

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7575457号
(P7575457)

(45)発行日 令和6年10月29日(2024.10.29)

(24)登録日 令和6年10月21日(2024.10.21)

(51)国際特許分類	F I
F 0 2 F 3/00 (2006.01)	F 0 2 F 3/00 M
F 0 2 F 3/10 (2006.01)	F 0 2 F 3/00 G
F 1 6 J 1/01 (2006.01)	F 0 2 F 3/10
	F 1 6 J 1/01

請求項の数 9 (全9頁)

(21)出願番号	特願2022-535657(P2022-535657)	(73)特許権者	510330840
(86)(22)出願日	令和2年12月7日(2020.12.7)		フェデラル・モグル ニュルンベルク ゲーエムペーハー
(65)公表番号	特表2023-505574(P2023-505574 A)		ドイツ連邦共和国 9 0 4 4 1 ニュルンベルク, ノビッシュシュトラッセ 6 7
(43)公表日	令和5年2月9日(2023.2.9)	(74)代理人	100108453
(86)国際出願番号	PCT/EP2020/084882		弁理士 村山 靖彦
(87)国際公開番号	WO2021/116018	(74)代理人	100110364
(87)国際公開日	令和3年6月17日(2021.6.17)		弁理士 実広 信哉
審査請求日	令和5年10月13日(2023.10.13)	(74)代理人	100133400
(31)優先権主張番号	102019219445.1		弁理士 阿部 達彦
(32)優先日	令和1年12月12日(2019.12.12)	(72)発明者	マルグリット・ダンネンフェルト
(33)優先権主張国・地域又は機関	ドイツ(DE)		ドイツ・9 0 4 8 0・ニュルンベルク・ロアマッテンシュトラッセ・4
		(72)発明者	カロリン・クラインライン

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 ピストンおよびピストンを製造する方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項 1】

内燃エンジン内で使用するためのピストン(10)であって、
ピストン冠(12)を有し、前記ピストン冠にはピストンスカート(14)が隣接し、前記ピストンスカート(14)は、所定の高さを有し、前記ピストンの使用中にシリンダ壁に当接している表面(16)を有し、

前記表面(16)は1つまたは複数の摩擦低減コーティング(18)を有し、
窪み(20)が前記摩擦低減コーティング内に設けられ、前記窪みは、前記ピストンの軸方向(A)に沿った各2つの隣接する窪み(20)間の間隔Sと前記ピストンの前記軸方向(A)に沿った前記窪み(20)の幅Lとが、式 $S \geq 2L$ を満たすように配置されており、前記窪み(20)の1つまたは複数は、それらが形成されている前記摩擦低減コーティング(18)により包囲されており、

複数の窪み(20)が、前記1つまたは複数の摩擦低減コーティング(18)のうちの1つ内に、前記ピストン(10)の外周に沿って整列して設けられており、
前記間隔(S)は前記ピストンスカート(14)の表面(18)の高さの10%未満である、ピストン(10)。

【請求項 2】

前記窪み(20)は、前記ピストンスカート(14)の材料に到達するように、前記摩擦低減コーティング(18)を貫通して延在している、請求項 1 に記載のピストン。

【請求項 3】

前記窪み(20)の境界面(17)が、それらが隣接している前記摩擦低減コーティング(18)および前記表面(16)の材料に対してある角度で延在している、請求項 1 または 2 に記載のピストン。

【請求項 4】

円周方向に沿った前記窪み(20)の少なくともいくつかの延在長さEが、前記窪みが形成されている前記摩擦低減コーティング(18)の前記円周方向に沿った延在長さE'よりも短い、請求項 1 から 3 のいずれか一項に記載のピストン。

【請求項 5】

前記軸方向に互いに隣接している前記窪み(20)は、前記円周方向に互いに対してずらされている、請求項 4 に記載のピストン。

10

【請求項 6】

前記窪み(20)は実質的に矩形の形状を有する、請求項 1 から 5 のいずれか一項に記載のピストン。

【請求項 7】

前記窪み(20)は2mm未満の前記幅Lを有する、請求項 1 から 6 のいずれか一項に記載のピストン。

【請求項 8】

前記窪み(20)を含む前記摩擦低減コーティング(18)はスクリーン印刷法により適用される、請求項 1 から 7 のいずれか一項に記載のピストンを製造する方法。

【請求項 9】

前記窪み(20)は0.6mmから0.8mmまでの範囲内の前記幅Lを有する、請求項 7 に記載のピストン。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、内燃エンジン内で使用するためのピストンに関する。また、本発明は、そのようなピストンを製造する方法に関する。

