

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4853469号
(P4853469)

(45) 発行日 平成24年1月11日(2012.1.11)

(24) 登録日 平成23年11月4日(2011.11.4)

(51) Int.Cl.

F 1

F 0 2 F 3/00 (2006.01)

F 0 2 F 3/00 K

F 1 6 J 1/04 (2006.01)

F 0 2 F 3/00 Z

F 1 6 J 1/16 (2006.01)

F 0 2 F 3/00 L

F 1 6 J 1/04

F 1 6 J 1/16

請求項の数 7 (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2007-313725 (P2007-313725)
 (22) 出願日 平成19年12月4日(2007.12.4)
 (65) 公開番号 特開2009-138562 (P2009-138562A)
 (43) 公開日 平成21年6月25日(2009.6.25)
 審査請求日 平成22年9月22日(2010.9.22)

(73) 特許権者 000003609
 株式会社豊田中央研究所
 愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道4 1
 番地の1
 (74) 代理人 100075258
 弁理士 吉田 研二
 (74) 代理人 100096976
 弁理士 石田 純
 (72) 発明者 稲垣 英人
 愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道4 1
 番地の1 株式会社豊田中央研究所内
 (72) 発明者 志村 好男
 愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道4 1
 番地の1 株式会社豊田中央研究所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 内燃機関用ピストン及び内燃機関

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ピストン頂面を含むピストンヘッド部と、

ピストンヘッド部より下方の位置でピストン軸方向と垂直方向に対向配置された一対の
 ピストンピンボス部であって、その各々にピストンピンが嵌入されるピストンピン孔が形
 成された一対のピストンピンボス部と、

ピストンヘッド部より下方で且つピストン外周部に設けられたピストンスカート部であ
 って、その一端部がピストンピンボス部の一方に連結され、その他端部がピストンピンボ
 ス部の他方に連結され、その一端部から他端部にかけてピストン周方向に沿って湾曲した
 形状を有するピストンスカート部と、

ピストンスカート部の内側に配置されたスカート牽引部であって、その一端部がピスト
 ンピンボス部の一方に連結され、その他端部がピストンピンボス部の他方に連結され、そ
 の一端部と他端部との間でピストンスカート部側へ湾曲した形状を有するスカート牽引部
 と、

ピストンスカート部とスカート牽引部とを連結する連結部と、

を備え、

スカート牽引部は、一対のピストンピンボス部が互いに離れる方向へ変位するのに応じ
 てピストン径方向内側へ変位することで、ピストンスカート部をピストン径方向内側へ牽
 引し、

スカート牽引部の曲率がピストンスカート部の曲率と異なる、内燃機関用ピストン。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の内燃機関用ピストンであって、
スカート牽引部の曲率がピストンスカート部の曲率よりも小さい、内燃機関用ピストン。

【請求項 3】

ピストン頂面を含むピストンヘッド部と、

ピストンヘッド部より下方の位置でピストン軸方向と垂直方向に対向配置された一対のピストンピンボス部であって、その各々にピストンピンが嵌入されるピストンピン孔が形成された一対のピストンピンボス部と、

ピストンヘッド部より下方で且つピストン外周部に設けられたピストンスカート部であって、その一端部がピストンピンボス部の一方に連結され、その他端部がピストンピンボス部の他方に連結され、その一端部から他端部にかけてピストン周方向に沿って湾曲した形状を有するピストンスカート部と、

ピストンスカート部の内側に配置されたスカート牽引部であって、その一端部がピストンピンボス部の一方に連結され、その他端部がピストンピンボス部の他方に連結され、その一端部と他端部との間でピストンスカート部側へ張り出した形状を有するスカート牽引部と、

ピストンスカート部とスカート牽引部とを連結する連結部と、

を備え、

スカート牽引部は、一対のピストンピンボス部が互いに離れる方向へ変位するのに応じてピストン径方向内側へ変位することで、ピストンスカート部をピストン径方向内側へ牽引し、

スカート牽引部における、連結部に連結された部位と一端部とを結ぶ平面と、当該部位と他端部とを結ぶ平面との成す角度は、ピストンスカート部における、連結部に連結された部位と一端部とを結ぶ平面と、当該部位と他端部とを結ぶ平面との成す角度と異なる、内燃機関用ピストン。

【請求項 4】

請求項 3 に記載の内燃機関用ピストンであって、

スカート牽引部における、連結部に連結された部位と一端部とを結ぶ平面と、当該部位と他端部とを結ぶ平面との成す角度は、ピストンスカート部における、連結部に連結された部位と一端部とを結ぶ平面と、当該部位と他端部とを結ぶ平面との成す角度よりも大きい、内燃機関用ピストン。

【請求項 5】

請求項 1 ～ 4 のいずれか 1 に記載の内燃機関用ピストンであって、

連結部は、ピストン周方向に関するピストンスカート部の中央部とピストン周方向に関するスカート牽引部の中央部とを連結する、内燃機関用ピストン。

【請求項 6】

請求項 1 ～ 5 のいずれか 1 に記載の内燃機関用ピストンであって、

ピストンヘッド部とピストンスカート部との間には、ピストンが熱膨張する場合にピストンヘッド部のピストン径方向変位に伴うピストンスカート部のピストン径方向変位を抑制するためのスリット孔が形成されている、内燃機関用ピストン。

【請求項 7】

シリンダ内を往復運動するピストンを備える内燃機関であって、

前記ピストンが、請求項 1 ～ 6 のいずれか 1 に記載の内燃機関用ピストンである、内燃機関。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、シリンダ内を往復運動する内燃機関用ピストン、及びピストンを備える内燃機関に関する。

