

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2008-544196

(P2008-544196A)

(43) 公表日 平成20年12月4日(2008.12.4)

(51) Int.Cl.

F 16 C 33/14 (2006.01)

F 1

F 16 C 33/14

テーマコード (参考)

Z

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 18 頁)

(21) 出願番号	特願2008-519327 (P2008-519327)	(71) 出願人	599058372 フェデラルモーグル コーポレイション アメリカ合衆国, ミシガン 48034, サウスフィールド, ノースウェスタン ハ イウェイ 26555
(86) (22) 出願日	平成18年6月7日 (2006.6.7)	(74) 代理人	100064746 弁理士 深見 久郎
(85) 翻訳文提出日	平成20年2月19日 (2008.2.19)	(74) 代理人	100085132 弁理士 森田 俊雄
(86) 國際出願番号	PCT/US2006/022224	(74) 代理人	100083703 弁理士 仲村 義平
(87) 國際公開番号	W02007/001779	(74) 代理人	100096781 弁理士 堀井 豊
(87) 國際公開日	平成19年1月4日 (2007.1.4)	(74) 代理人	100098316 弁理士 野田 久登
(31) 優先権主張番号	11/169,032		
(32) 優先日	平成17年6月28日 (2005.6.28)		
(33) 優先権主張国	米国(US)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 滑り軸受の製造方法

(57) 【要約】

本発明は、加工された表面の新しいカテゴリーおよび耐磨耗性の向上および摩擦損失の低減のための対応する製造工程を提案する。構造化表面は、摩擦面を有する多くの自動車部品に使用されることが可能である。複合構造により、表面機能と応力との間の従来の問題が解決される。高い製造効率および低コストを実現するために、2つのセットのマルチステップ工程が提案される。部品の表面に全体的に単一および均一の層を生成する従来の表面処理技術とは異なり、新技術では、多機能を有するより効果的な表面のために、部品の表面を選択的に加工する。

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

第1材料からなり軸受表面を有する軸受部材を作製するステップと、
前記軸受表面の部分が空洞部に対応するように複数の空洞部を前記軸受表面に形成する
ステップと、
前記複数の空洞部に対応する前記軸受表面の前記部分を除いて実質的に前記軸受表面全
体をポリマー溶液の層が被覆するように、前記軸受表面を覆って前記ポリマー溶液層を堆
積するステップと、
前記複数の空洞部内に対応する複数の軸受表面特徴を形成するために第2材料を前記複
数の空洞部に堆積するステップと、
を含む滑り軸受の製造方法。

【請求項 2】

前記形成ステップが、前記複数の空洞部の電気化学的研磨を含む、請求項1に記載の方
法。

【請求項 3】

前記ポリマー溶液を堆積する前記ステップが、前記ポリマー溶液のスクリーン印刷およ
びロール印刷のいずれか一方を含む、請求項1に記載の方法。

【請求項 4】

前記第2材料を堆積する前記ステップが、無電解めっき、電気めっきおよび電気泳動法
のいずれかの使用を含む、請求項1に記載の方法。

【請求項 5】

前記ポリマー溶液を前記軸受表面から除去するステップをさらに含む、請求項1に記載
の方法。

【請求項 6】

前記第2材料を焼結するステップをさらに含む、請求項5に記載の方法。

【請求項 7】

前記第2材料を焼結するステップをさらに含む、請求項1に記載の方法。

【請求項 8】

前記第2材料を前記複数の空洞部に堆積する前記ステップの前に、粘着促進剤の層を前
記複数の空洞部内に設けるステップをさらに含む、請求項1に記載の方法。

【請求項 9】

前記軸受表面が、前記第1材料として導電材料を含む、請求項1に記載の方法。

【請求項 10】

前記導電材料が金属である、請求項9に記載の方法。

【請求項 11】

前記金属が、鉄をベースとした合金、銅をベースとした合金およびアルミニウムをベ
ースとした合金からなる群から選択される、請求項10に記載の方法。

【請求項 12】

前記ポリマー溶液が、液体ポリマーまたはゲルポリマーのいずれかである、請求項1に
記載の方法。

【請求項 13】

前記第2材料が、金属、産業用樹脂およびセラミックからなる群から選択される、請求
項1に記載の方法。

【請求項 14】

第1材料からなり軸受表面を有する軸受部材を作製するステップと、
前記軸受表面の部分が空洞部に対応するように複数の空洞部を前記軸受表面に形成する
ステップと、
前記軸受表面に感光性ポリマーの層を堆積するステップと、
前記軸受表面上の前記感光性ポリマーを露出させ、前記複数の空洞部に対応する前記軸
受表面の前記部分が優先的に除去されやすくするステップと、

10

20

30

40

50

前記複数の空洞部に対応する前記軸受表面の前記部分から前記感光性ポリマーを除去するステップと、

前記複数の空洞部内に対応する複数の軸受表面特徴を形成するために第2材料を前記複数の空洞部に堆積させるステップと、

を含む、滑り軸受の製造方法。

【請求項15】

前記形成ステップが、前記複数の空洞部の電気化学的研磨を含む、請求項14に記載の方法。

【請求項16】

前記感光性ポリマーを堆積する前記ステップが、前記感光性ポリマーの層の前記軸受表面へのスピン塗布、吹き付け塗布、浸漬塗工、ロール塗布、転写被覆およびスクリーン印刷のいずれかを含む、請求項14に記載の方法。 10

