

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7163452号
(P7163452)

(45)発行日 令和4年10月31日(2022.10.31)

(24)登録日 令和4年10月21日(2022.10.21)

(51)国際特許分類	F I			
F 1 6 J	9/26 (2006.01)	F 1 6 J	9/26	C
F 0 2 F	5/00 (2006.01)	F 0 2 F	5/00	R
		F 0 2 F	5/00	E
		F 0 2 F	5/00	F

請求項の数 10 外国語出願 (全15頁)

(21)出願番号	特願2021-96980(P2021-96980)	(73)特許権者	597061332
(22)出願日	令和3年6月10日(2021.6.10)		エムエーエヌ・エナジー・ソリューションズ・フィリアル・アフ・エムエーエヌ・エナジー・ソリューションズ・エスイー・ティスクランド
(65)公開番号	特開2021-196057(P2021-196057 A)		デンマーク・DK-2450・コペンハーゲン・エスバイ・テグルホルムスガーデ・41
(43)公開日	令和3年12月27日(2021.12.27)	(74)代理人	100127188
審査請求日	令和4年1月12日(2022.1.12)		弁理士 川守田 光紀
(31)優先権主張番号	PA202070391	(72)発明者	ウェイス フォフ イェスパー
(32)優先日	令和2年6月15日(2020.6.15)		デンマーク王国 DK-2000 フレリックスバーグ フォルケッツ アレ 41
(33)優先権主張国・地域又は機関	デンマーク(DK)	審査官	土田 嘉一
早期審査対象出願			
最終頁に続く			

(54)【発明の名称】 クロスヘッド型ターボ過給式大型2ストロークユニフロー掃気内燃機関のピストンのリングパックで使用されるピストンリング

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

クロスヘッド型ターボ過給式大型2ストロークユニフロー掃気内燃機関のピストンの側壁の環状リング溝内でピストンリングパックに用いられるピストンリングであって、燃焼室の圧力に抗して密封性を提供するために用いられるピストンリングにおいて、

リングボディであって、

リング高で軸方向に離間する第1の横面及び第2の横面と、

前記リング高の全体に亘って軸方向に分布する外周面と、

前記リング高の全体に亘って軸方向に分布する内周面と、

前記ピストンリングの拡大及び収縮を可能にする合い口部における第1の端部及び第2の端部と、

を有するリングボディと；

前記外周面と前記第1の横面との間の移行部であって丸みを帯びている第1の移行部と；

前記外周面と前記第2の横面との間の移行部であって丸みを帯びている第2の移行部と；

前記外周面の軸方向範囲の中央部分であって、第1の硬度を有する中央部分と；

前記外周面の前記軸方向範囲の第1の辺縁部であって、前記中央部分から、第2の硬度を有する前記第1の移行部へと分布する第1の辺縁部と；

前記外周面の前記軸方向範囲の第2の辺縁部であって、前記中央部分から、第2の硬度を有する前記第2の移行部へと分布する第2の辺縁部と；

を備え、

前記第 1 の硬度は前記第 2 の硬度よりも硬く、

前記第 1 の辺縁部は第 1 の高さに亘って軸方向に広がり、前記リングボディの材質により形成され、前記第 2 の辺縁部は第 2 の高さに亘って軸方向に広がり、前記リングボディの材質により形成され、

前記ピストンリングは 3 0 0 mm から 1 0 0 0 mm の範囲の外径を有し、

前記外周面は、第 1 の半径を有するように径方向に膨らんでおり、前記第 1 の半径は、前記ピストンリングの外径の 0 . 5 倍から 1 . 5 倍である、ピストンリング。

【請求項 2】

請求項 1 に記載のピストンリングであって、前記第 1 の硬さはビッカース硬さで 3 5 0 H V から 5 5 0 H V である、ピストンリング。

【請求項 3】

請求項 1 又は 2 に記載のピストンリングであって、前記第 2 の硬さはブリネル硬さで 2 0 0 H B から 3 0 0 H B である、ピストンリング。

【請求項 4】

請求項 1 から 3 のいずれかに記載のピストンリングであって、前記中央部分は前記リング高の 5 0 % から 7 0 % を占める、ピストンリング。

【請求項 5】

請求項 1 から 4 のいずれかに記載のピストンリングであって、前記中央部分はハードコートされることにより形成される、ピストンリング。

【請求項 6】

請求項 5 に記載のピストンリングであって、前記ハードコートは吹き付けによって前記リングボディに施される、ピストンリング。

【請求項 7】

請求項 5 又は 6 に記載のピストンリングであって、前記ハードコートの径方向の最大厚みは、前記リング高の 1 . 5 % から 4 % の間である、ピストンリング。

【請求項 8】

請求項 1 から 7 のいずれかに記載のピストンリングであって、前記第 1 の横面及び／又は前記第 2 の横面は、少なくとも部分的にクロムメッキされる、ピストンリング。

【請求項 9】

請求項 1 から 8 のいずれかに記載のピストンリングであって、前記リング高は、前記ピストンリングの外径の 1 . 4 % から 2 . 5 % である、ピストンリング。

【請求項 1 0】

請求項 1 から 9 のいずれかに記載のピストンリングであって、前記第 1 の硬さは、ビッカース硬さ試験又はブリネル硬さ試験で測って、前記第 2 の硬さの少なくとも 1 . 4 倍である、ピストンリング。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

