを特徴とする、請求項 4 の滑り軸受け複合材料。

【請求項 6】

滑り層がスパッタリングにより施工されることを特徴とする、請求項 1 ~ 5 のいずれか一

つの滑り軸受け複合材料。

【請求項 7】

スパッタ層が、アルミニウム - スズ合金、アルミニウム - スズ - ケイ素合金、アルミニウム - スズ - 銅合金、アルミニウム - スズ - ケイ素 - 銅合金またはアルミニウム - スズ - ニッケル - マンガン合金からなることを特徴とする、請求項 6 の滑り軸受け複合材料。

【請求項 8】

前記合金において、スズの割合が 8 ~ 40 重量%であり、銅の割合が 0.5 ~ 4.0 重量%であり、ケイ素の割合が 0.02 ~ 5.0 重量%であり、ニッケルの割合が 0.02 ~ 2.0 重量%であり、そしてマンガンの割合が 0.02 ~ 2.5 重量%であることを特徴とする、請求項 7 の滑り軸受け複合材料。

10

【請求項 9】

滑り層の上に初期なじみ層が設けられることを特徴とする、請求項 1 ~ 8 のいずれか一つの滑り軸受け複合材料。

【請求項 10】

初期なじみ層が、スズ層、鉛層、銅層もしくはインジウム層または樹脂層として形成されることを特徴とする、請求項 9 の滑り軸受け複合材料。

【請求項 11】

キャリア層の厚さが 1.2 ~ 4 mm であることを特徴とする、請求項 1 ~ 10 のいずれか一つの滑り軸受け複合材料。

【請求項 12】

滑り層の厚さが 4 ~ 30 μm であることを特徴とする、請求項 1 ~ 11 のいずれか一つの滑り軸受け複合材料。

20

【請求項 13】

初期なじみ層の厚さが 0.2 ~ 12 μm であることを特徴とする、請求項 9 ~ 12 のいずれか一つの滑り軸受け複合材料。

【請求項 14】

滑り軸受けシエルのための、請求項 1 の滑り軸受け複合材料の使用。

【請求項 15】

滑り軸受け要素、特に滑り軸受けシエルの製造方法であって、次の工程、すなわち

- 請求項 1 に記載の銅合金からの帯状材料の連続鋳造工程、
- 次の段階を含む帯状材料の熱機械的処理工程：
  - 500 を超える温度で少なくとも 3 時間の、前記帯状材料の少なくとも一回の第一の焼き鈍し工程、
  - 少なくとも 20% の変形度で行われる、前記帯状材料の少なくとも一回の第一の圧延工程、
  - 500 を超える温度での少なくとも一回の第二の焼き鈍し工程、及び
  - 30% を超える変形度で行われる、前記帯状材料の少なくとも一回の第二の圧延工程

30

- 前記帯状材料からシートの切り離し工程、

- 滑り軸受け要素への前記シートの変形加工工程、及び

- 該銅合金上への直接の滑り層のスパッタリングによる施工工程

を含む前記方法。

40

【請求項 16】

前記第二の焼き鈍しが、連続焼き鈍しラインにおいて、少なくとも 3 m / 分の送り速度及び > 500 の温度で連続的に行われることを特徴とする、請求項 15 の方法。

【請求項 17】

滑り層のスパッタリングの後に、初期なじみ層を施工することを特徴とする、請求項 15 または 16 の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

50

## 【 0 0 0 1 】

本発明は、請求項 1 に従う滑り軸受け用複合材料に関する。本発明は更に、使用及び製造法にも関する。

## 【 背景技術 】

## 【 0 0 0 2 】

ドイツ特許出願公告(C1)第44 15 629号明細書からは、非常時でも稼働可能な耐摩耗性の物品、例えばダイカスティング機のピストンの製造のために、銅 - ニッケル - ケイ素合金を使用することが知られている。ドイツ特許出願公告(C1)第44 15 629号明細書に記載の合金は、ニッケル 1 ~ 4 %、ケイ素 0 . 1 ~ 1 . 5 % 及び残部の銅からなり、一体の材料として使用される。