【背景技術】

【0002】

ピストンは、内燃エンジン内でクランク軸を介して自動車を駆動するために使用される。ピストンは内燃エンジンのシリンダ内で上下に移動し、シリンダの壁により案内される。

30

【0003】

ピストンがこれら壁に当接しているため、ピストンと壁との間に摩擦が存在する。これは、結果的に磨耗およびエネルギー損失をもたらす。このような理由で、ピストンは潤滑油を差されており、シリンダと接触しているピストン表面は摩擦低減コーティングを設けられている。そのようなコーティングの例が、例えば、特許文献 1 に記載されている。

【0004】

この摩擦の低減の結果として、自動車の排ガス、この場合は主に二酸化炭素の量は低減されると考えられ、他の要件も満たされると考えられる。検討されている摩擦を低減するためのさらなる方策には、とりわけ、より低摩擦のコーティングの使用およびより低粘度のオイルの使用が含まれる。さらに、摩擦の低減が、パターンのあるコーティングを適用することにより達成されると考えられる、例えば特許文献 1 に記載されているものなどの解決策が知られている。既知のパターンは、点、ジグザク、およびVの輪郭である。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【文献】独国特許出願公告第102005057754(B4)号

【文献】独国特許出願公開第102016205199(A1)号

【非特許文献】

【0006】

50

【文献】M. Scholle、「Hydrodynamical modelling of lubricant friction between rough surfaces」、Tribology International 40 (2007)、1004～1011頁

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

しかし、発明者らは、摩擦低減に関する限り、これらの解決策をさらに最適化することができることに気付いた。

【0008】

本発明の目的は、シリンダ内のピストンの摩擦を低減することである。本発明は、請求項1に記載のピストンにより定められている。また、本発明は、請求項8に記載の方法により定められている。好適な実施形態が従属請求項において定められている。

10

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明によれば、ピストンは内燃エンジン内で使用するためのピストンである。詳細には、ピストンは、ディーゼルエンジン内で使用するためのものであってもよく、同様にガソリンエンジン内で使用するためのものであってもよい。これらのピストンは鋼またはアルミニウム/アルミニウム合金で構成され得る。但し、他の材料も考えられる。

【0010】

ピストンはピストン冠を有する。このピストン冠は燃焼室ボウルを有することが多く、使用中、シリンダの燃焼室に対向している。燃焼中、エンジン内でこのピストン冠に力がかかけられ、その力が、外へ向けられた方向にピストンを押す。ピストン冠にはピストンスカートが隣接する。ピストンスカートは少なくとも一部に凸面を有し、凸面は、ピストンの使用中、シリンダ壁に当接している。これらの表面は、接触面の縁面においてシリンダ面に対して後退している。これらの凸面は圧力壁または逆圧壁を形成しており、スカート壁とも呼ばれる。また、ピストンスカートは、ピストンピンを支持するためにピンボスを有するボックス壁を有する。凸面は、使用中、内燃エンジンのシリンダ壁に当接している。

20

【0011】

凸面は、大抵の場合、1つまたは複数の摩擦低減コーティングを有する。固体潤滑剤を含むポリマー結合コーティング材料が、コーティングとして使用される。ポリアミドイミドまたはフェノール樹脂がポリマーとして使用されることが多い。グラファイトが固体潤滑剤として使用されることが多いが、MoS₂またはPTFEも使用され得る。特許文献2に記載されているものなどの他の材料も使用され得る。これらの摩擦低減コーティングは、シリンダ壁との相互作用において、ピストン材料よりも低い摩擦を示す。

