

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6663356号  
(P6663356)

(45) 発行日 令和2年3月11日(2020.3.11)

(24) 登録日 令和2年2月18日(2020.2.18)

(51) Int.Cl.

F02F 3/18 (2006.01)  
F01P 3/06 (2006.01)

F 1

F O 2 F 3/18  
F O 1 P 3/06

請求項の数 20 (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2016-565264 (P2016-565264)  
 (86) (22) 出願日 平成27年4月30日 (2015. 4. 30)  
 (65) 公表番号 特表2017-515036 (P2017-515036A)  
 (43) 公表日 平成29年6月8日 (2017. 6. 8)  
 (86) 國際出願番号 PCT/US2015/028498  
 (87) 國際公開番号 WO2015/168395  
 (87) 國際公開日 平成27年11月5日 (2015. 11. 5)  
 審査請求日 平成30年3月13日 (2018. 3. 13)  
 (31) 優先権主張番号 14/700, 654  
 (32) 優先日 平成27年4月30日 (2015. 4. 30)  
 (33) 優先権主張国・地域又は機関  
米国 (US)  
 (31) 優先権主張番号 61/986, 310  
 (32) 優先日 平成26年4月30日 (2014. 4. 30)  
 (33) 優先権主張国・地域又は機関  
米国 (US)

(73) 特許権者 518372567  
テネコ・インコーポレイテッド  
T E N N E C O I N C.  
アメリカ合衆国、60045 イリノイ州  
、レイク・フォレスト、ノース・フィール  
ド・ドライブ、500  
(74) 代理人 110001195  
特許業務法人深見特許事務所  
(72) 発明者 ウェインガー,マイケル  
アメリカ合衆国、48033 ミシガン州  
、サウスフィールド、ピアス、25200  
審査官 松永 謙一

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】充填されたギャラリーを有するスチールピストン

(57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

内燃機関のピストンであつて、  
前記ピストンは、熱伝導率を有するスチール材料で形成され、中心軸を中心として周方向に延在する本体を含み、

前記本体は、クラウンと、前記中心軸を中心として周方向に延在するとともに前記クラウンの少なくとも一部に沿って延在する冷却ギャラリーとを含み、

前記ピストンは、前記冷却ギャラリーの少なくとも 15 体積パーセント ( v o l % ) を満たす冷却材を含み、

前記冷却材は、前記本体の前記スチール材料の前記熱伝導率よりも高い熱伝導率を有し、

前記冷却材は、アルミニウム系の一体的な固体材料であり、前記中心軸を中心として周方向に連続的に延在するとともに前記クラウンの前記一部に沿って延在し、200 以上のピストン運転温度において、前記冷却材が前記クラウンに構造上の固体支持を提供するよう、前記冷却材は、少なくとも 200 において固体のままであり、

前記クラウンは、前記冷却ギャラリーを画定する、上壁と、下壁と、少なくとも 1 つの側壁とを含み、前記冷却材は前記上壁に沿って連続して延在し、前記冷却材は、前記冷却ギャラリーの 100 vol % 未満を満たし、空気で満たされたポケットを画定し、前記ポケットと前記上壁との間は前記冷却材によって間隔が空けられている、ピストン。

## 【請求項 2】

10

20

前記冷却材は前記冷却ギャラリーの少なくとも 90 vol % を満たす、請求項 1 に記載のピストン。

**【請求項 3】**

内燃機関のピストンであって、

前記ピストンは、熱伝導率を有するスチール材料で形成された本体を含み、

前記本体は、クラウンと、前記クラウンの少なくとも一部に沿って延在する冷却ギャラリーとを含み、

前記ピストンは、前記冷却ギャラリーの少なくとも 15 体積パーセント (vol %) を満たす冷却材を含み、

前記冷却材は、前記本体の前記スチール材料の前記熱伝導率よりも高い熱伝導率を有し

10

、前記冷却材は固体材料であり、

前記クラウンは、前記冷却ギャラリーを画定する、上壁と、下壁と、少なくとも 1 つの側壁とを含み、前記冷却材は前記上壁に沿って連続して延在し、前記冷却材は、前記冷却ギャラリーの 100 vol % 未満を満たし、空気で満たされたポケットを画定し、前記ポケットと前記上壁との間は前記冷却材によって間隔が空けられている、ピストン。

**【請求項 4】**

内燃機関のピストンであって、

前記ピストンは、熱伝導率を有するスチール材料で形成された本体を含み、

前記本体は、クラウンと、前記クラウンの少なくとも一部に沿って延在する冷却ギャラリーとを含み、

20

前記ピストンは、前記冷却ギャラリーの少なくとも 15 体積パーセント (vol %) を満たす冷却材を含み、

前記冷却材は、前記本体の前記スチール材料の前記熱伝導率よりも高い熱伝導率を有し

、

前記冷却材は固体材料であり、

前記クラウンは前記冷却ギャラリーを画定する複数の壁を含み、前記冷却材は前記壁各々に沿って連続して延在し、前記冷却材は、前記冷却ギャラリーの 100 vol % 未満を満たし、空気で満たされたポケットを画定し、前記ポケットと前記壁各々との間は前記冷却材によって間隔が空けられている、ピストン。

