

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6668377号
(P6668377)

(45) 発行日 令和2年3月18日(2020.3.18)

(24) 登録日 令和2年2月28日(2020.2.28)

(51) Int.Cl.		F I	
FO2F	3/00	(2006.01)	FO2F 3/00 Z
FO2F	3/22	(2006.01)	FO2F 3/22
FO2F	3/26	(2006.01)	FO2F 3/26 C
F16J	1/08	(2006.01)	F16J 1/08

請求項の数 27 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2017-549779 (P2017-549779)	(73) 特許権者	518372567
(86) (22) 出願日	平成28年3月23日 (2016.3.23)		テネコ・インコーポレイテッド
(65) 公表番号	特表2018-510994 (P2018-510994A)		TENNECO INC.
(43) 公表日	平成30年4月19日 (2018.4.19)		アメリカ合衆国、60045 イリノイ州
(86) 国際出願番号	PCT/US2016/023653		、レイク・フォレスト、ノース・フィール
(87) 国際公開番号	W02016/154234		ド・ドライブ、500
(87) 国際公開日	平成28年9月29日 (2016.9.29)	(74) 代理人	110001195
審査請求日	平成31年1月15日 (2019.1.15)		特許業務法人深見特許事務所
(31) 優先権主張番号	15/077, 168	(72) 発明者	ワイネンガー, マイケル
(32) 優先日	平成28年3月22日 (2016.3.22)		アメリカ合衆国、48075 ミシガン州
(33) 優先権主張国・地域又は機関	米国 (US)		、サウスフィールド、ピアス・ストリート
(31) 優先権主張番号	62/136, 948		、25200
(32) 優先日	平成27年3月23日 (2015.3.23)		
(33) 優先権主張国・地域又は機関	米国 (US)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 低いコンプレッションハイトを有する、頑丈かつ軽量のピストンおよびその構成方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

内燃機関のピストンであって、

前記ピストンがシリンダボア内で往復する長手方向の中心軸に沿って延在するモノリシックなピストン本体を備え、前記ピストン本体は、少なくとも1つのピストンリングを嵌めるための環状のリングベルト領域を有する上部燃焼表面を形成する上壁を有し、前記環状のリングベルト領域は、前記上部燃焼表面から垂下し、前記上部燃焼表面は、第1部分と第2部分とを有し、前記第1部分は、前記上壁の外周に沿って環状に延在し、前記第2部分は、前記第1部分から半径方向内向きに垂下する燃焼ボウルを形成し、前記上壁は、前記第2部分の正反対に位置する前記燃焼ボウルの下側に形成されたクラウン下面を有し

10

前記ピストンは、さらに、

前記リングベルト領域から垂下する、シリンダボア内での前記ピストンの誘導を容易にするためのスカート部の対と、

ピンボア軸に沿って横方向に離れて一直線に並ぶ、リストピンを嵌めるためのピンボアの対を提供するピンボスの対とを備え、前記ピンボスは、ストラット部を挟んで前記スカート部に接合され、

前記クラウン下面は、前記スカート部、前記ストラット部、および前記ピンボスによって画定されており、前記長手方向の中心軸に沿って見た場合、前記ピストン本体の最大外径によって定められた面積の約30～55パーセントの間の面積である、開放した投影2

20

次元表面積を有する、ピストン。

【請求項 2】

前記スカート部、前記ストラット部、および前記ピンボスによって画定された前記クラウン下面は、前記ピストン本体の最大外径によって定められた前記面積の 30 パーセントよりも大きい 3 次元総表面積を有する、請求項 1 に記載のピストン。

【請求項 3】

前記ピストン本体は、互いに正反対に位置する、周縁に沿って囲われたくぼみであって、前記ピンボスの上表面の上であり前記上壁の下である位置に延在するくぼみを有する、請求項 1 に記載のピストン。

【請求項 4】

前記囲われたくぼみは、軸方向に沿った断面を見た場合、非円形状である、請求項 3 に記載のピストン。

【請求項 5】

前記囲われたくぼみは、軸方向に沿った断面を見た場合、非対称形状である、請求項 4 に記載のピストン。

【請求項 6】

前記スカート部、前記ストラット部、および前記ピンボスの外周縁は、前記上部燃焼表面の外周の約 75 ~ 100 パーセントの間で延在する、請求項 1 に記載のピストン。

【請求項 7】

内燃機関のピストンであって、

前記ピストンがシリンダボア内で往復する長手方向の中心軸に沿って延在するモノリシックなピストン本体を備え、前記ピストン本体は、少なくとも 1 つのピストンリングを嵌めるための環状のリングベルト領域を有する上部燃焼表面を形成する上壁を有し、前記環状のリングベルト領域は、前記上部燃焼表面から垂下し、前記上部燃焼表面は、第 1 部分と第 2 部分とを有し、前記第 1 部分は前記上壁の外周に沿って環状に延在し、前記第 2 部分は、前記第 1 部分から半径方向内向きに垂下する燃焼ボウルを形成し、前記上壁は、前記第 2 部分の正反対に位置する前記燃焼ボウルの下側に形成されたクラウン下面を有し、

前記ピストンは、さらに、

前記リングベルト領域から垂下する、シリンダボア内での前記ピストンの誘導を容易にするためのスカート部の対と、

ピンボア軸に沿って横方向に離れて一直線に並ぶ、ピストンを嵌めるためのピンボアの対を提供するピンボスの対とを備え、前記ピンボスは、ストラット部を挟んで前記スカート部に接合され、

前記クラウン下面は、前記スカート部、前記ストラット部、および前記ピンボスによって画定されており、前記長手方向の中心軸に沿って見た場合、開放した投影 2 次元表面積を有し、

前記ピンボスは、ピンボア軸の方向において外側を向くピンボス外面を有し、

前記ピストン本体は、互いに正反対に位置する、周縁に沿って囲われた貫通くぼみであって、前記ピンボスの上表面の上であり前記上壁の下である位置に延在する貫通くぼみを有し、前記貫通くぼみは、半径方向において前記ピンボス外面の外側で延在しており、前記貫通くぼみは、前記スカート部、前記ストラット部、および前記ピンボスによって画定された、開放した前記クラウン下面に開口している、ピストン。

【請求項 8】

前記囲われた貫通くぼみは、軸方向に沿った断面を見た場合、非円形状である、請求項 7 に記載のピストン。

【請求項 9】

前記開放した投影 2 次元表面積は、前記ピストン本体の最大外径によって定められた面積の約 30 ~ 55 パーセントの間の面積である、請求項 7 に記載のピストン。

