

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5431451号
(P5431451)

(45) 発行日 平成26年3月5日(2014.3.5)

(24) 登録日 平成25年12月13日(2013.12.13)

(51) Int.Cl.	F 1	
C 2 3 C 16/26 (2006.01)	C 2 3 C 16/26	
F 1 6 J 9/26 (2006.01)	F 1 6 J 9/26	C
C 2 3 C 16/10 (2006.01)	C 2 3 C 16/10	
F 0 2 F 5/00 (2006.01)	F 0 2 F 5/00	F

請求項の数 3 (全 6 頁)

(21) 出願番号	特願2011-502327 (P2011-502327)	(73) 特許権者	398071439
(86) (22) 出願日	平成21年3月18日 (2009.3.18)		フェデラルーモーグル ブルシャイト ゲ
(65) 公表番号	特表2011-519394 (P2011-519394A)		ゼルシャフト ミット ペシュレンクテル
(43) 公表日	平成23年7月7日 (2011.7.7)		ハフツング
(86) 国際出願番号	PCT/EP2009/053192		ドイツ連邦共和国 デー ー 5 1 3 9 9 ブ
(87) 国際公開番号	W02009/121719		ルシャイト ビュルガーマイスターーシュ
(87) 国際公開日	平成21年10月8日 (2009.10.8)		ミットーシュトラーセ 1 7
審査請求日	平成24年2月10日 (2012.2.10)	(74) 代理人	100089118
(31) 優先権主張番号	102008016864.5		弁理士 酒井 宏明
(32) 優先日	平成20年4月2日 (2008.4.2)	(72) 発明者	ホッペ, ステフェン
(33) 優先権主張国	ドイツ (DE)		ドイツ国, 5 1 4 9 1 オーヴェラート,
			ヒュルセンブファド 1 4
		(72) 発明者	フィッシャー, マンフレッド
			ドイツ国, 4 2 7 9 9 ライヒリンゲン,
			ノイエンカンパー ヴェグ 4 2 アー
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ピストンリング

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

D L C コーティングされたピストンリングであって、基板から離れる方向に、順に、接着層、金属含有非晶質炭素層及び無金属非晶質炭素層を堆積して備え、

前記金属含有非結晶炭素層は s p 2 結合の割合が主であり、

s p 3 結合の割合は、前記金属含有非晶質炭素層より前記無金属非晶質炭素層の方が高く

、

前記 D L C コーティングの電気抵抗は、5 0 0 0 k より大きく、

前記基板は、鋼鉄または鋳鉄からなり、

前記接着層は、クロムを含み、

前記金属含有非晶質炭素層は、前記基板から離れる方向に減少する金属含有物を含み、

前記接着層の厚さは 2 . 0 μ m 未満であり、

前記金属含有非晶質炭素層の厚さは、1 . 5 から 1 7 μ m であり、

前記金属含有非晶質炭素層は、ナノ結晶炭化物相を有し、

前記金属含有非晶質炭素層および / または前記無金属非晶質炭素層は、水素を含み

前記ピストンリングは、1 8 0 0 ~ 2 8 0 0 H V 0 . 0 0 2 の表面硬度を有し、

前記ピストンリングは、収縮層を有しない

ことを特徴とするピストンリング。

【請求項 2】

前記金属含有非晶質炭素層は、タングステンを含む、ことを特徴とする請求項 1 に記載

のピストンリング。

【請求項 3】

前記無金属非晶質炭素層の厚さは、1 から 15 μm である、ことを特徴とする請求項 1 または 2 に記載のピストンリング。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、新規のコーティングを有するピストンリングに関する。

【背景技術】

【0002】

ピストンリングは、上下して移動するピストンとシリンダー壁との間を可能な限りで完全に密閉するために、内燃機関で用いられている。さらに、ピストンリングはシリンダー壁に付着したオイルをふき取り、潤滑油を注入してオイルのユーザビリティを管理する働きをしている。産業においては、内燃機関の実験を行う間、可能な限り摩擦抵抗を最も少なく、一部極限の状態のもとで、可能な限り製品寿命を最長にすることがピストンリングに要求される。これは、ピストンリングができるだけ長くその置かれた状況の要求を満たす摩擦挙動を意味する。