【請求項17】

前記第2材料を堆積する前記ステップが、無電解めっき、電気めっきおよび電気泳動法のいずれかの使用を含む、請求項14に記載の方法。

【請求項18】

前記感光性ポリマーを前記軸受表面から除去するステップをさらに含む、請求項14に記載の方法。

【請求項19】

前記第2材料を焼結するステップをさらに含む、請求項18に記載の方法。 20

【請求項20】

前記第2材料を焼結するステップをさらに含む、請求項14に記載の方法。

【請求項21】

前記第2材料を前記複数の空洞部内に堆積する前記ステップの前に、前記複数の空洞部内に粘着促進剤の層を堆積するステップをさらに含む、請求項14に記載の方法。

【請求項22】

前記軸受表面が、前記第1材料として導電性材料を含む、請求項14に記載の方法。

【請求項23】

前記導電性材料が金属である、請求項22に記載の方法。

【請求項24】

前記金属が、鉄をベースとした合金、銅をベースとした合金およびアルミニウムをベースとした合金からなる群から選択される、請求項23に記載の方法。 30

【請求項25】

前記感光性ポリマーが、ポジ型フォトレジストまたはネガ型フォトレジストのいずれかである、請求項14に記載の方法。

【請求項26】

前記第2材料が、金属、産業用樹脂およびセラミックからなる群から選択される、請求項14に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

発明の背景

1. 技術分野

本発明は全体として、滑り軸受部材の軸受表面を変更する方法に関する。より詳細には、軸受表面上の特徴としてのコーティングを選択的に堆積することにより、磨耗表面に少なくとも1つの表面特徴をコーティングとして付加する方法に関する。

【背景技術】

【0002】

2. 先行技術

軸受とは一般に、1つの部材を別の部材に対して、部材間の相対的な動きが可能である

10

20

30

40

50

ように配置するための手段であると定義される。部材はそれぞれ、通常は部材の相対運動を促進し、軸受表面の磨耗を低減し、腐食を低減する等の目的に使用される潤滑剤を介して相互に軸受接触する軸受表面を有する。軸受表面の相対運動および軸受の形式は、軸受表面が用いられる用途における要件によって決定される。軸受および軸受表面は、それらが果たすべき機械的動作および機能、ならびに寿命と信頼性に関する適用要件、ならびに温度、考え得る混入物質、腐食の可能性、振動、繰り返し応力等の周囲条件を決定することによって設計される。

【0003】

特に注目すべきは、通常は軸受要素の軸受表面同士が各種オイルおよびグリースのような潤滑剤コーティングの薄膜により隔てられている滑り軸受である。滑り軸受は、軸受要素の相対運動が一方の軸受の他方の軸受表面上における滑り運動を伴う、広い範囲の装置を包含する。このような装置は、シャフトまたは可動部品を径方向に配置するために使用されるあらゆる形式のジャーナルまたはスリープ軸受、ならびに回転シャフトの軸方向への動作を回避し、各種直線運動のガイドとして一般に用いられるあらゆる形式のスラスト軸受を含む。スラスト軸受の設計にも広く幅があり、単純な平坦なスラストカラーから複雑なテープ状端部およびピボットシュー（すなわちキングスペリー社）ベアリングにまで至る。ジャーナルおよびスラスト軸受の中には、十分な外圧により潤滑剤が供給されて、荷重が滑り運動による流体力よりもむしろ加圧流体により支持されるよう設計されているものもある。その他の軸受では、動きが緩やかまたは断続的であったり、または荷重が小さいため、十分な性能および寿命を発揮するために潤滑剤の膜による分離を必要としない。この場合、表面は、潤滑剤の境界潤滑特性のみで相互にこすれてもよく、これには一方または両方の軸受表面または軸受表面の表面特性自体が含まれることが可能であり、これによって焼き付きおよび磨耗を回避する。滑り軸受および軸受表面の別の大きなカテゴリーとしては、内燃エンジンの駆動ピストン／シリンドラを含む軸受のような多くの往復ピストン／シリンドラの用途が含まれる。

【0004】

滑り軸受、特に軸受表面には、様々な材料が使用される。これには、各種合金鉄、合金鋼、アルミニウム合金、銅合金およびその他の多くの金属、熱可塑性材料および熱硬化性材料のいずれをも含む各種産業用樹脂、各種ガラスまたはセラミック材料、木材およびその他の多くの材料が含まれる。潤滑剤は、水、オイル、石鹼、グリース、空気を含む各種流体からグラファイト、モリブデン、ジスルフィド、ポリテトラフルオロエチレン（PTEF）等の固体潤滑剤まで、様々な形態および組成で使用される。

【0005】

軸受を選択する際に考慮すべき機械的要件の中には、支持されるべき荷重および荷重の特性、軸受が耐え得る表面速度、軸受のアライメントの不整に対する許容範囲、軸受に荷重がかかる際の摩擦、軸受のパワー消費量、必要なスペース、発生し得る不具合の性質、減衰能および潤滑要件がある。これらの各機械的要件に関連する要因は広く知られている。

【0006】

一般的に軸受の選択の際には、経済性および環境に関する要件も考慮されなくてはならない。この点において主たる経済的要素は寿命および信頼性、保守管理、交換の容易さおよびコストである。滑り軸受が適切に設計され、合理的な均一の荷重の下で作動され、材料が適切であれば、寿命は極めて長くなる。コストに関しては、滑り軸受は非常に低コストで量産可能であることが多いが、特殊な設計のために生産量が少ない場合は、コストは非常に高くなってしまうこともある。したがって、このような軸受の製造方法は、好適には必要な工程数が最低限に抑えられ、自動化および／または大量生産方法に適合するものである。

【0007】

上述のように、ジャーナル軸受は滑り軸受の一種である。ジャーナル軸受は、大別すると潤滑剤の供給方法に応じて、（a）非加圧軸受、（b）圧力供給軸受、または（c）外

10

20

30

40

50

部から加圧される軸受に分けられる。非加圧軸受の例は、ブッシング、ウィックオイル軸受、オイルリング軸受である。圧力供給軸受は、圧力下で供給される潤滑剤（すなわちオイル）を有する。圧力供給軸受システムは、貯蔵タンク、ポンプ、フルフローまたはバイパスフィルタまたは遠心分離機、冷却器、圧力調整器、温度調整器、軸受への供給管、軸受からの還流管（軸受から潤滑剤をタンクへ戻す）を含むことが可能である。圧力供給軸受の例には、円周溝付き、円筒形、円筒オーバーシュート、圧力、多溝、楕円形、楕円オーバーシュート、スリーロー、ピボットシュー、ナットクラッカおよび部分滑り軸受が含まれる。ポケット軸受および静圧軸受のような外部から加圧される軸受は、外部の圧力源からの潤滑剤（すなわちオイル）の圧力によって軸受荷重を支持する。これは、潤滑剤膜内に生じている潤滑剤圧力により荷重を支持する流体軸受とは異なる。