【請求項 10】

前記スカート部、前記ストラット部、および前記ピンボスによって画定された前記クラ

10

20

30

40

50

ウン下面は、前記ピストン本体の最大外径によって定められた前記面積の30パーセントよりも大きい3次元総表面積を有する、請求項7に記載のピストン。

【請求項11】

前記スカート部、前記ストラット部、および前記ピンボスの外周縁は、前記上部燃焼表面の外周の約75～100パーセントの間で延在する、請求項7に記載のピストン。

【請求項12】

内燃機関のピストンの構成方法であって、

上部燃焼表面および前記上部燃焼表面から垂下する環状のリングベルト領域を含む上壁を有するモノリシックなピストン本体を形成するステップと、第1部分および第2部分を有する前記上部燃焼表面を形成するステップとを含み、前記第1部分は、前記上壁の外周に沿って環状に延在し、前記第2部分は、前記第1部分から半径方向内向きに垂下する燃焼ボウルを形成し、前記方法は、さらに、それぞれ互いに正反対に位置するスカート部、ピンボス、および前記スカート部と前記ピンボスとの間に延在するストラット部によって少なくとも一部が画定されたクラウン下面を前記第2部分の正反対に位置する前記燃焼ボウルの下側に形成するステップと、長手方向の中心軸に沿って見た場合、前記ピストン本体の最大外径によって定められた面積の約30～55パーセントの間の面積である、開放した投影2次元表面積を有する前記画定されたクラウン下面を形成するステップを含む、方法。

10

【請求項13】

前記ピストン本体の面積の30パーセントよりも大きい3次元総表面積を有する、前記スカート部、前記ストラット部、および前記ピンボスによって画定された前記クラウン下面を形成するステップをさらに含む、請求項12に記載の方法。

20

【請求項14】

互いに正反対に位置する、周縁に沿って囲われたくぼみであって、前記ピンボスの上表面の上であり前記上壁の下である位置に延在するくぼみを有する前記ピストン本体を形成するステップをさらに含む、前記くぼみは、前記スカート部、前記ストラット部、および前記ピンボスによって画定された、開放した前記クラウン下面に開口している、請求項12に記載の方法。

【請求項15】

前記囲われたくぼみを、鋳造法を使って形成するステップをさらに含む、請求項14に記載の方法。

30

【請求項16】

断面を見た場合、非円形状である、前記囲われたくぼみを鋳造するステップをさらに含む、請求項15に記載の方法。

【請求項17】

断面を見た場合、非対称形状である、前記囲われたくぼみを鋳造するステップをさらに含む、請求項16に記載の方法。

【請求項18】

前記上部燃焼表面の外周の約75～100パーセントの間を延在する、前記スカート部、前記ストラット部、および前記ピンボスの外周縁を形成するステップをさらに含む、請求項12に記載の方法。

40

【請求項19】

前記ピストンを、機械加工、鍛造、積層造形法、3Dプリンティング、または鋳造法のうちの1つを使って形成するステップをさらに含む、請求項12に記載の方法。

【請求項20】

内燃機関のピストンの構成方法であって、

上部燃焼表面および前記上部燃焼表面から垂下する環状のリングベルト領域を含む上壁を有するモノリシックなピストン本体を形成するステップと、第1部分および第2部分を有する前記上部燃焼表面を形成するステップとを含み、前記第1部分は、前記上壁の外周に沿って環状に延在し、前記第2部分は、前記第1部分から半径方向内向きに垂下する燃

50

焼ボウルを形成し、前記方法は、さらに、それぞれ互いに正反対に位置するスカート部、ピンボス、および前記スカート部と前記ピンボスとの間に延在するストラット部によって少なくとも一部が画定されたクラウン下面を前記第 2 部分の正反対に位置する前記焼ボウルの下側に形成するステップと、長手方向の中心軸に沿って見た場合、開放した表面積を有する前記画定されたクラウン下面を形成するステップと、互いに正反対に位置する、周縁に沿って囲われたくぼみであって、前記ピンボスの上表面の上であり前記上壁の下である位置に延在するくぼみを形成するステップとを含み、前記ピンボスは、ピンボア軸の方向において外側を向くピンボス外面を有し、前記囲われたくぼみは、半径方向において前記ピンボス外面の外側で延在しており、前記囲われたくぼみは、前記スカート部、前記ストラット部、および前記ピンボスによって画定された、開放した前記クラウン下面に開口する、方法。

10

【請求項 2 1】

前記囲われたくぼみを、鋳造法を使って形成するステップをさらに含む、請求項 2 0 に記載の方法。

【請求項 2 2】

断面を見た場合、非円形状である前記囲われたくぼみを鋳造するステップをさらに含む、請求項 2 1 に記載の方法。

【請求項 2 3】

断面を見た場合、非対称形状である前記囲われたくぼみを鋳造するステップをさらに含む、請求項 2 2 に記載の方法。

20

【請求項 2 4】

前記ピストン本体の面積の 3 0 パーセントよりも大きい 3 次元総表面積を有する、前記画定されたクラウン下面を形成するステップをさらに含む、請求項 2 0 に記載の方法。

【請求項 2 5】

前記ピストン本体の最大外径によって定められた面積の約 3 0 ~ 5 5 パーセントの間の面積である、開放した投影 2 次元表面積を有する、画定された前記クラウン下面を形成するステップをさらに含む、請求項 2 0 に記載の方法。

【請求項 2 6】

前記上部焼表面の外周の約 7 5 ~ 1 0 0 パーセントの間を延在する前記スカート部、前記ストラット部、および前記ピンボスの外周縁を形成するステップをさらに含む、請求項 2 0 に記載の方法。

30

【請求項 2 7】

前記ピストンを、機械加工、鍛造、積層造形法、3 D プリンティング、または鋳造法のうちの 1 つを使って形成するステップをさらに含む、請求項 2 0 に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

関連出願の相互参照

本願は、2 0 1 5 年 3 月 2 3 日に出願された米国仮出願第 6 2 / 1 3 6 , 9 4 8 号および 2 0 1 6 年 3 月 2 2 日に出願された米国実用特許出願第 1 5 / 0 7 7 , 1 6 8 号の利益を主張するものであり、それらのすべての記載内容を、引用により本明細書に援用する。