本願で開示される事項は、クロスヘッド型ターボ過給式大型 2 ストロークユニフロー掃気内燃機関のピストンのリング溝のリングパックで使用されるピストンリングに関し、特に、その外周面にハードコートが施されたピストンリングに関する。

【背景】

【0 0 0 2】

クロスヘッド型ターボ過給式大型 2 ストロークユニフロー掃気機関は、典型的には、船舶の推進システムや、発電プラントの原動機として用いられる。このようなエンジンは、重油や船舶用ディーゼル油、又は天然ガスや石油ガス等のガス燃料で運転されることが多い。

【0 0 0 3】

エンジンのピストンにはリングパックが設けられる。リングパックは燃焼圧力を外に漏らさないようにし、それによって、燃焼ガスが掃気用のスペースに漏れていかにように

10

20

30

40

50

する。またピストンリングは、シリンダ油がシリンダライナの内面に一様に広げられて潤滑膜を形成することを確かにしている。リングパックのピストンリングは、およそ秒速10 mもの速度で往復運動をするピストンから、圧縮空気や燃焼ガスが漏れないようにしなければならない。シリンダ内の圧力はおよそ250気圧にもなり、温度も400度に達する。このような仕事を、エンジン1回転あたり僅か数滴のシリンダ潤滑油で行わなければならない。さらに期待される寿命は数千時間にもなる。従って、ピストンリングに対する主要な要望は、耐摩耗性及び耐腐食性が高いことと、温度が高くとも柔軟性の減少が少ないことである。

【0004】

重油で運転される場合に生成される燃焼ガスは侵食性が強いので、シリンダライナの内壁は、特別なシリンダ潤滑油で潤滑される。この潤滑油は、燃焼ガスの中の侵食性の強い成分からシリンダライナの内壁を保護する。ターボ過給式大型2ストロークユニフロー掃気機関のピストンの直径は、25 cmから108 cmにもなる。潤滑を必要とするその他の要素の大きさもかなりのものとなる。従って、この形式のエンジンのためのリングパックは、小型の4ストローク内燃機関のためのリングパックとは異なる点がある。主な違いの一つに、大型ユニフロー掃気内燃機関のリングパックは、シリンダライナを通じて供給されるシリンダ油をシリンダライナ内面に広げる必要がある点である。これに対して小型の4ストローク内燃機関のリングパックは、ピストンが下死点(BDC)に向かう際に、シリンダライナから潤滑油をこすり取る。これは、潤滑油が燃焼室に残って燃焼し、好ましくない燃焼生成物が発生することを防ぐためである。このため、4ストローク内燃機関のピストンリングは、外周面からクランク軸に面する横面へと移行する部分又は端部が、鋭いエッジ又は移行部となっていないとせず、それによって潤滑油をこすり取る効果が確保されている。これとは対照的に、ターボ過給式大型2ストロークユニフロー掃気内燃機関のピストンリングにおいては、外周面からクランク軸に面する横面への移行部は、丸みを帯びていなければならない。これは、ピストンが下死点に向かう際にシリンダライナの内面からシリンダ油をこすり取ってしまうことを防ぐためである。同様の理由で、外周面から燃焼室に面する横面への移行部も、丸みを帯びていなければならない。それによってシリンダライナ全体に亘ってシリンダ油を広げ、シリンダライナを保護するためである。両方とも、丸みを帯びた移行部はシリンダ油を広げる効果を有し、こすり取る作用とは反対の作用を有する。

【0005】

クロスヘッド型ターボ過給式大型2ストロークユニフロー掃気内燃機関のリングパックは、3つ又は4つのピストンリングを有する。特に、トップピストンリングはCPRリング(Controlled Pressure Reliefリング、制御された圧力逃しリング)であってもよい。すなわち、ピストンリング又はピストンの溝に、圧力を逃がすための溝が設けられ、それによって、正確に定められ制御された高温ガスの流れが、燃焼室からトップピストンリングの下側へと流れることを可能にしている。これは、トップリングをまたがる圧力低下の度合いを下げ、リングパックを構成する他のリングに負荷を分散させるためである。通常、一番下のピストンリングはCPRリングではない。すなわち気密型である。また、ターボ過給式大型2ストロークユニフロー掃気内燃機関のあるものは、トップピストンリングを含む全てのピストンリングが気密型である。従って、下のピストンリングは、程度の差はあるものの、気密に果たす役割はトップピストンリングより小さい。

【0006】

ピストンリングの外周面はハードコートで覆われる。それによってピストンリングの寿命が延び、シリンダライナのスカuffingを減らしている。しかし、燃焼室の圧力が以前に比べて高まったことや、天然ガスなどのガス燃料のような新しいタイプの燃料のために、摩擦に抗するための要求が、従来よりも厳しくなってきた。

【摘要】

【0007】

上述の課題を解決するか又は少なくとも緩和するピストンリングを提供することが目的の一つである。

【0008】

上述の目的やその他の目的が、独立請求項に記載の特徴により達成される。より具体的な実装形態は、従属請求項や発明の詳細な説明、図面から明らかになるだろう。

【0009】

第1の捉え方によれば、クロスヘッド型ターボ過給式大型2ストロークユニフロー掃気内燃機関のピストンの側壁の環状リング溝内でピストンリングバックに用いられるピストンリングVであって、燃焼室の圧力に抗して密封性を提供するために用いられる、次のようなピストンリングが提供される。このピストンリングは、

リングボディであって、

- ・ リング高で軸方向に離間する第1の横面及び第2の横面と、
- ・ 前記リング高の全体に亘って軸方向に分布する外周面と、
- ・ 前記リング高の全体に亘って軸方向に分布する内周面と、
- ・ 前記ピストンリングの拡大及び収縮を可能にする合い口部における第1の端部及び第2の端部と、

