

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6475682号
(P6475682)

(45) 発行日 平成31年2月27日 (2019.2.27)

(24) 登録日 平成31年2月8日 (2019.2.8)

(51) Int. Cl.

F 1

F O 2 F 1/10 (2006.01)

F O 2 F 1/10 A

F O 2 F 1/00 (2006.01)

F O 2 F 1/00 S

F O 2 F 1/20 (2006.01)

F O 2 F 1/20

F O 2 F 1/22 (2006.01)

F O 2 F 1/22 Z

F O 1 P 3/02 (2006.01)

F O 1 P 3/02 A

請求項の数 2 (全 14 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2016-215627 (P2016-215627)

(22) 出願日 平成28年11月2日 (2016.11.2)

(65) 公開番号 特開2017-89644 (P2017-89644A)

(43) 公開日 平成29年5月25日 (2017.5.25)

審査請求日 平成29年6月22日 (2017.6.22)

(31) 優先権主張番号 PA201570709

(32) 優先日 平成27年11月2日 (2015.11.2)

(33) 優先権主張国 デンマーク (DK)

早期審査対象出願

前置審査

(73) 特許権者 516330468

マン ディーゼル アンド ターボ フィ
リアル ア マン ディーゼル アンド
ターボ エスイー チュスクラン
MAN Diesel & Turbo,
filial af MAN Dies
el & Turbo SE, Tyskla
nd
デンマーク, DK-2450, コペンハー
ゲン エスヴィ, タイルホルムスゲーゼ
41
Teglholmsgade 41, DK
-2450 Copenhagen SV
, Danmark

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 クロスヘッド型2ストローク・エンジン用シリンダ・ライナ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

クロスヘッド型圧縮点火式2ストローク内燃エンジンであって、
複数のシリンダ(1)を支持するためのシリンダ・フレーム(23)、及び往復ピスト
ン(10)を受け入れる複数のシリンダ・ライナ(1)を備え、

前記複数のシリンダ・ライナ(1)は、

シリンダカバー(22)に係合するように適合された第1の軸方向端部、

前記クロスヘッド型圧縮点火式2ストローク内燃エンジンの前記シリンダ・フレーム(23)の頂部に載置されるショルダ部を形成する、前記シリンダ・ライナ(1)の軸方向域の中位周辺における該シリンダ・ライナ(1)の壁の厚さの急激な遷移、

掃気ポート(18)、及び

前記第1の軸方向端部の近傍の前記シリンダ・ライナの軸方向域の部分(U)におけるシリンダ・ライナ(1)の壁(29)を強制冷却するための液体冷却剤用の少なくとも1つの周方向の冷却用凹部(31)を備え、

前記少なくとも1つの冷却孔または凹部(31)が、前記第1の軸方向端部直近の前記シリンダ・ライナ(1)の軸方向域の10%にあたる上方部位に位置し、

前記部分(U)と前記シリンダ・ライナ(1)の頂部との間の軸方向域を含む前記シリンダ・ライナ(1)の残り90%の軸方向域には、強制冷却手段が存在せず、いかなる冷却ジャケットも備えない、クロスヘッド型圧縮点火式2ストローク内燃エンジン。

【請求項 2】

10

20

前記シリンダ・ライナ(1)の壁に、シリンダ・ライナ(1)の円周に沿って実質的に等しい高さに分布する複数のシリンダ潤滑供給穴(25)をさらに備える、請求項1記載のクロスヘッド型圧縮点火式2ストローク内燃エンジン。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、内燃エンジンのためのシリンダ・ライナ、特に、シリンダ・ライナの壁の掃気ポートがピストン上面より上に露出する下死点と、ピストンがシリンダ・ライナ内の最高位置に来る上死点との間でシリンダ・ライナ内を長手(軸)方向に移動するピストンを有するクロスヘッド型2ストローク・エンジンのためのシリンダ・ライナに関する。

10

【背景技術】

【0002】

大型のクロスヘッド型圧縮点火式2ストローク内燃エンジンでは、シリンダ・フレームから上方に突出してシリンダ・カバーによってそこに挟持される形をとるのが通例であるシリンダ・ライナの上方部位は、燃焼過程によって生じる熱と圧力によって熱的にも機械的にも非常に大きな負荷にさらされる。シリンダ・ライナのピストンの内部動作面の温度レベルはシリンダ・ライナの寿命期間の面から、したがってエンジンの運転経済性の面からも、決定的な重要性をもつ。動作面の温度が高すぎると、シリンダ・ライナに熱クラックが発生する場合があります、温度が低すぎると、燃焼生成物に由来する硫酸が動作面に凝縮する可能性があります、それがライナ材料の腐食性浸食による損耗の増大につながり、さらに動作面のシリンダ・オイルの潤滑オイル膜の分解をもたらし(高価な)シリンダ・オイルの消費量増大をまねく。

20

【0003】

動作面の温度はエンジンの負荷に応じて変化するのが普通であり、エンジンは高負荷でも低負荷でも長時間にわたって動作できなければならないことから、ライナは従来、エンジンに最大の負荷がかかっているときの動作面の温度が許容最高温度に近いものとなるように製作される。温度レベルが高ければ、部分的な負荷でも十分に高い温度を維持することが可能となり、それによって動作面に酸が凝縮するのを防ぐことができる。

【0004】

シリンダ潤滑オイル及びシリンダ・ライナの材料はエンジンの全負荷時の高温による作用を受け、その温度上昇は潤滑剤の分解や、熱クラックという形でのシリンダ・ライナ材料の永続的な損傷につながる可能性がある。