10

【0008】

上述のように、スラスト軸受は、滑り軸受の一般的な第2の形式である。スラスト軸受には、境界潤滑への依存が大きい低速軸受、流体力学的原理で作動する形式のもの、および外部から加圧されるスラスト軸受を含む。これらは、フラットランドスラスト軸受、テーパーランドスラスト軸受、ピボットシュースラスト軸受またはキングスペリー社の軸受、スプリングにより支持される弾力板スラスト軸受、ステップスラスト軸受およびポケッタスラスト軸受を含む。

【0009】

滑り軸受の別の形態ならびに関連する軸受表面は、あらゆるピストンと関連するシリンドライナを含む。これらには、多数の内燃エンジンおよびその他多くの用途に用いられる往復ピストンが含まれる。往復ピストンおよび関連のシリンドハウジングは通常、軸受表面の連続的な潤滑を必要とし、これにはピストン側壁およびシリンド側壁両方が含まれる。たとえばクランク軸のような駆動機構への関連付けられた連結において、さらにたとえばピストンピンのような滑り軸受および関連するピン孔（すなわちピン孔内の回転可能な円筒形のピン）も利用される。ピストンピンは、類似の軸受構造を利用してコンロッドにおける孔にも接続している。コンロッドはまた、スリープ軸受によりクランク軸に接続している。これらの表面特徴は、動的なシーリング用および潤滑用にピストンリングの表面にも適用される。ピストンリングは、シリンドライナと連結される。ピストン表面の表面パターンによりピストンリングの機能が強化される。つまり、これにより低成本でリングの数を低減または完全に除去してしまうことが可能である。ピストン／シリンド軸受の全ての要素および連結部に関連する軸受は潤滑を必要とし、摩擦および磨耗特性は主要な設計要件の一部である。

20

【0010】

さらに別の滑り軸受構造は、たとえばユタ（Yutha）他によるU.S.4,62,362に記載のボールソケット接続である。半円形の軸受表面またはその他の湾曲した軸受表面を有するボールが、対応する軸受表面を有する対応するソケットと共に用いられる。このような軸受の用途には、人工股関節が含まれる。

30

【0011】

軸受の種類および用途、ならびに使用する環境に応じて、滑り軸受には多くの異なる材料が利用されることが可能である。これは、導体材料または非導体材料からなることが可能である。導体材料の例としては、ほとんどの金属および各種鉄合金（すなわち多くの鋳鉄および鋼組成）、銅合金およびアルミニウム合金のような金属合金、ならびに金属またはその他の導体材料を含む各種複合材料が含まれる。非導体材料には、ナイロン、ポリテトラフルオロエチレン（PTFE）のような各種産業用樹脂、セラミック、不織布、木材およびその他の多くの非導体材料が含まれることが可能である。導体材料は、鋳造、焼結、鍛造およびその他の公知の方法を含む多数の金属加工方法によって形成可能であり、軸受形状を形成し、表面処理を行うため、多くの場合には機械加工、研削、研磨およびその他の周知の仕上げ加工が行われる。

40

【0012】

これら全ての滑り軸受の形式では、軸受および軸受表面に関して、摩擦損失および磨耗

50

が2つの主要な課題である。これは特に、自動車用途に使用される多くの形式の滑り軸受、たとえばエンジンの往復運動または摺動運動にさらされるもの、またその他の摩擦／磨耗システムおよびその他の作動システムのような厳しい利用環境にある場合に課題となっている。一定のレベルの低い磨耗性および摩擦には、通常平滑かつ硬質の表面が望ましい。しかし、接触面が過度に平滑であり、軸受表面の接触面積が大きすぎる場合には、表面のスティクションと呼ばれる現象が生じてしまう。スティクションとは、静圧と摩擦との組み合わせであり、静止している物体を動かすために力により克服されなくてはならない物理的特性である。さらに、硬質の材料は一般に破壊靭性が低いため、多くの場合は軸受の材料には不適切である。軸受表面に各種ハードコートを使用することが提案されてきたが、これらも破壊靭性が低いことによる高い表面応力、または軸受表面コーティングの下の軸受材料への張り付きに関連する問題により不具合が生じやすいことが知られている。

10

【0013】

上述の様々な特徴または軸受表面における複数の長方形のランド部、円筒形の点およびその他の形状の突起部の使用が、たとえばホワイト(White)によるUS174,331、ウィリアムス(Williams)によるUS259,255、ダン(Dann)他によるUS1,581,394、ジェームス(James)によるUS3,436,129、ユタ(Yuh ta)他によるUS5,462,362等で提案されてきた。上述の特徴または突起部用には、使用される軸受材料に応じて様々な材料が提案されている。これは鹿角からアスペスト、PTFE、セラミックに至るまで様々な材料があり、これには窒化チタン、ダイヤモンド、アルミナ、サファイヤ、窒化ケイ素、炭化ケイ素、ジルコニア、シリカ、チタニアが含まれ、またスズ、鉛、亜鉛、カドミウムおよびこれら金属の合金のような金属も含まれる。これらの材料は軸受表面に様々な方法で取り付けられてきた。この方法は、上述の特徴を得るために個別のプラグまたはボルトを軸受表面の適切な形状の孔に挿入する方法から、上述の材料の薄膜の堆積まで様々である。