【0003】

特許文献 1 には、接着層、四面体炭素の中間層、非晶質炭素の外層を有するピストンリングである物質について記載されている。

【0004】

特許文献 2 の出願は、摩擦層および収縮層 (run-in layer) を有するピストンリングなどの摺動要素に関連している。

【0005】

特許文献 3 は、内側から外側に、I V B 族、V B 族、またはV I B 族元素のうち、少なくとも一つの元素を有する第 1 の中間層、ダイヤモンド状ナノコンポジット組成物を有する第 2 の中間層、およびD L C 層 (Diamond-like carbon) を備えるピストンリングについて記載している。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献 1】国際公開第 2007/020139A1 号

【特許文献 2】独国特許 DE 102005063123B3 号明細書

【特許文献 3】国際公開第 2006/125683 号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

本発明の目的は、従来技術により知られているピストンリングより労力をかけずに製造することができ、同時に摩擦抵抗値および/または製品寿命についての要求を満たすことのできるピストンリングを提供することである。

【0008】

本目的は、請求項 1 に記載されたピストンリングによって達成される。

【課題を解決するための手段】

【0009】

したがって、ピストンリングは、内側から外側に、基板に施される接着層、金属含有非晶質炭素層および無金属非晶質炭素層を含む。この層構造の結果、従来技術に共通の収縮層および分離して形成された磨耗保護層を有する構造が施されることができる。周知の磨耗保護層は、大部分が窒化層として形成され、比較的高価なクロムを多く含有する鋼の使用が求められる。これと比較して、本願発明によれば高含有クロムは求められず、したがって、本発明のピストンリングはコスト効率よく製造され得る。それゆえに、基板上の新規

10

20

30

40

50

の炭素コーティングが基板と炭素層間を接着させるために、分離の磨耗保護層を介在させることなく、薄い接着層のみを提供することに、本発明の産業上の構想を見ることができ

【0010】

以下で詳述されるように、本発明にかかるピストンリングの摩擦係数が低いままで不変であることが、実験によって示された。この点において、新規のピストンリングはしかるべく長寿命を提供している。磨耗についても同様であり、長い製品寿命を保証する磨耗限度内にあることが分かっている。金属含有非晶質炭素層は、従来の記号表示（VDIガイドライン2840参照）に対応して、 $a-C:H:Me$ という省略形で表示されることができる。無金属非晶質炭素層に対応する記号表示は、 $a-C:H$ である。例えば、PACVD（Plasma-Assisted Chemical Vapor Deposition）法における分離処理ステップの一部として、無金属非晶質炭素層が適用されることができる。非晶質炭素層は両方とも、DLC（Diamond-Like Carbon）層である。

10

【0011】

金属含有炭素層では sp^2 結合が優位を占める。この性質の結果、本発明にかかるピストンリングは、ピストンリングにふさわしい性質を有していることが見出された。特に、その比率は、炭素結合の全体割合の20～70％へと多岐にわたる。

【0012】

無金属炭素層については、 sp^3 結合の割合が金属含有炭素層の sp^3 結合の割合より多い。 sp^3 割合の好ましい結合の割合は、電気抵抗（オーム）の増加が発生するときにもたらされる。従来のDLCコーティングが100オームより少ない範囲にある電気抵抗を有しているとき、本発明にかかる被覆層の電気抵抗の好適な増加は、5000オームより大きく、特に5000キロオームより大きくかつ10キロオームより少ないのが好ましい。

20

【0013】

好適な実施形態はさらなる請求項に記載される。

【0014】

鋼鉄または鋳鉄は、本発明にかかるピストンリングの基板として特に好ましいことが明らかになっている。

30

【0015】

接着層はクロムを含むのが好ましく、とりわけ、主としてクロムからなることが可能である。このような接着層は、基板と金属含有非晶質炭素層間の接着を促進する好ましい特性を有していることが明らかになっている。

【0016】

試験結果に基づいて、最大厚さが2 μm 、望ましくはおよそ0.5 μm の最大厚さとなることが現在のところ接着層にとって好ましい。

【0017】

金属含有炭素層に含まれる金属については、現在のところタングステンが好ましい。特に今回の試験で良好な特性が明らかになった。

40

【0018】

これは、金属含有炭素層内の金属含有物が外側に向かって減少するという望ましい実施形態に同様に適用される。

【0019】

厚さについては、およそ1.5～17 μm の厚さであることが金属含有炭素層にとって好ましい。特に、層厚がおよそ1.5 μm で良好な動作となることを見出した。

【0020】

特に好適な性質は、金属含有炭素層がナノ結晶のカーバイド面を含んでいるという実施の形態でさらに明らかになった。

【0021】

50

さらに、仮に無金属炭素層がおよそ $1 \sim 15 \mu\text{m}$ 、特におよそ $1 \mu\text{m}$ の厚さを有するとすれば、それをもって提供されるピストンリングは良好な性質を有することが明らかになった。

