(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第4023872号
(P4023872)
(45)発行日　平成19年12月19日(2007.12.19)　(24)登録日　平成19年10月12日(2007.10.12)

(51)Int.Cl.　F I
F04B 27/08 (2006.01)　F04B 27/08 L
F04B 27/08 E

請求項の数 10　(全 9 頁)

(21)出願番号　特願平9-170085
(22)出願日　平成9年6月26日(1997.6.26)
(65)公開番号　特開平11-13638
(43)公開日　平成11年1月19日(1999.1.19)
審査請求日　平成13年11月14日(2001.11.14)

(73)特許権者　000207791
大豊工業株式会社
愛知県豊田市緑ヶ丘３丁目６５番地
(73)特許権者　000003218
株式会社豊田自動織機
愛知県刈谷市豊田町２丁目１番地
(74)代理人　100077528
弁理士　村井　卓雄
(72)発明者　金山　弘
愛知県豊田市緑ケ丘３丁目６５番地　大豊工業株式会社内
(72)発明者　川上　真也
愛知県豊田市緑ケ丘３丁目６５番地　大豊工業株式会社内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】斜板式コンプレッサー用斜板

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
アルミニウムもしくは鉄基基材、スズからなる中間層、及び熱硬化性樹脂と二硫化モリブデン及びグラファイトからなる選択された少なくとも1種の固体潤滑剤とを含む摺接層を有することを特徴とする斜板式コンプレッサー用斜板。
【請求項２】
前記摺接層は固体潤滑剤としてさらに酸化鉛を含有する請求項１記載の斜板式コンプレッサー用斜板。
【請求項３】
前記摺接層は２０から８０容量％の熱硬化樹脂と、８０～２０容量％の固体潤滑剤からなる請求項１又は２記載の斜板式コンプレッサー用斜板。
【請求項４】
前記摺接層はさらにSb_2O_3，SnO_2，Al_2O_3及びクレーからなる群より選択される少なくとも１種の硬質添加剤を含有することを特徴とする請求項１又は２記載の斜板式コンプレッサー用斜板。
【請求項５】
前記摺接層は、２０～８０容量％の熱硬化性樹脂、８０～２０容量％の固体潤滑剤及び０～１０容量％の硬質添加剤からなる請求項４記載の斜板式コンプレッサー用斜板。
【請求項６】
前記二硫化モリブデンは平均粒径が３～４０μｍであり、又前記グラファイトは平均粒径