20

【0014】

しかしながらこれらの方法は、特定の軸受材料と隆起した特徴部または突起部を形成するために使用された材料との組み合わせに特有のものであった。さらにこれらは、穿孔、成形またはその他の方法で隆起した突起部を受容する軸受表面を形成する、あるいは手作業または他の限定的な方法により軸受表面に隆起した突起部を取り付けるというように、軸受表面の大掛かりな準備を必要とすることが多い。従来の工程では、軸受部品に大きな構造を設けることしかできない。この工程は、薄い層および複雑な表面パターンを要する多くの表面の設計に関しては十分な柔軟性および効率を備えていない。また、従来の方法は、部品に過度に表面材料を取り付けてしまい、表面材料は基材物質のように優れた性能を有さないため、基材の性能を低減させてしまう。

30

【0015】

したがって、隆起した構造または突起部に使用する広範囲の材料を、広範囲な軸受表面形状を有する広範囲の軸受表面材料に適用することを容易にする、軸受および軸受表面を製造するための改良された方法の必要性が依然として存在する。これは特に、単一のステップまたは一連のステップによって複数の隆起した構造を形成するために使用可能である方法、より詳細には自動装置を用いて実施可能である方法である。

40

【発明の開示】

【課題を解決するための手段】

【0016】

発明の概要

提案される表面構造は、均一な連続的な表面を用いる慣習によるジレンマを解決する。異なる材料による個別の表面要素が、対立する表面要件を満足するように設計される。提案される、比較的薄い／パターン化された層を有するとともに基材と異なる材料からなる表面構造がそのジレンマを解決する。したがって、加工された表面は、軸受基材の性能およびコスト面で妥協をせずに、潤滑剤の保持、潤滑剤のポンピングおよび耐磨耗性に関する性能を向上させることが可能である。表面と異なり、軸受基材は、耐磨耗性および潤滑

50

性の向上よりもむしろ十分な構造強度を有することが必要である。材料に関する矛盾は、複合表面によって解決することが可能である。

【0017】

こうした表面を実現するためには、高度な材料加工技術が必要である。こうした加工には、電気化学、電子プラズマおよび光誘電リソグラフィ等が含まれる。最も優れた製造効率および最も低いコストを達成するために、複数の加工方法の最適な組み合わせが行われる。こうした表面を実現するためには高度な材料加工技術が必要である。こうした加工には、電気化学、電気泳動、電子プラズマ、静電および光誘電リソグラフィ等が含まれる。複数の加工方法の組み合わせが、最も優れた製造効率および最も低いコストを達成するために最適化される。

10

【0018】

本発明の上記およびその他の特徴および長所は、以下の詳細な説明および添付の図面と関連して考慮されるとより明らかになる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0019】

好適な実施形態の詳細な説明

本発明は、軸受表面に形成される対応する複数の空洞部に配置されるとともにここから上方へ延伸する軸受表面特徴を少なくとも1つ含む軸受表面を有する滑り軸受の製造方法である。この少なくとも1つの軸受表面特徴は、好適には軸受表面材料から製造され、軸受表面に関して、また結果として軸受自体に関しても、摩擦および磨耗特性の少なくともいずれか1つを向上させるために所定のパターンで形成される。

20

【0020】

図1から2および図3から4はそれぞれ、本発明の方法により製造されることが可能である軸受表面特徴を少なくとも1つ有する軸受の2つの例を示す。図1から2は、円筒形のパッド16の形の複数の軸受表面特徴14を含む軸受表面12を有するスラストワッシャ10の形式の滑り軸受8の一実施例を示す。これらの特徴14は、対応するように形成される複数の空洞部17(図5に最もよく示される)または軸受表面12に配置される凹部内に配置され、これらは共に軸受表面12の一部を構成する。軸受表面特徴という用語の使用は、広範囲に亘る利用可能な様々な形状およびパターン、ならびにその様々な大きさを示唆することが意図される。軸受表面特徴14は好適には、図5Eに示されるように、軸受表面12から上方へ延伸し軸受表面の上方で終端する。図3から4は、リング18の周囲に離間して配置される弓形のリング弧溝20を複数有するリング18の形の軸受表面特徴14を含む軸受表面12を有するスラストワッシャ10の第2の実施例を示す。これらの軸受表面特徴14は好適には、軸受8の作動に関連して使用される潤滑剤(不図示)の保持または流れの方向調整を促進するように選択される。これらの実施例は、本発明の方法に係り製造可能である軸受表面特徴14の2つの例示的な実施形態を示しているが、意図される軸受8の用途に応じて、あらゆる適切なパターンまたは形状の軸受表面特徴14を軸受表面12に形成することが可能である。さらに、本発明の方法は、概して図7から10に示されるように、多数の種類のうち任意の滑り軸受8の任意の要素6の軸受表面12に利用可能である。たとえば、図8は、ピン孔24およびスカート面26のようにピストン22の数種の軸受表面12に軸受表面特徴14を組み込むことを示している。図9は、クランク軸用に使用されるようなスリーブ軸受28の数種の軸受表面12に軸受表面特徴14を組み込むことを示している。図9は、ピストン冠またはピストンスカートのような軸受表面12における軸受表面特徴14の別の実施形態、すなわち格子状の離間した長方形のパッド30の形を示している。パッド間の間隔32は、ピストンの作動時にオイルを保持することを補助すると考えられる。図11は、ピストン冠またはスカートのような軸受表面12における軸受表面特徴14の別の実施形態、すなわち格子状の離間した弓形のパッド34の形を示している。弓形のパッド34は、ピストン29の往復運動時にオイルのような潤滑剤の流体力学的ポンプ作用をもたらすと考えられている。さらに、図示されるシリンダが回転する用途に利用されると、オイルのような潤滑剤の

30

40

50

流体力学的ポンプ作用は、シリンダの回転と連動することになると考えられる。検討される軸受 8 の種類、および軸受表面 1 2 の所望の磨耗、摩擦および潤滑要件およびその他の要素に応じて、その他の多くの種類の軸受表面特徴 1 4 が軸受表面 1 2 に追加されることが可能である。