30

【0012】

コーティング内に窪みが設けられており、窪みは、ピストンの軸方向に沿って各2つの直接隣接する窪み間の間隔Sとピストンの軸方向に沿った窪みの幅Lとが、式 $S \geq 2L$ を満たすように配置されている。それにより、軸方向に互いに隣接する2つの窪み間の間隔はより大きく、詳細には窪みの幅の2倍よりも大きい。不均一に形成されている窪みの場合、窪みの幅Lは軸方向に沿った窪みの最大幅を意味する。これらの窪みは、コーティングの領域の少なくとも3%、より好ましくは少なくとも10%を占めることが好ましい。

40

【0013】

発明者らは、窪み間にこの間隔を備えたピストンが特に低摩擦であり、(この理論に限定されることを望まず)それは特に良好なオイル保持特性に起因することに気付いた。別の理論によれば、オイル渦(oil vortex)増大がそこで特に顕著であるので、これらの効果は溝穴部の場合に特に起こり得る。摩擦低減効果はますます大きくなる間隔Sに関してそれほど顕著でない。間隔はスカート高さの10%よりも小さいことが特に好ましい。

【0014】

窪みは、広いよりも長い、すなわち $E \geq L$ であることが好ましい。そのようなピストンは特に低摩擦である。窪みがコーティングの領域の好ましくは少なくとも3%、より好ましくは少なくとも10%を占めることは、窪みがピストンのオイル保持挙動に多大な影響を及ぼ

50

すことを確実にする。

【0015】

長さEは、窪みが少なくとも一面上で完全にコーティング内にあるように、コーティングの幅E'よりも小さいことが意図されている。窪みはそれぞれのコーティングにより完全に包囲されており、換言すれば、コーティングの材料は主に矩形の窪みを完全に包囲している。これにより、オイルが流出することが防止される。

【0016】

複数の窪みが列を成して(すなわち円周に沿って整列して)水平に互いに隣接していることが意図されていることがより好ましい。これらの整列した窪み間のコーティング材料のウェブ(web)の幅(すなわち窪み間の円周に沿った間隔)は、0よりも大きく(例えば1 μ mよりも大きくまたは100 μ mよりも大きく)なければならない。

10

【0017】

しかし、ウェブの厚さ(すなわちコーティングの層厚さ)が、間隔Sの領域内の層の厚さと同一であること、換言すれば、コーティングの材料がコーティング全体に亘って実質的に一定の厚さを有することが有利である。コーティング材料のこの厚さは、5 μ mと25 μ mの間、より好ましくは10 μ mと15 μ mの間であることが好ましい。そのようなコーティングは、スクリーン印刷により、特に良好に作り出されることが可能である。

【0018】

1つの窪みが、ピストン円周の5°~30°毎に、特に好ましくは10°毎に設けられていること、およびこれらの窪みが円周に沿って列を成して設けられていることが好適である。また、窪みは様々な長さであってもよい。

20

【0019】

これに関連して、窪みがコーティングの領域の最大でも35%に延在している(すなわちコーティングの外側境界により包囲されている全領域に対する窪みの領域が35%未満である)ことが特に好ましく、窪みがコーティングの外側境界により包囲されている全領域の20%の領域内にあることが好ましい。実験において、これは摩擦の特に顕著な低減をもたらした。最小窪み領域は全領域の3%であり、すなわち窪みはコーティングの全領域の少なくとも3%を占めている。

【0020】

窪みはコーティングを貫通して、それらがピストンスカートの材料に到達するように、かつしたがってそれらの底面がコーティングの材料により形成されないように深く延在していることが好ましい。相応に、深い窪みは特に良いオイルリザーバであり、したがって結果的に良好な潤滑をもたらす。

30

【0021】

窪みの境界面はコーティングおよびそれらが隣接する表面の材料に対してある角度で延在していることが好ましい。これは、境界面が完全に垂直でなく、むしろある角度で存在することを意味する。したがって、境界面は、コーティングの材料および90°でないある角度で境界面が隣接する表面の材料で形を成す。

【0022】

軸方向に互いに隣接する窪みが円周方向に沿って互いに対してずらされていることが好ましい。したがって、窪みは軸方向に次々に並べられておらず、むしろ、例えば、それらの中心点は円周方向に沿ってずらされている。このピストンが、使用中、特に低い摩擦を有する。