を有するリングボディと；

前記外周面と前記第1の横面との間の移行部であって丸みを帯びている第1の移行部と；

前記外周面と前記第2の横面との間の移行部であって丸みを帯びている第2の移行部と；

前記外周面の軸方向範囲の中央部分であって、第1の硬度を有する中央部分と；

前記外周面の前記軸方向範囲の第1の辺縁部であって、前記中央部分から、第2の硬度を有する前記第1の移行部へと分布する第1の辺縁部と；

前記外周面の前記軸方向範囲の第2の辺縁部であって、前記中央部分から、第2の硬度を有する前記第2の移行部へと分布する第2の辺縁部と、
を備え、

前記第1の硬度は前記第2の硬度よりも硬く、

前記第1の辺縁部は高さ(H1)に亘って軸方向に広がり、前記リングボディの材質により形成され、前記第2の辺縁部は高さ(H2)に亘って軸方向に広がり、前記リングボディの材質により形成される。

【0010】

本願発明者は、負荷サイクル中の圧力変化やエンジン負荷（平均有効圧力）の様々なレベルに起因する、リングの歪みの度合いの変化が、スカuffingのリスクの主な要因であることに気がついた。そして本願発明者は、リングの高さ方向の全体に亘って（すなわちリングの外周面の全体に亘って）ハードコートを施すことには欠点があることに思い至った。その欠点とは、外周面の望ましい樽形の形状が、外周面の摩耗のために、維持されることもなく、また達成されることもないということである。摩耗のために、外周面と横面との間の移行部の形状が鋭くなってしまう。すると、ピストンリングの歪みが大きいときに、ピストンリングは、シリンダライナの内面からシリンダ油の膜をこすりとってしまう。ピストンリングの歪みは、例えばエンジン負荷が高く、燃焼室の圧力が高いときに、大きくなってしまう。シリンダライナ内面からシリンダ油膜がこすりとられてしまうと、スカuffingのリスクは高くなるだろう。

【0011】

本願発明者はまた、外周面において、横面への移行部に近い領域面は、外周面の中央部よりも硬くないことが有利でありうるとの知見を得た。これは、その硬くない材質が、外周面の中央領域の部分よりも、摩損によってより早く除去されるため、結果としてもたらされる後退した移行部形状と、シリンダライナ内面とが、シリンダライナ内面のシリンダ油膜のためのファンネルの役割（funnel）の役割を果たすくさび形の溝をもたらすからである。柔らかい領域に挟まれた前記中央領域は、ピストンリングの耐久性を確保すべくハードコートされる。また、ハードコートされた領域が、硬さの劣る領域（横面への移行部に近い領域）に比して摩耗しづらいことで、上述のくさび形の溝を形成する一助と

なる。なお、上の説明において「中央」との語句は、ピストンリングの軸方向において「中央」であることを意味している。

【0012】

前記第1の捉え方の実装形態の一例において、前記横面への移行部に近い面を形成する材質は、ピストンリングのボディの主要部の材質と同じである。

【0013】

前記第1の捉え方の実装形態の一例において、前記横面への移行部に近い面を形成する材質は、ピストンリングのボディの主要部の材質とは異なる。

【0014】

前記第1の捉え方の実装形態の一例において、前記第1の硬さはビッカース硬さ（Vickers hardness）で350HVから550HVである。

10

【0015】

前記第1の捉え方の実装形態の一例において、前記第2の硬さはブリネル硬さ（Brinell hardness）で200HBから300HBである。

【0016】

前記第1の捉え方の実装形態の一例において、前記外周面は径方向に膨らんでいる。

【0017】

前記第1の捉え方の実装形態の一例において、前記外周面は、第1の半径を有するように径方向に膨らんでおり、前記第1の半径は、前記ピストンリングの直径の0.5倍から1.5倍である。

20

【0018】

前記第1の捉え方の実装形態の一例において、前記中央部は高さ方向で硬い部分の全体に広がり、前記高さ方向で硬い部分は前記リング高の50%から70%を占める。

【0019】

前記第1の捉え方の実装形態の一例において、前記中央部はハードコートされることにより形成される。

【0020】

前記第1の捉え方の実装形態の一例において、前記ハードコートは吹き付け（spraying）によって前記リングボディに施される。

【0021】

前記第1の捉え方の実装形態の一例において、前記ハードコートの径方向の最大厚みは、前記リング高の1.5%から4%の間である。

30

【0022】

前記第1の捉え方の実装形態の一例において、前記中央部の硬さに対する、前記第1の辺縁部の硬さ及び前記第2の辺縁部の硬さは、前記第1の辺縁部及び前記第2の辺縁部の表面が、使用による摩耗のために、前記中央部の表面に対して後退するように選択される。

【0023】

前記第1の捉え方の実装形態の一例において、前記第1の辺縁部及び前記第2の辺縁部は、使用につれて、径方向に膨らんだ前記中央部の仮想的な湾曲した延長部に対して後退する。前記第1の辺縁部及び前記第2の辺縁部は、前記仮想的な湾曲した延長部に対して、前記リング高の0.045%から2%に等しい距離だけ後退する。

40

【0024】

前記第1の捉え方の実装形態の一例において、後退した、前記第1の辺縁部及び前記第2の辺縁部の表面は、シリンダライナ内面と共に、シリンダ油を前記中央部に案内するオイルウェッジ（オイルを案内するくさび状の部分）を形成する。