30

【0005】

たとえば直径50cm超の内径を有するエンジンなど、内径の大きなエンジンのための既知のシリンダ・ライナには、シリンダ・ライナのシリンダ・カバー直近の軸方向域の部位に、すなわち、大型のクロスヘッド型2ストローク・エンジンのシリンダ・ライナが常に直立位置にあるときの軸方向域の上方部位に、冷却用内径部を含む冷却手段が設けられている。シリンダ・ライナのシリンダ・カバー直近の軸方向域のこの上方部位は、圧縮比が最大であり、燃焼の開始点となる燃焼室の部位を、したがってシリンダ・ライナの上方部位がシリンダ・ライナの軸方向域のその他の部位と比べて最大の温度及び圧力にさらされる燃焼室の部位を取り囲む。そのため、シリンダ・ライナの上方部位が最大の圧力及び温度に対応しなければならない一方で、シリンダ・ライナの軸方向域のそれ以外の下方部位はそれより低い温度及び圧力にしかさらされない。そのため、シリンダ・ライナの上方部位の壁は特に厚く、最も冷却を要する。シリンダ・カバーから軸方向に遠ざかるときの温度及び圧力の下がり方は段階的であるが、実用上の理由から、シリンダ・ライナの壁厚は典型的には大きく2つないし3つのレベルに分割され、掃気ポートに近い方のシリンダ・ライナの軸方向端に最も薄い壁厚が与えられ、シリンダ・カバーとの境界を有するシリンダ・ライナの軸方向端に最も厚い壁厚が与えられる。

40

【0006】

シリンダ・カバーとの境界の直下方に当たるシリンダ・ライナの軸方向域の上方部位に

50

は、厚めのシリンダ・ライナの壁に外側の凹部から複数の冷却用内径部が比較的密な間隔で設けられ、その直線的な冷却用内径部の長手方向軸はライナの長手方向軸に対して傾斜又は偏りのある経路をとる。それぞれの冷却用内径部には、流入する冷却液を凹部から内径部の上死点に至るまで案内するための管又は案内板が挿入され、冷却液はその内径部の上死点から下に流れてチャンバ内に出ると、そこから管を通して上方のシリンダ・カバーへと進む。傾斜した冷却用内径部はシリンダ・ライナの上方部位の周方向域にわたって一様に分布する。ただし、ライナ材料の温度はシリンダ・ライナの上方部位の周方向域にわたって一様に分布するわけではない。これは、冷却用内径部の直近のシリンダ・ライナ材料は2つの冷却用内径部の間の材料と比べて低めの温度となるためである。そのため、シリンダ・ライナの上方部位の材料の温度は、周方向で見たときには変動する。シリンダ・ライナの上方部位のこの一様でない周方向の温度分布は、シリンダ・ライナ材料の一様でない温度膨張によってシリンダ・ライナ材料に応力を生じることになって、シリンダ・ライナの上方部位の動作面が完璧な円でなくなることから、シリンダ・ライナ及びピストン・リングの一様でない損耗をもたらす。シリンダ・ライナは、馴らしが進めば多少は真円に近づくにしても、また新たな負荷を受ければ新たな変形を被ることから、既知のシリンダ・ライナにおいてそれが完璧なものとなることはありえない。

10

【0007】

シリンダ・ライナの上方部位直下の部位には、シリンダ・ライナの外側表面を完全に取り囲む1つ又は複数の冷却ジャケットが設けられ、冷却液のための周方向に延びる空間が与えられる。典型的には、冷却ジャケットはシリンダ・ライナの上方部位から下向きに延び、シリンダ・フレームに向けて相当な長さにはわたる、時には完全にシリンダ・フレームに至る長さの冷却用内径部を伴う。

20

【0008】

上述のようなタイプのシリンダ・ライナはWO 97 / 4 2 4 0 6によって知られている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0009】

【特許文献1】WO 97 / 4 2 4 0 6

【発明の概要】

30

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

発明者らは、シリンダ・ライナの上方部位よりも下のシリンダ・ライナを強制冷却した場合、上方部位直下のシリンダ・ライナの部位の動作面の温度が望ましい温度よりも低くなるという知見を得るに至った。これは酸性燃焼生成物がシリンダ・ライナの当該部位の動作面に凝縮するためである。図18は、全負荷（最大連続定格の100%）状態で動作中の90cm内径のエンジンの動作面の温度を示したグラフである。温度は、シリンダ・カバーとの合せ面からの軸方向距離との関係でプロットされている。破線は、シリンダ・ライナの上方部位より下に冷却ジャケットを備える従来技術のエンジンの温度分布を示したものである。シリンダ・カバーとの合せ面からおよそ0.3m～1.3mの距離に当たるこのシリンダ・ライナの動作面はおよそ150～160の温度にあり、試験の結果、動作面のこの区域のこの温度レベルは、ライナ材料の腐食と動作面を保護するシリンダ・オイル層の分解とにより、望ましいレベルよりも高いレベルで酸性燃焼生成物の凝縮を生じることが示された。動作面は、クラック形成のリスクなしに200を大きく超える温度まで持ちこたえることができる。

40

【0011】

したがって、本発明の目的は、酸性燃焼生成物の凝縮を回避するために、シリンダ・ライナの上方部分の直下の部分の動作面がより高い温度に維持されるシリンダ・ライナを提供することである。

【課題を解決するための手段】

50

【 0 0 1 2 】

第 1 の態様によれば、この目的は、クロスヘッド型 2 ストローク内燃エンジン用のシリンダ・ライナを提供することによって達成される。前記シリンダ・ライナは、シリンダ・カバーに係合するように構成された第 1 の軸方向端部を備え、シリンダ・ライナの軸方向域の中心周辺におけるシリンダ・ライナの壁の厚さの急激な遷移部は前記クロスヘッド型 2 ストローク・エンジンのシリンダ・フレームに前記シリンダ・ライナを載せることができるショルダ部として働き、さらに、前記第 1 の軸方向端部に近接するシリンダ・ライナの軸方向域の部分におけるシリンダ・ライナの壁で強制冷却するための冷却液用の少なくとも 1 つの冷却用凹部又は少なくとも 1 つの冷却用内径部とを備え、前記シリンダ・ライナの残りの軸方向域は、強制冷却手段を有さない。