40

【0023】

窪みが包囲されていることは、円周方向に沿った窪みの少なくともいくつか、好ましくは全ての延在長さが、窪みが形成されているコーティングの円周方向に沿った延在長さよりも短いことを示唆する。換言すれば、窪みは、円周方向に沿ってコーティングの一面からコーティングの他方の面へ延在しないように短い。したがって、窪みが、それらがコーティング内に完全に埋め込まれるように短いので、窪みはオイルリザーバとしての機能を果たし、したがってピストンの摩擦を顕著に低減する。オイルがコーティングの面上の窪

50

み経路で流出することができないので、これにより、窪みがオイルドレンとして機能することが防止される。

【0024】

窪みは実質的に矩形の形態を有することが好ましい。また、円周方向の窪みの端部は丸くてもよい。そのような形状は形成し易い。したがって、このピストンは製造費用が安い。

【0025】

窪みは2mm未満のかつ特に好ましくは0.6mmから0.8mmまでの範囲内の幅Lを有することが好ましい。相応に、細い窪みは、オイル保持挙動の観点から特に有利であることを証明しており、それは、この理論に限定されず、とりわけ毛管力に因る可能性がある。

【0026】

さらに、本発明によれば、請求項1から7のいずれか一項に記載のピストンを製造する方法が存在し、窪みを含むコーティングはスクリーン印刷法により適用される。そのような方法は特に実施し易く、また十分に正確であり、それが、窪みを有するコーティングを適用することの良い理由である。スクリーン印刷の精度は様々なパラメータに依存するが、スクリーン印刷は比較的良好に制御され得ることが示されている。

【図面の簡単な説明】

【0027】

【図1】一実施形態による、本発明によるピストンの図である。

【図2】本発明によるピストンのコーティングの詳細図である。

【図3】本発明によるピストンの窪みの横断面図である。

【図4a】本発明によるピストンの変形形態の図である。

【図4b】本発明によるピストンの変形形態の図である。

【図4c】本発明によらないピストンの図である。

【図4d】本発明によらないピストンの図である。

【発明を実施するための形態】

【0028】

図1は、本発明の第1の実施形態による、本発明によるピストン10の図を示す。ピストンは、シリンダ軸Aを有する円筒形状を有する。環状溝部13を有するピストンのピストン冠12には、ピストンスカート14が隣接する。ピストンスカート14は、スカート壁を構成する凸面16と、ボックス壁17とを有する。

【0029】

円筒面16は、ピストンの使用中、内燃エンジンのシリンダ壁に当接しており、グラファイトを含有するポリマー材料の摩擦低減コーティング18を有する。コーティング18は凸面16の一部上に設けられているだけである。凸面16はピストンの環状溝部13を備えた環状領域に隣接している。コーティング18は長さE'に亘ってピストンの円周に沿って延在している。

【0030】

矩形の窪み20がコーティング18内に設けられており、ピストンの材料が窪み20を通して露出されるように、窪みはコーティング材料を貫通して延在している。矩形の窪みの端部は丸くてもよい。複数の窪み20が円周方向に沿って並べられている。複数の並べられた窪み20のそのような列が存在し、軸方向に隣接する窪み20が円周方向に沿って互いに対してずらされているように、列は円周方向に沿って互いに対してずらされている。

【0031】

窪み20は図2により詳細に示されている。ピストン10の円周方向に沿って互いに対してずらされている複数の窪み20がここには2列で示されている。平面図において、窪み20は矩形形状と、円周方向に沿った長さEおよび軸方向Aの幅Lとを有する。軸方向の2つの隣接する窪み20間の間隔はSと定められている。間隔Sに関して、 $S \geq 2L$ が当てはまる。

【0032】

図3は、円周方向に沿った窪み20を貫通する横断面図を示す。この図面に示されている通り、窪みの境界面17は凸面16の材料に対して傾斜しており、また、コーティング18の

10

20

30

40

50

材料と共に角度を形成している。窪み20は底部で閉じられており、すなわち窪み20の底面は、オイルが下方に流出することを底面が防止するように、ピストン10の材料により形成されており、閉じられている。