【0025】

前記第1の捉え方の実装形態の一例において、前記第1の横面及び／又は前記第2の横面は、少なくとも部分的にクロムメッキされる。

【0026】

前記第1の捉え方の実装形態の一例において、前記ピストンリングの外径は300mm

50

から1000mmである。

【0027】

前記第1の捉え方の実装形態の一例において、前記リング高は、前記外径の1.4%から2.5%である。

【0028】

前記第1の捉え方の実装形態の一例において、前記第1の硬さは、ビッカース硬さ試験又はブリネル硬さ試験で測って、前記第2の硬さの少なくとも1.4倍である。

【0029】

前記第1の捉え方の実装形態の一例において、前記中央部は、前記第1の辺縁部及び前記第2の辺縁部と共に、完全な前記外周面を形成する。

【0030】

前記第1の捉え方の実装形態の一例において、前記第1の硬さは、好ましくはビッカース硬さ試験で測って、前記第2の硬さより実質的に硬い。

【0031】

前記第1の捉え方の実装形態の一例において、前記リングボディはバーミキュラ鋳鉄製である。

【0032】

これらの捉え方及び他の捉え方は、以下に説明される実施例により更に明らかになるであろう。

【図面の簡単な説明】

【0033】

以下、図面に示される例示的な実施形態を参照しつつ、様々な捉え方や実施形態、実装例を詳細説明する。

【図1】ある例示的な実施形態に従う大型2ストローク内燃機関を正面方向から見た概観を示す図である。

【図2】図1の大型2ストローク内燃機関を背面方向から見た概観を示す図である。

【図3】図1の大型2ストローク内燃機関の略図表現である。

【図4】シリンダライナに装入されたピストンの一部の断面を表したものである。4本のピストンリングを有するリングパックが描かれている。

【図5】シリンダライナに装入されたピストンの一部の断面を、倍率を上げて表したものである。4本のピストンリングを有するリングパックが描かれている。

【図6】負荷条件下におけるトップピストンリングの上面図である。

【図7】図6のトップピストンリングを横から見た図である。

【図8】図6のトップピストンリングにおける圧力逃がし溝付近の側面図である。

【図9】図6のトップピストンリングにおける圧力逃がし溝付近の上面図である。

【図10】負荷条件下における（トップピストンリングではない）ピストンリングの上面図である。

【図11】図10のピストンリングを横から見た図である。

【図12】ある実施形態に従うピストンリング（トップピストンリング又はそれ以外のピストンリング）の断面図である。図示されているものは未使用のピストンリングであり、製造されたばかりの状態を示している。

【図13】ある実施形態に従うピストンリングの断面図である。図示されているものは製造されたばかりの状態を示しており、摩耗していない。

【図14】図13のピストンリングの使用後の（摩耗した後の）断面図である。

【詳細説明】

【0034】

以下の詳細説明では、実施例のクロスヘッド式大型低速2ストロークターボ過給式内燃機関を参照して、内燃機関が説明される。

【0035】

図1及び図2は、ターボ過給式大型低速2ストローク内燃機関の斜視図である。このエ

10

20

30

40

50

エンジンは、クランク軸 8 及びクロスヘッド 9 を有する。この機関はディーゼル原理（圧縮着火）で動作し、またはオットーサイクル（タイミング点火）で動作する。

【0036】

図 3 は、図 1, 2 のターボ過給式大型低速 2 ストローク内燃機関を、その吸気システム及び排気システムと共に略図により表現したものである。実施例において、エンジンは直列に 6 本のシリンダを有する。ターボ過給式大型低速 2 ストロークディーゼル機関は通常、直列に配される 4 から 14 のシリンダを有する。これらのシリンダはシリンダフレーム 23 に担持される。シリンダフレーム 23 はエンジンフレーム 11 に担持される。またこのようなエンジンは、例えば、船舶の主機関や、発電所において発電機を動かすための固定型のエンジンとして用いられることができる。機関の全出力は、例えば、1000 kW から 11000 kW でありうる。

10

【0037】

この実施例におけるエンジンは、2 ストロークユニフロー式圧縮着火型機関であり、シリンダライナ 1 の下部領域に掃気ポート 18 が設けられ、シリンダライナ 1 の頂部中央には排気弁が配される。掃気は、掃気受け 2 を通じて、各シリンダ 1 の掃気ポート 18 へと導かれる。シリンダライナ 1 内のピストン 10 が掃気を圧縮すると、シリンダカバー 22 内の燃料噴射弁 24 を通じて燃料が燃焼室 32 に噴射されて燃焼が発生し、排気が発生される。

【0038】

排気弁 4 が開くと、排気は、シリンダ 1 に設けられる排気ダクトを通して排気受け 3 へと流れ、さらに第 1 の排気管 19 を通じてターボ過給器 5 のタービン 6 へと進む。そこから排気は、第 2 の排気管 25 を通じてエコノマイザ 20 へ流れ、さらに出口 21 から大気中へと放出される。タービン 6 は、シャフトを介してコンプレッサ 7 を駆動する。コンプレッサ 9 には、空気取り入れ口 12 を通じて外気が供給される。コンプレッサ 7 は、圧縮された掃気を、掃気受け 2 に繋がっている掃気管 13 へと送り込む。管 13 の掃気は、掃気を冷却するためのインタークーラー 14 を通過する。