40

【0 0 0 2】

発明の背景

1 . 技術分野

本発明は、全体として、内燃機関に関し、より具体的には、内燃機関のピストンに関する。

【背景技術】

【0 0 0 3】

2 . 関連技術

機関メーカーは、機関効率および性能の改善要求の高まりに直面している。改善要求は

50

、製造に関連するコストの削減と同時に、燃費の改善、オイル消費の低減、燃料システムの改善、シリンダボア内の圧縮荷重および動作温度の増加、ピストンを介した熱損失の低減、構成部品の潤滑の改善、機関重量の低減、および機関のさらなる小型化を含むが、これらに限定されない。燃焼室内の圧縮荷重および動作温度を増加させることは、望ましいが、この目的を実現するためには、ピストンの構造的完全性および温度を使用可能限界内に維持することが依然として必要であるというトレードオフが伴う。したがって、これらの所望の「増加」によって、ピストンのコンプレッションハイト、つまり、ピストン全体の大きさおよび質量を低減できる程度が限定されてしまう。これは、ピストンの動作温度を使用可能限界内に維持するために必要であると見られることの多い、密閉または実質的に密閉された環状の冷却ギャラリなど、環状の冷却ギャラリを有する通常のピストン構成では特にやっかいである。さらに、環状の冷却ギャラリを形成するために接合継手に沿って互いに接合された上パーツと下パーツとを有するピストンを製造するコストは、上パーツと下パーツとを互いに接合するために使われる接合法および仕上げ加工などの工程が原因で概ね増加している。

10

【0004】

本明細書に記載の開示を読んで図面を見ると当業者にとって明らかになるように、本発明に従って構成されるピストンは、とりわけ、頑丈かつ軽量であり、縮小されたエンベロップおよびコンプレッションハイトを有するなど、所望の利益を達成し、同時に既知のピストン構成の上述の欠点およびその他の欠点を解消する。

【発明の概要】

20

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

発明の概要

本発明に従って構成されるピストンは、モノリシックな一体の鋼鉄として構成されるので、強度および耐久性が向上しており、最近の高性能な機関で生じる圧縮荷重および温度などの、シリンダボア内の圧縮荷重および温度の増加に耐える。さらに、当該ピストンの新規な一体構成によって、ピストンの上パーツと下パーツとを互いに接合するために使われる通常の工程が採用されず、ピストン製造に関連するコストが下がる。さらに、本発明に従って構成されるピストンでは、特に、環状の冷却ギャラリおよび通常の環状の床の存在が取り除かれていることから、密閉または実質的に密閉された環状の冷却ギャラリを備えるピストンと比べて、ピストンのエンベロップ、コンプレッションハイト（CH：compression height；ピンボア軸と上部クラウン燃焼表面との間に延びる距離として定義される）、および重量を大幅に軽減することができる。通常の環状の床は、対向するピンボスの間にピンボア軸と概ね平行に延在する密閉された冷却ギャラリ部の下面を画定するために、よく使われる。このように、本発明に従って構成されるピストンが配置された機関は、より小型化、軽量化、低燃費化できる。さらに、本発明に従って構成されるピストンは、長手方向の中心軸に概ね沿ってピストンの底部を見た場合のピンボス同士の間を概ね延在する、開放したクラウン下面領域の存在によって、クラウン下面にまたはクラウン下面に対して機関のオイルノズルから直接オイルを送る機能が高められている。さらに、本発明に従って構成されるピストンによって、ピンボアの支持面とリストピンとの間、ならびにコンロッドの小端部を貫いて延びる支持面とリストピンとの間の単位荷重が低減され、それと同時にピン継手の潤滑を増やす機能がもたらされている。加えて、本発明に従って構成されるピストンでは、スカートが所望に大きく変更され、シリンダーライナーの形の変更が抑えられていることが示されている。したがって、最適なピストンリング性能をもたらす、エンジンオイルの「ブローバイ（blow by）」（当技術分野において、燃焼ガスがコンプレッションリングを通過することとして周知の用語）が抑えられている。そしてさらに、本発明に従って構成されるピストンは、リングベルト領域のすぐ隣の開放したクラウン下領域に対して一定の新鮮なオイル供給が送られるということを考えると、ピストンのリングベルト領域を冷却する機能が高められていることを示しており、ピストンリングが長い耐用年数にわたって意図した通りに動作する機能

30

40

50

がさらに向上している。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明の一態様によれば、内燃機関の、頑丈かつ軽量の第1ピストンが提供される。ピストンは、ピストンが内燃機関のシリンダボア内で往復する長手方向の中心軸に沿って延在するモノリシックなピストン本体を有する。ピストン本体は、少なくとも1つのピストンリングを嵌めるための環状のリングベルト領域を有する上部燃焼表面を形成する上壁を有し、環状のリングベルト領域は、上部燃焼表面から垂下している。ピストン本体は、シリンダボア内でのピストンの誘導を容易にするための、リングベルト領域から垂下するスカート部の対と、ピンボア軸に沿って横方向に離れて一直線に並ぶ、リストピンを嵌めるためのピンボアの対を提供するピンボスの対とをさらに含み、ピンボスは、ストラット部を挟んでスカート部に接合される。上部燃焼表面は、第1部分と第2部分とを有し、第1部分は上壁の外周に沿って環状に延在し、第2部分は第1部分から半径方向内向きに垂下する燃焼ボウルを形成する。上壁は、上部燃焼表面の第2部分の正反対に位置する燃焼ボウルの下側に形成されたクラウン下面を有する。スカート部、ストラット部、およびピンボスによって画定された、クラウン下面の少なくとも一部は、長手方向の中心軸に沿って見た場合、ピストン本体の（本体が完全な丸形または円形ではない場合を考慮した）最大外径によって定められた面積の約30～55パーセントの間の面積である、開放した投影2次元表面積を有する。これによって、はねかけられたり噴霧されたりしたオイルが自由に直接接触できる領域が広く設けられ、使用中のピストンの冷却が向上する。

10

20

【0007】

本発明の別の態様によれば、スカート部、ストラット部、およびピンボスによって画定されたクラウン下面は、ピストン本体の最大外径によって定められたピストン本体の最大面積の30パーセントよりも大きい3次元総表面積（クラウン下面の起伏のある外形をなぞる表面積）を有する。

【0008】

本発明の別の態様によれば、互いに正反対に位置する、周縁に沿って囲われた貫通くぼみであって、ピンボスの上表面の上であり上壁の下である位置に延在する貫通くぼみを有するピストン本体が設けられ得、貫通くぼみは、スカート部、ストラット部、およびピンボスによって画定された、開放したクラウン下面に開口し、ピストン本体の冷却およびピストン本体の重量の低減をさらに促進する。