30

**【請求項 5】**

前記クラウンはクラウン上部とクラウン下部とを含み、前記クラウン上部は第 1 の外側リブと第 1 の内側リブとを含み、前記クラウン下部は第 2 の外側リブと第 2 の内側リブとを含み、前記外側リブは接合されて外側の側壁を形成し、前記内側リブは接合されて内側の側壁を形成し、前記側壁は前記冷却ギャラリーを画定する、請求項 1 に記載のピストン。

**【請求項 6】**

前記クラウンは、前記冷却ギャラリーを画定する複数の壁を含み、前記壁のうちの少なくとも 1 つは、前記冷却ギャラリーへの入口穴を含む、請求項 1 に記載のピストン。

**【請求項 7】**

前記入口穴は、前記固体冷却材、プラグ、接着剤、溶接、および蠅付けのうちの少なくとも 1 つによって封止される、請求項 6 に記載のピストン。

40

**【請求項 8】**

前記クラウンは、前記冷却ギャラリーをともに画定する、上壁と下壁と外側の側壁とを含み、前記冷却ギャラリーは、前記クラウンの前記上壁に沿い前記ピストンの中心軸を通って連続して延在する、請求項 1 に記載のピストン。

**【請求項 9】**

前記クラウンは、前記冷却ギャラリーをともに画定する、上壁と下壁と外側の側壁とを含み、前記冷却ギャラリーは開放されている、請求項 1 に記載のピストン。

**【請求項 10】**

50

前記本体は、前記中心軸に沿って長手方向に上端から下端まで延在し、  
前記本体は外面と内面とを含み、

前記クラウンは上壁と下壁と少なくとも1つの側壁とを含み、

前記クラウンの前記上壁、前記下壁、および前記少なくとも1つの側壁それぞれの前記内面は、前記冷却ギャラリーを画定し、

前記クラウンの前記外面は、前記中心軸において頂点を示し、前記中心軸の周囲においてボウル形状を示し、前記ボウル形状の周囲においてボウルの縁を示し、

前記少なくとも1つの側壁は外側の側壁を含み、

前記外側の側壁の前記外面は、前記中心軸と反対側の方向に向いており前記中心軸を中心として周方向に延在する複数のリング溝を示し、

前記冷却材は前記冷却ギャラリーの少なくとも50%を満たし、

前記冷却材は200よりも高い温度で固体のままであり、

前記本体は、前記クラウンから下方向にかつ前記中心軸を中心として周方向に延在する少なくとも1つのピンボスを含み、

前記少なくとも1つのピンボスは、前記中心軸に対して垂直に延在するピンボアを示し、

前記本体は、前記クラウンから下方向に延在しつつ前記中心軸を中心として周方向に延在する少なくとも1つの裾部を含み、前記少なくとも1つの裾部は前記少なくとも1つのピンボスに接合される、請求項1に記載のピストン。

#### 【請求項11】

内燃機関のピストンを製造する方法であつて、

熱伝導率を有するスチール材料で形成され、中心軸を中心として周方向に延在する本体を提供するステップを含み、前記本体はクラウンを冷却ギャラリーとともに含み、前記冷却ギャラリーは、前記中心軸を中心として周方向に延在するとともに前記クラウンの少なくとも一部に沿って延在し、

前記冷却ギャラリーの少なくとも15体積パーセント(%)を冷却材で充填するステップを含み、前記冷却材は、前記本体の前記スチール材料の前記熱伝導率よりも高い熱伝導率を有し、前記冷却材は、アルミニウム系の一体的な固体材料であり、前記中心軸を中心として周方向に連続的に延在するとともに前記クラウンの前記一部に沿って延在し、200以上のピストン運転温度において、前記冷却材が前記クラウンに構造上の固体支持を提供するよう、前記冷却材は、少なくとも200において固体のままであり、

前記クラウンは、前記冷却ギャラリーを画定する、上壁と、下壁と、少なくとも1つの側壁とを含み、前記冷却材は前記上壁に沿って連続して延在し、前記冷却材は、前記冷却ギャラリーの100%未満を満たし、空気で満たされたポケットを画定し、前記ポケットと前記上壁との間は前記冷却材によって間隔が空けられている、方法。

#### 【請求項12】

前記冷却ギャラリーを充填するステップは、前記冷却ギャラリーの少なくとも90%を前記冷却材で充填することを含む、請求項11に記載の方法。

#### 【請求項13】

前記本体を提供するステップは、上壁と前記上壁から下方向に延在する一対の上側リブとを含むクラウン上部を提供することと、下壁と前記下壁から上方向に延在する一対の下側リブとを含むクラウン下部を提供することと、前記上側リブを前記下側リブに接合して前記冷却ギャラリーをその間に画定する内壁と外壁とを形成することとを含む、請求項11に記載の方法。