【背景技術】

【0002】

内燃機関のピストンは移動部材であるため、エンジン実働時において冷却水等で直接冷却することが困難である。例えば、シリンダに設けられたウォータジャケット内の冷却水で冷却されたシリンダと接触しながら摺動することで、ピストンヘッドの熱をシリンダに放熱している。また、オイルジェット等を有する内燃機関では、ピストンの内側へ向けて噴射されたオイルに放熱している。

【0003】

現行のレシプロ機関では、ピストン慣性力がピストンをシリンダに押し付ける側圧力（スラスト力）の発生要因の1つになっているので、ピストンをできる限り軽くすることが求められる。また、ピストン頂部の熱を速やかに拡散させるために熱伝導率の高い材料で製作される。このため、内燃機関に使用されるピストンは、一般的にアルミニウム合金で製作される。一方、ピストンが挿入されるシリンダは、アルミニウム合金との耐焼き性において良好な特性を有する鋳鉄が使用される。シリンダは、シリンダブロックごと鋳鉄を用いる場合と、鋳鉄製ライナをアルミニウム合金で鋳包む場合とが一般的であるが、いずれの場合においても熱膨張係数がピストンのアルミニウム合金よりも小さくなる。加えて、燃焼の熱の一部はピストンを介してシリンダに放熱されるので、ピストンの方がシリンダよりも温度が高くなるのが一般的である。

【0004】

よって、エンジン実働時においては、ピストンの方が高温である上に熱膨張係数が大きい材料で製作されているので、ピストンの熱膨張によってピストンスカート部がシリンダに対して締まり嵌めになりやすい。ピストンスカート部がシリンダに対して締まり嵌めになると、ピストンスカート部での摩擦損失が増大する。逆に、ピストン高温時の締まり嵌めを回避するために、常温時のピストンとシリンダとの間のクリアランスを大きくすると、エンジン冷間時においてピストンがシリンダの中を蛇行して、振動・騒音の原因となる。

【0005】

上記の問題点の解決を図るために、ピストンヘッド部とピストンスカート部との間にスリット孔を形成したピストンが提案されている。ピストンヘッド部とピストンスカート部との間にスリット孔を形成することで、ピストンの熱膨張に伴ってピストンヘッド部がピストン径方向外側へ変位しても、ピストンスカート部がピストンヘッド部につられてピストン径方向外側へ変位するのが抑制されるので、ピストンスカート部がシリンダに対して締まり嵌めになるのが抑制される。

【0006】

また、ストラットと呼ばれる鋼製の部材をピストン内に鋳込むことでピストンの形状変化を抑制する手法が提案されている。その応用例として、下記特許文献1が挙げられる。

【0007】

【特許文献1】特開平9-100912号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

ピストンの往復運動による振動・騒音の増大を招くことなくピストンスカート部での摩擦損失を低減するためには、ピストンの熱膨張時におけるピストンスカート部の径方向変位を調節できることが望ましい。ピストンヘッド部とピストンスカート部との間にスリット孔を形成したピストンにおいては、スリット孔によってピストンスカート部の径方向外側への変位を抑制することは可能であるが、ピストンスカート部の径方向内側への変位をスリット孔によって調節することは困難である。また、ストラット付きピストンの場合は、アルミニウムより熱膨張係数の小さい鋼材がストラットとして利用されるが、ピストン重量の増大と、異種金属を鋳込む必要があるため、構造が複雑化して製造コストの増大を招くことになる。

10

20

30

40

50

【 0 0 0 9 】

本発明は、構造の複雑化及び振動・騒音の増大を招くことなく、ピストンスカート部での摩擦損失を低減することができる内燃機関用ピストン及び内燃機関を提供することを目的とする。

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 1 0 】

本発明に係る内燃機関用ピストン及び内燃機関は、上述した目的を達成するために以下の手段を採った。

【 0 0 1 1 】

本発明に係る内燃機関用ピストンは、ピストン頂面を含むピストンヘッド部と、ピストンヘッド部より下方の位置でピストン軸方向と垂直方向に対向配置された一対のピストンピンボス部であって、その各々にピストンピンが嵌入されるピストンピン孔が形成された一対のピストンピンボス部と、ピストンヘッド部より下方で且つピストン外周部に設けられたピストンスカート部であって、その一端部がピストンピンボス部の一方に連結され、その他端部がピストンピンボス部の他方に連結され、その一端部から他端部にかけてピストン周方向に沿って湾曲した形状を有するピストンスカート部と、ピストンスカート部の内側に配置されたスカート牽引部であって、その一端部がピストンピンボス部の一方に連結され、その他端部がピストンピンボス部の他方に連結され、その一端部と他端部との間でピストンスカート部側へ湾曲した形状を有するスカート牽引部と、ピストンスカート部とスカート牽引部とを連結する連結部と、を備え、スカート牽引部は、一対のピストンピンボス部が互いに離れる方向へ変位するのに応じてピストン径方向内側へ変位することで、ピストンスカート部をピストン径方向内側へ牽引し、スカート牽引部の曲率がピストンスカート部の曲率と異なることを要旨とする。

【 0 0 1 2 】

本発明の一態様では、スカート牽引部の曲率がピストンスカート部の曲率よりも小さいことが好適である。

【 0 0 1 3 】

また、本発明に係る内燃機関用ピストンは、ピストン頂面を含むピストンヘッド部と、ピストンヘッド部より下方の位置でピストン軸方向と垂直方向に対向配置された一対のピストンピンボス部であって、その各々にピストンピンが嵌入されるピストンピン孔が形成された一対のピストンピンボス部と、ピストンヘッド部より下方で且つピストン外周部に設けられたピストンスカート部であって、その一端部がピストンピンボス部の一方に連結され、その他端部がピストンピンボス部の他方に連結され、その一端部から他端部にかけてピストン周方向に沿って湾曲した形状を有するピストンスカート部と、ピストンスカート部の内側に配置されたスカート牽引部であって、その一端部がピストンピンボス部の一方に連結され、その他端部がピストンピンボス部の他方に連結され、その一端部と他端部との間でピストンスカート部側へ張り出した形状を有するスカート牽引部と、ピストンスカート部とスカート牽引部とを連結する連結部と、を備え、スカート牽引部は、一対のピストンピンボス部が互いに離れる方向へ変位するのに応じてピストン径方向内側へ変位することで、ピストンスカート部をピストン径方向内側へ牽引し、スカート牽引部における、連結部に連結された部位と一端部とを結ぶ平面と、当該部位と他端部とを結ぶ平面との成す角度は、ピストンスカート部における、連結部に連結された部位と一端部とを結ぶ平面と、当該部位と他端部とを結ぶ平面との成す角度と異なることを要旨とする。