10

【 0 0 1 3 】

シリンダ・ライナの上方部分に強制冷却を与え、シリンダ・ライナの残りの部分における強制冷却を回避することにより、シリンダ・ライナの軸方向における動作面の温度分布の最適化が達成される。この温度分布により、シリンダ・ライナの軸方向域の上方部分の直下の温度低下が回避され、したがってこの動作面の部分上における酸性燃焼生成物の凝縮が軽減される。

【 0 0 1 4 】

第 1 の態様の第 1 の可能な実装形態では、少なくとも 1 つの冷却用内径部又は凹部は、前記第 1 の軸方向端部の直近のシリンダ・ライナの軸方向域の 1 0 % にあたる上方部位に位置する。

20

【 0 0 1 5 】

第 1 の態様の第 1 の可能な実装形態では、シリンダ・ライナはいかなる冷却ジャケットも備えない。

【 0 0 1 6 】

第 1 の態様の第 1 の可能な実装形態では、シリンダ・ライナは、シリンダ・ライナの外周部の周囲に好ましくは実質的に均等なレベルにて分布した複数のシリンダ潤滑供給穴をシリンダ・ライナの壁中にさらに備える。

【 0 0 1 7 】

上述の目的は、第 2 の態様として、第 1 の態様に基づき、その何れかの実施によるシリンダ・ライナを少なくとも 1 つ備えるクロスヘッド型 2 ストローク・エンジンを提供することによっても果たされる。

30

【 0 0 1 8 】

本発明のこれらの態様及びその他の態様は以下に記載する詳細な説明及び実施形態から明らかとなる。

【 0 0 1 9 】

本開示の以下の詳述部分では、図面に示した例示的な実施形態を参照しながら本発明についてさらに詳しく説明する。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 2 0 】

【 図 1 】 一実施例による大型 2 ストローク・ディーゼル・エンジンの前面図である。

40

【 図 2 】 図 1 の大型 2 ストローク・エンジンの側面図である。

【 図 3 】 図 1 の大型 2 ストローク・エンジンのブロック図である。

【 図 4 】 一実施例によるシリンダ・フレーム及びシリンダ・ライナの断面図であって、シリンダ・カバー及び排気弁を取り付けた状態の図である。

【 図 5 】 一実施例によるシリンダ・ライナの側面図である。

【 図 6 】 図 5 のシリンダ・ライナの部分断面図である。

【 図 7 】 図 5 のシリンダ・ライナの上方部位の詳細の断面図であって、周方向冷却用凹部を示した図である。

【 図 8 】 図 7 の詳細図であって、外周の冷却用凹部に軸方向支持部材を挿入した状態の図である。

50

【図 9】図 8 の詳細図であって、シリンダ・ライナの上方部位を取り囲む周方向支持部材を伴った図である。

【図 10】軸方向支持部材の詳細図である。

【図 11】図 9 の詳細図であって、周方向冷却用凹部に冷却材を供給するための配管を伴った図である。

【図 12】図 9 の詳細図であって、周方向冷却用凹部から冷却材を排出するための配管を伴った図である。

【図 13】周方向支持部材の断面図である。

【図 14】図 5 のシリンダ・ライナの分解立体図であって、周方向支持部材を除いた図である。

【図 15】図 5 のシリンダ・ライナの立体図であって、周方向支持部材を除いた図である。

【図 16】軸方向支持部材の図である。

【図 17】図 5 のシリンダ・ライナの頂部の断面図である。

【図 18】図 6 のシリンダ・ライナ及び従来技術のシリンダ・ライナの動作面の温度を示したグラフである。

【発明を実施するための形態】

【0021】

以下の詳細説明では、ある内燃エンジンについて、幾つかの実施例におけるターボチャージャ付きクロスヘッド型圧縮点火式大型低速 2 ストローク内燃エンジンを参照しながら説明する。図 1、2 及び 3 は、クランクシャフト 8 及びクロスヘッド 9 を備えるターボチャージャ付き大型低速 2 ストローク・ディーゼル・エンジンを示している。図 3 は、ターボチャージャ付き大型低速 2 ストローク・ディーゼル・エンジンをその吸気及び排気システムとともにブロック図で表したものである。この実施例では、エンジンは直列に並んだ 4 つのシリンダを有している。ターボチャージャ付き大型低速 2 ストローク・ディーゼル・エンジンは典型的には 4 ないし 14 のシリンダを直列に有しており、それらがエンジンフレーム 11 によって支えられている。エンジンは、たとえば船舶における主機関として、または発電所で発電機を動かすための固定機関として使用することができる。エンジンの全体出力はたとえば 1000 から 11 万 kW の範囲であることができる。

【0022】

この実施例では、エンジンは、シリンダ・ライナ 1 の下方領域に掃気ポート 18 を、シリンダ・ライナ 1 の頂部に中央排気弁 4 をそれぞれ有する 2 ストローク・ユニフロー型の圧縮点火エンジンである。掃気は、掃気レシーバ 2 からそれぞれのシリンダ 1 の掃気ポート 18 へと通り抜ける。ピストン 10 がシリンダ・ライナ 1 内で掃気を圧縮すると、シリンダ・カバー 22 内の燃料噴射弁から燃料が噴射され、続いて燃焼が起こって排気が発生する。

【0023】

排気弁 4 が開くと、排気はシリンダ 1 に付属する排気ダクトを通して排気レシーバ 3 へと流れ、さらに第 1 の排気管路 19 を通してターボチャージャ 5 のタービン 6 に至り、そこから排気は第 2 の排気管路を通過してエコノマイザ 20 経由で出口 21 に向かい、そして大気中に出る。タービン 6 は、空気取入れ口 12 を通して外気の供給を受けるコンプレッサ 7 をシャフトを介して駆動する。コンプレッサ 7 は、掃気レシーバ 2 へとつながる掃気管路 13 に圧縮された掃気を送り込む。管路 13 の掃気は、掃気（コンプレッサを出るときは約 200 ）を 36 ~ 80 の温度まで冷却するインタークーラ 14 を通る。