【 0 0 2 1 】

軸受表面特徴 1 4 は基本的に、摩擦接触および磨耗にさらされる軸受 8 の軸受表面 1 2 (1つまたは複数) に埋め込まれる高密度のパッドまたはパターンからなる。軸受表面 1 2 および軸受表面特徴 1 4 を含む軸受 8 は、異なる材料から製造されることが可能である。図 1 および 2 は、軸受表面特徴 1 4 の一実施例を示す。軸受表面特徴 1 4 は、耐磨耗性を高めるために軸受表面 1 2 の材料よりも相対的に硬い層を備えることが可能である。一般に軸受として使用される、鉄合金、銅合金およびアルミニウム合金を含む多くの金属の場合、軸受表面特徴 1 4 に使用されるための硬質材料の例には、クロムおよび多くのセラミック材料のような材料が含まれ、これには、金属酸化物、窒化物および炭化物が含まれる。軸受表面特徴 1 4 は、硬質材料であるよりもむしろ、全体として軸受表面 1 2 の摩擦係数を低減するよう作用することによって耐磨耗性を提供すればよい。この場合、軸受表面特徴 1 4 は、たとえば P T F E、グラファイト、ポリイミド、二硫化モリブデンのような固体潤滑剤またはその他の周知の固体潤滑剤を備えるべきである。

10

【 0 0 2 2 】

本発明の方法により製造される軸受 8 のいくつかの実施形態では、軸受表面特徴 1 4 間の空間 5 0 および 3 2 は、特徴を形成するために使用される材料における固有応力を隔離し、この応力は、軸受表面特徴 1 4 の材料を堆積するために用いられる堆積方法から生じる、または特徴と軸受表面 1 2 との間の熱膨張係数の不一致から生じることが可能であり、またこれによっても軸受表面 1 2 の潤滑用のオイルが保持される。

20

【 0 0 2 3 】

図 3 および 4 は、本発明の方法に係り製造されることが可能である軸受表面特徴 1 4 の別の実施例を示す。上述の機能のために軸受表面特徴 1 4 の使用に加えて、パッド間の空間が動的シーリングおよび潤滑用のポンプ溝として形成されることが可能である。その形状および設計の詳細は、軸受の機能および形状に応じて異なり、多数の形状および派生形態を含むことが可能である。軸受表面特徴 1 4 として、多層コーティングおよび構造が利用可能である。これには、かかるコーティング内の固有応力がコーティング層の接着強さを超える可能性があるため、軸受表面 1 2 全体にわたる摩擦軽減または耐磨耗性コーティング層としては使用できない多層構造が含まれる。

30

【 0 0 2 4 】

軸受表面特徴 1 4 の製造のために、硬質であるが比較的脆い表面コーティングが用いられる場合に表面引張応力を低減するために、表面軸受特徴 1 4 は図 1 および 2 に示されるように個別のパッドに分けられる。これらのパッドは、セラミックおよびクロムのような硬質のコーティング材料から製造することが可能であり、圧縮および磨耗に関する負荷に対する耐性が非常に強い。基材または軸受表面 1 2 は、低炭素鋼およびアルミニウムのような上記より硬度は低いが韌性が高い材料から製造することが可能であり、構造支持として引っ張り応力および熱応力を受ける。この構成では、軸受表面 1 2 は、同時にハードコートの分離の可能性を低減しつつ耐磨耗性が向上する。一般に、軸受表面特徴が小さく、高密度であればあるほど、軸受表面 1 2 は強度が高く、コーティング層における固有応力により生じる軸受表面特徴 1 4 の分離の可能性も低くなる。こうして、概して材料コストを低減しつつ、耐磨耗性、破壊韌性および接着強さを含む全体的な部品の性能が向上する。

40

【 0 0 2 5 】

表面軸受特徴 1 4 の製造のため比較的強度が低く柔らかい材料が用いられる場合において表面引張応力を低減するために、表面軸受特徴 1 4 は図 1 および 2 に示されるように個別のパッドに分けられる。これらのパッドは、P T F E のような滑らかな材料から製造することが可能であり、これは固体潤滑剤として機能し、表面の極少量のオイルで摩擦の低

50

減を可能にする。基材または軸受表面12は、構造支持部材として引張応力および熱応力を受けるように低炭素鋼およびアルミニウムのような材料から製造することが可能である。この構成では、表面を弱化させることなく摩擦損失が低減される。一般に、パッドが小さく高密度であればあるほど、表面の強度が強く、コーティング層における固有応力により生じる軸受表面特徴14の分離の可能性が低くなる。摩擦損失、破壊靭性および構造強度を含む全体的な部品の性能が、低い材料コストおよび加工コストで向上する。

【0026】

上述のように、軸受表面12に小さな空洞部が形成され、この空洞部に軸受表面特徴14の材料が堆積される。したがって、これらのパッドは、接着強度を高めるために、軸受表面12内に作られる基盤を有する。この構造的配置により、軸受表面12の材料と軸受表面特徴14の材料との間の表面接着の必要性が軽減される。パッドまたは特徴は、しっかりと固定される。この配置は、P T F Eを利用する組み合わせを含む、いくつかの材料組み合わせを用いる際に、より重要となってくる。なぜなら、多くの金属表面に対するP T F Eの接着強さは比較的低いことが分かっているためである。

10

【0027】

したがって、軸受表面特徴14間の空間50および32には2つの役割がある。1つの役割は、上述のように硬質のコーティング材料が用いられる場合に表面応力を遮断することである。さらに、図1および2に示されるような特徴を隔てる空間は、潤滑剤の保持手段としての役割を果たすことも可能である。軸受表面上の局所潤滑剤貯蔵部は、オイルの欠乏およびこうしたオイル欠乏により生じる磨耗プロセスを回避するために、軸受表面の極度に低い、また非常に高い運動速度については非常に望ましい。