【 0 0 1 4 】

本発明の一態様では、スカート牽引部における、連結部に連結された部位と一端部とを結ぶ平面と、当該部位と他端部とを結ぶ平面との成す角度は、ピストンスカート部における、連結部に連結された部位と一端部とを結ぶ平面と、当該部位と他端部とを結ぶ平面との成す角度よりも大きいことが好適である。

【 0 0 1 5 】

本発明の一態様では、連結部は、ピストン周方向に関するピストンスカート部の中央部

とピストン周方向に関するスカート牽引部の中央部とを連結することが好適である。

【0016】

本発明の一態様では、ピストンヘッド部とピストンスカート部との間には、ピストンが熱膨張する場合にピストンヘッド部のピストン径方向変位に伴うピストンスカート部のピストン径方向変位を抑制するためのスリット孔が形成されていることが好適である。

【0017】

また、本発明に係る内燃機関は、シリンダ内を往復運動するピストンを備える内燃機関であって、前記ピストンが、本発明に係る内燃機関用ピストンであることを要旨とする。

【発明の効果】

【0018】

本発明によれば、一对のピストンピンボス部が互いに離れる方向へ変位するのに伴って生じる、ピストンスカート部のピストン径方向内側への変位を調節することができるので、ピストンの熱膨張時におけるピストンスカート部のピストン径方向変位を調節することができる。その結果、ピストンの構造の複雑化及びピストンの往復運動による振動・騒音の増大を招くことなく、ピストンスカート部での摩擦損失を低減することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0019】

以下、本発明を実施するための形態（以下実施形態という）を図面に従って説明する。

【0020】

「実施形態1」

図1～5は、本発明の実施形態1に係る内燃機関用ピストン12を備える内燃機関の概略構成を示す図である。図1はクランクシャフトの軸線方向から見た内燃機関の内部構成の概略を示す図であり、図2はクランクシャフトの軸線方向から見たピストン12の概略構成を示す断面図（ピストンスラスト方向の断面図）であり、図3はクランクシャフトの軸線方向及びシリンダ11の軸線方向と直交する方向から見たピストン12の概略構成を示す外観図（ピストンピンボス方向の外観図）であり、図4は図3のA-A断面図（シリンダ11の軸線方向下側から見た図）であり、図5は図2のA部の拡大図である。図1では、コネクティングロッドやクランクシャフトや動弁機構等の具体的構成の図示を省略しているが、公知の構成で実現可能である。本実施形態に係るピストン12は、シリンダ11内をその軸線方向に沿って往復運動するものであり、シリンダ11内のガスに面するピストン頂面12aを含むピストンヘッド部14と、ピストンヘッド部14より下方に設けられた一对のピストンピンボス部18-1、18-2と、ピストンヘッド部14より下方で且つピストン12外周部に設けられ、シリンダ内周壁11aに面する一对のピストンスカート部16と、を備える。ピストン12の材料としては、例えばアルミニウム合金等、熱伝導率の高い材料が用いられる。

【0021】

一对のピストンピンボス部18-1、18-2は、ピストンヘッド部14の下面に連結されており、ピストンヘッド部14より下方の位置でピストン軸方向（シリンダ11の軸線方向に一致する）と垂直方向に互いに間隔を空けて対向配置されている。各ピストンピンボス部18-1、18-2には、ピストンピンが嵌入されるピストンピン孔19-1、19-2がそれぞれ形成されている。

【0022】

一对のピストンスカート部16は、ピストン12のスラスト面12b（エンジンの膨張行程において燃焼圧力がピストン12をシリンダ11へ押し付ける側圧力（スラスト力）が作用する面）及び反スラスト面12c（スラスト面12bと反対側の面）にそれぞれ設けられている。各ピストンスカート部16は、薄肉形状であり、ピストン周方向に関する一端部16aから他端部16bにかけてピストン周方向に沿って湾曲した形状を有する。各ピストンスカート部16の曲率は、シリンダ11のボア径により決まる。ピストン周方向に関する各ピストンスカート部16の一端部16aは、側壁部44-1を介してピストンピンボス部18-1に連結されており、ピストン周方向に関する各ピストンスカート部

10

20

30

40

50

１６の他端部１６ｂは、側壁部４４－２を介してピストンピンボス部１８－２に連結されている。

【００２３】

ピストン１２（ピストンヘッド部１４）の外周部には、ピストンリング（コンプレッションリング）が装着されるリング溝として、トップリング溝２１及びセカンドリング溝２２がピストン周方向に沿って形成されており、トップリング溝２１及びセカンドリング溝２２には、コンプレッションリングとしてトップリング３１及びセカンドリング３２がそれぞれ装着されている。ピストン１２の外周部におけるピストンヘッド部１４とピストンスカート部１６との間には、ピストンリング（オイルリング３３）が装着されるリング溝として、オイルリング溝２３がピストン周方向に沿って形成されている。

