

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6258445号
(P6258445)

(45) 発行日 平成30年1月10日 (2018. 1. 10)

(24) 登録日 平成29年12月15日 (2017. 12. 15)

| | | | | | |
|---------------|-------|------------|---------|-------|---|
| (51) Int. Cl. | | F I | | | |
| FO 1 P | 3/02 | (2006. 01) | FO 1 P | 3/02 | D |
| FO 2 B | 25/04 | (2006. 01) | FO 2 B | 25/04 | |
| FO 2 F | 1/16 | (2006. 01) | FO 2 F | 1/16 | Z |
| F 1 6 J | 10/00 | (2006. 01) | F 1 6 J | 10/00 | C |

請求項の数 11 (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2016-215626 (P2016-215626)
(22) 出願日 平成28年11月2日 (2016. 11. 2)
(65) 公開番号 特開2017-89643 (P2017-89643A)
(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30日 (2017. 6. 30)
(31) 優先権主張番号 PA201570706
(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

(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2ストローク・エンジンのためのシリンダ・ライナ(1)であって、
シリンダ・カバー(22)に係合するように構成された第1の端部と、
第2の端部に近接し、シリンダ・ライナ(1)の壁(29)中の掃気ポート(18)と

、
前記第1の端部直近の前記シリンダ・ライナ(1)の壁中の冷却液用の周方向冷却用凹
部(31)であって、前記シリンダ・ライナ(1)の前記壁の外面に周方向に延びる開口
部を有する周方向冷却用凹部(31)と、

前記周方向凹部に少なくとも部分的に挿入された軸方向支持部材(36)であって、前
記周方向に延びる開口部に架橋し、冷却材の通路となる出口開口部(42)及び冷却材の
通路となる入口開口部(43)を備える軸方向支持部材(36)と
を備える、シリンダ・ライナ(1)。

【請求項 2】

前記軸方向支持部材(36)が前記周方向冷却用凹部に対して軸方向の支持を与えるよ
うに構成された、請求項1記載のシリンダ・ライナ(1)。

【請求項 3】

前記軸方向支持部材(36)が前記開口部の軸方向に相対向する面(34、35)の間の
軸方向空間を埋める、請求項1又は2記載のシリンダ・ライナ(1)。

【請求項 4】

10

20

前記シリンダ・ライナの前記開口部の軸方向に相対向する面(34、35)の間の前記軸方向空間(H)が無負荷状態では前記軸方向支持部材(36)の対向する軸方向面の間の軸方向距離hよりもわずかに大きく、そのために前記開口部と前記軸方向支持部材(36)の間にわずかな軸方向のすきまがある、請求項3記載のシリンダ・ライナ(1)。

【請求項5】

前記軸方向支持部材(36)が2つ以上のセクション(49、48)からなる割りリングである、請求項1~4の何れかに記載のシリンダ・ライナ(1)。

【請求項6】

前記周方向冷却用凹部(31)が上葉部(32)及び任意選択で下葉部(33)も備える、請求項1~5の何れかに記載のシリンダ・ライナ(1)。

10

【請求項7】

前記周方向冷却用凹部(31)が、前記上葉部(32)を前記下葉部(33)と接続する円筒面(51)を備える、請求項6記載のシリンダ・ライナ(1)。

【請求項8】

前記軸方向支持部材(36)が内向きの環状凹部(41)を備え、前記内向きの環状凹部(41)と前記円筒面(51)の間に冷却材のための空間が画定される、請求項7記載のシリンダ・ライナ(1)。

【請求項9】

前記周方向冷却用凹部(31)が、前記周方向冷却用凹部(31)からの前記軸方向支持部材(36)の突出を生じることなく前記軸方向支持部材(36)を受け入れるのに十分な深さを有する、請求項1~8の何れかに記載のシリンダ・ライナ(1)。

20

【請求項10】

前記シリンダ・ライナ(1)の壁に、前記シリンダ・ライナ(1)の円周に沿って分配された複数のシリンダ潤滑供給穴(25)をさらに備える、請求項1~9の何れかに記載のシリンダ・ライナ(1)。

【請求項11】

請求項1~10の何れかに記載のシリンダ・ライナ(1)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。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