が０．３～１０μｍである請求項１から５までの何れか１項記載の斜板式コンプレッサー用斜板。
【請求項７】
前記中間層を含む基材が測定方向により値が変化しない無方向性表面粗さを有する請求項１から６までの何れか１項記載の斜板式コンプレッサー用斜板。
【請求項８】
前記中間層を含む基材が測定方向により値が変わる方向性粗さを有しており、最小測定値を与える測定方向が摺動方向と交差する粗さ面が斜板面積の２０％以上である請求項１から６までの何れか１項の斜板式コンプレッサー用斜板。
【請求項９】
前記交差角度が５°以上である請求項８記載の斜板式コンプレッサー用斜板。
【請求項１０】
前記基材の粗さがＲｚ０．４～２５μｍである請求項７から８までの何れか１項記載の斜板式コンプレッサー用斜板。
【発明の詳細な説明】
【０００１】
【発明の属する技術分野】
本発明は、斜板式コンプレッサーの斜板に関するものであり、さらに詳しく述べるならば、鉄系又はアルミニウム系基板材料からなる斜板の摺動特性を改良する表面処理技術に関するものである。
【０００２】
【従来の技術】
斜板式コンプレッサーは例えば米国特許第５２２８３７９号（第３図）に示されている。斜板式コンプレッサーは、回転軸に斜めに固着された斜板もしくは回転軸に斜めに取り付けられている。斜板は前方シュー及び後方シューを介してピストンと係合している。傾斜角度変更可能な斜板が回転軸の回転に応じて、コンプレッサー内の仕切られた空間の体積を増減することにより、冷却媒体の膨張・圧縮を行うものである。かかる斜板はシューと称される密封部材と摺動しかつ気密な封止を図ることにより、冷却媒体が所定の空間にて膨張・圧縮が可能となる。冷却媒体は吸引室からシリンダーボアに吸引され、そこで圧縮される。圧縮された冷却媒体は放出室に放出される。前掲米国特許カラム３，１６～４８行に斜板式コンプレッサーの詳細が説明されている。
斜板摺動の特徴的な点は、コンプレッサー運転初期に潤滑油が到達する前に斜板とシューが摺動するために、潤滑油がないドライの摺動条件で摺動されるところにある。しかも潤滑油が到達する前にガス状の冷媒が摺動面に到達し、これが摺動面に残存する潤滑油の洗浄効果をもつために、焼付が非常に起こり易い。
【０００３】
このような摺動条件に適合するために多くの斜板表面処理法が提案されているが、最近のものには、本出願人の再公表特許公開公報（ＷＯ９５／２５２２４）や特開平８－３１１６３４号に提案された銅合金溶射法がある。
【０００４】
一方、「冷媒－冷凍機油共存雰囲気における固体潤滑皮膜の摩擦摩耗特性」と題する論文がトライボロジー学会固体潤滑研究会に発表されており、これによると無潤滑・冷媒雰囲気の試験条件でポリアミドイミドをバインダーとする固体潤滑剤皮膜の性能は、MoS_2，Sb_2O_3，グラファイトを同時添加したものが最良であり、MoS_2のみを添加したものはやや劣り、無添加のバインダーのみのものは最悪の結果となっている。なお、固体潤滑剤皮膜を形成した基材はクロメート処理した過共晶Ａｌ－Ｓｉ合金である。
【０００５】
【課題が解決しようとする課題】
斜板式コンプレッサーの運転条件で最も過酷なドライ潤滑条件に対しては、固体潤滑剤により耐焼付性をある程度良好にすることができるが、固体潤滑剤を熱硬化性樹脂で結合し

た皮膜は摩耗し易いという弱点がある。この対策として熱硬化性樹脂の量を多くすることが考えられるが、耐焼付性の面で制約がある。

【０００６】

【課題を解決するための手段】

本発明は、斜板の焼付を防止するために固体潤滑剤皮膜を利用するとともに下地の構成を改良するとの着想の下に実験室での基礎実験及び実機での試験を行った。これら実験に基づいて行った考察は：斜板式コンプレッサーでは斜板のある回転角度範囲ではシューから斜板への荷重が高くなり、その他の回転角度範囲では荷重が比較的低くなる繰り返し荷重が発生している；焼付・摩耗は斜板の高荷重域で起こることが多い；低荷重領域では皮膜形成物質は当該領域外に流動し結果として膜厚は薄くなるが、高荷重領域のように斜板自体から除去されているのではない；固体潤滑剤皮膜の下地の構成（材質、粗さなど）を特定のものにすると高荷重域での焼付と摩耗を防止することができるとの諸点に基づいて本発明を完成した。

すなわち、本発明の斜板式コンプレッサー用斜板は、アルミニウム、鉄基基材、スズからなる中間層、並びに熱硬化性樹脂と二硫化モリブデン及びグラファイトからなる選択された少なくとも1種の固体潤滑剤とを含む摺接層を有することを特徴とするものである。

【０００７】

本発明の斜板の表面コーティング中の摺接層には、ドライ条件での摺動特性を改良するMoS_2を固体潤滑剤として使用している。固体潤滑剤はコンプレッサー初期の非定常状態では摩耗量が大きいために、下地が露出し易いという問題がある。この対策として上記構成の中間層を設け、摺接層が摩耗しても中間層により摺動特性の性能低下を防止することにした。但し、摺接層は一部もしくは全部摩耗した状況では潤滑油がある程度摺動面に供給されていることが期待されるので、中間層は本出願人が再公表特許公開公報（WO95/25224）や特開平8-311634号で提案した、優れた摺動性能をもっている必要はなく、上記のようにスズでも十分である。