10

【００２４】

図５に示すように、ピストンヘッド部１４とピストンスカート部１６との間には、オイルリング溝２３に開口するスリット孔２４がピストン周方向に沿って形成されている。ここでのスリット孔２４は、ピストン１２のスラスト面１２ｂ及び反スラスト面１２ｃにそれぞれ形成されており、スリット孔２４の長手方向はピストン周方向に一致している。このスリット孔２４によって、ピストンヘッド部１４とピストンスカート部１６との間のピストン径方向に関する相対変位が許容され、ピストン１２が熱膨張する場合に、ピストンヘッド部１４のピストン径方向変位に伴って生じるピストンスカート部１６のピストン径方向変位が抑制される。なお、図５は、スリット孔２４がオイルリング溝２３の底面２３ａの下方向位置でオイルリング溝２３に開口する例を示している。ただし、スリット孔２４は、例えば図６に示すように、オイルリング溝２３の底面２３ａの中央位置でオイルリング溝２３に開口していてもよいし、例えば図７に示すように、オイルリング溝２３のピストンスカート部１６側の側面２３ｃでオイルリング溝２３に開口していてもよい。

20

【００２５】

本実施形態では、各ピストンスカート部１６のピストン径方向内側には、ピストン１２の熱膨張時に各ピストンスカート部１６をピストン径方向内側へ牽引するための一対のスカー牵引部４２が各ピストンスカート部１６と間隔を空けて配置されている。ピストン周方向に関する各スカー牵引部４２の一端部４２ａは、側壁部４４－１を介してピストンピンボス部１８－１に連結されており、ピストン周方向に関する各スカー牵引部４２の他端部４２ｂは、側壁部４４－２を介してピストンピンボス部１８－２に連結されている。各スカー牵引部４２は、薄肉形状であり、ピストン周方向に関する中央部４２ｃが一端部４２ａと他端部４２ｂとを結ぶ平面よりもピストンスカート部１６側（ピストン径方向外側）へ張り出しており、その一端部４２ａと他端部４２ｂとの間でピストンスカート部１６側へ湾曲した形状を有する。（熱膨張前における）各スカー牵引部４２の曲率は、（熱膨張前における）各ピストンスカート部１６の曲率と異なる。図４に示す例では、各スカー牵引部４２の曲率が各ピストンスカート部１６の曲率よりも小さい（各スカー牵引部４２の曲率半径が各ピストンスカート部１６の曲率半径よりも大きい）。その場合、ピストン周方向に関するスカー牵引部４２の中央部４２ｃとピストン周方向に関するピストンスカート部１６の中央部１６ｃとの距離は、スカー牵引部４２の一端部４２ａとピストンスカート部１６の一端部１６ａとの距離、及びスカー牵引部４２の他端部４２ｂとピストンスカート部１６の他端部１６ｂとの距離よりも長い。そして、本実施形態では、各ピストンスカート部１６の内周壁と各スカー牵引部４２の外周壁とを連結する一対の連結部４５が設けられている。図４に示す例では、各連結部４５は、ピストン周方向に関する各ピストンスカート部１６の中央部１６ｃとピストン周方向に関する各スカー牵引部４２の中央部４２ｃとを連結している。ただし、ピストンスカート部１６における連結部４５との連結部位、及びスカー牵引部４２における連結部４５との連結部位は、中央部１６ｃ、４２ｃから若干ずれていてもかまわない。

30

40

【００２６】

ピストンヘッド部１４は高温の燃焼室に面しているのに対して、ピストンスカート部１６は冷却水の流れるウォータジャケットを背部に有するシリンダ内周壁１１ａに接してい

50

るため、ピストンヘッド部 14の方がピストンスカート部 16より温度が高くなる。エンジン実働時においては、ピストン 12は室温より高い温度になるため、ピストンスカート部 16は熱膨張によってピストン径方向に変位する。一方、ピストンヘッド部 14に連結された一対のピストンピンボス部 18-1, 18-2は、ピストンヘッド部 14の熱膨張に伴ってピストン径方向外側に変位して互いに離れる。その際には、ピストンヘッド部 14がピストン径方向外側へ変位（熱膨張）するのに伴って、ピストンヘッド部 14に連結された各ピストンスカート部 16が、ピストンヘッド部 14につられてピストン径方向外側へ変位する。さらに、ピストンヘッド部 14に連結された一対のピストンピンボス部 18-1, 18-2も、ピストンヘッド部 14につられてピストン径方向外側へ変位して互いに離れる。その際には、ピストンピンボス部 18-1, 18-2に連結されたピストンスカート部 16が曲率を有しているため、ピストンピンボス部 18-1, 18-2がピストン径方向外側（互いに離れる方向）へ変位するのに応じて、ピストンスカート部 16の円弧が引き伸ばされる形になり、ピストンスカート部 16（円弧）の中央部 16cが元の形状よりピストン径方向内側へ変位することになる。このピストンスカート部 16のピストン径方向内側への変位は、ピストンスカート部 16の熱膨張を抑制する方向の変位となるため、ピストンスカート部 16がシリンダ 11に対して締め込みになるのを抑制する方向に作用する。

【0027】

本願発明者は、ピストンスカート部 16の曲率とピストン径方向内側への変位との関係を調べるために、図 8に示すように、略半円筒形状の部材 66の曲率半径を変化させながら、部材 66の両端部 66a, 66bをそれぞれ径方向外側へ変位させたときの中央部 66cの径方向内側への変位を計算した。その計算結果を図 9に示す。計算の際には、略半円筒形状の部材 66をアルミニウム製とし、部材 66の肉厚を 1mmとし、変位前における両端部 66a, 66b間の距離 Lを 75mmとし、両端部 66a, 66bの径方向外側への変位を 100μmずつとした。図 9に示すように、部材 66の曲率半径が増大する（部材 66の曲率が減少する）ほど、中央部 66cの径方向内側への変位量（逆変位量）が大きくなる。したがって、ピストンピンボス部 18-1, 18-2が互いに離間する方向へ変位するのに伴って生じる、ピストンスカート部 16のピストン径方向内側への変位は、ピストンスカート部 16の曲率に応じて変化し、ピストンスカート部 16の曲率が小さい（曲率半径が大きい）ほど大きくなる。しかし、ピストンスカート部 16の曲率はシリンダ 11のボア径によって必然的に決まるため、ピストンスカート部 16の曲率によってピストンスカート部 16のピストン径方向内側への変位を調節することは困難である。