30

【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。

【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、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。

40

【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

50

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。

【 0 0 0 4 】

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。

【 0 0 0 5 】

たとえば直径 5 0 c m 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。

【 0 0 0 6 】

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、周方向で見るときには変動する。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。

【 0 0 0 7 】

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。

【 0 0 0 8 】

上述のようなタイプのシリンダ・ライナは W O 9 7 / 4 2 4 0 6 によって知られている。

10

20

30

40

50

【 0 0 0 9 】

GB 1 2 1 9 5 3 2 は、環状溝を備えた上方フランジを有し、この溝が、水冷却ダクトとしての役割を果たし、溝の対応部分よりも若干大きな高さを有する 2 パート・リングにより外部から閉じられる、内燃機関シリンダを開示している。鋼リングが、フランジ上で収縮され、水が、内径部を通して供給及び排出される。

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 1 0 】

【 特許文献 1 】 WO 9 7 / 4 2 4 0 6

【 特許文献 2 】 GB 1 2 1 9 5 3 2

10

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 1 1 】

本発明の目的の 1 つは、上述の欠点を克服するか、少なくとも減らすことにある。

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 1 2 】

第 1 の態様によれば、この目的は、内燃エンジン用、特にクロスヘッド型 2 ストローク・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。このシリンダ・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 の端部と、掃気ポートと、第 1 の端部付近のシリンダ・ライナの壁中の冷却液用の周方向冷却用凹部であって、シリンダ・ライナの壁の外面に周方向に延びる開口部を有する周方向冷却用凹部と、周方向凹部中に少なくとも部分的に挿入された軸方向支持部材であって、周方向に延びる開口部に架橋し、冷却材の通路となる開口部を備える軸方向支持部材とを備える。

20

【 0 0 1 3 】

周方向に延びる冷却用凹部を用いることによって冷却液の周方向分布は実質的に全面的に一樣となり、一樣でない温度分布による問題やそれに伴う応力及び一樣でない損耗は相当程度まで排除される。周方向に延びる冷却用凹部の周方向開口部の内側に軸方向支持部材を設けることにより、冷却用凹部の深さ及び広さを確保するとともに、シリンダ・ライナの頂部にかかる並外れた圧縮力に対応できる堅固な構造が可能となる。

【 0 0 1 4 】

30

第 1 の態様として可能な第 1 の実施形態では、軸方向支持部材は周方向冷却用凹部に対して軸方向の支持を与えるように構成される。

【 0 0 1 5 】

第 1 の態様として可能な第 2 の実施形態では、軸方向支持部材は開口部の軸方向に相対向する面の間の軸方向空間を埋める。

【 0 0 1 6 】

第 1 の態様として可能な第 3 の実施形態では、シリンダ・ライナの開口部の軸方向に相対向する面の間の軸方向空間が無負荷状態では軸方向支持部材の対向する軸方向面の間の軸方向距離 h よりもわずかに大きく、そのために開口部と軸方向支持部材の間にわずかな軸方向のすきまがある。

40

【 0 0 1 7 】

第 1 の態様として可能な第 4 の実施形態では、軸方向支持部材は 2 つ以上のセクションからなる割りリングである。

【 0 0 1 8 】

第 1 の態様として可能な第 5 の実施形態では、周方向冷却用凹部は上葉部及び任意選択で下葉部を備える。

【 0 0 1 9 】

第 1 の態様として可能な第 6 の実施形態では、周方向冷却用凹部は、上葉部を下葉部と接続する円筒面を備える。

【 0 0 2 0 】

50

第１の態様として可能な第７の実施形態では、軸方向支持部材は内向きの環状凹部を備え、内向きの環状凹部と円筒面の間に冷却材のための空間が画定される。

【００２１】

第１の態様として可能な第８の実施形態では、周方向冷却用凹部は、周方向冷却用凹部からの軸方向支持部材の突出を生じることなく軸方向支持部材を受け入れるのに十分な深さを有する。

【００２２】

第１の態様として可能な第９の実施形態では、シリンダ・ライナは、シリンダ・ライナの壁に、好ましくは実質的に同じレベルで、シリンダ・ライナの円周に沿って分配された複数のシリンダ潤滑供給穴をさらに備える。