#### 【請求項14】

前記冷却ギャラリーを冷却材で充填するステップは、前記上側リブを前記下側リブに接合する前に、前記リブの間に前記上壁および前記下壁のうちの少なくとも一方に沿って前記冷却材を配置することを含む、請求項13に記載の方法。

#### 【請求項15】

前記本体を提供するステップは、前記冷却ギャラリーを前記冷却材で充填する前に、前

10

20

30

40

50

記壁のうちの 1 つに入口穴を形成することを含み、

前記冷却ギャラリーを冷却材で充填するステップは、前記上側リブを前記下側リブに接合した後に、液状の前記冷却材を前記入口穴を通して前記冷却ギャラリーの中に流し込むことを含む、請求項 1 3 に記載の方法。

#### 【請求項 1 6】

前記冷却ギャラリーへの前記入口穴を、前記固体冷却材、プラグ、接着剤、溶接、および蝋付けのうちの少なくとも 1 つによって封止するステップを含む、請求項 1 5 に記載の方法。

#### 【請求項 1 7】

前記本体を提供するステップは、冷却ギャラリーを画定する複数の壁を有する前記クラウンを形成するように前記スチール材料を鋳造することと、前記冷却ギャラリーを前記冷却材で充填する前に、前記冷却ギャラリーへの入口穴を前記壁のうちの 1 つに形成することを含み、10

前記冷却ギャラリーを冷却材で充填するステップは、液状の前記冷却材を前記入口穴を通して前記冷却ギャラリーの中に流し込むことを含む、請求項 1 1 に記載の方法。

#### 【請求項 1 8】

前記本体を提供するステップは、前記冷却ギャラリーを画定する上壁と下壁と少なくとも 1 つの側壁とをクラウンに与えることを含み

前記本体を提供するステップはさらに、前記冷却ギャラリーへの入口穴を前記壁のうちの 1 つに形成し前記下壁から下向きに延在する少なくとも 1 つのピンボスおよび／または裾部を提供することをさらに含み、20

前記冷却ギャラリーを充填するステップは、前記上壁が前記下壁よりも下方になるように配置し、前記冷却材が前記上壁に沿って連続して延在するように液状の前記冷却材を前記入口穴を通して前記冷却ギャラリーの中に流し込むことを含む、請求項 1 1 に記載の方法。

#### 【請求項 1 9】

前記本体を提供するステップは、前記冷却ギャラリーが開放されるように前記冷却ギャラリーをともに画定する上壁と内側の側壁と外側の側壁とをクラウンに与えることを含み、

前記本体を提供するステップは、前記クラウンから下向きに延在する少なくとも 1 つのピンボスおよび／または裾部を提供することを含み、前記開放された冷却ギャラリーを充填するステップは、前記上壁が前記少なくとも 1 つのピンボスおよび／または裾部よりも下に位置するように配置し液状の前記冷却材を前記冷却ギャラリーの中に流し込むことを含む、請求項 1 1 に記載の方法。30

#### 【請求項 2 0】

前記本体を提供するステップは、前記スチール材料の三次元印刷を含む、請求項 1 1 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

本米国特許出願は、2014年4月30日に出願された米国仮特許出願第 6 1 / 986,310 号および 2015 年 4 月 30 日に出願された米国実用特許出願第 14 / 700,654 号に基づく利益を主張し、これらの出願の内容全体を本明細書に引用により援用する。

##### 【0 0 0 2】

発明の背景

###### 1. 発明の分野

本発明は、概して内燃機関のピストンおよび当該ピストンの製造方法に関する。

##### 【背景技術】

50

20

30

40

50

## 【0003】

## 2. 関連技術

大型車両用ディーゼルピストン等の、内燃機関で使用されるピストンは、運転中、特にピストンの上部クラウンに沿って非常に高い温度に晒される。したがって、温度緩和のために、ピストンは一般的に上部クラウンの下に冷却ギャラリーを備えるように設計され、ピストンがエンジンのシリンダボアに沿って往復運動する間に冷却オイルが冷却ギャラリー内に吹付けられる。このオイルは、上部クラウンの内面に沿って流れ、上部クラウンから熱を放散させる。しかしながら、運転中のピストン温度を制御するには、高流量のオイルを常に持続しなければならない。加えて、オイルは内燃機関の高温が原因で経年劣化するので、オイルを定期的に交換することによってエンジン寿命を維持しなければならない。さらに、冷却ギャラリーの温度が350℃を超えると、オイルは、燃焼してギャラリーの表面に付着する傾向がある。このオイルの燃焼はオイルコーティングと呼ばれている。

10

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0004】

## 発明の概要

本発明のある局面は、内燃機関のピストンを含む。このピストンは、スチール材料で形成された本体を含み、本体は、クラウンと、クラウンの少なくとも一部に沿って延在する冷却ギャラリーとを含む。スチール材料の熱伝導率よりも高い熱伝導率を有する固体冷却材が、冷却ギャラリーの少なくとも15%を満たす。固体冷却材は、クラウンに沿って優れた冷却をもたらし、したがってクラウンに沿う腐食および浸食は減少する。加えて、一般的に、従来のギャラリーオイル冷却は、固体冷却材を使用する場合は不要なので、オイルコーティングの問題を回避できる。しかしながら、オイル冷却を利用する場合でも、固体冷却材は、オイルが導入される領域の熱を拡散して温度を低下させることによってこの領域をコーティング温度未満に保つ温度緩衝材の機能を果たすことができる。