【0033】

図1から図3までに示されているように設計されているピストン10が、最大20%低減された摩擦を有することが確認されている。これは、窪み20が比較的良好なオイル保持特性を有することに因る。この点において、オイルがその中に溜まり、次いで摩擦を低減する。コーティングの全幅に亘って延在している窪みと対照的に、オイルが流出しないので、オイル保持特性が改善される。オイル保持挙動にとって、十分に狭く深いように溝穴部が形成されることが重要である。この挙動を妥当にする計算が、例えば、Tribology International 40 (2007)、1004~1011頁の「Hydrodynamical modelling of lubricant friction between rough surfaces」という題名の、M. Scholleによる文献に記載されている。

10

【0034】

図4は、図面a)および図面b)において、本発明によるピストンを示す。図4b)は図1に既に示されているピストンに対応する。したがって、このピストンは詳細に取り上げられない。

【0035】

図4a)は、隣接する窪み20'がピストンの軸方向に沿って並べられているように、窪み20'が配置されているコーティング18'を有する、本発明の第2の実施形態によるピストン10'を示す。さらに、窪み20'が設けられていないコーティングの領域19'が、ピストン冠12'の反対側の、コーティング18'の面上に配置されている。窪み20'のそのような配置が、オイル保持能力の観点から第1の実施形態と比較してそれ程有利でないとしても、このピストンがオイル保持特性の観点から先行技術と比較して改善されており、したがってより低い摩擦を有する。

20

【0036】

図4c)は、本発明の一部でないさらなるピストン10''を示す。このピストン10''も、窪み20''を含むコーティング18''を有する。しかし、これらの窪み20''は、コーティング18''の全幅に亘って、ピストン10''の円周方向に沿って延在しており、したがって本発明により定められているように包囲されていない。図4a)および図4b)における前の実施形態では、窪み20、20'は各々、もっぱら円周方向に沿ってコーティング18、18'の部分に亘って延在しており、コーティング18、18'の全幅に亘って延在していない。窪み20''がコーティング18''の全幅に亘って延在していることは、そのオイルがそこから流出することができることを意味する。これは、結果的に、窪みが包囲されているピストンと比較して、摩擦の増大をもたらす。

30

【0037】

図4d)は、本発明によらないピストン10'''を示す。ここでは、実質的に円形の窪み20'''がコーティング18'''内に設けられており、窪みはピストン10'''の円周方向に沿って複数の列で配置されており、円周方向に沿って互いに対してずらされている。本明細書に示されている窪み20'''は、S 2Lという要件を満たさず、むしろそれらはあまりに密に配置されている。さらに、ここではE Lは当てはまらない。

40

【0038】

図4a)から図4d)までに示されているコーティング18から18'''までは、スクリーン印刷法により製造され得る。

【符号の説明】

【0039】

- 10、10'、10''、10''' ピストン
- 12、12' ピストン冠
- 13 環状溝部
- 14 ピストンスカート

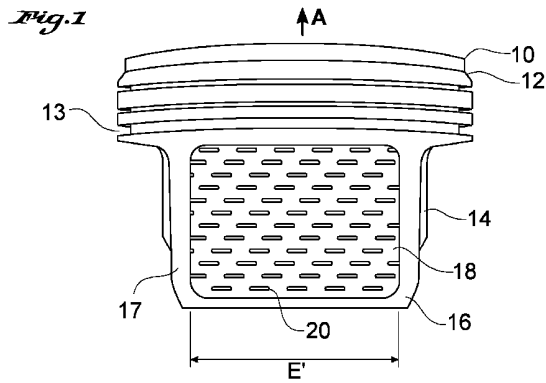
50

- 16 凸面、円筒面
- 17 ボックス壁、(窪みの)境界面
- 18、18'、18"、18^{III} 摩擦低減コーティング
- 19' コーティングの領域
- 20、20'、20"、20^{III} 窪み
- A シリンダ軸
- E (窪みの円周方向に沿った)長さ、延在長さ
- E' 長さ、コーティングの幅、延在長さ
- L (窪みの軸方向A)の幅
- S (2つの窪み間の)間隔