【0028】

これに対して本実施形態では、ピストンスカート部 16の径方向内側に配置されたスカート牽引部 42が曲率を有している（ピストンスカート部 16側へ湾曲している）ため、ピストン 12の熱膨張によりピストンピンボス部 18-1, 18-2が径方向外側（互いに離れる方向）へ変位するのに応じて、図 10に示すように、ピストンピンボス部 18-1, 18-2に連結された各スカート牽引部 42が引き伸ばされる形になり、各スカート牽引部 42の中央部 42cが元の形状よりピストン径方向内側へ変位することになる。このスカート牽引部 42のピストン径方向内側への変位により、各スカート牽引部 42に連結された各ピストンスカート部 16が、ピストン径方向内側へ牽引されて変位する。ここでのピストンスカート部 16のピストン径方向内側への変位については、スカート牽引部 42のピストン径方向内側への変位を調節することで調節可能である。そして、図 9から、スカート牽引部 42のピストン径方向内側への変位については、スカート牽引部 42の曲率を調節することで調節可能であり、スカート牽引部 42の曲率が小さい（曲率半径が大きい）ほど大きくなる。さらに、スカート牽引部 42の曲率については、シリンダ 11のボア径（ピストンスカート部 16の曲率）に関係なく、任意に設定することが可能である。したがって、スカート牽引部 42の曲率を調節することで、ピストンピンボス部 18-1, 18-2が互いに離間する方向へ変位するのに伴って生じる、ピストンスカート部

16のピストン径方向内側への変位を調節することができる。

【0029】

本実施形態におけるスカート牽引部42及び連結部45がピストンスカート部16の径方向変位に与える影響を検討した計算結果を図11～13に示す。図11は、スカート牽引部42及び連結部45が設けられていない場合において、ピストンピンボス部18-1, 18-2を径方向外側へ変位させたときのピストンスカート部16の変形状態を示す。図12は、スカート牽引部42の曲率がピストンスカート部16の曲率よりも小さい(スカート牽引部42の曲率半径がピストンスカート部16の曲率半径よりも大きい)場合において、ピストンピンボス部18-1, 18-2を径方向外側へ変位させたときのピストンスカート部16の変形状態を示す。図13は、スカート牽引部42の曲率がピストンスカート部16の曲率よりも大きい(スカート牽引部42の曲率半径がピストンスカート部16の曲率半径よりも小さい)場合において、ピストンピンボス部18-1, 18-2を径方向外側へ変位させたときのピストンスカート部16の変形状態を示す。計算の際には、ピストン12をアルミニウム合金製とし、ピストンスカート部16及びスカート牽引部42の肉厚を2mmとし、変形前におけるピストンスカート部16の曲率半径を37.5mmとし、変形前におけるピストンスカート部16の両端部16a, 16b間の距離を75mmとし、ピストンピンボス部18-1, 18-2(両端部16a, 16b)の径方向外側への変位を100μmずつとした。そして、図12に示す場合におけるスカート牽引部42の曲率半径を45mmとし、図13に示す場合におけるスカート牽引部42の曲率半径を30mmとした。

【0030】

図11に示す場合は、ピストンスカート部16の中央部16cの径方向内側への変位量(逆変位量)は202μmであった。一方、図12に示す場合は、ピストンスカート部16の中央部16cの径方向内側への変位量(逆変位量)は、242μmであり、図11に示す場合より増大する。また、図13に示す場合は、ピストンスカート部16の中央部16cの径方向内側への変位量(逆変位量)は185μmであり、図11に示す場合より減少する。このように、スカート牽引部42の曲率をピストンスカート部16の曲率と異ならせることで、ピストンスカート部16のピストン径方向内側への変位を調節できることがわかる。さらに、スカート牽引部42の曲率をピストンスカート部16の曲率より小さくする(スカート牽引部42の曲率半径をピストンスカート部16の曲率半径より大きくする)ことで、ピストンスカート部16のピストン径方向内側への変位を増大できることがわかる。

【0031】

以上説明したように、本実施形態によれば、ピストンスカート部16にその内側で連結されたスカート牽引部42は、ピストン12の熱膨張時に、ピストンピンボス部18-1, 18-2が互いに離間する方向へ変位するのに応じてピストン径方向内側へ変位することで、ピストンスカート部16をピストン径方向内側へ牽引することができる。そして、スカート牽引部42の曲率については、シリンダ11のボア径(ピストンスカート部16の曲率)に関係なく、任意に設定することが可能である。そのため、スカート牽引部42の曲率をピストンスカート部16の曲率と異ならせることで、ピストンピンボス部18-1, 18-2が互いに離間する方向へ変位するのに伴って生じる、ピストンスカート部16のピストン径方向内側への変位を調節することができ、ピストン12の熱膨張時におけるピストンスカート部16のピストン径方向変位を調節することができる。その際には、ストラット付きピストンのように異種金属を鋳込む必要もない。その結果、ピストン12の構造の複雑化及びピストン12の往復運動による振動・騒音の増大を招くことなく、ピストンスカート部16での摩擦損失を低減することができる。ピストンスカート部16での摩擦損失を低減することで、内燃機関の燃料消費率を向上させることができる。