10

【００２３】

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。

【００２４】

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。

【００２５】

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。

20

【図面の簡単な説明】

【００２６】

【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。

【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。

30

【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。

【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。

40

【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】

50

【 0 0 2 7 】

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。

10

【 0 0 2 8 】

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。

【 0 0 2 9 】

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。

20

【 0 0 3 0 】

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。

30

【 0 0 3 1 】

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 250 mm から 1000 mm の範囲のシリンダ内径とそれに対応する 1000 mm から 4500 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 : 16 から 1 : 20 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 10、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。

40

【 0 0 3 2 】

図 4 では、シリンダ・ライナ 1 がシリンダ・フレーム 23 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 22 が取り付けられている。図 4 にはピストン 10 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 25 及びシリンダ潤滑ライン 24 とともによく見えるよ

50

うにするため、シリンダ潤滑穴 25 及びシリンダ潤滑ライン 24 は、ピストン 10 が潤滑ライン 24 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。

【0033】

配管 26 は、シリンダ・ライナ 1 の上方部位にある冷却・補強機構 30 に水などの冷却液を供給する働きをする。配管 28 は、冷却液を冷却・補強機構 30 からシリンダ・カバー 22 に輸送する働きをする。配管 27 は、冷却液をシリンダ・カバー 22 から冷却システムに排出する働きをする。冷却・補強機構 30 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 22 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 29 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 29 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 18 よりも下の部位にある。シリンダ・ライナ 1 の壁 29 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 23 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 22 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。

【0034】

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 30 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 22 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。

【0035】

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 89 からシリンダ・ライナ 1 の上端の方に上向きに延びる。

【0036】

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。

【0037】

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。

【0038】

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。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 9 】

上葉部 3 2 及び下葉部 3 3 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。

【 0 0 4 0 】

図 7 の矢印 F は、シリンダ・カバー 2 2 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 3 4 と上向きの支持面 3 5 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 3 1 に軸方向支持部材 3 6 を挿入して、下向きの支持面 3 4 と上向きの支持面 3 5 の間の H のスパ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 3 6 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 1 0 に軸方向支持部材 3 6 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 3 1 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 3 6 は、上向きの支持面 3 9 と下向きの支持面 4 0 の間に軸方向の範囲 h を有する。軸方向支持部材 3 6 の軸方向の範囲 h は、シリンダ・カバー 2 2 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 3 1 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 3 4 及び上向きの支持面 3 5 がそれぞれ軸方向支持部材 3 6 の上向きの支持面 3 9 及び下向きの支持面 4 0 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 3 2 周り及び下葉部 3 3 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 3 2、3 3 におけるクラック形成のリスクを減殺する。

【 0 0 4 1 】

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。

【 0 0 4 2 】

図 1 4、1 5 及び 1 6 は周方向支持部材 3 6 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 3 6 は、それぞれを合わせることで 1 つのリングを形成する 2 つの半体 4 8、4 9 を備える。2 つの半体 4 8、4 9 は周方向凹部 3 1 に緩挿され、互いに連結されない。図 1 4 は、組立て時の 2 つの半体 4 8、4 9 を示しており、図 1 5 は組立て後の 2 つの半体 4 8、4 9 を示している。

【 0 0 4 3 】

それぞれの半体 4 8、4 9 には冷却材入口開口部 4 3 をなすスロットと冷却材出口開口部 4 2 をなすスロットとが設けられる。冷却材出口開口部 4 2 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。

【 0 0 4 4 】

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 3 7 が設けられる。周方向支持部材 3 7 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 3 8 の上に載置される。周方向支持部材 3 7 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 3 7 は高強度鋼の一体環状体である。周方向支持部材 3 7 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 3 7 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 3 7 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 3 7 は、シリンダの周方向冷却用凹部 3 1 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 3 7 は、シ

リング・ライナ 1 の周方向冷却用凹部 3 1 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。

【 0 0 4 5 】

別の実施形態では、周方向支持部材 3 7 (ストロングバック) の緩嵌が用いられる。シリング・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。