以下、詳しく本発明の斜板の構成を説明する。

【０００８】

まず、斜板の基材としては鉄系やアルミニウム系材料、アルミニウムを固着・接合した複合材料を使用することができる。アルミニウム系材料としては初晶Ｓｉが析出したＡ３９０などが好ましい。

中間層を含む基材は、摺接層の密着性、中間・摺接層の熱放散性及び耐摩耗性を向上する目的で粗面化することが好ましく、この際の好ましい粗さはＲｚ０．４～２５μｍ、より好ましくは０．６～２０μｍである。これらの下限粗さ未満では上記の効果がなく、一方上限より粗いと摺接層の表面粗さを過度に粗くしないためには必要以上に厚く被着することとなり、好ましくない。

【０００９】

基板への粗さの形成法はショットブラストやエッチングなどの方法によることができる。この方法により形成される粗さは無方向性であり、任意の方向で測定した粗さは同じ値となる。

さらに、ＮＣフライス盤により切削などの方法により、図１に示すような方向性をもった粗さを形成することができる。図中、１は斜板、２は溝である。この場合は粗さの値は測定方向により大きく異なり；粗さの方向を溝の方向と定義すると、粗さの方向は摺動方向（Ｒ）と５°以上の角度を形成することが好ましい。また、５°以上の角度で交差する粗さ面が斜板の２０％以上であることが好ましい。このように摺動方向と粗さの方向をずらすことにより、基板上に形成される中間層及び摺接層が同様の粗さの方向性を倣い、この結果固体潤滑剤がシューによる摺動方向の脱落圧力を受けた際に固体潤滑剤が粗さの山に押し付けられるので、摺接面外に脱落し難くなる。

【００１０】

次に、中間層について説明する。中間層は基材と摺接層の間に設けられ、摺接層が摩滅しても摺動性能を良好に保つものである。電解もしくは無電解Ｓｎめっき、電解Ｓｎ合金め

っき、電解もしくは無電解Ｃｕめっき、電解銅合金（Ｐｂ，Ｓｎ，Ｉｎ，Ａｇなどの摺動特性を改良する元素を添加した合金）めっき、溶射銅合金、クラッド銅（合金）、焼結銅（合金）などは、摺動特性が良好な材質である。これらの中間層上に被着された熱硬化性樹脂は固体潤滑剤とともに流動して、斜板の低荷重域から高荷重域にシューにより転送される際、これら樹脂などは皮膜が一部もしくは全部摩滅した転送域に圧着される。
中間層の下地として基材が鉄系の場合は、密着性を改善するＮｉめっき層を採用することもでき、さらにアルミニウム合金の場合はクロメート処理などを施すことができる。

【００１１】

続いて、熱硬化性樹脂と二硫化モリブデン及びグラファイトからなる選択された少なくとも１種の固体潤滑剤とを含む摺接層を説明する。

二硫化モリブデン（MoS_2）は主としてドライ条件における耐焼付性を向上させ、グラファイトは主としてオイル潤滑下における耐焼付性及び耐摩耗性を向上させ、また熱硬化性樹脂は、固体潤滑剤を結合し、皮膜の層内強度と下地との密着性を確保する。熱硬化性樹脂はポリイミド系もしくはポリアミドイミド系から選択することができる。

【００１２】

摺接層中の熱硬化性樹脂は２０～８０容量％、一方固体潤滑剤は８０～２０容量％の割合とすることが好ましい。より好ましくは熱硬化性樹脂は３０～７０容量％、固体潤滑剤は７０～３０容量％の割合であり、最も好ましくは、熱硬化性樹脂は４０～６５容量％、固体潤滑剤は６０～３５容量％の割合である。