20

【0028】

図3および4にも示されるように、支持パッド間の空間は、好適にはわずかに軸受表面12から隆起している溝20を有するリング18の形として軸受表面特徴14を設けることにより、動的な潤滑またはシール用の複数の流体力学的ポンプ溝20として機能するよう形成可能である。軸受表面特徴14を含む軸受表面12と、軸受表面12に荷重軸受接觸している対応する軸受表面(不図示)との間の相対回転運動の際、たとえばオイルのような潤滑剤(不図示)が、軸受表面12の外側部分40に設けられる。潤滑剤は、軸受表面12と対応する軸受表面との相対回転に応じて、溝20による流体力学的ポンプ作用にさらされる。潤滑剤は、これらの溝20を通り軸受表面12の内側部分42へ送り込まれる。

30

【0029】

本発明の方法は、複数の空洞部17内の軸受表面12の部分と軸受表面特徴14の下面46との間の粘着促進剤44または粘着層を設けるように適合されることも可能である。粘着促進剤44は、軸受表面特徴14の軸受表面12への接触面48における粘着力を、粘着促進剤44がない場合のこの接触面の力より強くする任意の材料から形成されることが可能である。粘着促進剤44に用いられる材料は、軸受表面12および軸受表面特徴14に選択される材料に応じて異なる。これらが金属またはセラミックである場合には、クロムまたはチタンの薄い層のような周知の粘着促進剤が公知の堆積方法によって設けられることが可能である。軸受表面12が金属であり、軸受表面特徴14がP T F Eのような産業用樹脂、ポリイミドまたは非金属、またはグラファイトまたはアスベストのような鉱物である場合には、粘着促進剤44は、これらの材料を金属の軸受表面12に結合するためにあらゆる周知の有機接着剤またはその他の接着剤であることが可能である。

40

【0030】

上述のように、本発明の方法に係り作られる軸受表面特徴14は多機能である。これにより、摩擦係数が低く、靭性および強度が高い軸受接觸の多数の組み合わせを形成することが可能である。軸受表面特徴14が軸受表面12から突出する場合は、軸受表面12における軸受表面特徴14がない空間50は、潤滑剤保持および流体力学的ポンプとしての軸受表面12における凹部として作用するとともに、軸受表面特徴14に関連する固有応力を制限または遮断するための手段として機能する隣接する特徴間の間隔を提供する。軸

50

受表面特徴 14 は、より硬質の磨耗表面を設けるか、または軸受表面 12 に対して低い摩擦係数を有する磨耗表面を設けるかの少なくともいずれかによって、軸受表面 12 の磨耗に対して効果的に対抗する。軸受表面 12 および軸受 8 は、常用負荷、せん断負荷および熱負荷を受け、軸受表面 12 内の空洞部 17 は軸受表面特徴 14 を保持する役割を有する。

【0031】

図 5 A から 5 D を参照すると、本発明は滑り軸受 8 を製造する方法 100 を含む。一実施形態では、方法 100 は、軸受表面 12 を有し第 1 材料からなる軸受部材 8 を作製するステップ 200 と、軸受表面 12 の一部が空洞部 17 に対応するよう軸受表面内に複数の空洞部 17 を形成するステップ 300 と、軸受表面 12 の複数の空洞部 17 に相当する部分を除いて実質的に軸受表面 12 全体をポリマー溶液の層が被覆するように、軸受表面を覆ってポリマー溶液の層 54 を堆積するステップ 400 と、空洞部 17 内に対応する複数の軸受表面特徴 4 を形成するために第 2 の材料 56 を空洞部 17 に堆積するステップ 500 とを含む。

10

【0032】

図 5 A を参照すると、軸受表面 12 を有し第 1 材料からなる軸受部材 8 を作製するステップ 200 が示されている。ここで説明されるように、軸受部材 8 は、スラストワッシャ 10 (図 1 から 4)、ピストンまたはシリンダ 29 (図 8、10 および 11 を参照のこと) およびスリーブ軸受 28 (図 9 を参照のこと) のようなあらゆる公知の滑り軸受部材 8 を含むことが可能である。第 1 材料はここで説明された任意の適切な軸受材料であることが可能である。作製ステップ 200 では、軸受 8 に選択された第 1 材料に応じて、本書で説明されたあらゆる公知の作製方法を用いることが可能である。例としては、溶造、焼結、射出成形等を含む成形等が含まれる。作製ステップ 200 は、二次的な仕上げ作業、特に軸受表面 12 の準備、または軸受が複数の軸受表面を有する(たとえば先に述べたようなピストンの場合)場合は複数の軸受表面 12 の準備を含むことが可能であり、これにはたとえば機械加工、研削、バリ取りおよびその他の周知の仕上げ加工が含まれる。

20

【0033】

図 5 は、加工表面を低コストで実現可能な工程を示す。第 1 のステップは、表面の溝切りのためにマイクロ E C M を施すことである。カソードは電界を制御するようパターン化される。第 2 のステップは上面に薄いゲルの層を塗布することであるが、ただし溝または空洞部は除外する。これは、ディッピングまたはローリング法により行われることが可能である。ポリマーの表面張力は、ゲルが空洞部に至らないように制御される。第 3 のステップは、表面をセラミック、クロムまたは P T F E 等のパッド材料で電気的にコーティングするステップである。この目的のために、いくつかのコーティング工程が用いられることが可能である。これには、静電塗装、電気泳動析出、電気めっき、および電子プラズマめっきが含まれる。最も適切な工程は、所与のパッド材料に合わせて選択される。これらの電気的工程は全て、導電面にのみ材料を堆積させることができるために、パッド材料は空洞部のみを満たして基礎部分に蓄積される。堆積後にはセラミックに対しては焼結が行われるが、これは超硬合金の場合には行われない。P T F E に対しては更なる加熱のステップが必要である。加熱または溶解により、表面上のゲルまたはその他の犠牲バリアが除去可能である。