20

## 【課題を解決するための手段】

## 【0005】

本発明の別の局面は、上記ピストンの製造方法を含む。この方法は、スチール材料で形成された本体を提供することと、冷却ギャラリーの少なくとも15%を満たす固体冷却材で充填することを含む。

30

## 【0006】

本発明のその他の利点は、以下の詳細な説明を添付の図面とともに検討することによって本発明をより良く理解すると、直ちにわかるであろう。

## 【図面の簡単な説明】

## 【0007】

【図1】ある代表的な実施形態に従うピストンの側面断面図であり、ピストンの冷却ギャラリーの100%を満たす固体冷却材で充填されている。

【図2】第2の代表的な実施形態に従うピストンの側面断面図であり、ピストンの冷却ギャラリーの50%未満を満たす固体冷却材で充填されている。

40

【図3】第3の代表的な実施形態に従うピストンの側面断面図であり、ピストンの冷却ギャラリーの50%超を満たす固体冷却材で充填されている。

【図4】第4の代表的な実施形態に従うピストンの側面断面図であり、ピストンの冷却ギャラリーの50%超を満たす固体冷却材で充填されている。

【図5A】第5の代表的な実施形態に従うピストンの側面断面図であり、ピストンの冷却ギャラリーの約50%を満たす固体冷却材で充填されている。

【図5B】第5の代表的な実施形態に従うピストンの別の側面断面図である。

【図5C】第5の代表的な実施形態に従うピストンの底面図である。

## 【発明を実施するための形態】

## 【0008】

50

### 代表的な実施形態の説明

図面を参照して、いくつかの図面において同様の数字は対応する部分を示し、本発明の代表的な実施形態に従う、内燃機関において使用されるときに優れた性能を示すピストン 20 が、図 1 ~ 図 5 において全体的に示されている。ピストン 20 は、スチール材料で形成された本体 22 を含む。本体 22 は、クラウン 24 と、クラウン 24 の少なくとも一部に沿って延在する冷却ギャラリー 26 とを含む。冷却材 28 が、冷却ギャラリー 26 の少なくとも 15 体積パーセント (v o 1 %) を満たしている。冷却材 28 の熱伝導率は、本体 22 のスチール材料の熱伝導率よりも高い。また、冷却材 28 は、固体であり、一般的にはアルミニウム系材料等の金属材料である。冷却ギャラリー 26 の少なくとも 15 v o 1 % を固体冷却材 28 で満たすことにより、クラウン 24 に沿う冷却が優れたものになるとともにクラウン 24 に沿う腐食および浸食が減少する。一般的に、従来のギャラリーオイル冷却は、固体冷却材 28 を使用する場合は不要になるので、オイルコーティングの問題は回避される。

#### 【 0 0 0 9 】

図面に示されているように、ピストン 20 の本体 22 は、中心軸 A を中心として周方向に延在し、かつ、中心軸 A に沿って長手方向に上端 30 から下端 32 まで延在する。本体 22 は、内燃期間の内部での使用中に燃焼室に対して露出される外面 34 と、外面 34 の反対側の方向に向いている内面 36 とを含む。クラウン 24 は、上壁 38 と、下壁 40 と、少なくとも 1 つの側壁とを含み、これらの壁がともに冷却ギャラリー 26 を画定する。図 1、図 2、および図 4 の代表的な実施形態において、ピストン 20 は、冷却ギャラリー 26 を画定する外側の側壁 42 と内側の側壁 44 とを含む。これらの実施形態において、冷却ギャラリー 26 は、クラウン 24 の上壁 38 の少なくとも一部のみに沿い中心軸 A を中心として周方向に延在し、かつ、中心軸 A から径方向に距離を置いた場所にある。しかしながら、図 3 の代表的な実施形態では、ピストン 22 は外側の外壁 242 しか含まないので、冷却ギャラリー 226 は中心軸 A を通りクラウン 224 の上壁 238 全体に沿って連続して延在している。図 5 は、別の代表的な実施形態を示し、クラウン 424 は、上壁 438 と、外側の側壁 442 と、内側の側壁 444 とを含み、これらの壁がともに冷却ギャラリー 428 を画定する。この実施形態において、冷却ギャラリー 428 の底部は、開放されたままなので、冷却オイルに晒される可能性がある。