10

## 【 0 0 0 3 】

米国特許第2,137,282号明細書は、ニッケル 0 . 1 ~ 3 0 %、ケイ素 0 . 0 5 ~ 3 %、及び残部の銅からなる合金を開示している。この合金は、適当な熱処理の後に、高い硬度及び良好な電導性を特徴とする。

## 【 0 0 0 4 】

米国特許第1,658,186号明細書は、銅 - ニッケル - ケイ素合金を開示しており、硬化粒子として働くケイ化物について詳しく記載されている。硬度の調節のための様々な熱処理方法が記載されている。

## 【 0 0 0 5 】

更に別の銅 - ニッケル - ケイ素合金が米国特許第2,241,815号明細書に記載されており、ニッケルの割合は 0 . 5 ~ 5 % であり、ケイ素の割合は 0 . 1 ~ 2 % である。

20

## 【 0 0 0 6 】

米国特許第2,185,958号明細書は、ニッケル 1 %、ケイ素 3 . 5 % 及び残部の銅からなる合金、並びにケイ素 1 . 5 %、ニッケル 1 % 及び残部の銅からなる合金を開示している。

## 【 0 0 0 7 】

ドイツ特許出願公告(C1)第36 42 825号明細書からは、高い強度及び長い耐用年数が意図された、ニッケル 4 ~ 1 0 %、アルミニウム 1 ~ 2 %、スズ 1 ~ 3 % 及び残部の銅並びに通常の不純物からなる滑り軸受け材料が知られている。この滑り軸受け材料から、一体型のブッシュを製造している。

30

## 【 0 0 0 8 】

英国特許出願公開第2384007号明細書は、銅合金からなりそして最大で 1 3 0 H V の硬度を有する焼結層を施した鋼製母材を有する滑り軸受け複合材料を開示している。この銅合金は、1 ~ 1 1 重量%のスズ、0 . 2 重量%までのリン、最大で 1 0 重量%のニッケルまたは銀、最大で 2 5 重量%の鉛及びピスマスを含む。

## 【 0 0 0 9 】

軸受け金属の層の上に滑り層がスパッタリングによって施工された滑り軸受け複合材料には、ドイツ特許出願公開(A1)第43 28 921号明細書に記載のように、ニッケル、ニッケル合金、ニッケル - クロム、亜鉛または亜鉛合金からなる中間層が設けられる。軸受け合金として C u 合金を使用した場合及び上層に S n 含有合金を使用した場合には、時間が経つにつれて S n が C u 合金中に拡散し、それを原因として、上層の S n 含有量が減少してしまう。またこれと同時に、接合面上に脆い C u S n 化合物が生成し、それによって結合強度が低下する。これを考慮して、N i または N i 合金からなる中間層が、吹き付けもしくは溶射または電気メッキによって、軸受け合金上に形成される。次いで、その上に蒸着により上層を形成させる。これによって安定した結合を得ることができる。

40

## 【 0 0 1 0 】

拡散遮断層もドイツ特許出願公開第28 53 774号明細書に記載されている。

## 【 0 0 1 1 】

ドイツ特許出願公開第195 25 330号明細書は層材料を開示しており、この際、軸受け材料は、キャリア材料上に直接スパッタリングされる。キャリア材料としては、鋼製担体金

50

属を使用することができ、その上に、更に別の中間層を設けることなく軸受け材料をコーティングすることができる。しかし、キャリア材料としては、銅含有のキャリア材料、特に銅 - 鉛 - スズ合金からなるキャリア材料を使用することもできる。例えば、キャリア材料は、CuPb22Snからなることができる。

【0012】

キャリア材料の鉛の割合を軸受け材料の鉛の割合と同程度にすると、これらの両材料の間には濃度勾配が生じないかまたは僅かにしか生じず、そのため軸受け材料とキャリア材料との間には拡散プロセスも起こり得ない。キャリア材料が、軸受け材料よりも高濃度に鉛を含む場合には、軸受け材料の表面上への鉛の移行が更に促進される。キャリア材料を構成する銅 - 鉛 - スズ合金は、鋼製担体金属上に铸造クラッドすることができる。