また、固体潤滑剤の割合はMoS_2が１０～９０容量％、グラファイト９０～１０容量％が好ましく、より好ましくはMoS_2が２０～８０容量％、グラファイト８０～２０容量％である。これらの範囲内でドライ及びオイル潤滑下での摺動特性のバランスが良好になる。

【００１３】

MoS_2は平均粒径は３～４０μｍであることが好ましい。平均粒径が３μｍ未満では膜の強度が低下し、耐摩耗性が低下する。一方MoS_2の平均粒径が４０μｍを超えると、オイル潤滑下では油膜より表面が粗くなりやすくなり摺動特性が劣る。

【００１４】

グラファイトは平均粒径は０．３～１０μｍであることが好ましい。平均粒径が０．３μｍ未満では、粒径が小さいため脱落しやすく摺動特性が低下する。一方グラファイトの平均粒径が１０μｍを超えると、ドライ潤滑下での摺動特性が不良になり、かつグラファイト粒子の層内密着性が不十分になる。

なお、MoS_2及びグラファイト粒子の平均粒径の測定にはレーザー回折式粒度分布測定器（例えば日本電子社製品ＨＥＬＯＳ型測定器）を使用して行うことができる。

【００１５】

平均粒径を変化させたMoS_2及びグラファイトを分散させた摺接層を有し、これ以外は後述の実施例１（アルミ基材（１））と同じ条件の斜板の耐焼付性を実施例１の方法で測定した結果を表１に示す。

表１よりMoS_2及びグラファイトの平均粒径が耐焼付性に影響を与えることが分かる。

【００１６】

【表１】

	MoS_2 平均粒径 (μm)	グラファイト平均粒径 (μm)	焼付時間 (分)
1	2	4	40
2	100	4	50
3	20	0.1	20
4	20	20	30
5	20	4	180以上

【００１７】
摺接層の表面に発生する摩擦熱や摩擦力により発生する剪断応力に対して摺接層が対抗するためには膜厚がある程度以下である方が基材による固定作用の面で有利であり、一方過度に膜厚が薄いと下地の中間層が簡単に露出するのみならず、低荷重域から高荷重域への樹脂などの転送効果が期待できない。ここで、膜厚を中間層の平均的粗さの頂点を基準として表すと０μｍであっても、下地粗さが粗い場合は十分な対抗力が得られる。具体的には基材の粗さが２μｍＲｚ以上の場合は摺接層の厚さは０～２５μｍが好ましい。基材の粗さが２μｍＲｚ未満の場合は摺接層の厚さは２～２５μｍが好ましい。摺接層の好ましい厚さは６～１２μｍである。

【００１８】
さらに摺接層の上記の対抗力が十分に高くなり、また油膜の形成を容易にするためには、表面粗さがある程度以下であることが好ましい。具体的には摺接層の表面粗さは２５μｍＲｚ以下が好ましく、より好ましくは１２μｍＲｚ以下であり、また過酷な高速・高荷重条件では６μｍＲｚ以下がより好ましい。

【００１９】
さらに、摺接層には、耐摩耗性を向上する成分として、Sb_2O_3，SnO_2，クレー、Al_2O_3 などの内１種もしくは２種以上の硬質添加剤を好ましくは１～１０容量％、より好ましくは３～８容量％で添加することができる。また、ＰｂＯ粉末の好ましい平均粒径は１～５μｍである。

【００２０】
続いて、摺接層の好ましい被着・形成法を説明する。
摺接層の成膜成分である、熱硬化性樹脂、固体潤滑剤、硬質粒子の他に必要に応じて粘度調整のための樹脂の溶剤を混合して塗料を用意した後に、以下の方法の何れかで膜として形成する。
▲１▼スプレー塗装法（エアスプレー、エア静電塗装などのスプレー塗装法）
▲２▼ベル型回転霧化型静電塗装法
▲３▼スクリーン印刷法
▲４▼パッド印刷法
▲５▼ロール型
▲６▼ディッピング、タンブリング法