【0032】

さらに、本実施形態によれば、スカート牽引部42の曲率をピストンスカート部16の曲率より小さくすることで、ピストンピンボス部18-1, 18-2が互いに離間する方

10

20

30

40

50

向へ変位するのに伴って生じる、ピストンスカート部 16 のピストン径方向内側への変位を増大させることができる。したがって、ピストン 12 の熱膨張時に、ピストンスカート部 16 がピストン径方向外側へ変位するのをさらに抑制することができ、ピストンスカート部 16 がシリンダ 11 に対して締まり嵌めになるのをさらに抑制することができる。その結果、ピストンスカート部 16 での摩擦損失をさらに低減することができる。

【0033】

また、本実施形態によれば、ピストンヘッド部 14 とピストンスカート部 16 とがスリット孔 24 によって分離されているため、ピストン 12 の熱膨張時に、ピストンヘッド部 14 が径方向外側へ変位（熱膨張）しても、ピストンスカート部 16 がピストンヘッド部 14 につられてピストン径方向外側へ変位するのが抑制される。したがって、ピストンスカート部 16 がシリンダ 11 に対して締まり嵌めになるのをさらに抑制することができる。

【0034】

「実施形態 2」

図 14, 15 は、本発明の実施形態 2 に係る内燃機関用ピストン 12 の概略構成を示す図である。図 14 は図 3 の A - A 断面図に相当する図（シリンダ 11 の軸線方向下側から見た図）であり、図 15 は図 14 の B 部の拡大図である。以下の実施形態 2 の説明では、実施形態 1 と同様の構成または対応する構成には同一の符号を付し、重複する説明を省略する。

【0035】

本実施形態では、実施形態 1 と比較して、各スカート牽引部 42 は、連結部 45 に連結された中央部 42c と側壁部 44 - 1（ピストンピンボス部 18 - 1）に連結された一端部 42a とを繋ぐ平板状部材 42d と、中央部 42c と側壁部 44 - 2（ピストンピンボス部 18 - 2）に連結された他端部 42b とを繋ぐ平板状部材 42e と、を含んで構成されている。各スカート牽引部 42 の中央部 42c は、一端部 42a と他端部 42b とを結ぶ平面よりもピストンスカート部 16 側（ピストン径方向外側）へ張り出しており、各スカート牽引部 42 は、その一端部 42a と他端部 42b との間でピストンスカート部 16 側へ張り出した形状を有する。スカート牽引部 42 の中央部 42c とピストンスカート部 16 の中央部 16c との距離は、スカート牽引部 42 の一端部 42a とピストンスカート部 16 の一端部 16a との距離、及びスカート牽引部 42 の他端部 42b とピストンスカート部 16 の他端部 16b との距離よりも長い。そのため、図 15 に示すように、各スカート牽引部 42 における平板状部材 42d, 42e 同士の成す角度は、各ピストンスカート部 16 における、連結部 45 に連結された中央部 16c と側壁部 44 - 1（ピストンピンボス部 18 - 1）に連結された一端部 16a とを結ぶ平面 67 と、中央部 16c と側壁部 44 - 2（ピストンピンボス部 18 - 2）に連結された他端部 16b とを結ぶ平面 68 との成す角度と異なる。つまり、各スカート牽引部 42 における、中央部 42c と一端部 42a を結ぶ平面と、中央部 42c と他端部 42b を結ぶ平面との成す角度は、各ピストンスカート部 16 における、中央部 16c と一端部 16a を結ぶ平面 67 と、中央部 16c と他端部 16b を結ぶ平面 68 との成す角度と異なる。図 14, 15 に示す例では、各スカート牽引部 42 における平板状部材 42d, 42e 同士の成す角度（中央部 42c と一端部 42a を結ぶ平面と、中央部 42c と他端部 42b を結ぶ平面との成す角度）は、各ピストンスカート部 16 における平面 67, 68 同士の成す角度よりも大きい（ $>$ ）。このように、実施形態 1 ではスカート牽引部 42 をピストンスカート部 16 側へ湾曲させていたのに対して、本実施形態ではスカート牽引部 42 を、平板状部材 42d, 42e をピストンスカート部 16 側へ折り曲げた形状としている。

【0036】

本実施形態におけるピストン 12 の熱膨張時の動作も、実質的に実施形態 1 と同様である。つまり、ピストン 12 の熱膨張によりピストンピンボス部 18 - 1, 18 - 2 が径方向外側（互いに離れる方向）へ変位するのに応じて、図 16 に示すように、各スカート牽引部 42 が引き伸ばされる形になり、各スカート牽引部 42 の中央部 42c が元の形状よ

りピストン径方向内側へ変位することになる。このスカート牽引部 4 2 のピストン径方向内側への変位によって、各ピストンスカート部 1 6 をピストン径方向内側へ牽引して変位させることができる。ここでのピストンスカート部 1 6 のピストン径方向内側への変位については、スカート牽引部 4 2 における平板状部材 4 2 d , 4 2 e 同士の成す角度 を調節することで調節可能であり、角度 が大きいほど大きくなる。そして、スカート牽引部 4 2 における平板状部材 4 2 d , 4 2 e 同士の成す角度 については、シリンダ 1 1 のボア径 (ピストンスカート部 1 6 の曲率) に関係なく、任意に設定することが可能である。そのため、スカート牽引部 4 2 における平板状部材 4 2 d , 4 2 e 同士の成す角度 をピストンスカート部 1 6 における平面 6 7 , 6 8 同士の成す角度 と異ならせることで、ピストンピンボス部 1 8 - 1 , 1 8 - 2 が互いに離間する方向へ変位するのに伴って生じる、ピストンスカート部 1 6 のピストン径方向内側への変位を調節することができ、ピストン 1 2 の熱膨張時におけるピストンスカート部 1 6 のピストン径方向変位を調節することができる。その結果、ピストン 1 2 の構造の複雑化及びピストン 1 2 の往復運動による振動・騒音の増大を招くことなく、ピストンスカート部 1 6 での摩擦損失を低減することができる。