【 0 0 4 6 】

一実施形態では、周方向支持部材 3 7 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。

【 0 0 4 7 】

シリング・ライナ 1 と周方向支持部材 3 7 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 3 7 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 3 7 の下方部位で、径方向の力が伝達される。周方向支持部材 3 7 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 3 6 と周方向支持部材 3 7 の間にも顕著な大きさの径方向の力は存在しない。

【 0 0 4 8 】

周方向支持部材 3 7 には、冷却液が通る空間を提供するための環状凹部 4 7 が設けられる。シリング・ライナ 1 と周方向支持部材 3 7 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 1 3 は周方向支持部材 3 7 を断面図でさらに詳しく示したものである。

【 0 0 4 9 】

図 1 1 に示すように、周方向支持部材 3 7 には流入開口部 4 6 が設けられる。流入開口部 4 6 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 3 7 のうち、顕著な径方向の力がかかることのない部位におおむね配置される。流入開口部 4 6 は、周方向支持部材 3 7 の内向きの周方向凹部 4 7 に接続する。複数の流入開口部 4 6 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 4 6 は、冷却システムから冷却液を供給する冷却液供給管路 2 6 に接続される。冷却液は、軸方向支持部材 3 6 の流入開口部 4 3 を通して周方向凹部 3 1 に流入することができる。流入開口部 4 3 を通して冷却液は下葉部 3 3 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 3 6 の内向きの径方向凹部 4 1 を通して上葉部 3 2 の方へ流

【 0 0 5 0 】

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ることの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 5 1 】

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、シリング・カバー 2 2 の冷却のために冷却液をシリング・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 5 2 】

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グ・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