#### 【 0 0 1 0 】

図 1、図 2、および図 4 の代表的な実施形態において、ピストン 20 の外側の側壁 42 および内側の側壁 44 はリブによって形成されており、これらのリブが接合されて冷却ギャラリー 26 を画定する。これらの実施形態において、クラウン 24 は、クラウン上部 46 とクラウン下部 48 とを含む。クラウン上部 46 は、第 1 の外側リブと第 1 の内側リブとを含み、クラウン下部 48 は、第 2 の外側リブと第 2 の内側リブとを含む。この実施形態において、第 1 および第 2 の外側リブは、溶接 50 によって接続されて外側の側壁 42 を形成し、第 1 および第 2 の内側リブは、溶接 50 によって接続されて内側の側壁 44 を形成する。これに代えて、これらのリブは、接着または機械的装着等の別の接合方法を用いて互いに装着してもよい。壁 38、40、42、44 のうちの少なくとも 1 つ、典型的には下壁 40 は、冷却材 28 を冷却ギャラリー 26 に入れるための入口穴 52 を含む。冷却ギャラリー 26 への入口穴 52 は、封止されない状態のままであってもよく、または、たとえば、プラグ、接着剤、溶接、蝶付けのうちの少なくとも 1 つによって封止されてもよい。固体冷却材 28 が、図 1 に示されるように冷却ギャラリー 26 の 100 % を満たす場合、冷却材 28 そのものが入口穴 52 に沿って封止部を形成する。これに代えて、固体冷却材 28 を、クラウン上部および下部 46、48 を互いに接合する前に、クラウン上部 46 および / またはクラウン下部 48 に沿って配置してもよい。

#### 【 0 0 1 1 】

代表的な実施形態のピストン 20 において、本体 22 の外面 34 は、中心軸 A において頂点を示し、中心軸 A の周囲においてボウル形状を示し、ボウル形状の周囲においてボウルの縁を示している。また、外側の側壁 42 は、中心軸 A と反対側の方向に向いており中

10

20

30

40

50

心軸 A を中心として周方向に延在する複数のリング溝 5 6 を含む。代表的な実施形態のピストン 2 0 はさらに、少なくとも 1 つのピンボス 5 8 を含む。しかしながら、これは典型的には一対のピンボス 5 8 であり、各ピンボスは、クラウン 2 4 から下方向にかつ中心軸 A を中心として周方向に延在する。この少なくとも 1 つのピンボス 5 8 は、中心軸 A に対して垂直に延在しリストピン（図示せず）を収容するためのピンボア 6 0 を示す。本体 2 2 はまた、少なくとも 1 つの裾部 6 2 を含む。しかしながら、これは典型的には一対の裾部 6 2 であり、クラウン 2 4 から下方向にかつ中心軸 A を中心として周方向に延在する。この少なくとも 1 つの裾部 6 2 は、上記少なくとも 1 つのピンボス 5 8 に接合されている。一般的に、裾部 6 2 と裾部 6 2 の間は、ピンボス 5 8 により、中心軸 A を中心とする周方向において間隔が空けられている。ピストン 2 0 の本体 2 2 は、冷却材 2 8 を収容するための冷却ギャラリー 2 6 を含みつつ、図 1 ~ 図 5 に開示されているもの以外の、その他さまざまな設計を含み得る。

#### 【 0 0 1 2 】

ピストン 2 0 の固体冷却材 2 8 は、冷却ギャラリー 2 6 の少なくとも 1 5 v o 1 % を満たしているが、一般的には冷却ギャラリー 2 6 の容積の少なくとも大半を満たす。図 1 の代表的な実施形態において、固体冷却材 2 8 は、冷却ギャラリー 2 6 の 1 0 0 v o 1 % を満たしている。図 2 の代表的な実施形態において、固体冷却材 1 2 8 は、冷却ギャラリー 1 2 6 の 5 0 v o 1 % 未満、たとえば冷却ギャラリー 1 2 6 の 3 0 ~ 4 5 v o 1 % を満たしている。図 3 の代表的な実施形態において、固体冷却材 2 2 8 は、冷却ギャラリー 2 2 6 の 5 0 v o 1 % 超、たとえば冷却ギャラリー 2 2 6 の 8 0 ~ 9 5 v o 1 % 、または少なくとも 9 0 v o 1 % を満たしている。図 4 の代表的な実施形態においても、固体冷却材 3 2 8 は、冷却ギャラリー 3 2 6 の 5 0 v o 1 % 超、たとえば 8 0 ~ 9 5 v o 1 % を満たしている。図 5 の代表的な実施形態において、固体冷却材 4 2 8 は、冷却ギャラリー 4 2 6 の約 5 0 v o 1 % 、たとえば冷却ギャラリー 4 2 6 の 3 5 ~ 7 5 v o 1 % 、または少なくとも 4 0 v o 1 % を満たしている。また、各実施形態において、冷却材 2 8 を、冷却ギャラリー 2 6 のいくつかの領域のみに沿って配置しそれ以外の領域には配置しないようにしてもよい。たとえば、図 5 の実施形態において、冷却材 4 2 8 をピンボス 4 5 8 に隣接するように配置し裾部 4 6 2 に沿って配置しないようにしてもよい。