【００２１】
混合原料は、粘度が▲１▼、▲２▼の場合は３００センチポイズ以下が、▲３▼～▲５▼の場合は８００～５００００センチポイズの範囲が、▲６▼の場合は３０～２００センチポイズの範囲が、それぞれ望ましい。
上記▲１▼～▲６▼の方法で成膜した後１７０℃以上、望ましくは１９０℃以上で焼成を行う。焼成後は摺接層の表面をダイアモンド系、ＧＣ系などの砥石による研磨あるいはスチールウール、各種繊維などによりラッピングを行う。
以下、実施例により本発明を詳しく説明する。

【００２２】
以下の実施例及び比較例において基材として、中間層付きもしくはなしの下記の４種類を用意した。
（１）アルミニウム合金（Ａ３９０）－ラップ仕上
表面粗さ
R_z　０．５１２μｍ
（２）アルミニウム合金（Ａ３９０）－Ｓｎめっき（中間層）
メッキ厚さ
３μｍ
基材の表面粗さ
R_z　０．８４μｍ
（３）鋼材（Ｓ１５Ｃ）－銅溶射（中間層）
溶射厚さ
５０μｍ（純銅）
基材の表面粗さ
R_z　０．５～１．６μｍ
（４）鋼材（Ｓ１５Ｃ）－銅溶射（中間層）後ショットブラスト
溶射厚さ
５０μｍ（純銅）
基材の表面粗さ
R_z　２～１５μｍ
（５）鋼材（Ｓ１５Ｃ）－浸炭（中間層）
基材の表面粗さ
R_z　２～１５μｍ
【００２３】
実施例１
摺接層の調製及び被着は以下の方法で行った。
市販のポリアミドイミド樹脂５０容量％、MoS_2（平均粒径２０μｍ）３０容量％、及びグラファイト（平均粒径１μｍ）２０容量％になるように原料を用意した。なお樹脂の溶剤としてＮ－メチル－２－ピロリドンを原料に添加して全体を混合し、スプレー塗装にて上記基材（２）に被着した。その後、１９０℃にて１時間の焼成を大気中で行い、引き続いてＧＣ砥石で表面仕上げを行い、膜厚１０μｍ、表面粗さ５μｍＲｚの摺接層を得た。このようにして基材（２）に摺接層を形成した試験片を下記条件で焼付試験を行った。
【００２４】
試験条件
試験機：３ピン／ディスクタイプ焼付試験機
荷重　：１ｋＮ
回転数：１０００ｒｐｍ
潤滑条件：冷媒ガス（非塩素系ＨＦＣ－１３４ａ）
試験片寸法：外径φ９６ｍｍ、内径φ７５ｍｍ
相手材：ＳＵＪ２：寸法φ１４．２８ｍｍ、表面粗さＲｚ０．４μｍ
温度：室温で試験を開始し、その後の昇温については測定、制御しない。
試験結果は他の実施例及び比較例とともに表２に示す
【００２５】
参考例1
実施例1において使用した基材(2)に変えて基材(4)を使用した他は同じ条件で試験を行った。
【００２６】
実施例2
摺接層をポリアミドイミド樹脂50容量％、MoS_2 30容量％、グラファイト15容量％及びPbO（