10

20

30

40

50

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。

【 0 0 5 3 】

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）。

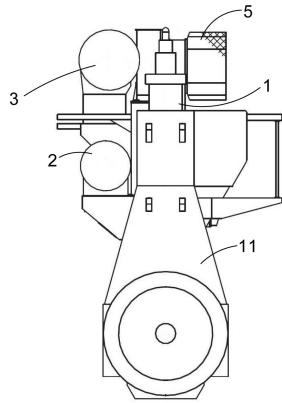
【 0 0 5 4 】

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。

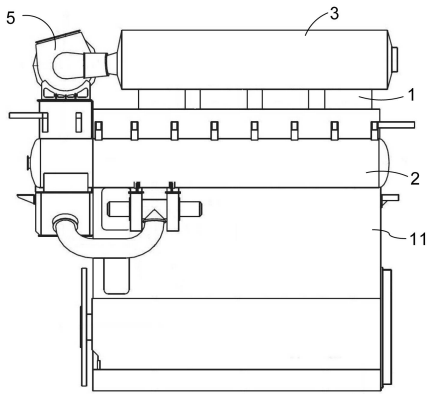
【 0 0 5 5 】

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。

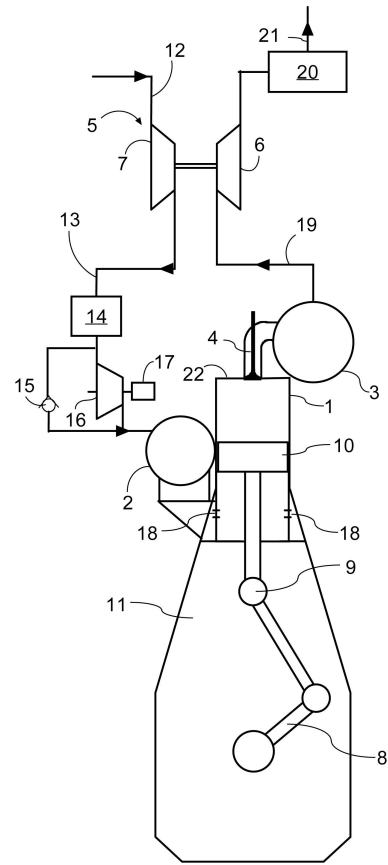
【図 1】



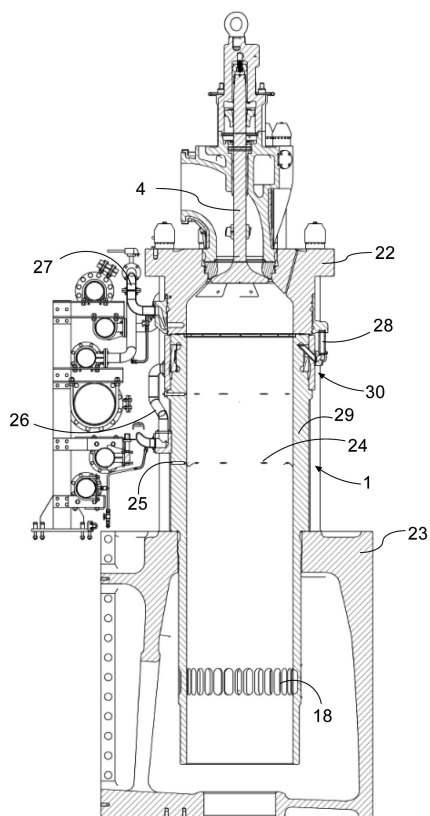
【図 2】



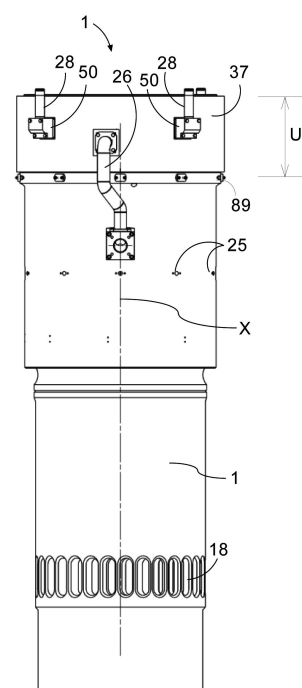
【図 3】



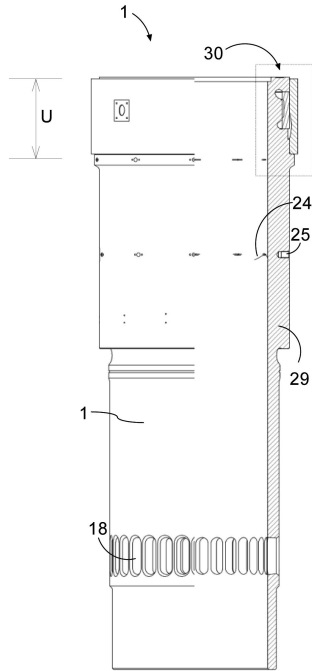
【図 4】



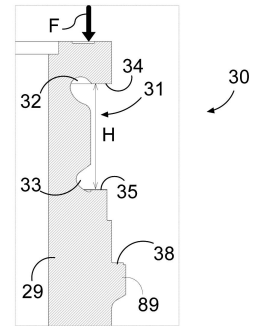
【図 5】



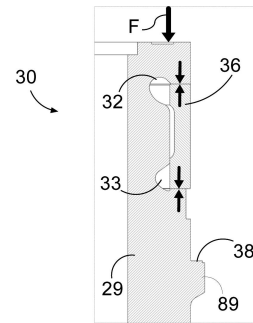
【図 6】



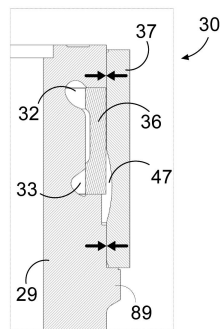
【図 7】



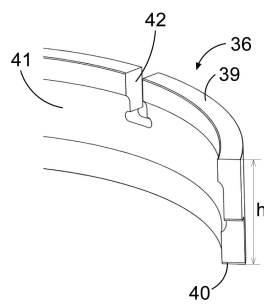
【図 8】



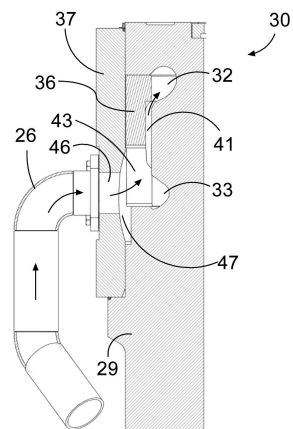