30

【0034】

図 6 は、精細度がより高い場合の別の工程を示す。第 1 のステップは、部品表面にフォトレジスト像を設けることである。このリソグラフィ手順は、フォトレジスト塗布、紫外線照射およびレジスト現像を含む。第 2 のステップはフォトレジストマスクを用いて E C M によって空洞部を形成することである。第 3 のステップは、空洞部内にパッド材料を電気的に溶着しパッドを形成することである。第 4 のステップは、表面からフォトレジストをはがすことである。最後のステップは、溶着材料が金属でない場合にはセラミックを焼結、または P T F E を硬化するステップである。

40

【0035】

50

これらの工程、特に E C M は、非常に生産的でありかつ費用効率が高い。E C M は部品表面の全ての空洞部をわずか数秒で設けることが可能である。コーティング工程の中には、たとえば電気泳動析出のように非常に迅速なものもある。E C M が鍵となるステップである。

【0036】

図 12 は本発明の別の実施形態を示す。図 12 では、ピストンリング 60 の形の滑り軸受 8 の軸受要素 6 が示され、これは円筒形のパッド 16 の形の複数の軸受表面特徴 14 を含む軸受表面 12 を有する。これらの特徴 14 は、対応するよう形成される複数の空洞部 17 (図 5 に最も良く示される) または軸受表面 12 上に配置される凹部内に配置され、これらは共に軸受表面の一部をなす。特徴 14 は、OD または ID 表面、または両方に設けられることが可能である。

10

【0037】

当然、上記の教示に鑑みて、本発明に関して多数の修正および変形が可能である。したがって、添付の請求項の範囲内において、本発明は上記で具体的に説明されたのとは異なる方法で実施されることが可能であることを理解すべきである。

【図面の簡単な説明】

【0038】

【図 1】本発明の方法に係り製造されるスラストワッシャの一実施形態の斜視図である。

【図 2】図 1 の一部の拡大図である。

【図 3】本発明の方法に係り製造されるスラストワッシャの第 2 の実施形態の斜視図である。

20

【図 4】図 3 の一部の拡大図である。

【図 5A】本発明の方法の一実施形態のステップの概略図である。

【図 5B】本発明の方法の一実施形態のステップの概略図である。

【図 5C】本発明の方法の一実施形態のステップの概略図である。

【図 5D】本発明の方法の一実施形態のステップの概略図である。

【図 5E】本発明の方法の一実施形態のステップの概略図である。

【図 6A】本発明の方法の第 2 の実施形態のステップの概略図である。

【図 6B】本発明の方法の第 2 の実施形態のステップの概略図である。

【図 6C】本発明の方法の第 2 の実施形態のステップの概略図である。

30

【図 6D】本発明の方法の第 2 の実施形態のステップの概略図である。

【図 6E】本発明の方法の第 2 の実施形態のステップの概略図である。

【図 6F】本発明の方法の第 2 の実施形態のステップの概略図である。

【図 7A】本発明の方法の第 3 の実施形態のステップの概略図である。

【図 7B】本発明の方法の第 3 の実施形態のステップの概略図である。

【図 7C】本発明の方法の第 3 の実施形態のステップの概略図である。

【図 7D】本発明の方法の第 3 の実施形態のステップの概略図である。

【図 7E】本発明の方法の第 3 の実施形態のステップの概略図である。

【図 7F】本発明の方法の第 3 の実施形態のステップの概略図である。

30

【図 8】本発明の方法に係り製造される軸受表面を有するピストンの斜視図である。

40

【図 9】本発明の方法に係り製造される軸受表面を有するスリーブ軸受の斜視図である。

【図 10】本発明の方法に係り製造される軸受表面を有するシリンダの概略図である。

【図 11】本発明の方法に係り製造される軸受表面を有するシリンダの概略図である。

【図 12】本発明の別の実施形態に係る表面特性を有するピストンリングの斜視図である。

。

【図 1】

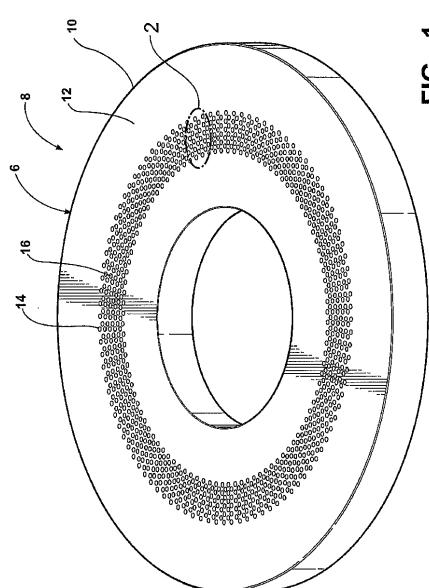


FIG - 1

【図 2】

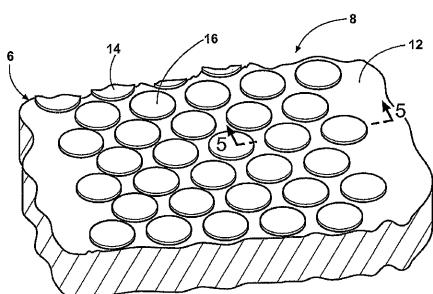


FIG - 2

【図 3】

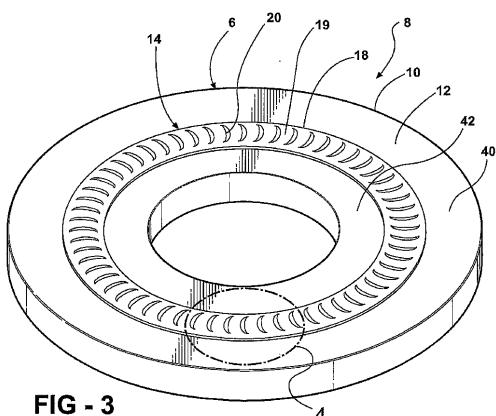
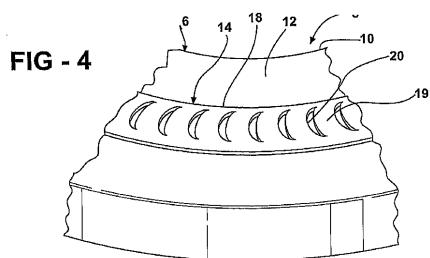