10

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0013】

本発明の課題は、強度及びトライボロジータ的性質に関して公知の複合材料と同等であり、この際、滑り層の組成には依存せずに、拡散遮断層を無しで済ませることができる、スパッタリングにより施工された滑り層を有する滑り軸受け複合材料を提供することである。また、使用及び製造法の提供も課題である。

【課題を解決するための手段】

【0014】

上記の課題は、請求項1に従う滑り軸受け複合材料によって解決される。

20

【0015】

ニッケル及びケイ素成分を含む特許請求の範囲に記載の銅合金において、これらの成分が、特にアルミニウム及びスズに対して拡散防止作用を及ぼし、それによって拡散が殆ど起こらないことが判明した。僅かな拡散は排除できないが、これは極めて薄い中間層しか発達させず、銅合金の上に施工された滑り層の剥離を招くものではない。

【0016】

該銅合金の更に別の利点は、該合金は、それらの組織、それ故機械的性質に関して広い範囲で調節できることである。それゆえ、該銅合金が、鋼製母材の機能を引き受けて、それによってこのような母材を省略できるように、強度及び機械的性質を調節することが可能である。またこれと同時に、該銅合金は、その必要な強度にも拘わらず、優れた減衰性をも有する。

30

【0017】

このような滑り軸受け複合材料からの滑り軸受け要素の製造は、鋼製母材を省略できるために簡素化され、それゆえ費用効果が高い。

【0018】

高負荷モーターに滑り軸受けとして使用する際には、該合金における弾性率と調節可能な強度との間の好ましい関係が特に有利であることが判明した。

【0019】

更に別の利点の一つは、該銅合金の熱膨張係数は、アルミニウムの熱膨張係数と同程度であり、そのため、本発明の複合材料からなる滑り軸受けシェルは、アルミニウム製のハウジング中に有利に使用することができる点にある。それゆえ、高温下でも依然として、良好な締りばめが保証される。

40

【0020】

該銅合金の強度の調節は、好ましくは、熱機械的な処理、特に圧延及び焼き鈍しによって行われる。

【0021】

滑り軸受け複合材料のための帯状材料の本発明による製造方法は、以下の工程を含む。銅 - ニッケル - ケイ素合金からの帯状材料の製造、次いで次の工程を有する熱機械的処理：  
500 を超える温度での少なくとも3時間の帯状材料の第一の焼き鈍し、帯状材料の少なくとも一回の第一の圧延、この際、少なくとも20%の変形度で行う。500 を

50

超える温度での少なくとも一回の第二の焼き鈍し、及び帯状材料の少なくとも一回の第二の圧延、この際30%を超える変形度で実施する。

【0022】

好ましくは、第二の焼き鈍しは、連続焼き鈍しラインにおいて、少なくとも3m/分、特に3~5m/分の帯状物の送り速度及び $>500$ の温度で連続的に行われる。

【0023】

第二の圧延工程によって、帯状材料の強度が調節され、この際、好ましくは550~750MPaの引張り強さの値が達成される。

【0024】

上記熱機械的処理の後の組織は縞状のマトリックス構造を特徴とする。この縞状構造内にはNiSiに基づく微細で均一に分布した金属間析出物が存在する。

10

【0025】

上記の引張り強さの値は、より少ない負荷において既に塑性変形を起こしてしまう鋼複合材料の鋼のそれよりも明らかに大きい。このような塑性変形は、複合軸受け材料から製造された滑り軸受けの遊びを大きくし、また減衰性を劣化させる。本発明の銅合金の利点は、高軸受荷重において弾性の性質を維持し得る程に降伏点を高め得ることである。

【0026】

通常は、最初の帯状材料の厚さ及び帯状材料の最終厚さは予め決められる。それゆえ、異なる強度値を達成し得るためには、好ましくは、第二の圧延時に所望の強度値となるような変形度で初回の圧延が行われる。これは、例えば、高い強度値を達成するためには、第一の圧延時には、僅かな厚みの減少しか行われず、他方、低い強度値のためには、第一の圧延時に既に大きい変形度が達成されることを意味する。