20

【0039】

冷却された掃気は、電気モーター 17 により駆動される補助ブロワ 16 を通る。補助ブロワ 16 は、ターボ過給器 5 のコンプレッサ 7 が掃気受け 2 のために十分な圧力を提供できない場合、すなわち機関が低負荷又は部分負荷である場合に、掃気流を圧縮する。機関の負荷が高い場合は、ターボ過給器のコンプレッサ 7 が、十分に圧縮された掃気を供給することができるので、補助ブロワ 16 は、逆止め弁 15 によってバイパスされる。

30

【0040】

機関は所与の燃料で運転される。例えば、非限定的な例であるが、船舶用ディーゼル燃料、重油、（液化）天然ガス、石炭ガス、バイオガス、メタノール、エタノール、エタン、埋立地ガス、メタン、エチレン、（液化）石油ガス等で運転される。燃料は燃料供給システム 30 によって供給される。

【0041】

図 4 及び図 5 にはピストン 10 が描かれている。その円筒状の側壁には、いくつかのリング溝 33 が設けられ、一番上の溝 33 にはトップピストンリング（トップリング）34 が装着され、その下の溝 33 には下位ピストンリング 36 が装着されている。1 つのピストン 10 に取り付けられるトップピストンリング 34 とその下の複数のピストンリング 36 は、合わせてリングパックと呼ばれ、協働して動作する。ピストン 10 と、シリンダライナ 1 及びシリンダカバー 22 は、共に、クロスヘッド型ターボ過給式大型 32 ストロークユニフロー掃気エンジンの燃焼室 2 を画定する。（図 5 のシリンダカバー 22 には排気弁が描かれていないが、シリンダカバー 22 には排気弁は存在するものと理解されたい。）

40

【0042】

ピストンリング 34, 36 は、燃焼室 32 のガス圧がピストン 1 の下部空間に漏出することを防止する。

【0043】

50

図 6 及び 7 は、合い口部を有するトップピストンリング 3 4 の例示的实施形態を描いたものである。合い口部はガスの流れを十分に遮断するように構成される。トップピストンリング 3 4 は環状の部材（リングボディ）5 0 を有し、また合い口部を有する。この合い口部は、トップピストンリング 3 4 が使用により摩耗するにつれ、係合端部 3 8 , 3 9 が互いに後退することを可能にし、従ってトップピストンリング 3 4 がリング溝 3 3 に装着された状態で、その直径を拡大することを可能にする。

【0044】

リングボディ 5 0 は、第 1 の横面 4 6 及び第 2 の横面 4 7 を有する。これらはリング高 H_r によって軸方向に離間している。外周面 4 1 はリング高 H_r の全体に亘って軸方向に存在しており、内周面 4 2 もリング高 H_r の全体に亘って軸方向に存在している。第 1 の横面 4 6 は、燃焼室に面するように意図されている。第 2 の横面 4 7 は、燃焼室とは反対の方向に面するように意図されている。

【0045】

図 8 及び 9 に描かれるように、ある実施形態において、トップピストンリング 3 4 の外周面 4 1 には圧力逃がし溝 4 5 が設けられる。これらの溝は、トップピストンリング 3 4 の面に対して斜めに角度を付けて走るように設けられる。圧力逃がし溝 4 5 は、定められた量のガスがトップピストンリング 3 4 の上面から下面に流れることを可能にする。それぞれの溝 4 5 を通じて、一様且つ制限されたガスの流れが存在することができる。

【0046】

リング溝 3 3 の外側のリムが破線 4 0 で示されている。トップピストンリング 3 4 の外周面 4 1 は、シリンダライナ 1 の内面に接触する。

【0047】

実施形態によっては、圧力逃がし溝はトップピストンリング 3 4 に設けられない。その代わり、圧力逃がし構造が、例えば、ピストンに設けられる溝によって提供されてもよい（図示していない）。また、実施形態によっては、トップピストンリング 3 4 は、決められた漏出が存在しないような状況でも正しく働くようにされてもよい。すなわち、トップピストン 3 4 が、ピストン 1 0 の動作中の圧力差に完全に耐えるような気密リングとして構成されるような実施形態もありうる。

【0048】

図 1 0 及び 1 1 は、下位ピストンリング 3 6 の例示的实施形態を描いたものである。この下位ピストンリング 3 6 は、係合端部 3 8 , 3 9 により形成される合い口部を有する。下位ピストンリング 3 6 は、トップピストンリング 3 4 とだいたい同じものであるが、トップピストンリング 3 4 に存在する圧力逃がし溝が設けられていない点で異なる。また実施例によっては、後で詳細に説明するように、リングボディの材質も異なることがある。

【0049】

図 1 2 は、ピストンリング 3 4 , 3 6 （すなわちトップピストンリング又は下位ピストンリング）の断面図である。図示されているピストンリングは未使用状態（すなわち工場で作られたばかりの状態）のものである。図 1 3 も、ピストンリング 3 4 , 3 6 の断面図であるが、説明のために外周面 4 1 の膨らみが誇張されて描かれている。

【0050】

（未使用の）外周面 4 1 は、好ましくは対称的な膨らんだ滑走面を有する。実施例によっては、未使用のピストンリング 3 4 , 3 6 の外周面 4 1 の膨らみを表すカーブの半径 R_1 は、ピストンリングの外径の 0.5 倍から 1.5 倍である。従って外周面 4 1 は、第 1 の半径 R_1 で径方向に膨らんでいる。