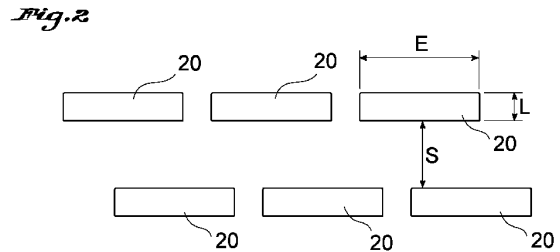
10

【図面】

【図 1】

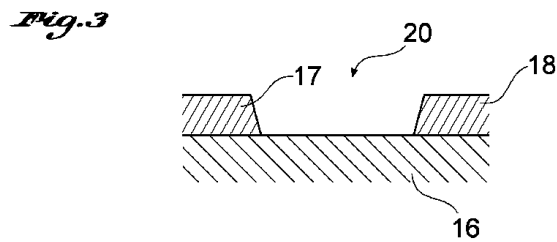


【図 2】

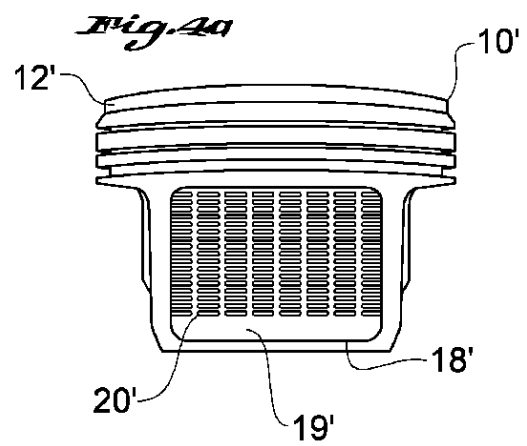


20

【図 3】



【図 4 a】

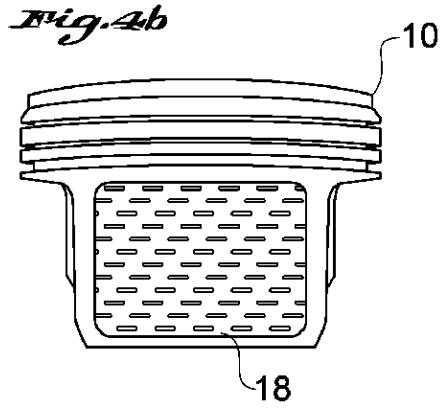


30

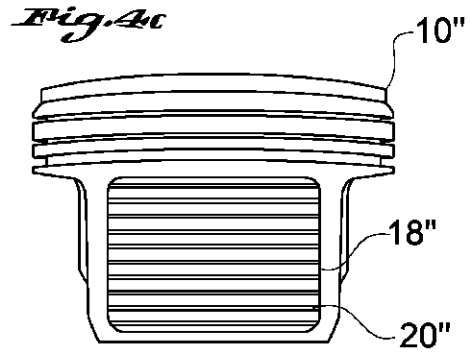
40

50

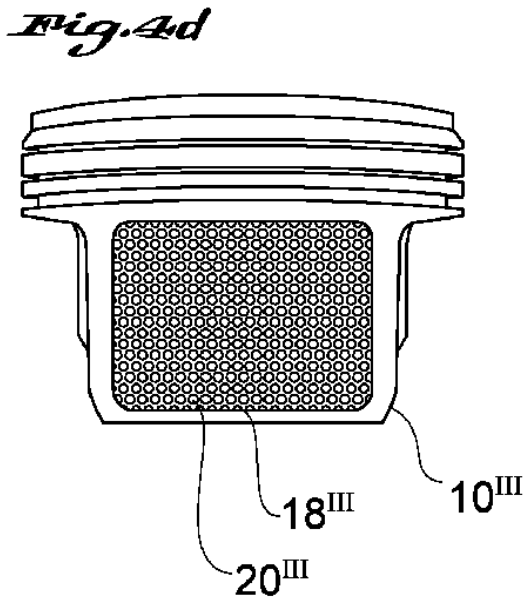
【 4 b 】



【 4 c 】



【 4 d 】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

ドイツ・90411・ニュルンベルク・フックスヴェーク・66

審査官 平井 功

(56)参考文献 中国実用新案第203146127(CN, U)

特開2006-161563(JP, A)

特開2008-121776(JP, A)

(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)

F02F 3/00 - 3/28

F16J 1/00 - 1/24