30

【0009】

本発明の別の態様によれば、貫通くぼみは、軸方向に沿った断面を見た場合、すぐ隣の特徴をなぞるように形作られた非円形状であり得、貫通くぼみの内壁が、隣接する燃焼ボウルおよびリングベルト領域の外形をなぞられるようになっている。したがって、貫通くぼみと燃焼ボウルとの間、ならびに貫通くぼみとリングベルト領域との間の壁を最適な壁厚に形成することがさらに容易になるので、重量を低減する機能および冷却を促進する機能が最大化される。

【0010】

本発明の別の態様によれば、貫通くぼみは、軸方向に沿った断面を見た場合、非対称形状であるため、さらに、重量の軽減および冷却が促進される。

40

【0011】

本発明の別の態様によれば、スカート部、ストラット部、およびピンボスの外周縁は、上部燃焼表面の外周の約75～100パーセントの間で延在する。

【0012】

本発明の別の態様によれば、内燃機関の、頑丈かつ軽量の第2ピストンが提供される。ピストンは、ピストンが内燃機関のシリンダボア内で往復する長手方向の中心軸に沿って延在するモノリシックなピストン本体を有する。ピストン本体は、少なくとも1つのピストンリングを嵌めるための環状のリングベルト領域を有する上部燃焼表面を形成する上壁を有し、環状のリングベルト領域は、上部燃焼表面から垂下している。ピストン本体は、

50

シリンダボア内でのピストンの誘導を容易にするための、リングベルト領域から垂下するスカート部の対と、ピンボア軸に沿って横方向に離れて一直線に並ぶ、リストピンを嵌めるためのピンボアの対を提供するピンボスの対とをさらに含み、ピンボスは、ストラット部を挟んでスカート部に接合される。上部燃焼表面は、第1部分と第2部分とを有し、第1部分は上壁の外周に沿って環状に延在し、第2部分は第1部分から半径方向内向きに垂下する燃焼ボウルを形成する。上壁は、上部燃焼表面の第2部分の正反対に位置する燃焼ボウルの下側に形成されたクラウン下面を有し、スカート部、ストラット部、およびピンボスによって画定されたクラウン下面は、長手方向の中心軸に沿って見た場合、開放している。ピストン本体は、互いに正反対に位置する、周縁に沿って囲われた貫通くぼみであって、ピンボスの上表面の上であり上壁の下である位置に延在する貫通くぼみをさらに含み、貫通くぼみは、スカート部、ストラット部、およびピンボスによって画定された、開放したクラウン下面に開口している。

10

【0013】

本発明の別の態様によれば、貫通くぼみは、軸方向に沿った断面を見た場合、すぐ隣の特徴をなぞるように形作られた非円形状であり得る。

【0014】

本発明の別の態様によれば、貫通くぼみは、軸方向に沿った断面を見た場合、非対称形状である。

【0015】

本発明の別の態様によれば、スカート部、ストラット部、およびピンボスによって画定されたクラウン下面は、長手方向の中心軸に沿って見た場合、ピストン本体の最大外径によって定められた面積の約30～55パーセントの間の面積である、開放した投影2次元表面積を有する。これによって、はねかけられたり噴霧されたりしたオイルが自由に直接接触できる領域が広く設けられ、使用中のピストンの冷却が向上する。

20

【0016】

本発明の別の態様によれば、スカート部、ストラット部、およびピンボスによって画定されたクラウン下面は、ピストン本体の最大外径によって定められたピストン本体の最大面積の30パーセントよりも大きい3次元総表面積を有する。

【0017】

本発明の別の態様によれば、スカート部、ストラット部、およびピンボスの外周縁は、上部燃焼表面の外周の約75～100パーセントの間で延在する。

30

【0018】

本発明の別の態様によれば、内燃機関のギャラリレス・ピストンの構成方法が提供される。方法は、モノリシックなピストン本体を、機械加工、鍛造、積層造形法(3Dプリンティングなど)、または鋳造法のうちの1つを使って形成するステップを含み、ピストン本体は、上部燃焼表面および上部燃焼表面から垂下する環状のリングベルト領域を含む上壁を有する。方法は、第1部分と第2部分とを有する上部燃焼表面を形成するステップを含み、第1部分は上壁の外周に沿って環状に延在し、第2部分は第1部分から垂下する燃焼ボウルを形成する。方法は、第2部分の正反対に位置する燃焼ボウルの下側にクラウン下面を有する上壁を形成するステップをさらに含む。さらに、それぞれ互いに正反対に位置するスカート部、ピンボス、およびスカート部とピンボスとの間に延在するストラット部によって画定されたクラウン下面の少なくとも一部であって、長手方向の中心軸に沿って見た場合、ピストン本体の最大外径によって定められた面積の約30～55パーセントの間の面積である、開放した投影2次元表面積を有するクラウン下面の少なくとも一部を形成するステップを含む。これによって、はねかけられたり噴霧されたりしたオイルが自由に直接接触できる領域が広く設けられ、使用中のピストンの冷却が向上する。

40

【0019】

本発明の別の態様によれば、方法は、スカート部、ストラット部、およびピンボスによって画定されたクラウン下面であって、ピストン本体の最大外径によって定められたピストン本体の最大面積の30パーセントよりも大きい3次元総表面積を有するクラウン下面

50

を形成するステップを含み得る。

【0020】

本発明の別の態様によれば、方法は、互いに正反対に位置する、周縁に沿って囲われた貫通くぼみであって、ピンボスの上表面の上であり上壁の下である位置に延在する貫通くぼみを有するピストン本体を形成するステップを含み得、貫通くぼみは、スカート部、ストラット部、およびピンボスによって画定された、開放したクラウン下面に開口している。

【0021】

本発明の別の態様によれば、方法は、貫通くぼみを、鋳造法を使って形成するステップを含み得る。

10

【0022】

本発明の別の態様によれば、方法は、断面を見た場合、非円形状である貫通くぼみを鋳造するステップを含み得る。

【0023】

本発明の別の態様によれば、方法は、断面を見た場合、非対称形状である貫通くぼみを鋳造するステップを含み得る。

【0024】

本発明の別の態様によれば、方法は、上部燃焼表面の外周の約75～100パーセントの間で延在する、スカート部、ストラット部、およびピンボスの外周縁を形成するステップを含み得る。