20

【0027】

滑り軸受け要素の製造のためには、上記の帯状材料からこれを裁断してシートを切り離し、そしてこれらのシートを、公知の変形工程を介して滑り軸受け要素に変形加工する。最後のプロセスは、滑り面の形成作業及び滑り層の施工である。

【0028】

滑り層は、PVD法、特にスパッタリングによって施工される。場合によっては、この滑り層の上に更に初期なじみ層(Einlaufschicht)が施工される。

【0029】

この滑り層によって、該複合材料のトライボロジータ的性質が調節される。

30

【発明の態様】

【0030】

該銅-ニッケル-ケイ素合金においては、ニッケルの割合は0.5~5重量%、好ましくは1.0~3.0重量%、特に1.5~2.2重量%であり、ケイ素の割合は0.2~2.5重量%、好ましくは0.4~1.2重量%、または0.5~1.5重量%である。

【0031】

該銅-ニッケル-ケイ素合金は、マンガンをも0.05~2.0重量%、好ましくは0.15~1.5重量%の割合で含むことができる。

【0032】

ケイ素に対して2.5~5のニッケルの重量比(ニッケル:ケイ素=2.5~5)において、トライボロジータ的性質を向上し得ること、特に、軸受け材料のスコアリングを大きく減少できることが判明した。この重量比において、良好なトライボロジータ的性質の要因であるニッケル-ケイ素化合物の形成が促進されて、十分な程度で生成する。

40

【0033】

該銅合金は、更に微量添加元素を含むことができる。好ましくは、キャリア層は、0.05~0.4重量%、好ましくは0.075~0.25重量%の量で少なくとも一種の微量添加元素を含む。微量添加元素としては、例えば、クロム、チタン、ジルコニウム、亜鉛及びマグネシウムの個々のものまたは組み合わせが挙げられる。

【0034】

50

スパッタ層は、好ましくは、アルミニウム - スズ合金、アルミニウム - スズ - ケイ素合金、アルミニウム - スズ - 銅合金、アルミニウム - スズ - ケイ素 - 銅合金またはアルミニウム - スズ - ニッケル - マンガン合金からなる。

【0035】

これらの合金において、好ましくは、スズの割合は8～40重量%であり、銅の割合は0.5～4.0重量%であり、ケイ素の割合は0.02～5.0重量%であり、ニッケルの割合は0.02～2.0重量%であり、そしてマンガンの割合は0.02～2.5重量%である。

【0036】

これらのスパッタ層を、特許請求の範囲に記載の銅合金と組み合わせて使用することにより、滑り層の剥離をまねく脆性の相は形成しないことが判明した。それ故、中間層は無しで済ませることができ、それによってかなりコストが節約される。

10

【0037】

キャリア層の厚さは、好ましくは1.2～4mm、好ましくは1.3～3.5mm、特に1.4～3.0mmである。

【0038】

滑り層の厚さは、好ましくは4～30μm、好ましくは8～20μm、特に10～16μmである。

【0039】

初期なじみ層の厚さは、0.2～12μm、好ましくは0.2～6μm、特に0.2～3μmである。

20

【0040】

該滑り軸受け複合材料の好ましい用途は、滑り軸受けシェルへの使用である。

【0041】

銅合金の例を次に挙げる。

【0042】

【表1】

表1 (重量%単位)

例	1	2	3	4	5
Ni	1.9	1.5	0.8	3.8	2.8
Si	0.6	0.5	0.25	1.2	0.8
Mn	0.15	0.05	0.05	0.1	0.05
Pb	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1
Cr		0.15			0.15
Ti				0.15	
Zr			0.2		0.15
Cu	残部	残部	残部	残部	残部

30

【0043】

製造法の一例は、次の工程を含む：

- 帯状材料を製造するための、300mmの幅及び10mmの厚さでの銅合金の連続鋳造、例えばダブル連続鋳造。
- 帯状材料の両面フライス加工及びその後の巻き取り。

40

【0044】

次いで、ベル型焼き鈍し炉中で650で4時間の第一の焼き鈍し工程を行う。それに次いで、3回の圧延工程を有する第一の圧延を行う。これらの三回の圧延工程の全てにおいて、31%の変形が行われる。この際、第一の圧延工程では厚さを5.5mmに、第二の圧延工程では3.8mmに、そして第三の圧延工程では2.6mmに圧延する。