【0024】

冷却された掃気は、ターボチャージャ 5 のコンプレッサ 7 が掃気レシーバ 2 に対して十分な圧力を供給できないとき、すなわちエンジンが低負荷又は部分的な負荷状態のときに電気モータ 17 によって駆動されて掃気流に圧力を加える補助ブロウ 16 を通る。エンジンの負荷が大きければ、ターボチャージャのコンプレッサ 7 は十分に圧縮された掃気を供給し、その場合、補助ブロウ 16 は逆止弁 15 経由でバイパスされる。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 5 】

図 4、5 及び 6 は、大型 2 ストローク・クロスヘッド型エンジンのシリンダ・ライナであって、その全体について 1 の符号が与えられるシリンダ・ライナを示している。エンジンの大きさによっては、シリンダ・ライナ 1 は、典型的には 2 5 0 mm から 1 0 0 0 mm の範囲のシリンダ内径とそれに対応する 1 0 0 0 mm から 4 5 0 0 mm の典型的な長さで、様々な寸法で製作することができる。シリンダ・ライナ 1 は通常は鋳鉄製で、一体である場合もあれば、端部どうしを組み立てる 2 つ以上の部品に分割されている場合もある。分割式ライナの場合は、上方の部品を鋼製とすることも可能である。クロスヘッド型大型 2 ストローク・エンジンは、1 : 1 6 から 1 : 2 0 などという非常に高い有効圧縮比となるように開発されており、そのため、シリンダ・ライナ 1、ピストン 1 0、ピストン・リング（図示せず）など、燃焼室内の圧力に耐えなければならない要素に対しては大きな負荷がかかることになる。

10

【 0 0 2 6 】

図 4 では、シリンダ・ライナ 1 がシリンダ・フレーム 2 3 内に組み込まれた状態で示されており、そのシリンダ・ライナ 1 の頂部に気密性の境界面を挟んでシリンダ・カバー 2 2 が取り付けられている。シリンダ・ライナ 1 の頂部は、該シリンダ・ライナ 1 の第 1 の軸方向端部を形成している。図 4 にはピストン 1 0 は図示していないが、これは、シリンダ・ライナ 1 がそのシリンダ潤滑穴 2 5 及びシリンダ潤滑ライン 2 4 とともによく見えるようにするために、シリンダ潤滑穴 2 5 及びシリンダ潤滑ライン 2 4 は、ピストン 1 0 が潤滑ライン 2 4 を通過するときにシリンダ潤滑オイルを供給できるようにするためのもので、その通過後、ピストン・リングがシリンダ・ライナの動作面全体にシリンダ潤滑オイルを分配する。

20

【 0 0 2 7 】

配管 2 6 は、シリンダ・ライナ 1 の上方部位にある冷却・補強機構 3 0 に水などの冷却液を供給する働きをする。配管 2 8 は、冷却液を冷却・補強機構 3 0 からシリンダ・カバー 2 2 に輸送する働きをする。配管 2 7 は、冷却液をシリンダ・カバー 2 2 から冷却システムに排出する働きをする。冷却・補強機構 3 0 に供給される冷却液は、供給温度が制御された冷却液を提供するものとしてよく知られた冷却システム（図示せず）によって提供され、シリンダ・カバー 2 2 から排出される冷却材は再調整のために冷却システムに戻される。シリンダ・ライナ 1 の壁 2 9 はシリンダ・ライナ 1 の軸方向域において厚さが変化する。図示した実施形態では、壁 2 9 の最も薄い部位はシリンダ・ライナ 1 の底部、すなわち掃気ポート 1 8 よりも下の部位にある。シリンダ・ライナ 1 の壁 2 9 の最も厚い部位はシリンダ・ライナ 1 の軸方向域における上方部位にある。シリンダ・ライナ 1 の軸方向域の中位周辺におけるシリンダ・ライナ 1 の厚さの急激な遷移はシリンダ・フレーム 2 3 にシリンダを載せることができるショルダ部として働く。シリンダ・カバー 2 2 は、ボルトを締め付けることによって与えられる大きな力によってシリンダ・ライナ 1 の上面に押さえ付けられる。

30

【 0 0 2 8 】

図 5 及び 6 はシリンダ・ライナ 1 をさらに詳しく示したもので、その軸方向の軸 X と、図 6 の点線の長方形で囲んだ冷却・支持機構 3 0 がわかる。シリンダ・ライナ 1 の最上位、すなわちシリンダ・カバー 2 2 との境界を形成するシリンダ・ライナの長手方向端の直近のシリンダ・ライナ 1 の部位は、シリンダ・ライナ 1 の頂部から矢印 U によって示された距離にわたって延びる。シリンダ・ライナ 1 の上端に最も近いこの区域は、シリンダ・ライナのうち、燃焼過程による最大の圧力及び最高の温度にさらされる区域である。そのため、この区域は、シリンダ・ライナ 1 のそれ以外の範囲と比べて最も効果的な冷却と最も堅牢な構造を有していなければならない。

40

【 0 0 2 9 】

最上位 U は、シリンダ・ライナ本体の直径が広がった区間によって形成されるショルダ部 8 9 からシリンダ・ライナ 1 の上端の方に上向きに延びる。

【 0 0 3 0 】

50

図7は冷却・支持機構30をさらに詳しく示したものである。冷却・支持機構30は、シリンダ・カバー22との境界を形成するシリンダ・ライナ1の軸方向端の直近のシリンダ・ライナ1の部位Uに設けられる。この部位Uは、シリンダ・ライナのうち、燃焼過程による最大の圧力及び最高の温度にさらされる部位でもある。そのため、この部位のシリンダ・ライナ1におけるシリンダ・ライナの壁29の厚さは比較的厚い。