20

【0025】

本発明の別の態様によれば、内燃機関のギャラリレス・ピストンの構成方法が提供される。方法は、モノリシックなピストン本体を、機械加工、鍛造、積層造形法（その他の積層造形法のなかでもとりわけ3Dプリンティングなど）、または鋳造法のうちの1つを使って形成するステップを含み、ピストン本体は、上部燃焼表面および上部燃焼表面から垂下する環状のリングベルト領域を含む上壁を有する。方法は、第1部分と第2部分とを有する上部燃焼表面を形成するステップを含み、第1部分は上壁の外周に沿って環状に延在し、第2部分は第1部分から垂下する燃焼ボウルを形成する。方法は、第2部分の正反対に位置する燃焼ボウルの下側にクラウン下面を有する上壁を形成するステップをさらに含む。さらに、それぞれ互いに正反対に位置するスカート部、ピンボス、およびスカート部とピンボスとの間に延在するストラット部によって画定され、長手方向の中心軸に沿って見た場合、開放したクラウン下面の少なくとも一部を形成するステップと、互いに正反対に位置する、周縁に沿って囲われた貫通くぼみであって、ピンボスの上表面の上であり上壁の下である位置に延在する貫通くぼみを有するピストン本体を形成するステップとを含み、貫通くぼみは、ピンボスの対向する側で開口し、スカート部、ストラット部、およびピンボスによって画定された、開放したクラウン下面に開口している。

30

【0026】

本発明の別の態様によれば、方法は、スカート部、ストラット部、およびピンボスによって画定されたクラウン下面であって、ピストン本体の最大外径によって定められた面積の約30～55パーセントの間の面積を有するクラウン下面を形成するステップを含み得る。これによって、はねかけられたり噴霧されたりしたオイルが自由に直接接触できる領域が広く設けられ、使用中のピストンの冷却が向上する。

40

【0027】

本発明の別の態様によれば、方法は、スカート部、ストラット部、およびピンボスによって画定されたクラウン下面であって、ピストン本体の最大外径によって定められた最大面積の30パーセントよりも大きい3次元総表面積を有するクラウン下面を形成するステップを含み得る。

【0028】

本発明の別の態様によれば、方法は、ピンボスの上に延在する貫通くぼみを、鋳造法を使って形成するステップを含み得る。

50

【0029】

本発明の別の態様によれば、方法は、断面を見た場合、非円形状であるピンボスの上に延在する貫通くぼみを鋳造するステップを含み得る。

【0030】

本発明の別の態様によれば、方法は、断面を見た場合、非対称形状であるピンボスの上に延在する貫通くぼみを鋳造するステップを含み得る。

【0031】

本発明の別の態様によれば、方法は、上部燃焼表面の外周の約75～100パーセントの間で延在するスカート部、ストラット部、およびピンボスの外周縁を形成するステップを含み得る。

10

【0032】

本発明のこれらのおよびその他の態様、特徴、および利点は、現在好ましい実施形態およびベストモードの以下の詳細な説明、請求の範囲、ならびに添付図面を踏まえて考慮すると、より容易に理解されるであろう。

【図面の簡単な説明】

【0033】

【図1】本発明の一態様に従って構成されるピストンの底面図である。

【図2】中央のピンボア軸に概ね沿って延びる図1の2-2線に概ね沿った断面図である。

【図3】ピンボア軸を概ね横切って延びる図1の3-3線に概ね沿った断面図である。

20

【図4】本発明の別の態様に従って構成されるピストンの底面図である。

【図5】中央のピンボア軸に概ね沿って延びる図4の5-5線に概ね沿った断面図である。

【図6】ピンボア軸を概ね横切って延びる図4の6-6線に概ね沿った断面図である。

【図7】図4の7-7線に概ね沿った断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0034】

現在好ましい実施形態の詳細な説明

図面をより詳細に参照すると、図1～図3は、たとえば、最近の小型で高性能な車両エンジンなどの内燃機関のシリンダボアまたはチャンバ（図示せず）内での往復運動のための、本発明の現在好ましい一実施形態に従って構成されるピストン10の図を示す。ピストン10は、機械加工、鍛造、積層造形法（3Dプリンティングを含むが、これに限定されない）、または鋳造などによって単一の材料から、および/または単一の材料として形成されるモノリシックな本体12を有するように構成されている。その後、必要であれば、仕上げ加工が施されて構成が完成される。したがって、ピストン10は、冷却ギャラリ（冷却空洞）の床によって画定または部分的に画定された、囲われたまたは部分的に囲われた環状の冷却ギャラリを有するピストンでは珍しくない、互いに接合された上パーツおよび下パーツなど、互いに接合された複数のパーツを有さない。これとは異なり、図1～図3のピストン10は、「ギャラリレス（galleryless）」であり、冷却ギャラリの床の存在、または冷却ギャラリを画定または部分的に画定するその他の特徴の存在を一切有さない。鋼鉄から作られるピストン本体12は、頑丈で丈夫、かつ今日の高性能内燃機関の高い性能要求を満たす耐久性がある。つまり、温度および圧縮荷重の増加に対する耐久性がある。本体12を構成するために使われる鋼鉄（つまり、合金鋼）は、特定の機関用途におけるピストン10の要件に応じて、SAEのグレード4140または異なる鋼鉄であり得る。ピストン10がギャラリレスであることと、以下に議論するその他の特徴を理由の1つとして、本体12の新規な構成では、以下で議論されている中でもとりわけ、ピストン10の外側エンベロップ、重量、およびコンプレッションハイト（CH）が最小限に抑えられる。これによって、複数のピストン10が配備されている機関を軽量化し、より小型化できる。さらに、本明細書において議論され図に示される新規な構成では、ギャラリレスであるにもかかわらず、高性能な機関用途において生じる最も過酷な動

30

40

50

作温度に耐えるために、使用中のピストン 10 を十分かつ最適に冷却することができる。

【 0 0 3 5 】

ピストン本体 12 は、天壁（上壁 14 ともいう）を有する上ヘッドまたは上部 13 を有する。上部 13 によって、内燃機関のシリンダボア内で温度限界および燃焼ガス圧力に直接晒される上部燃焼表面 16 が設けられる。上部燃焼表面 16 は、上壁 14 の外周に沿って延在する実質的に平らな面として形成された環状の第 1 部分 18 と、上壁 14 の燃焼ボウルの壁部分 21 によって規定される第 2 部分 20 とを含む。第 2 部分 20 は、平面状の第 1 部分 18 から垂下して燃焼ボウルの壁部分 21 の最上側の面に沿って延在する非平面状で起伏のある面 22 を有する。クラウン下面 24 は、燃焼ボウルの壁部分 21 の下側であって、上部燃焼表面 16 の第 2 部分 20 と正反対の位置に形成される。ここで、クラウン下面 24 を、真下からピストンを見た場合に見える燃焼ボウルの壁部分 21 の面と定義する。ここで、クラウン下面 24 は、燃焼ボウルの壁部分 21 の最小厚さ（ t 、図 3）の 2 倍を超えない間隔だけ上部燃焼表面 16 の第 2 部分 20 から離れて延在する。したがって、クラウン下面 24 は、燃焼ボウル 26 の第 2 部分 20 に概ねぴったり合って、所望の強度をもたらしつつ、燃焼ボウル 26 までの距離を最小限に抑えており、燃焼ボウルの壁部分 21 の起伏のある面 22 とは反対側の面を実質的になぞるように形作られている。クラウン下面 24 は、ピストン 10 の裏側から見ると開放しており（図 1）、床など、囲われたまたは部分的に囲われた冷却ギャラリの特徴、またはクラウン下面 24 の近くにオイルまたは冷却液を保持しがちなその他の特徴によって画定されていない。したがって、オイルは、クラウン下面 24 と接触するやいなや、シリンダボア内でピストン 10 が往復運動する間、クラウン下面 24 との冷却接触状態を維持する新鮮なオイル供給と一緒にクラウン下面 24 から自由に流れ落ちる。