FIG - 3

【図 4】



【図 5 A】



FIG - 5A

【図 5 B】

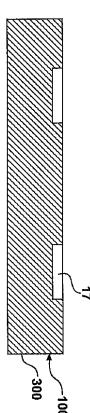


FIG - 5B

【図 5 C】

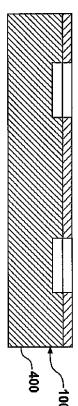


FIG - 5C

【図 5 D】

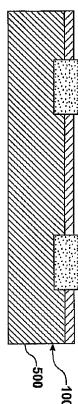


FIG - 5D

【図 5 E】

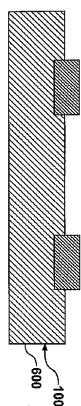


FIG - 5E

【図 6 A】



FIG - 6A

【図 6B】

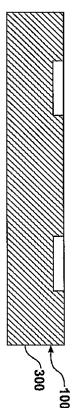


FIG - 6B

【図 6C】



FIG - 6C

【図 6D】

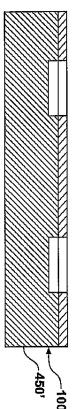


FIG - 6D

【図 6E】



FIG - 6E

【図 6 F】

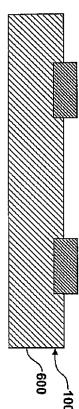


FIG - 6F

【図 7 A】



FIG - 7A

【図 7 B】



FIG - 7B

【図 7 C】



FIG - 7C

【図 7 D】



FIG - 7D

【図 7 E】



FIG - 7E

【図 7 F】

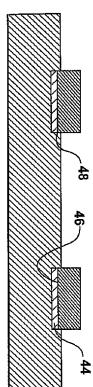


FIG - 7F

【図 8】

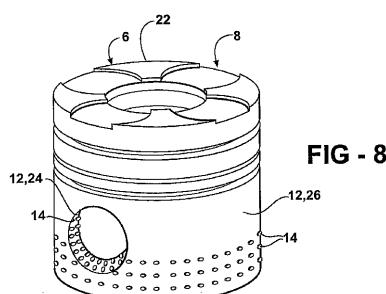


FIG - 8

【図 9】

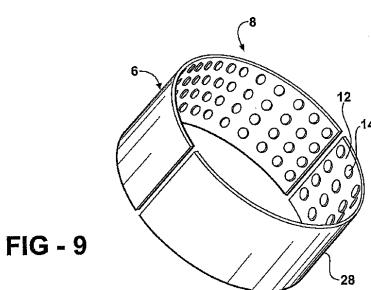


FIG - 9

【図 10】

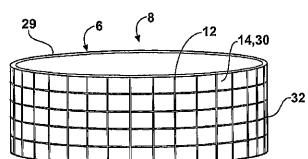


FIG - 10

【図 11】

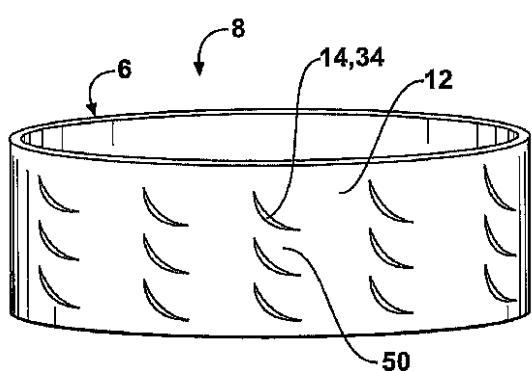


FIG - 11

【図 12】

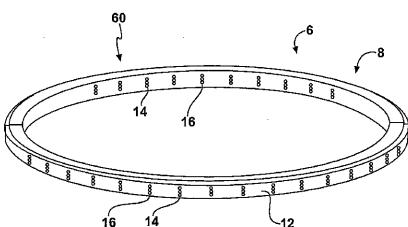


FIG - 12

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW,GH,GM,KE,LS,MW,MZ,NA,SD,SL,SZ,TZ,UG,ZM,ZW),EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,MD,RU,TJ,TM),EP(AT,BE,BG,CH,CY,CZ,DE,DK,EE,ES,FI,FR,GB,GR,HU,IE,IS,IT,LT,LU,LV,MC,NL,PL,PT,RO,SE,SI,SK,TR),OA(BF,BJ,CF,CG,CI,CM,GA,GN,GQ,GW,ML,MR,NE,SN,TD,TG),AE,AG,AL,AM,AT,AU,AZ,BA,BB,BG,BR,BW,BY,BZ,CA,CH,CN,CO,CR,CU,CZ,DE,DK,DM,DZ,EC,EE,EG,ES,FI,GB,GD,GE,GH,GM,HR,HU,ID,IL,IN,IS,JP,KE,KG,KM,KN,KP,KR,KZ,LC,LK,LR,LS,LT,LU,LV,LY,MA,MD,MG,MK,MN,MW,MX,MZ,NA,NG,NI,NO,NZ,OM,PG,PH,PL,PT,RO,RS,RU,SC,SD,SE,SG,SK,SL,SM,SY,TJ,TM,TN,TR,TT,TZ,UA,UG,US,UZ,VC,VN,ZA,ZM,ZW

(74)代理人 100109162

弁理士 酒井 將行

(74)代理人 100111246

弁理士 荒川 伸夫

(72)発明者 ルオ, ユエフオン

アメリカ合衆国、48103 ミシガン州、アナーバー、バイン・コート、680

(72)発明者 フリーマントル, ポール

アメリカ合衆国、48170 ミシガン州、プリマス、ロス・ストリート、580

(72)発明者 ズデブリッチ, ウィリアム

アメリカ合衆国、48103 ミシガン州、アナーバー、ドーノッホ・ドライブ、699