【0031】

しかし、シリンダ・ライナ1のこの部位の動作面の温度を許容可能なレベルに保つためには強制冷却が必要であり、強制冷却はシリンダ・ライナ1のこの部位の動作面に比較的近接して設けなければならない(シリンダ・ライナ1の材料の種類に応じて、動作面の最高温度はたとえばおよそ300 未満、場合によってはおよそ280 未満でなければならない)。ここに、冷却液を受ける空間を提供するための周方向凹部31がシリンダ・ライナ1の上方部位Uに設けられる。凹部31はシリンダ・ライナ1の外側面に向かって開き、一実施形態では、そこに上葉部32及び下葉部33が設けられる。凹部の開口は、下向きの支持面34と上向きの支持面35の間に軸方向域Hを有する。

【0032】

凹部31は、フライス削りによっても、またはライナが鋳造品の場合には鋳造工程の一部としても作り出すことができる。後者の場合は、凹部は、鋳造の後、精密に定められた形状に機械加工される。

【0033】

上葉部32及び下葉部33の曲面は、シリンダ・ライナ1の材料中の応力が最小化されるように計算された形状に従う。

【0034】

図7の矢印Fは、シリンダ・カバー22によってシリンダ・ライナ1の上面に対して加えられる力を表している。力Fの大きさは、下向きの支持面34と上向きの支持面35の間のギャップに軸方向の支えがなければシリンダ・ライナ1が変形するほどに大きい。この軸方向の支持体を図8に示す。環状凹部31に軸方向支持部材36を挿入して、下向きの支持面34と上向きの支持面35の間のHのスペンを有するギャップを実質的に埋める。図8に示すように、軸方向支持部材36はシリンダ・ライナ壁の構造を支え、力Fの相当部分を伝達し、それによって、垂直の矢印で示すようにシリンダ・ライナ1の上方部位の変形を防ぐ。図10に軸方向支持部材36の詳細を示す。軸方向支持部材は、2つ以上の部分からなる割りリングなどのリングの形のものであることができる(図示したのは2つの部分からなる割りリングであるが、当業者の目には、軸方向支持部材は2つ超の複数の部材によって形成されるものであることが可能であり、その複数の部材は必ずしも連続的なリングを形成するものでなくてもよく、環状凹部31に軸方向の支持を与えるのに適した複数の柱体又はそれに類するものであっても何ら差し支えないことは明らかである)。軸方向支持部材36は、上向きの支持面39と下向きの支持面40の間に軸方向の範囲hを有する。軸方向支持部材36の軸方向の範囲hは、シリンダ・カバー22によって力Fが加えられていないときには軸方向支持部材とギャップとの間にすきまができるように、周方向凹部31の開口におけるギャップの軸方向域Hよりもわずかに小さいことが好ましい。このすきまは、下向きの支持面34及び上向きの支持面35がそれぞれ軸方向支持部材36の上向きの支持面39及び下向きの支持面40と当接するまで、シリンダ・ライナ1がわずかに変形することを可能にする。シリンダ・ライナ1の上方部位の材料のこのわずかな変形は上葉部32周り及び下葉部33周りでライナの材料にプレテンションを与え、それによってそれぞれの葉部32、33におけるクラック形成のリスクを減殺する。

【0035】

別の形で緊張力をコントロールするためにすきまゼロ又はマイナスのすきまを用いることも可能である。

【0036】

図14、15及び16は周方向支持部材36及びその組立てをさらに詳しく示したものである。この実施例では、軸方向支持部材36は、それぞれを合わせることで1つのリン

10

20

30

40

50

グを形成する２つの半体４８、４９を備える。２つの半体４８、４９は周方向凹部３１に緩挿され、互いに連結されない。図１４は、組立て時の２つの半体４８、４９を示しており、図１５は組立て後の２つの半体４８、４９を示している。

【００３７】

それぞれの半体４８、４９には冷却材入口開口部４３をなすスロットと冷却材出口開口部４２をなすスロットとが設けられる。冷却材出口開口部４２をなすスロットは、材料中の応力によるクラックを防ぐために端部に丸みを与えられたＴ字形である。

【００３８】

図９に示すように、シリンダ・ライナ１の上方部位の周囲に周方向支持部材３７が設けられる。周方向支持部材３７の下向き面は、シリンダ・ライナ１の上方部位Ｕの上向きシヨルダ部３８の上に載置される。周方向支持部材３７は、図９の水平矢印で示すように、シリンダ・ライナ１の上方部位Ｕに対して径方向支持を与える。一実施例では、周方向支持部材３７は高強度鋼の一体環状体である。周方向支持部材３７による径方向支持の能力を向上させるため、周方向支持部材３７はシリンダ・ライナ１の上方部位の周りに焼きばめされ、それによってシリンダ・ライナ材料及び周方向支持部材３７の材料にプレテンションが生じるようにする。図９の対向する上の１対の矢印で示すように、周方向支持部材３７は、シリンダの周方向冷却用凹部３１より上の軸方向域の周りでプレテンションを与えられ、さらに図９の対向する下の１対の矢印で示すように、周方向支持部材３７は、シリンダ・ライナ１の周方向冷却用凹部３１より下の前記軸方向域の周りでプレテンションを与えられる。

【００３９】

別の実施形態では、周方向支持部材３７（ストロングバック）の緩嵌が用いられる。シリンダ・ライナの熱膨張によって周方向支持部材（ストロングバック）との接触がもたらされる。

【００４０】

一実施形態では、周方向支持部材３７はかなりの壁厚を有しており、それ自体をストロングバックと見なすことができる。

【００４１】

シリンダ・ライナ１と周方向支持部材３７の間では、図９の上の１対の水平な矢印で示すように周方向支持部材３７の上方部位で、また図９の下の１対の水平な矢印で示すように周方向支持部材３７の下方部位で、径方向の力が伝達される。周方向支持部材３７の中間セクションに顕著な径方向の力がかかることはなく、軸方向支持部材３６と周方向支持部材３７の間にも顕著な大きさの径方向の力は存在しない。

【００４２】

周方向支持部材３７には、冷却液が通る空間を提供するための環状凹部４７が設けられる。シリンダ・ライナ１と周方向支持部材３７の間の遷移部を密封するためのガスケット（図示せず）が用意されて液密シールが確保される。図１３は周方向支持部材３７を断面図でさらに詳しく示したものである。