【0045】

50

次いで、連続焼き鈍しラインにおいて、帯状物を 650 の温度及び 4 m / 分の走行速度で焼き鈍しする。これに次いで、一回の圧延工程を有する第二の圧延を 40 % の変形度で行う。この際、厚さは 1.56 mm に減少される。その後、幅 95 mm x 厚さ 1.56 mm の寸法で裁断する。

【0046】

スパッタ層の例を以下の表 2 に纏める。

【0047】

【表 2】

表 2 (重量%単位)

例	1	2	3	4	5
Al	残部	残部	残部	残部	残部
Sn	22	35	25	10	20
Cu	0.7	1.2	0.7	0.5	0.5
Si			2.5		1.5
Mn				1.5	
Ni				0.7	0.7

10

【0048】

上記の滑り層は全て、該銅合金からなるキャリア層と組み合わせることができる。

20

【0049】

これらの組み合わせ層の上に施工する初期なじみ層としては、スズまたはインジウムのそれぞれ単独の層や、上記の全ての電気メッキ層及び樹脂層を使用することができる。この際、好ましくは、使用した滑り層よりも柔らかい初期なじみ層を選択するべきである。

## フロントページの続き

(51)Int.Cl.		F I
<b>C 2 3 C 14/34 (2006.01)</b>		C 2 2 F 1/08 F
<b>C 2 3 C 14/14 (2006.01)</b>		C 2 2 F 1/08 P
<b>B 3 2 B 15/01 (2006.01)</b>		C 2 3 C 14/34 N
<b>C 2 2 F 1/00 (2006.01)</b>		C 2 3 C 14/14 B
		B 3 2 B 15/01 H
		C 2 2 F 1/00 6 0 2
		C 2 2 F 1/00 6 1 3
		C 2 2 F 1/00 6 2 3
		C 2 2 F 1/00 6 2 7
		C 2 2 F 1/00 6 3 0 A
		C 2 2 F 1/00 6 8 2
		C 2 2 F 1/00 6 9 1 B
		C 2 2 F 1/00 6 9 4 A
		C 2 2 F 1/00 6 9 1 C

- (72)発明者 レーマン・ウーヴェ  
ドイツ連邦共和国、5 5 2 3 2 アルツェイ、レヒニッツストラーセ、3 6
- (72)発明者 アンドラー・ゲルト  
ドイツ連邦共和国、6 5 3 0 7 パート・シュヴァルバッハ、ケーニヒスベルガー・ストラーセ、  
1 8
- (72)発明者 ダムール・フィリップ  
ドイツ連邦共和国、6 0 4 8 9 フランクフルト/マイン、バッテンベルガー・ヴェーク、3 1
- (72)発明者 グラハム・ネイル  
ドイツ連邦共和国、6 5 1 8 9 ヴィースバーデン、フィヒテストラーセ、2 2

審査官 高木 康晴

- (56)参考文献 特開2 0 0 3 - 0 8 9 8 3 1 ( J P , A )  
特開平0 7 - 0 9 0 5 5 1 ( J P , A )  
特開平0 6 - 0 9 4 0 3 6 ( J P , A )  
特開昭6 2 - 1 5 8 8 4 2 ( J P , A )  
特開平0 6 - 1 0 8 2 2 9 ( J P , A )  
国際公開第2 0 0 4 / 0 9 2 6 0 2 ( W O , A 1 )  
特開2 0 0 3 - 1 9 4 0 6 1 ( J P , A )  
特表2 0 0 0 - 5 1 3 7 6 5 ( J P , A )  
特開昭6 1 - 1 3 3 3 5 7 ( J P , A )  
特開昭5 6 - 0 0 9 3 4 6 ( J P , A )

## (58)調査した分野(Int.Cl. , D B名)

C22C 9/06  
C22C 21/00  
F16C 33/12-33/14  
B32B 15/01