10

【 0 0 3 7 】

さらに、本実施形態では、スカート牽引部 4 2 における平板状部材 4 2 d , 4 2 e 同士の成す角度 をピストンスカート部 1 6 における平面 6 7 , 6 8 同士の成す角度 より大きくすることで、ピストンピンボス部 1 8 - 1 , 1 8 - 2 が互いに離間する方向へ変位するのに伴って生じる、ピストンスカート部 1 6 のピストン径方向内側への変位を増大させることができる。したがって、ピストン 1 2 の熱膨張時に、ピストンスカート部 1 6 がピストン径方向外側へ変位するのをさらに抑制することができ、ピストンスカート部 1 6 がシリンダ 1 1 に対して締まり嵌めになるのをさらに抑制することができる。その結果、ピストンスカート部 1 6 での摩擦損失をさらに低減することができる。

20

【 0 0 3 8 】

以上の実施形態では、ピストンヘッド部 1 4 とピストンスカート部 1 6 との間にスリット孔 2 4 が形成されたピストン 1 2 に対して本発明を適用した場合について説明した。ただし、ピストンヘッド部 1 4 とピストンスカート部 1 6 との間にスリット孔 2 4 が形成されていないピストン 1 2 に対しても本発明を適用することが可能である。

【 0 0 3 9 】

以上、本発明を実施するための形態について説明したが、本発明はこうした実施形態に何等限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲内において、種々なる形態で実施し得ることは勿論である。

30

【図面の簡単な説明】

【 0 0 4 0 】

【図 1】実施形態 1 に係る内燃機関用ピストンを備える内燃機関の概略構成を示す図である。

【図 2】実施形態 1 に係る内燃機関用ピストンの概略構成を示す図である。

【図 3】実施形態 1 に係る内燃機関用ピストンの概略構成を示す図である。

【図 4】実施形態 1 に係る内燃機関用ピストンの概略構成を示す図である。

40

【図 5】実施形態 1 に係る内燃機関用ピストンの概略構成を示す図である。

【図 6】実施形態 1 に係る内燃機関用ピストンの他の概略構成を示す図である。

【図 7】実施形態 1 に係る内燃機関用ピストンの他の概略構成を示す図である。

【図 8】略半円筒形状の部材 6 6 の両端部 6 6 a , 6 6 b をそれぞれ径方向外側へ変位させたときに部材 6 6 の中央部 6 6 c が径方向内側へ変位する様子を説明する図である。

【図 9】略半円筒形状の部材 6 6 の曲率半径を変化させながら、部材 6 6 の両端部 6 6 a , 6 6 b をそれぞれ径方向外側へ変位させたときの中央部 6 6 c の径方向内側への変位を計算した結果を示す図である。

【図 10】実施形態 1 に係る内燃機関用ピストンの動作を説明する図である。

【図 11】スカート牽引部 4 2 及び連結部 4 5 が設けられていない場合において、ピスト

50

ンピンボス部 18 - 1 , 18 - 2 を径方向外側へ変位させたときのピストンスカート部 16 の変形状態を示す図である。

【図 1 2】スカート牽引部 42 の曲率がピストンスカート部 16 の曲率よりも小さい場合において、ピストンピンボス部 18 - 1 , 18 - 2 を径方向外側へ変位させたときのピストンスカート部 16 の変形状態を示す図である。

【図 1 3】スカート牽引部 42 の曲率がピストンスカート部 16 の曲率よりも大きい場合において、ピストンピンボス部 18 - 1 , 18 - 2 を径方向外側へ変位させたときのピストンスカート部 16 の変形状態を示す図である。

【図 1 4】実施形態 2 に係る内燃機関用ピストンの概略構成を示す図である。

【図 1 5】実施形態 2 に係る内燃機関用ピストンの概略構成を示す図である。

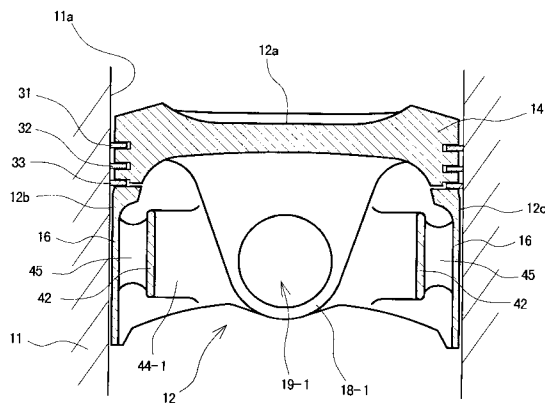
【図 1 6】実施形態 2 に係る内燃機関用ピストンの動作を説明する図である。

【符号の説明】

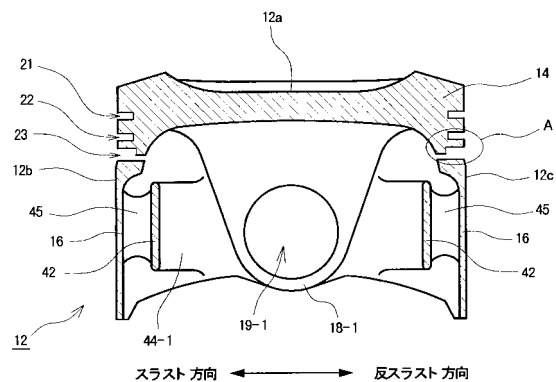
【 0 0 4 1 】

11 シリンダ、12 ピストン、12a ピストン頂面、14 ピストンヘッド部、16 ピストンスカート部、18 - 1 , 18 - 2 ピストンピンボス部、19 - 1 , 19 - 2 ピストンピン孔、21 トップリング溝、22 セカンドリング溝、23 オイルリング溝、24 スリット孔、31 トップリング、32 セカンドリング、33 オイルリング、42 スカート牽引部、44 - 1 , 44 - 2 側壁部、45 連結部。