#### 【 0 0 1 3 】

図 2 ~ 図 5 の実施形態において、固体冷却材 2 8 は、冷却ギャラリー 2 6 の 1 0 0 v o 1 % を満たしておらず、冷却ギャラリー 2 6 の残りの v o 1 % は、気体、典型的には空気で満たされたポケット 6 4 である。この場合、ポケット 6 4 を従来のオイル冷却ギャラリーとして使用することができる。すなわち、冷却ギャラリー 2 6 を開放状態のまま封止しないことで、オイルを固体冷却材 2 8 に沿っておよび／またはクラウン 2 4 の壁 3 8 、 4 0 、 4 2 、 4 4 に沿って吹付けることができる。さらに、固体冷却材 2 8 が冷却ギャラリー 2 6 の 1 0 0 v o 1 % を満たしていない場合は、固体冷却材 2 8 を、冷却ギャラリー 2 6 を形成する壁 3 8 、 4 0 、 4 2 、 4 4 に対してさまざまな場所に配置することができる。たとえば、図 2 では、固体冷却材 1 2 8 はピストン 1 2 0 の上壁 1 3 8 に沿って配置され、空気で満たされたポケット 1 6 4 は下壁 1 4 0 に沿った位置にある。この位置は一般的に、燃焼室の高温ガスに直接晒されるクラウン 1 2 4 の高温の上壁 1 3 8 から熱を伝導するのに好ましい。図 3 では、固体冷却材 2 2 8 はピストン 2 2 0 の下壁 2 4 0 に沿って配置され、空気で満たされたポケット 2 6 4 は上壁 2 3 8 に沿った位置にある。図 4 では、固体冷却材 3 2 8 は各壁 3 3 8 、 3 4 0 、 3 4 2 、 3 4 4 に沿って配置され、ポケット 3 6 4 は、壁 3 3 8 、 3 4 0 、 3 4 2 、 3 4 4 から間隔が空けられて冷却ギャラリー 3 2 6 の中心にまたはその周辺に位置する。図 5 では、固体冷却材 4 2 8 はピストン 4 2 0 の上壁 4 3 8 に沿って配置され、空気で満たされたポケット 4 6 4 は冷却ギャラリー 4 2 6 の下端に沿った位置にある。この実施形態において、冷却ギャラリー 4 2 6 は、解放された底部を有し固体冷却材 4 2 8 を露出させている。

#### 【 0 0 1 4 】

図 1 ~ 図 5 に示される代表的な実施形態において、冷却ギャラリー 2 6 に配置された固

10

20

30

40

50

体冷却材 28 は、ピストン 20 の本体 22 の温度が 200 以上、典型的には 350 以上、たとえば内燃機関の運転中のピストン 20 の温度であっても、固体のままである。しかしながら、ピストン 20 を製造する方法において、固体冷却材 28 は、少なくともその融点まで加熱された後に、液状で冷却ギャラリー 26 の中に流し込まれるまたは配置される。その後、固体冷却材 28 は凝固しピストン 20 の寿命を通して固体のままである。

#### 【0015】

固体冷却材 28 は、ピストン 20 の本体 22 を形成するのに使用されるスチール材料の熱伝導率よりも高い熱伝導率を有するので、運転中にクラウン 24 の高温の上壁 38 から熱を放散させることができる。固体冷却材 28 は、効果的にクラウン 24 を冷却しつつ、オイルがコーティングにより冷却ギャラリー 26 に沿う表面 34、36 に付着する等の、従来の冷却オイルに関連する問題を回避する。また、固体冷却材 28 は、一定水準の材料強度を有するが、一般的にその密度はスチール材料の密度よりも小さい。よって、固体冷却材 28 は、ピストン 20 の総質量を大幅に増すことなく、追加的な構造上の支持または剛性を提供することができる。加えて、固体冷却材 28 を用いることで、そうでなければ解決するのが難しいであろう特定の構造の問題を解決することができる。場合によっては、固体冷却材 28 を、リブまたは壁等のスチール材料で形成された別の支持構造体の代わりに用いてもよく、その場合、ピストン 20 の総質量は減少する。

#### 【0016】

固定冷却材 28 は一般的に、ピストン 20 の本体 22 を形成するのに使用されるスチール材料の熱伝導率よりも高い熱伝導率を有する金属材料を含む。ある代表的な実施形態において、固体冷却材 28 は、アルミニウム系材料、たとえば純アルミニウムまたはアルミニウム合金である。アルミニウム系材料は、エンジンの運転中、たとえ冷却ギャラリー 26 の温度が 350 を上回っても固体のままである。また、アルミニウム系材料は、スチール材料の熱伝導率よりも高い熱伝導率を有するので、クラウン 24 の高温の上壁 38 から熱を効果的に放散する。アルミニウムで充填された冷却ギャラリー 26 を含むピストン 20 に対して有限要素解析 (FEA) を実施したところ、この FEA は、アルミニウムで充填された冷却ギャラリー 26 が、標準的な冷却オイルと同様に効果的にクラウン上部 46 を冷却できることを示した。アルミニウム系材料はまた、追加的な支持と剛性を提供するが、スチール材料よりも密度が低いのでピストン 20 の総質量を大幅に増加させない。