【0022】

金属含有炭素層および／または無金属炭素層は水素も含んでいることが好ましい。利用可能な水素は、炭素の架橋結合度に影響を及ぼすので、硬い層を生じさせる。

【0023】

基板に塗布される層の全体の厚さについては、現在のところ、約 $2.9 \mu\text{m}$ 以上となることが好ましく、約 $30 \mu\text{m}$ 以下が好ましい。これは、かねてより周知である大部分がより薄いDLC層との違いを有利に構成する。本発明により実現されることになる層の厚さによれば、DLC層は収縮層及び磨耗保護層の両方の役割を果すので、分離の磨耗保護層は要求されないという利点の実現されるであろう。

10

【0024】

本発明によって設計されるピストンリングの表面硬さは、 $1800 \sim 2800 \text{HV}$ が好ましく、最大で 2400HV 0.002 が望ましい。この場合の計測は、 $\text{HVp}10.002$ のナノ圧子(nano indenter)を用いて実行された。略語p1は、プラスチックを示していて、これに対応する方法は当業者によって知られている。特に、計測への適用に関して、 $\text{HVp}10.002$ のナノ圧子を用いることも可能である。

【0025】

これは現在のところ、好ましくはクロムからなり、金属蒸着の方法で適用される接着層にとって好適である。

20

【0026】

現在、金属含有炭素層および／または無金属炭素層は、PACVD(Plasma-Assisted Chemical Vapor Deposition)法を用いて適用されることが好ましい。

【0027】

さらに、本発明にかかるピストンリングの特徴のすべてについて申し述べると、ピストンリングの上に施されるコーティングおよびそれとともに協働するのが好ましい摺動パートナーは、前述の特許文献2または特許文献3に基づいており、引用されている特性について、前述の特許文献の開示内容が本明細書の発明の主題に用いられた。

30

【発明を実施するための形態】

【実施例】

【0028】

全厚さが約 $2.9 \mu\text{m}$ の被膜を有する本発明にかかるピストンリングは、硬度 1935HV 0.002 の値に決定されて製造された。このピストンリングは、磨耗保護層として窒化物層を有するピストンリング、大量生産されたDLCコーティングを施したピストンリングとともに磨耗試験を受けた。この試験は190で行われ、カストロール(Castrol)VP1のオイルを用いて、50Nの負荷をかけた。シリテック(Silitec)S260がボアに使われた。対応する製造物は当業者に良く知られている。6時間後、本願発明のピストンリングでは約 $1.0 \mu\text{m}$ の磨耗が測定され、大量生産されたDLCコーティングを施したピストンリングでは約 $5.3 \mu\text{m}$ の磨耗が測定された。磨耗により耐性を示すコーティングの場合、摺動パートナーの磨耗は常に増加する。本発明にかかるコーティングでは、驚くべきことに、シリンダーのシリンダー・スリーブなどの摺動パートナーの磨耗の増加は見られなかった。

40

【0029】

本発明にかかるピストンリングのシリンダー・スリーブの磨耗は $2.7 \mu\text{m}$ であった。さらに、本発明にかかるピストンリングにおいて、摩擦係数は劇的に減少されていることが明らかになった。従来のDLCでコーティングされたピストンリングと比較すると、摩擦係数は最大で30%まで減少していることが明らかになった。

【0030】

50

したがって、本発明にかかるピストンリングの有利な特性が得られることが明らかになっている。上述したように、これは、特に摩擦係数に、とりわけ長期的に、収縮（run-in）動作およびスカuffing抵抗（scuff resistance）に当てはまり、全体として耐久性のあるピストンリングが生じることになる。

フロントページの続き

審査官 鮎沢 輝万

(56)参考文献 国際公開第2007/020138(WO, A1)

特開平01-226711(JP, A)

特開2007-099947(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

C23C 16/00 - 16/56

F02F 5/00

F16J 9/26