【 0 0 3 6 】

上壁 14 の環状の第 1 部分 18 によって、上壁 14 の外周が形成され、第 1 部分 18 から垂下する環状の燃焼ボウル 26 を囲むので、燃焼ボウル 26 は、上部燃焼表面 16 の最上の第 1 部分 18 より下に凹んでいる。燃焼ボウル 26 は、上側頂点（頂部 28 ともいう）を設けるように形作られているものとして示されている。頂部 28 は、ピストン 10 が使用中に往復するピストン 10 の長手方向の中心軸 30 上に同軸状にあってもよいし、必要であれば、ピストンの中心軸 30 から半径方向にずれていてもよい。上部 13 は、上部燃焼表面 16 から垂下するリングベルト領域 32 をさらに形成して、ピストンの構成において一般的なように、1 つ以上のピストンリング（図示せず）を嵌めるための 1 つ以上の対応するリング溝 34 を設ける。

【 0 0 3 7 】

ピストン本体 12 は、さらに、下部 36 を含む。下部 36 は、上部 13 から垂下するピンボス 38 の対を含む。ピンボス 38 の対は、全体的に、上壁 14 から垂下する。ピンボス 38 は、各々、ピンボア 40 を有し、鋼鉄構成であることを考えると、軸受け筒（ブッシュ）がないのが好ましい。ここで、ピンボア 40 は、長手方向の中心軸 30 を概ね横切って延びるピンボア軸 42 に沿った同軸上に横方向に互いに離れている。ピンボス 38 は、概ね平らな、半径方向最も外側の面（外面 44 と称す）を有し、外面 44 は、互いに概ね平行に示されている。外面 44 は、ピンボア軸 42 に沿って互いに距離 $P B$ 離れている。ここで、 $P B$ の範囲は、ピストン本体 12 の新規な構成で許される範囲でできるだけ広くなっており、ピンボス 38 のいずれの部分も上部燃焼表面 16 の外面によって形成される軸上の引っ張りを超えて半径方向に延在させないようにしているが、どちらかといえば、 $P B$ の範囲は、ピンボス 38 の外面 44 の最も外側の面を互いに面一または実質的に面一にするために設けられている。これによって、ピンボスの外面 44 の半径方向外側に延在する露出領域 46 の表面積が最小化される。ここで、露出領域 46 は、リングベルト領域 32 の下面部分を形成している。

【 0 0 3 8 】

ピンボア 40 は、各々、露出領域 46、すなわち、リングベルト領域 32 の下面と平面状または実質的に平面状に延在する凹状の最上支持面（以下、最上支持面 48 と称す）を

10

20

30

40

50

有する。その結果、コンプレッションハイトCHが最小化される（図2に示すように、コンプレッションハイトとは、ピンボア軸42から上部燃焼表面16まで延びる寸法である）。ピンボス38は、外側パネル（ストラットまたはストラット部50とも称す）を挟んで、互いに正反対に位置するスカート部（下部36のスカートパネル52とも称す）に接合されている。スカートパネル52およびストラット部50によって、ストラット部50およびスカートパネル52の最下面または底面56からクラウン下面24まで延在する、障害物のない開口キャビティ54が画定される。開口キャビティ54によって、クラウン下面24にはねかかっているオイル、またはクランクケース内部からクラウン下面24に直接噴霧されたオイルに直接アクセスできるようになり、円周方向に画定されたクラウン下面24の全体にクランクケース内部からのオイルを直接はねかけることができ、また、

10 オイルをリストピン（図示せず）の周りに自由にはねかけることができる。それと同時に、冷却ギャラリ特徴がないことを考えると、ピストン10の重量が大幅に低減される。したがって、通常の密閉または部分的に密閉された冷却ギャラリを有さないにもかかわらず、ギャラリレス・ピストン10の開構成によって、クラウン下面24に対する優れた冷却およびピンボア40内のリストピン継手に対する優れた潤滑が可能になり、それと同時に、燃焼ボウル26近くの表面にオイルが滞留する時間（オイル量が表面に残っている時間）を低減することができる。これによって、密閉または実質的に密閉された冷却ギャラリを有するピストンにおいて生じ得るような、オイルコークスが不要に蓄積されることを抑えることができる。このように、ピストン10は、長期間使用しても「きれい」なままなので、蓄積物が実質的に無い状態を維持でき、これによって、ピストン10およびピストン10に関連する構成部品の耐用年数が延びる。

20

【0039】

ピンボス38同士の間隔および距離PBを大きくすることによって、クラウン下面24に優れた冷却を与える上に、リストピン（図示せず）の直径を最小化できるため、ピストン10のコンプレッションハイトCHおよび重量がさらに低減する。それと同時に、リストピン/ピンボアの接触部分にまたがる単位荷重およびリストピン/コンロッド接触部分にまたがる単位荷重が最小限に抑えられる。単位荷重は、圧縮荷重/2D投影された支持面の面積として定義される。上支持面48が最大化された場合、距離PBが大きくなって上支持面48の幅が大きくなるため、単位荷重が減少する。これによって、構成部品の応力および摩耗が最小限に抑えられる。さらに、ピンボス同士の間隔および距離PBを大きくすることによって、ピンボス38の内面58同士がさらに離間され得、コンロッドの小端部を嵌めるための空間が大きくなる。これによって、内面58とコンロッドの小端部との間に延在するリストピンの開放面積が大きくなる。このように、オイルをリストピンの露出領域に自由にはねかかせる機能が向上する結果、ピンボア40とコンロッドとの間のリストピン継手の潤滑が増加し得る。