#### 【0017】

本発明の別の局面は、冷却ギャラリー 26 内の固体冷却材 28 を含むピストン 20 を製造する方法を提供する。この方法は一般的に、スチール材料で形成された本体 22 を提供するステップと、冷却ギャラリー 26 の少なくとも 15 体積パーセント (v01%) を固体冷却材 28 で充填するステップとを含む。

#### 【0018】

図 1、図 2、および図 4 に示される代表的なピストン 20 を形成するとき、本体 22 を提供するステップは、クラウン上部 46 をクラウン下部 48 に接合して冷却ギャラリー 26 を形成することを含む。この方法は先ず、上壁 38 と上壁 38 から下方向に延在する一対の上側リブとを含むクラウン上部 46 を提供することと、下壁 40 と下壁 40 から上方に延在する一対の下側リブとを含む下壁 40 を提供することとを含む。次に、この方法は、上側リブを下側リブに接合することにより、その間において冷却ギャラリー 26 を画定する内側の側壁 44 と外側の側壁 42 とを形成することを含む。この接合するステップは、溶接、接着、機械的装着、または、別の技術を用いてリブを接合し冷却ギャラリー 26 を形成することを含み得る。図 3 および図 5 の代表的なピストン 220、420 を形成するとき、ピストン 220、420 の本体 222、422 を提供する方法は、スチール材料を所望の形状になるように鋳造することを含む。図 3 の入口穴 252 は、鋳造ステップ中にまたは鋳造ステップ後に形成することができる。これに代えて、ピストン 20 の本体 22 を形成するステップは、三次元 (3D) 印刷を含み得る。

#### 【0019】

冷却ギャラリー 26 を固体冷却材 28 で充填するステップは一般的に、クラウン 24 の

10

20

30

40

50

壁 3 8、4 0、4 2、4 4 のうちの 1 つ、典型的には下壁 4 0 に入口穴 5 2 を形成し、次に固体冷却材 2 8 を入口穴 5 2 を通して流し込むことを含む。この実施形態において、入口穴 5 2 は、接合ステップの前に形成しても接合ステップの後に形成してもよく、冷却ギャラリー 2 6 を充填するステップは接合ステップの後に行なわれる。一般的に、冷却ギャラリー 2 6 を固体冷却材 2 8 で充填するステップは、本体 2 2 を上下逆に配置して上壁 3 8 が下壁 4 0 よりも下に位置するようにし、液状の固体冷却材 2 8 を入口穴 5 2 を通して冷却ギャラリー 2 6 の中に流し込み、冷却材 2 8 が上壁 3 8 に沿って確実に連続して延在するようにすることを含む。図 2 のピストン 1 2 0 の場合も固体冷却材 1 2 8 がクラウン 1 2 4 の上壁 1 3 8 に沿って配置されており、このピストンを形成するための、冷却ギャラリー 1 2 6 を充填するステップは、液状の冷却材 1 2 8 を、上側のリブを下側のリブに溶接する前に、上側のリブおよび／または下側のリブの間ににおいてクラウン 1 2 4 の上壁 1 3 8 および／または下壁 1 4 0 に沿って配置することを含み、したがって、冷却ギャラリー 1 2 6 を封止するステップは、溶接するステップによって完了する。その後、固体冷却材 1 2 8 は、閉じられた冷却ギャラリー 1 2 6 の内部で凝固する。これに代えて、図 3 の冷却ギャラリー 2 2 6 を固体冷却材 2 2 8 で充填するステップは、液状の冷却材 2 2 8 を冷却ギャラリー 2 2 6 の中に流し込み、クラウン 2 2 4 の下壁 2 4 0 に沿って冷却材 2 2 8 を凝固させることを含んでいてもよい。冷却材 3 2 8 が壁 3 3 8、3 4 0、3 4 2、3 4 4 各々に沿って延在し空気のポケット 3 6 4 が冷却ギャラリー 3 2 6 の中心に位置する図 4 のピストン 3 2 0 を形成するとき、冷却ギャラリー 3 2 6 を充填するステップは、溶接ステップの前に塩コア (salt core) を冷却ギャラリー 3 2 6 の内部に配置してから、溶接ステップの後に液状の冷却材 3 2 8 を塩コアの周りに流し込むことを含む。冷却材 3 2 8 は、内燃期間の内部において使用する前に固化し、ピストン 3 2 0 の寿命を通して固体のままである。図 5 のピストンの場合、冷却ギャラリー 4 2 6 を充填するステップは、ピストン 4 2 0 の本体 4 2 2 の鋳造後、ピストン 4 2 0 を上下逆にした状態で液状の冷却材 4 2 8 を冷却ギャラリー 4 2 6 に流し込み、冷却材 4 2 8 を凝固させることを含む。  
10  
20