なお、図 1 2 において半径 R_1 を示す矢印がジグザグに描かれているが、これは、実際の長さが図面に表示可能な範囲を超えてしまうためであり、図面の横幅に収めるために、ジグザグに記載したに過ぎないことに注意されたい。

【0051】

実施例によっては、外周面 4 1 の中央部にはハードコート 5 2 が施される。従って、ハードコート 5 2 が施される面は、工場出荷時において、半径 R_1 の膨らみを有する。ハー

10

20

30

40

50

ドコートの厚さは矢印CTで示されている。ハードコートの高さは矢印Hcで示されている。

【0052】

工場出荷時において、第1の横面46と外周面41との間の移行部、及び第2の横面47と外周面41との間の移行部は、いずれも半径R2の丸みを帯びている。R2は、好ましくは、リング高Hrのおよそ0.01倍から0.1倍である。

【0053】

外周面41の軸方向範囲の中央部は第1の硬度を有する。この第1の硬度は、例えば、ビッカース硬さ試験で測定された値であってもよい。

【0054】

外周面41の軸方向範囲の第1の辺縁部であって、前記中央部分から第1の移行部へと分布する第1の辺縁部は、第2の硬度を有する。この第2の硬度も、例えば、ビッカース硬さ試験で測定された値であってもよい。第1の辺縁部は高さH1に亘って存在する。

【0055】

外周面41の軸方向範囲の第2の辺縁部であって、前記中央部分から第2の移行部へと分布する第2の辺縁部も、第2の硬度を有する。この第2の硬度も、例えば、ビッカース硬さ試験で測定された値であってもよい。第2の辺縁部は高さH2に亘って存在する。H1とH2は同じ高さである必要はない。第1の辺縁部及び第2の辺縁部は好ましくは同じ硬度を有するが、同じ硬度を有することが必須というわけではない。しかし、第1及び第2の辺縁部の硬度は、いずれも中央部の表面の硬度よりは低い必要がある。

【0056】

実施例によっては、外周面41の中央部はハードコート52によって形成される。例えば、溶射コーティングやガルバニックコーティング等の適切なハードコート技術によって形成されることができる。実施例によっては、外周面41の中央部には、表面処理によって必要な硬度が与えられる。

【0057】

第1の硬度は第2の硬度よりも高い。これは、中央部が辺縁部に比べてゆっくりと摩耗するようにするためである。それによって、摩耗が進んだ後に、外周面41の形状が、図14に描かれたようなものになることが可能となる。図14については後で詳細に説明する。

【0058】

実施例によっては、前記第1の硬さはビッカース硬さ(Vickers hardness)で350HVから550HVである。実施例によっては、前記第2の硬さはブリネル硬さ(Brinell hardness)で200HBから300HBである。

【0059】

前記中央部はハードコートの高さHcに亘って存在する。実施例によっては、ハードコートの高さHcは、リング高Hrの50%から75%である。

【0060】

実施例によっては、ハードコート52の径方向の最大厚みCTは、リンク高Hrの1.5%から4%の間である。

【0061】

実施例によっては、前記第1の辺縁部は高さ(H1)に亘って軸方向に広がり、リングボディ50の材質により形成され、前記第2の辺縁部は高さ(H2)に亘って軸方向に広がり、やはりリングボディ50の材質により形成される。

【0062】

実施例によっては、前記中央部の硬さに対する、前記第1の辺縁部の硬さ及び前記第2の辺縁部の硬さは、前記第1の辺縁部及び前記第2の辺縁部の表面が、使用による摩耗のために、前記中央部の表面に対して後退するように選択される。

【0063】

実施例によっては、後退した、前記第1の辺縁部及び前記第2の辺縁部の表面は、シリ

10

20

30

40

50

ンダライナ内面と共に、シリンダ油を前記中央部へと案内するオイルウェッジ（オイルを案内するくさび状の部分）を形成する。

【0064】

実施例によっては、第1の横面46及び／又は第2の横面47は、少なくとも部分的にクロムメッキされる。

【0065】

実施例によっては、ピストンリング34, 36の外径は300mmから1000mmである。

【0066】

実施例によっては、リング高Hrは、前記外径の1.4%から2.5%である。

【0067】

実施例によっては、前記第1の硬さは、ビッカース硬さ試験又はブリネル硬さ試験で測って、前記第2の硬さの少なくとも1.4倍である。

【0068】

実施例によっては、外周面41は、対称的に膨らんだ滑走面を有する。

【0069】

図14は、一定期間使用した後のピストンリング34, 36を示している。前記第1の辺縁部及び前記第2の辺縁部は、使用につれて、径方向に膨らんだ前記中央部の仮想的な湾曲した延長部（図14において破線で示されている）に対して後退する。前記第1の辺縁部及び前記第2の辺縁部は、前記仮想的な湾曲した延長部に対して、距離ORだけ後退する。"OR"との文字は、Oil Recess（オイル溝）を暗示している。実施形態によっては、ORは、リング高Hrの0.045%から2%に等しい。

【0070】

前記中央部と、前記第1及び第2の辺縁部との間の移行部において、前記中央部は高さOWのエッジを有する。"OW"との文字は、Oil Wedge（オイルウェッジ）を暗示している。このエッジは、前記中央部の残りに対して角度がついており、前記中央部から前記第1及び第2の辺縁部との間に比較的鋭い移行部を形成している。このエッジと、後退した第1及び第2の辺縁部とは、シリンダ油を前記中央部の主要部に案内するための理想的な形状を形成する。シリンダ油をこすり取ってしまうこともなく、リングのねじれがあってもシリンダ油を案内できる。