【００４３】

図１１に示すように、周方向支持部材３７には流入開口部４６が設けられる。流入開口部４６は、周方向支持部材の応力レベルの低い区域（中間高さなど）、すなわち、周方向支持部材３７のうち、顕著な径方向の力がかかるとの無い部位におおむね配置される。流入開口部４６は、周方向支持部材３７の内向きの周方向凹部４７に接続する。複数の流入開口部４６があってもよいが、そのことが必要であるとも有利であるとも思われない。流入開口部４６は、冷却システムから冷却液を供給する冷却液供給管路２６に接続される。冷却液は、軸方向支持部材３６の流入開口部４３を通して周方向凹部３１に流入することができる。流入開口部４３を通して冷却液は下葉部３３に直接入り込むことができ、さらに冷却液は軸方向支持部材３６の内向きの径方向凹部４１を通して上葉部３２の方へ流れることができる。図１１の矢印は冷却液の流れの方向を概略的に示すものである。

【００４４】

図 1 2 に示すように、上葉部 3 2 から周方向支持部材 3 7 外側の接続ブロック 5 0 に向かって傾斜流出管 4 4 が延びる。傾斜流出管 4 4 は軸方向支持部材 3 6 の出口開口部 4 2 を通り、さらに周方向支持部材 3 7 の実質的に中間高さに設けられた傾斜内径部 4 5 を通って延びる。流出管 4 4 の傾斜した構成は、流出管 4 4 への入口が周方向凹部 3 1 の最上部位、すなわち上葉部 3 2 内の位置となるようにするものであり、さらに流出管 4 4 の傾斜方向は、周方向支持部材 3 7 の中間高さ、すなわち、顕著な径方向の力がかかからない周方向支持部材 3 7 の部位への傾斜内径部 4 5 の配設を可能にするものである。傾斜流出管 4 4 の出口は、流出管 4 4 の端部の溶接フランジを介するなどして接続ブロック 5 0 に接続される。

【 0 0 4 5 】

10

接続ブロック 5 0 は周方向支持部材 3 7 の外周面に固定される。接続ブロック 5 0 は角付けされた内径部を備え、接続ブロック 5 0 上側には上向きに延びる冷却水輸送管路 2 8 が接続される。冷却水輸送管路 2 8 は、シリンダ・カバー 2 2 の冷却のために冷却液をシリンダ・カバー 2 2 の方へ導く働きをする。図 1 2 の矢印は冷却液の流れの方向を概略的に示している。

【 0 0 4 6 】

図 1 7 は、冷却・支持機構 3 0 の入側、出側両方の機構を示したシリンダ・ライナ 1 の上方部位 U の断面図である。冷却・支持機構 3 0 の構造は、従来技術の設計によるシリンダ・ライナの上方部位におけるシリンダ・ライナ材料の温度が大きく変動するのとは対照的に、シリンダ・ライナ 1 上方部位 U のシリンダ壁材料の実質的に一様な周方向の温度分布をもたらす。

20

【 0 0 4 7 】

図 1 8 は、シリンダ・ライナ 1 の動作面の温度をシリンダ・カバー 2 2 の合せ面（最上面）までの距離と対照させて示したグラフである。実線は、本設計、すなわち本明細書で説明する実施形態によるシリンダ・カバーの温度曲線を示している。破線の曲線は、特許文献 1 によって周知の例などの従来技術のシリンダ・ライナの温度曲線を示している。シリンダ・ライナ 1 の上方部位 U では、本設計及び従来技術の設計の温度曲線は事実上重なっており、すなわち同一である。シリンダ・ライナ 1 の上方部位 U は本設計でも従来技術の設計でも強制冷却されることから、これは予想されたところである。異なるのは、本設計は、周方向冷却用凹部を用いて周方向に全面的に一様な冷却をもたらす一方、従来技術の設計における複数の傾斜内径部は周方向に一様な冷却を与えることができず、その結果、シリンダ・ライナ 1 の上方部位の周方向域に沿って温度の変動を生じる点である。しかし、図 1 8 ではこの様子を見ることはできない。これは、周方向ではなく、軸方向との関係で温度がプロットされているためである。2 つの曲線は、シリンダ・ライナ 1 の軸方向域の上方部位 U の直下方の部位で著しく異なっている（グラフでは、上方部位は 0 から約 0 . 3 m までの範囲であり、温度が著しく異なるその下の部位は約 0 . 3 m から 1 . 3 m までの範囲であるが、これらの数字が有効なのは特定の形状及び寸法のシリンダ・ライナ 1 の場合に限られ、別の設計ではかなり異なるものとなる可能性があることを留意する必要がある）。

30

【 0 0 4 8 】

40

本設計のシリンダ・ライナ 1 の上方部位 U の直下方の軸方向域の部位では、強制冷却がないために動作面の温度は著しく高くなり、温度差は 5 0 にも達する。シリンダ・ライナ 1 の上方部位 U の直下方の区域の動作面の温度が高いことにより、酸性燃焼生成物の凝縮が減少し、それによってシリンダ・ライナ 1 の腐食も少なくなり、シリンダ・オイルの消費も減る（シリンダ・オイルは燃焼生成物の酸性度を埋め合わせる塩基性成分を含む）。動作面のさらに下方、すなわちシリンダ・カバーからおよそ 1 . 3 m 以上のところでは、本設計でも従来技術の設計でも動作面の温度は同じであり、そこでは温度が高い必要はない。これは、燃焼室の膨張によってシリンダ・ライナの動作面のこの部分まで高濃度の酸性燃焼生成物が到達することはないためである。シリンダ・ライナの上方部位 U を除いてシリンダ・ライナの強制冷却がないことによる利点は最大連続定格 1 0 0 % 未満のエン