30

【0040】

上記の利益に加えて、ピンボス38同士の間隔が広くなることによってもたらされるさらなる利益は、スカートパネル52の外周長さまたは弧状部分を大きくできることだとわかる。より長方形である従来のピストンとは異なり、図1からわかるように、スカートパネル52は、スカートパネル52、ストラット部50、およびピンボス38から成る外面がほぼ円形になるように、大きな円弧に広がっている。スカートパネル52は、ストラット部50を挟んでピンボス38と一体となっており、ストラット部50は、弧状であって、ピンボア軸42に対して斜めに傾いている。これによって、スカートパネル52とピンボス38の側部との間に滑らかな弧状の変わり目が作られる。スカートパネル52の外周長さ（幅ともいう）が大きくなることで、より剛性があり幅が小さくなったスカートパネルと比べて、スカートパネル52の壁の可撓性が大きくなる。スカートパネルの壁の可撓性または弾性変形性の高まりがシリンダーライナーの変形を抑えるように働くので、シリンダーライナーの変形が抑えられ、その結果、ピストンリング（図示せず）の性能が高められる。これによって、ピストンリングを通して「ブローバイ」するオイルの量が減少する。したがって、長い寿命にわたって機関の性能が高められ、向上される。

40

50

【 0 0 4 1 】

スカート部 5 2、ストラット部 5 0、およびピンボス 3 8 によって円周方向に画定されたクラウン下面 2 4 は、長手方向の中心軸 3 0 に沿って見た場合、ピストン本体 1 2 の最大外径によって定められた面積の約 3 0 ~ 5 5 パーセントの間の面積である、開放した投影 2 次元表面積を有する。これによって、はねかけられたり噴霧されたりしたオイルが自由に直接接触できる領域が広く設けられ、使用中のピストン 1 0 の冷却が向上する。さらに、スカート部 5 2、ストラット部 5 0、およびピンボス 3 8 によって画定されたクラウン下面 2 4 は、ピストン本体 1 2 の最大外径によって定められたピストン本体の最大面積の 3 0 パーセントよりも大きく、ピストン本体 1 2 の最大外径によって定められた最大面積の大体約 3 0 ~ 9 0 パーセントの間の面積である 3 次元総表面積を有する。ピストン本体 1 2 の最大外径は、通常、ピストン 1 0 の最上領域の直径によって定められる。

10

【 0 0 4 2 】

図 4 ~ 図 7 において、本発明の別の態様に従って構成されるピストン 1 1 0 が示されており、ここでは、1 0 0 が足された同じ参照番号が使用されて、図 4 ~ 図 7 において同様の特徴を特定している。参照番号によって特定されないが前記の参照番号を使って記載、特定された特徴と同様の特徴について、当業者は容易にわかるだろう。ピストン 1 1 0 は、ピストン 1 0 について説明した特徴と実質的に同じ特徴を有する。これに加えて、互いに正反対に位置する、周縁（外周）に沿って囲われた貫通くぼみ（以下、くぼみ 6 0 と称する）を有する。くぼみ 6 0 は、ピンボス 1 3 8 の上側の面 6 2 の上であり上壁 1 1 4 の直下に延在する。ここで、くぼみ 6 0 は、スカートパネル 1 5 2、ストラット部 1 5 0、およびピンボス 1 3 8 によって画定されたクラウン下面 1 2 4 の開放したギャラリレス領域に開口する、対向する端部を有する。したがって、周縁に沿って囲われた、互いに正反対に位置するくぼみ 6 0 を除き、ピストン 1 1 0 はギャラリレスであるため、囲われたまたは部分的に囲われたチャンバまたは領域を一切有さない。したがって、ピストン 1 1 0 の長手方向の中心軸 1 3 0 に沿って見た場合、ピストン 1 1 0 は完全に開口、露出していることがわかるはずである。

20

【 0 0 4 3 】

周縁に沿って囲われたくぼみ 6 0 は、燃焼ボウル 1 2 6 とリングベルト領域 1 3 2 との間に位置してこれらと半径方向一直線に並ぶ上部燃焼表面 1 1 6 のすぐ隣に延在している。くぼみ 6 0 は、燃焼ボウル 1 2 6 の下がっている部分およびリングベルト領域 1 3 2 の両方のすぐ隣に延在し、これらによって部分的に画定されており、リングベルト領域 1 3 2 の軸方向に沿った全長または実質的に全長にわたって広がっている。このように、燃焼ボウルリム、囲われたくぼみ 6 0 と軸上に一直線に並ぶ上部燃焼表面 1 1 6 の一部、上壁 1 1 4 を挟んでくぼみ 6 0 の反対側に離れて位置する燃焼ボウル 1 2 6 の領域、およびスカートパネル 1 5 2 の間のピンボス 1 3 8 よりも外側に延在するリングベルト領域 1 3 2 の部分ならびにピストンリングなどの領域の冷却が、くぼみ 6 0 によって促進されるので、ピストンリングの性能が向上し、さらには、ピストン 1 1 0 からシリンダーライナーへの伝熱の助けにもなる。中空の、周縁に沿って囲われたくぼみ 6 0 によって、ピストン 1 1 0 の重量の大幅な低減というさらなる利益がもたらされる。それと同時に、囲われたくぼみ 6 0 を画定する周辺の壁によってピストン 1 1 0 の高い耐久性が維持される。

30

40

【 0 0 4 4 】

くぼみ 6 0 を画定する外周を成す内壁面 6 4 は、燃焼ボウル 1 2 6、リングベルト領域 1 3 2、およびピンボア 1 4 0 など、すぐ隣の特徴の外形をなぞることができるように、いかなる所望の外形もととり得る。したがって、くぼみ 6 0 の内壁面 6 4 は、軸方向に沿った断面を見た場合、非円形状、非対称形状、または所望のその他の形状であり得るので、くぼみ 6 0 と、燃焼ボウル 1 2 6 と、リングベルト領域 1 3 2 との間の壁の材料の厚さを小さくすることによって、冷却および重量軽減が促進される。これは、積層造形法によるプリンティングによって、またはロストマテリアル鑄造法、インベストメント鑄造法、もしくは別の方法などでピストン 1 1 0 を鑄造することによって促進される。鑄造工程は、くぼみ 6 0 の開口した注入領域 6 6 に、隣接するクラウン下面 1 2 4 のギャラリレス領域