【図 9】



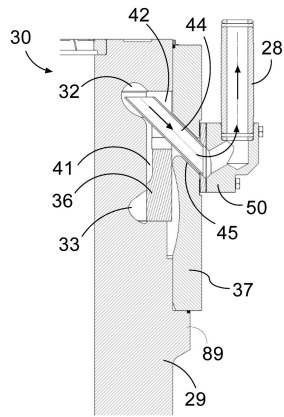
【図 10】



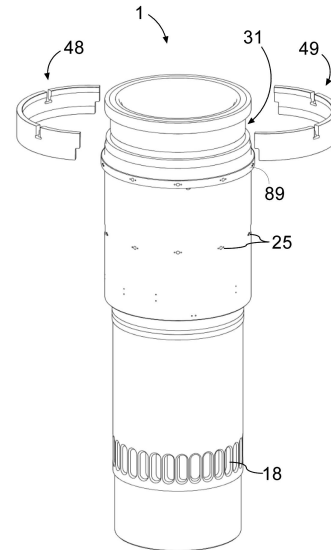
【図 11】



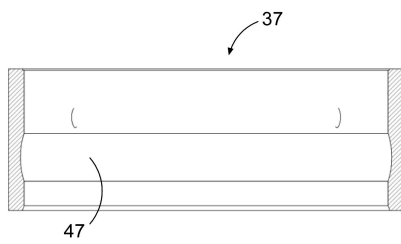
【図 12】



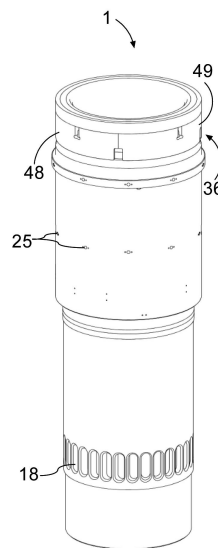
【図 14】



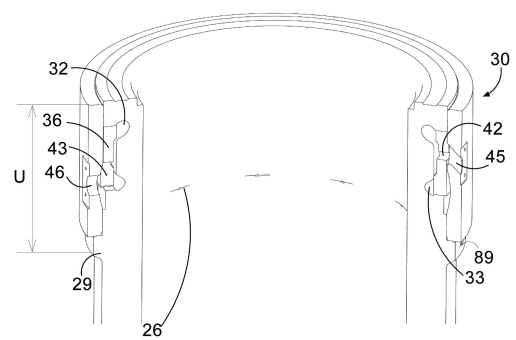
【図 13】



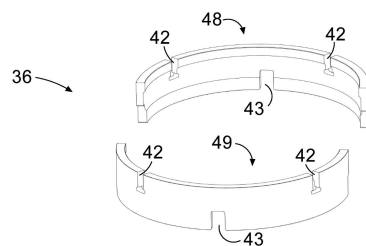
【図 15】



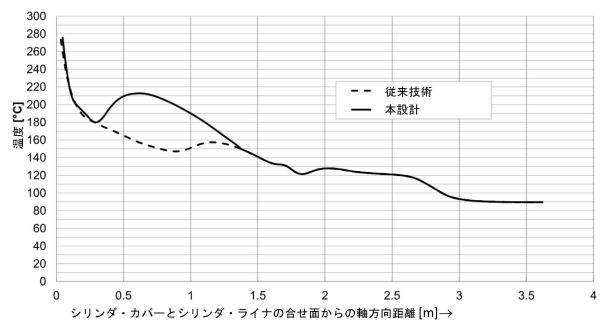
【図 17】



【図 16】



【図 18】



フロントページの続き

(74)代理人 100101340

弁理士 丸山 英一

(74)代理人 100205730

弁理士 丸山 重輝

(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 エードリアンスン

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

審査官 種子島 貴裕

(56)参考文献 英国特許出願公開第 0 1 2 1 9 5 3 2 (GB, A)

特開 2 0 0 0 - 0 0 2 1 5 1 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F 0 1 P 3 / 0 2

F 0 2 B 2 5 / 0 4

F 0 2 F 1 / 1 6

F 1 6 J 1 0 / 0 0