50

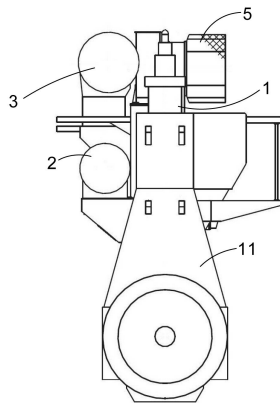
ジン負荷でも同様に顕著である。シリンダ・ライナの上方部位Uの直下方の軸方向のシリンダ・ライナ1における動作面の温度が結果的に高めになるということは、エンジン負荷が比較的低い場合であっても当てはまる。

【0049】

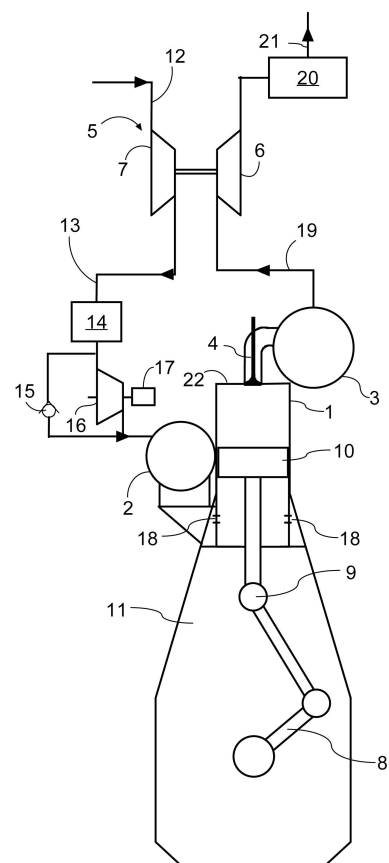
本発明について、ここに掲げた様々な実施形態と関連付けて説明した。しかし、当業者であれば、請求対象の特許を実施するに当たり、図面、開示内容及び添付の請求項を検討することによって、開示された実施形態のその他の変形形態を理解し、実施することができる。クレームにおいて、「を含む」という語はそれ以外の要素又はステップを排除するものではなく、不定冠詞の「a」又は「an」は複数であることを排除するものではない。幾つかの措置が互いに異なる従属クレームで記されていても、そのことだけをもって、それらの措置の組合せを有利に用いることができないということを示すものではない。クレームで使用されている符号は範囲を制限するものと解釈されてはならない。