平均粒径2μm）5容量%とした他は実施例1と同様にした。

【００２７】

比較例1

実施例1において使用した基材(2)に変えて基材(1)を使用した他は同じ条件で試験を行った。

【００２８】

比較例２

実施例１において基材（２）のみの摺接層とした他は同じ条件で試験を行った。

【００２９】

比較例３

実施例１において使用した基材（２）に変えて基材（３）を使用し、固体潤滑剤膜を除いた他は同じ条件で試験を行った。

【００３０】

比較例４

実施例１において使用した基材（２）に変えて基材（５）を使用した他は同じ条件で試験を行った。

【００３１】

【表２】

実施例・比較例	焼付時間（分）
実施例１	180以上
参考例１	180以上
実施例２	180以上
比較例１	3
比較例２	10
比較例３	10
比較例４	4

【００３２】

実施例3

実施例1の基材、中間層及び摺接層（但し摺接層の厚さは5μm）を施した斜板（直径96mm）を斜板式コンプレッサーに組み込んで耐焼付性試験を行った。試験条件は回転数10000rpm、潤滑ドライ、冷媒ガス（非塩素系HFC-134a）であった。また、耐摩耗性試験を、回転数700rpm、20秒間運転後5秒間停止の繰り返しの条件で100時間行った。耐焼付性試験の結果（4回の試験の最大・最小）を表3に、耐摩耗性試験の結果を図2に、他の実施例及び比較例とともに示す。

【００３３】

参考例２

参考例１の基材、中間層及び摺接層（但し摺接層の厚さは5μｍ）を施した斜板につき実施例3と同様の試験を行った。

【００３４】

比較例5

摺接層を被着しない基材で実施例3と同様の試験を行い、その結果を表3（2回の試験の最大・最小）に示す。

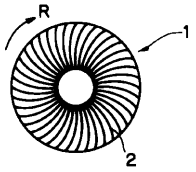
【００３５】

【表３】

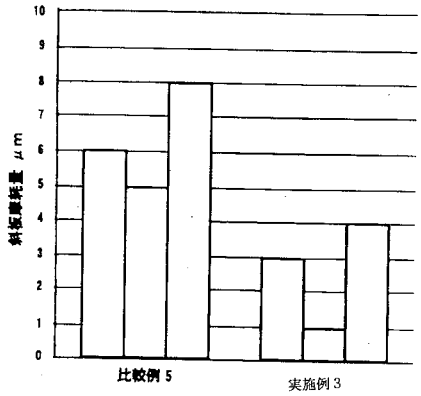
実施例・参考例・比較例	焼付時間（秒）
実施例３	60～90
参考例２	60～90
比較例５	18～20

【００３６】
【発明の効果】
以上説明したように、基礎実験及び実機試験により本発明による表面処理は斜板式コンプレッサーのドライ潤滑条件での焼付及び摩耗に対する有効な対策であることが確認された。
【図面の簡単な説明】
【図１】　斜板粗さの説明図である。
【図２】　実機における摩耗試験結果を示すグラフである。
【符号の説明】
１　斜板
２　溝

【図１】



【図２】



フロントページの続き

(72)発明者　郷原　千明
愛知県豊田市緑ケ丘３丁目６５番地　大豊工業株式会社内
(72)発明者　加藤　正文
愛知県刈谷市豊田町２丁目１番地　株式会社豊田自動織機製作所内
(72)発明者　加藤　崇行
愛知県刈谷市豊田町２丁目１番地　株式会社豊田自動織機製作所内
(72)発明者　片山　誠二
愛知県刈谷市豊田町２丁目１番地　株式会社豊田自動織機製作所内
(72)発明者　高松　正人
愛知県刈谷市豊田町２丁目１番地　株式会社豊田自動織機製作所内

審査官　刈間　宏信

(56)参考文献　特開平０８－３１１６３４（ＪＰ，Ａ）
特開昭６０－０２２０８０（ＪＰ，Ａ）
特開平０８－１９９３２７（ＪＰ，Ａ）
特開平０２－１７８３９５（ＪＰ，Ａ）
特開平０４－０８３９１４（ＪＰ，Ａ）
特公昭３１－００２４５２（ＪＰ，Ｂ１）
国際公開第９５／２５２２４（WO，Ａ１）
特開平０６－１７３８７７（ＪＰ，Ａ）
特開平０４－１９１４７３（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
F04B　27/08