#### 【0020】

図 1、図 3、および図 4 のピストン 2 0 を形成するとき、この方法は、冷却ギャラリー 2 6 への入口穴 5 2 を固体冷却材 2 8 で封止することを含む。これに代えて、プラグ、接着剤、溶接、および／または蠟付けを用いて冷却ギャラリー 2 6 への入口穴 5 2 を封止してもよい。クラウン上部 4 6 をクラウン下部 4 8 に接合して冷却ギャラリー 2 6 を形成するステップは、冷却ギャラリー 2 6 の封止も行なう。固体冷却材 2 8 による充填が冷却ギャラリー 2 6 の 1 0 0 v o 1 % 未満である場合は、冷却ギャラリー 2 6 を開放され封止されていない状態のままにしておいて従来のオイルギャラリーとして使用してもよい。図 5 に示されるように、この方法は代わりに冷却ギャラリー 4 2 6 の底部を完全に開放された状態で残してオイルスプレーに晒されることを含み得る。  
30

#### 【0021】

明らかに、本発明は、上記教示に照らすと多数の修正および変形が可能であり、添付の請求項の範囲の中で、具体的に記載されたものとは異なるやり方で実施し得る。

【図1】

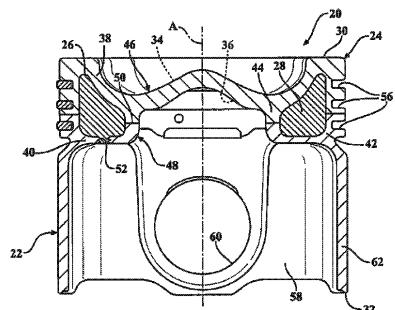


FIG. 1

【図3】

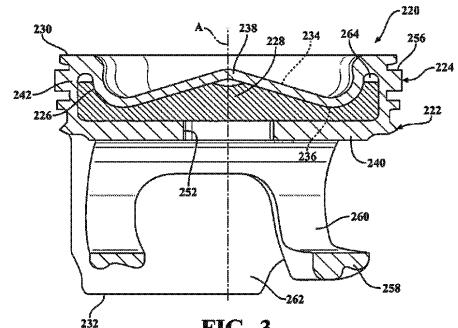


FIG. 3

【図2】

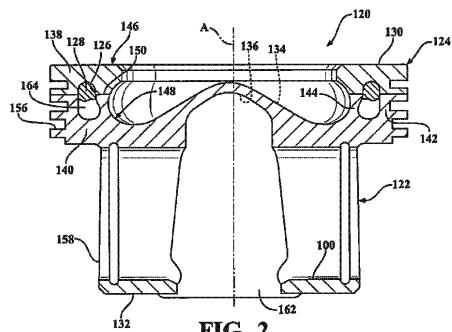


FIG. 2

【図4】

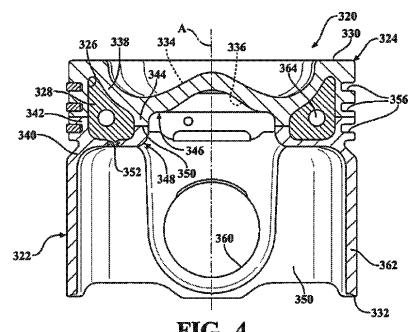


FIG. 4

【図5A】

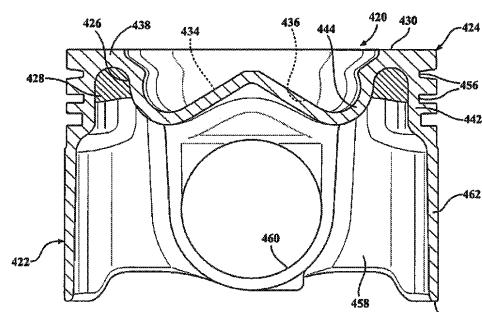


FIG. 5A

【図5C】

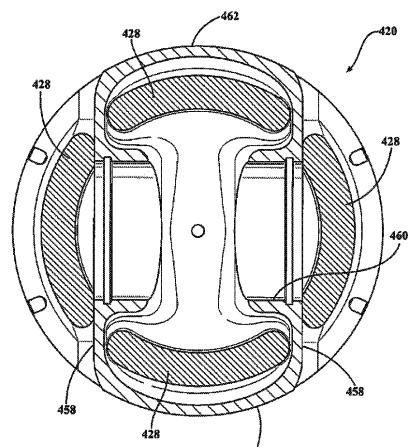


FIG. 5C

【図5B】

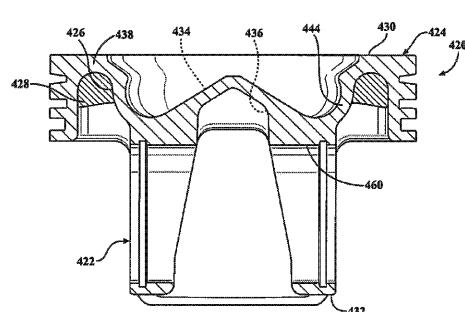


FIG. 5B

---

フロントページの続き

前置審査

(56)参考文献 米国特許出願公開第2014/0083390(US,A1)

特開昭52-092034(JP,A)

実開昭57-193043(JP,U)

特開昭56-138445(JP,A)

実開昭59-081758(JP,U)

国際公開第2014/032644(WO,A2)

特表2008-502500(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F02F 3/18

F01P 3/06