【0071】

このように、前記第1及び第2の辺縁部を前記中央部よりも柔らかくしておくことは、シリンダ油をこすり取るリスクを減らし、シリンダライナ1のスcaffingのリスクを減らすための、ピストンリング34, 36の理想的な形状を実現する結果をもたらす。

【0072】

実施形態によっては、リングボディ50の表面材質の硬度は、前記辺縁部において、 $10 > \text{HVB} / \text{HVA} > 1.4$ である。

【0073】

実施形態によっては、前記中央部の表面材質の硬度は、 $500 > \text{HVB} > 5000$ である。

【0074】

実施形態によっては、摩耗後の各寸法は、Hrに対して次のようである。

$2\% > \text{OW} > 7\%$

$0.045\% > \text{OR} > 2\%$

$1.5\% > \text{CT} > 4\%$

$50\% > \text{Hc} > 80\%$

【0075】

一般的に、リングパックの全てのピストンリング34, 36は、完全な円形には製造されない。そのような形状が必要とされる理由は、ピストンリングが円筒状のシリンダライナ1に装着されたときに、規定された正確な圧力を、円周全体に亘って及ぼすことができ

10

20

30

40

50

るようにするためである。この圧力は、理想的には、円周全体に亘って等しく分散することができる。しかし、ターボ過給式大型２ストロークユニフロー掃気内燃機関のピストン１０で使用されるトップピストンリング３４には、一般的に、ネガティブな楕円（negative oval）形状が与えられる。これは、円周上の圧力が、合い口部で低くなるようにするためである。それによって、運転中に合い口部に印加される圧力が強くなり過ぎないようにする。

【００７６】

実施形態によっては、トップピストンリング３４の主要部は、バーミキュラ黒鉛を入れて焼き戻し硬化鑄造物として形成される。これは、最も上のリング溝で使用されるためである。一方、他のリング溝に嵌められるピストンリングの主要部は、合金ねずみ鑄鉄（alloyed grey cast iron）製であってもよく、例えばバーミキュラ鑄鉄製であってもよい。実施形態によっては、リングパックの全てのピストンリングがバーミキュラ鑄鉄製である。

【００７７】

実施形態によっては、リングパックは次のピストンリングを含む。

- ・ トップリング： 非対称的な樽型形状を有し、二層コーティングが施され、横面の厚みの一部にクロムコーティングが施される。
- ・ セカンドリング： 非対称的な樽型形状を有し、流し込みコーティング（running-in coating）が施され、横面にクロムコーティングが施される。
- ・ サードリング： 非対称的な樽型形状を有し、流し込みコーティングが施される。
- ・ 第４リング： 非対称的な樽型形状を有し、二層コーティングが施される。

別の実施形態において、リングパックは次のピストンリングを含む。

- ・ トップリング： 非対称的な樽型形状を有し、横面にクロム・コバルトコーティングが施される。
- ・ トップリング以外のリング： 非対称的な樽型形状を有し、クロム・コバルトコーティングが施される。

【００７８】

多くの側面及び実装形態が、いくつかの実施例と共に説明されてきた。しかし、本願の明細書や図面、特許請求の範囲を検討すれば、当業者は、特許請求の範囲に記載される発明を実施するにおいて、説明された実施例に加えて多くのバリエーションが存在することを理解し、また具現化することができるであろう。特許請求の範囲に記載される「備える」「有する」「含む」との語句は、記載されていない要素やステップが存在することを排除しない。特許請求の範囲において記載される要素の数が複数であると明示されていなくとも、当該要素が複数存在することを除外しない。

【００７９】

特許請求の範囲で使用されている符号は発明の範囲を限定するものと解釈されてはならない。特に言及されない限り、図面は明細書と共に読まれることが意図されており、本願による開示の全体の一部である。