50

を介した直接かつ自由なアクセスを設けることによって容易になる。

【 0 0 4 5 】

スカート部 1 5 2、ストラット部 1 5 0、およびピンボス 1 3 8 によって円周方向に画定されたクラウン下面 1 2 4 は、長手方向の中心軸 1 3 0 に沿って見た場合、ピストン本体の最大外径によって定められた面積の約 3 0 ~ 5 5 パーセントの間の面積である開放した投影 2 次元表面積を有する。これによって、はねかけられたり噴霧されたりしたオイルが自由に直接接触できる領域が広く設けられ、使用中のピストン 1 1 0 の冷却が向上する。さらに、スカート部 1 5 2、ストラット部 1 5 0、およびピンボス 1 3 8 によって画定されたクラウン下面 1 2 4 は、ピストン本体の最大外径によって定められたピストン本体の最大面積の 3 0 パーセントよりも大きく、ピストン本体の最大外径によって定められた最大面積の大体約 3 0 ~ 9 0 パーセントの間の面積である 3 次元総表面積を有する。ピストン本体の最大外径は、通常、ピストン 1 1 0 の最上領域の直径によって定められる。

10

【 0 0 4 6 】

上記教示に鑑みて、本発明の多くの変更例および変形例が可能である。そのため、当然ながら、本発明は、具体的に記載されている以外の態様で実施されてもよく、本発明の範囲は、最終的に許可される請求項によって定められている。

【 図 1 】

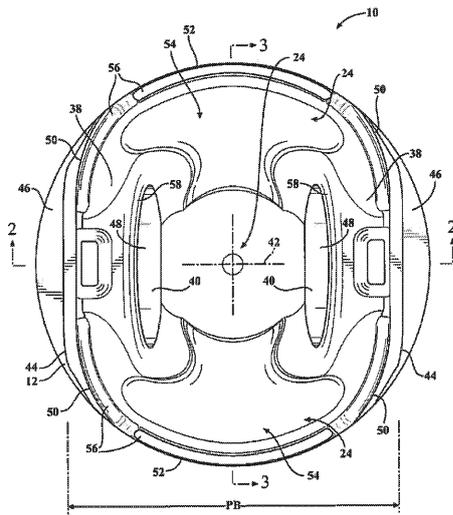
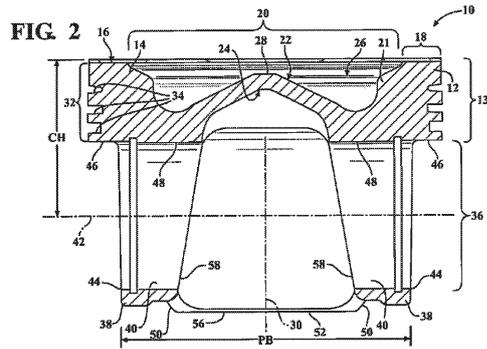
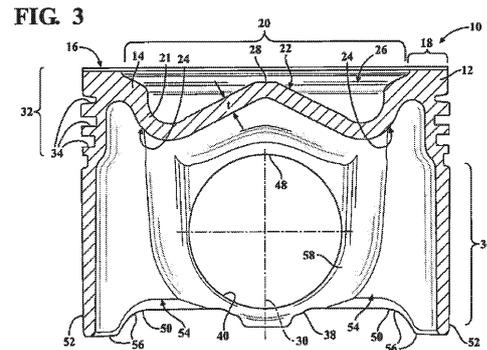


FIG. 1

【 図 2 】



【 図 3 】



【 図 4 】

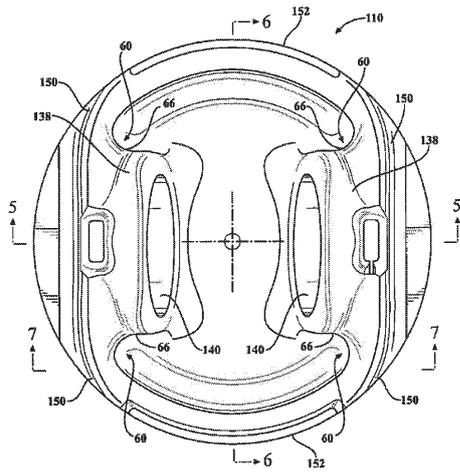
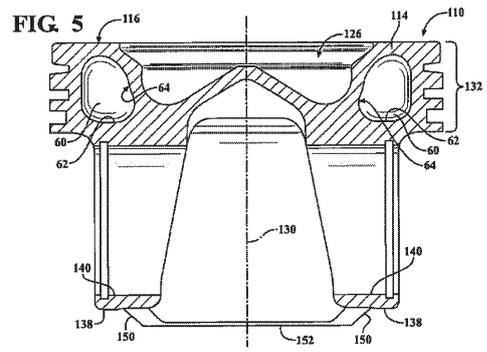


FIG. 4

【 図 5 】



【 図 6 】

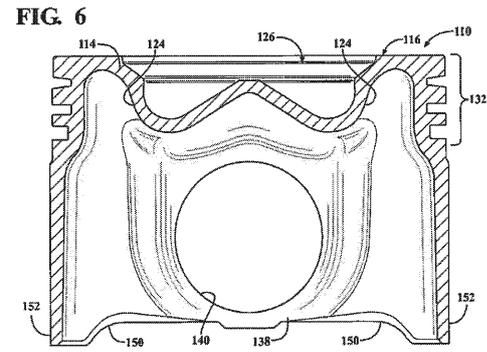


FIG. 6

【 図 7 】

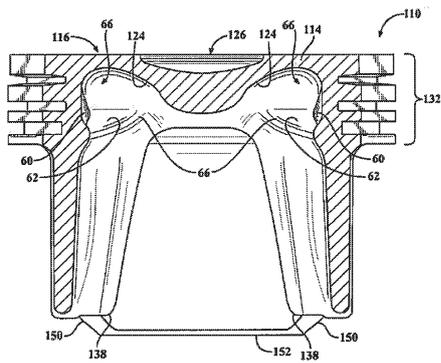


FIG. 7

フロントページの続き

- (72)発明者 リッフェ, ジェフリー・エル
アメリカ合衆国、48085 ミシガン州、トロイ、イースト・ワットルズ・ロード、1250
- (72)発明者 アゼベド, ミゲル
アメリカ合衆国、48108 ミシガン州、アナーバー、ボールダー・ポンド・ドライブ、4177

審査官 首藤 崇聡

- (56)参考文献 特表2008-507657(JP, A)
米国特許出願公開第2013/0233270(US, A1)
特開2004-285942(JP, A)
実開昭53-154907(JP, U)
実開昭59-168557(JP, U)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F02F	3/00
F02F	3/22
F02F	3/26
F16J	1/08