10

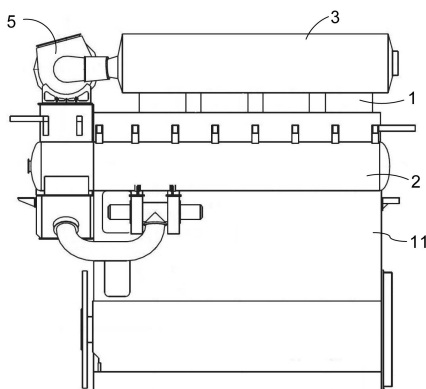
【図1】



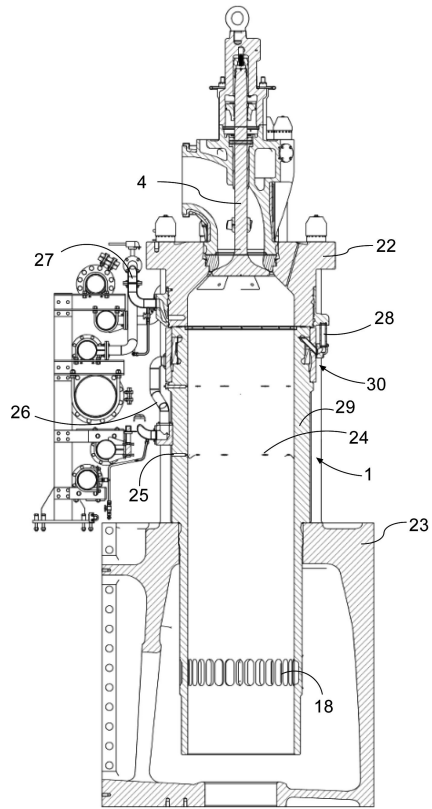
【図3】



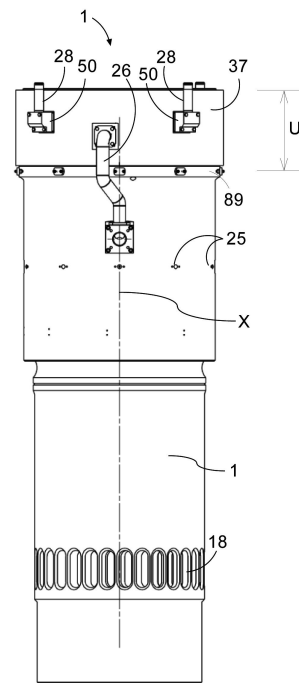
【図2】



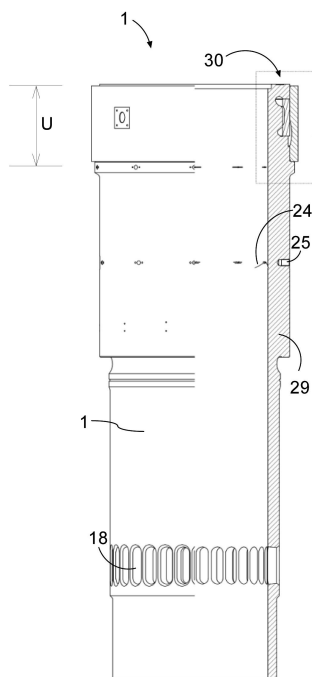
【図 4】



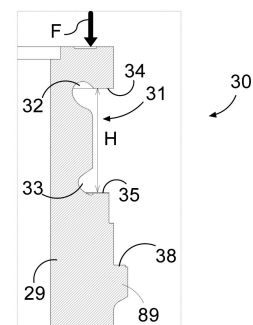
【図 5】



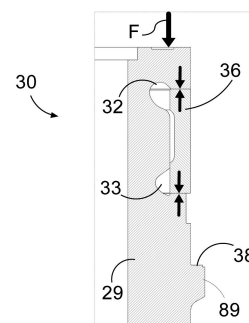
【図 6】



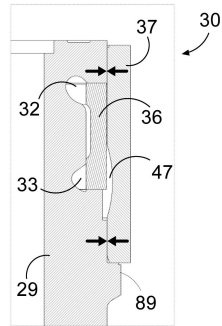
【図 7】



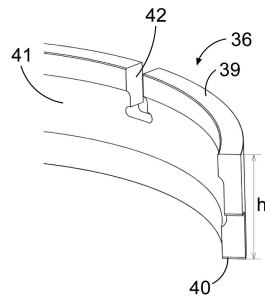
【図 8】



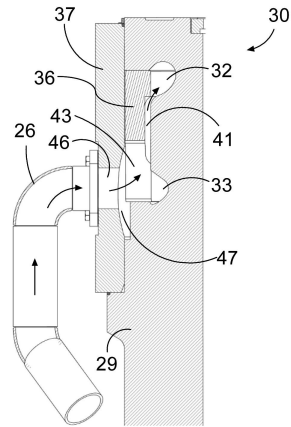
【図 9】



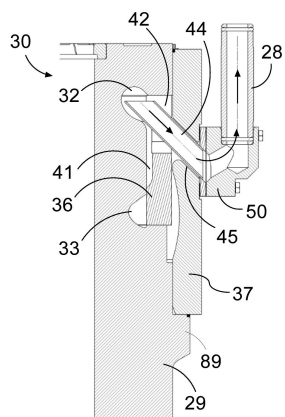
【図 10】



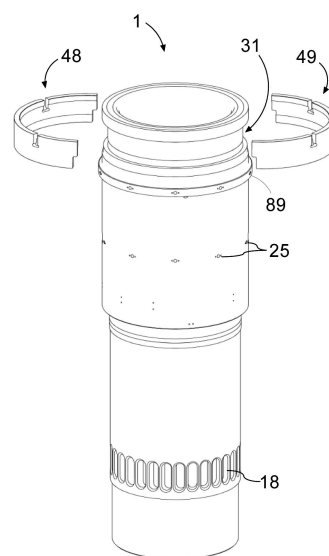
【図 11】



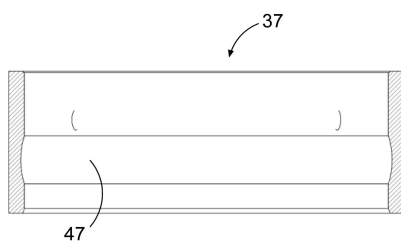
【図 12】



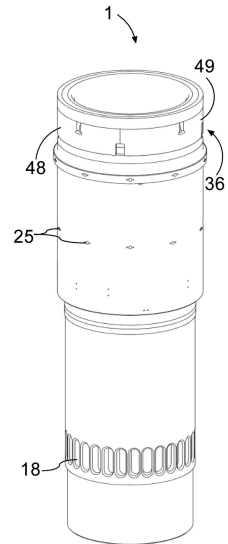
【図 14】



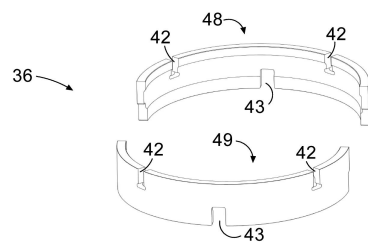
【図 13】



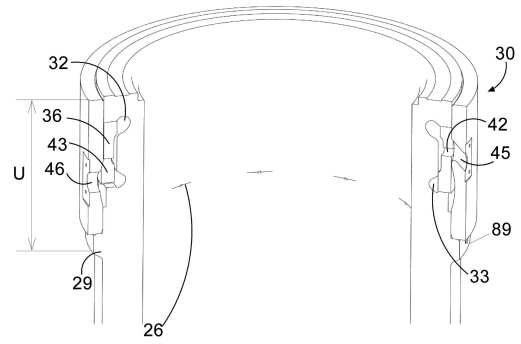
【図 15】



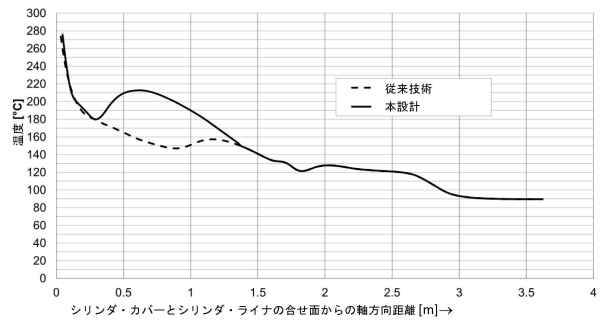
【図 16】



【図 17】



【図 18】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.		F I	
<i>F 0 1 M</i>	<i>1/06</i>	<i>(2006.01)</i>	<i>F 0 1 M</i> 1/06 E
<i>F 1 6 J</i>	<i>10/00</i>	<i>(2006.01)</i>	<i>F 1 6 J</i> 10/00 Z

(74)代理人 100101340

弁理士 丸山 英一

(72)発明者 モーデン ゲベル

デンマーク, DK - 4 3 2 0 , ライラ, ルゲスホルムヴァイ 2

(72)発明者 クレスチャン エードリアンソン

デンマーク, DK - 2 6 3 5 , イスホイ, キアゲピェア ヴェンゲ 2 3

審査官 木村 麻乃

(56)参考文献 特開2015-132191(JP, A)
 特表2000-509460(JP, A)
 特開2013-060918(JP, A)
 英国特許出願公告第01219532(GB, A)
 英国特許出願公告第00392091(GB, A)
 米国特許第01968449(US, A)
 国際公開第2013/190175(WO, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F 0 2 F	1 / 1 0
F 0 1 M	1 / 0 6
F 0 1 P	3 / 0 2
F 0 2 F	1 / 0 0
F 0 2 F	1 / 2 0
F 0 2 F	1 / 2 2
F 1 6 J	1 0 / 0 0