10

20

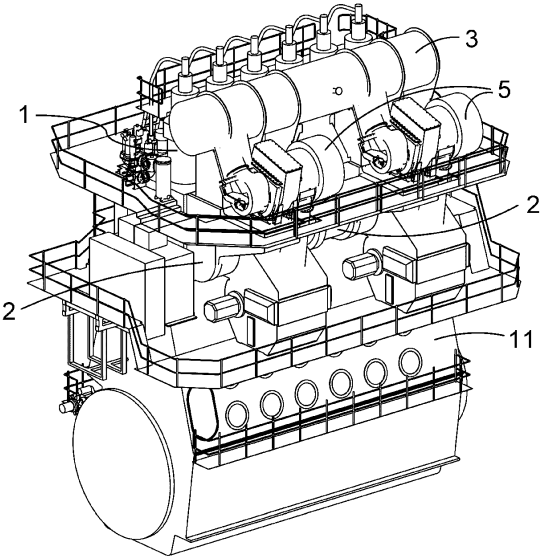
30

40

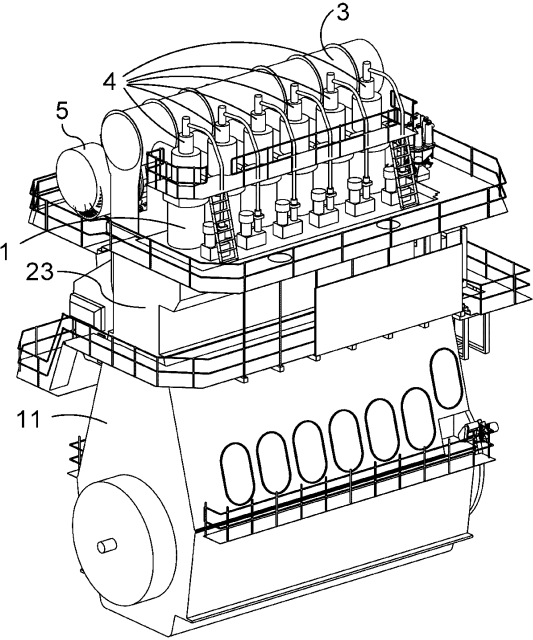
50

【図面】

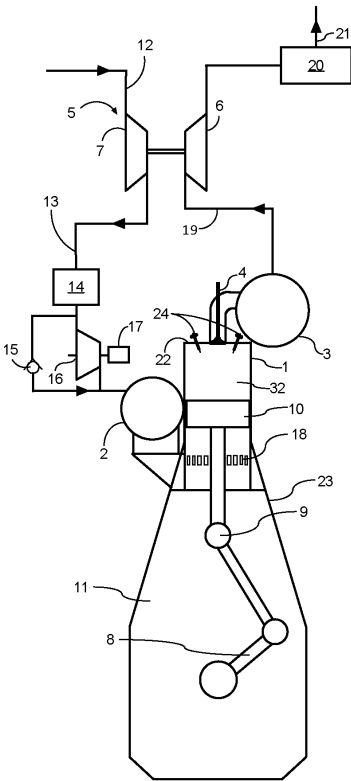
【図 1】



【図 2】



【図 3】



【図 4】



10

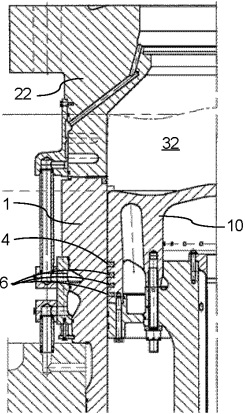
20

30

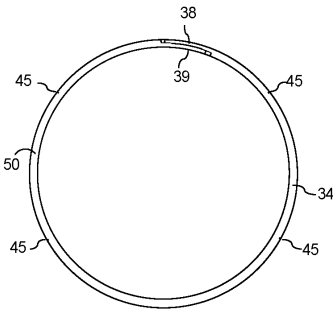
40

50

【図 5】

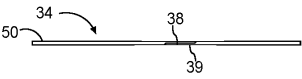


【図 6】

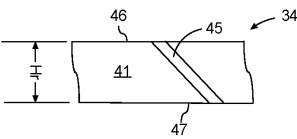


10

【図 7】

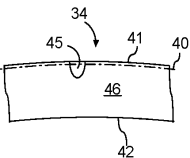


【図 8】

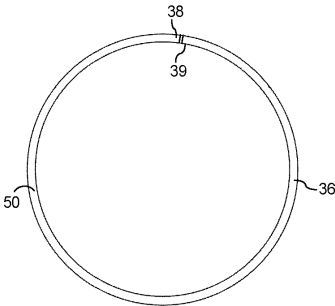


20

【図 9】



【図 10】

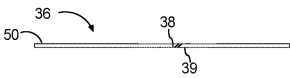


30

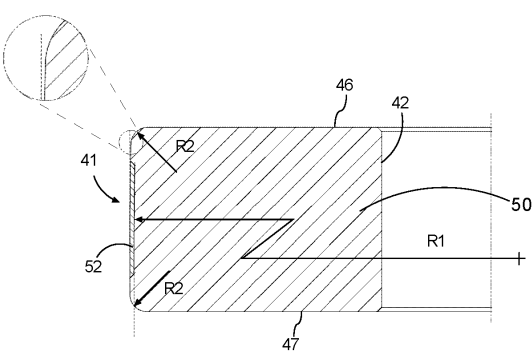
40

50

【図 1 1】

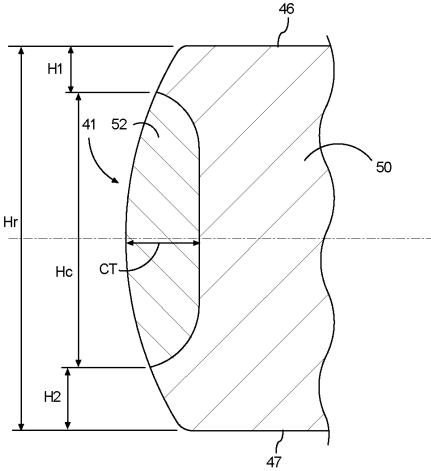


【図 1 2】

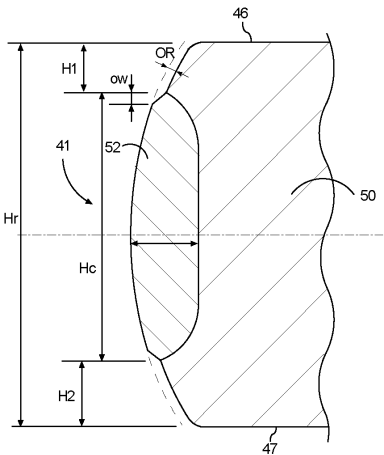


10

【図 1 3】



【図 1 4】



20

30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平04-034268 (JP, A)
特開2017-036823 (JP, A)
特開2005-273583 (JP, A)
特開昭62-032266 (JP, A)
特開昭60-187741 (JP, A)
特開昭59-150949 (JP, A)
特開昭58-166170 (JP, A)
特開昭58-023256 (JP, A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
F16J 9/26
F02F 5/00