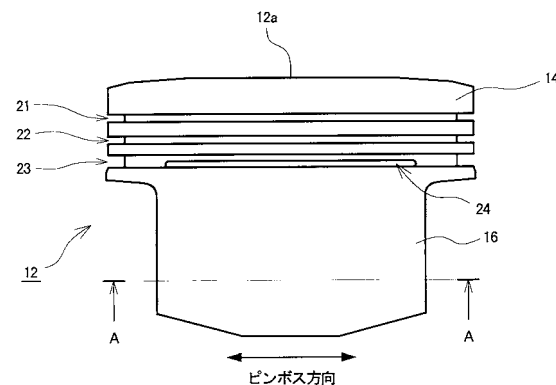
【図 1】



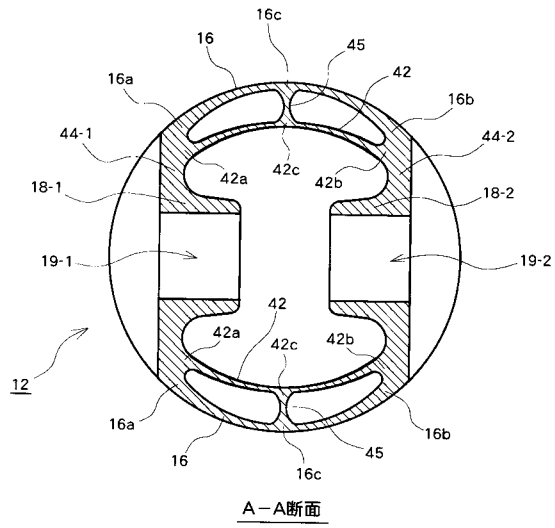
【図 2】



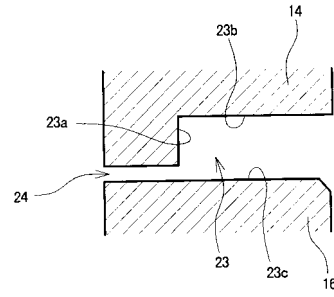
【図 3】



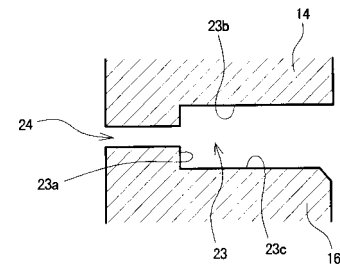
【図 4】



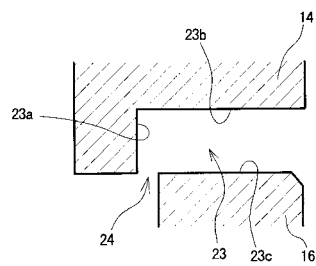
【図 5】



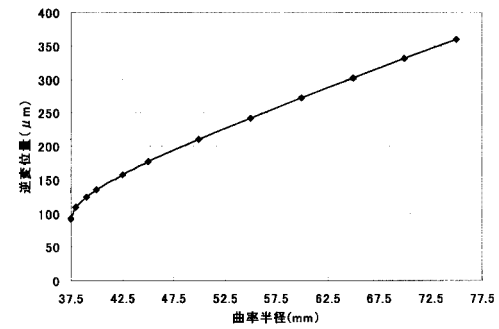
【図 6】



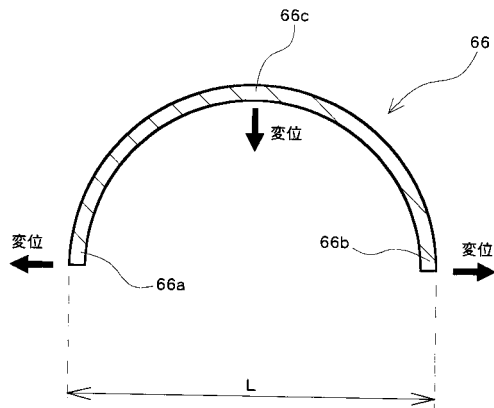
【図 7】



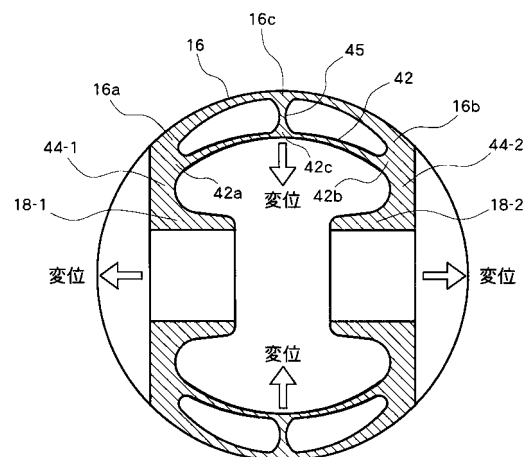
【図 9】



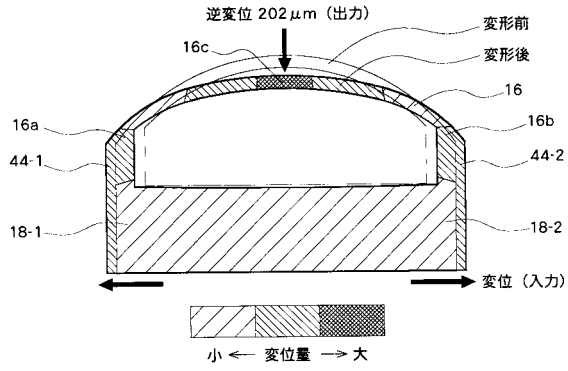
【図 8】



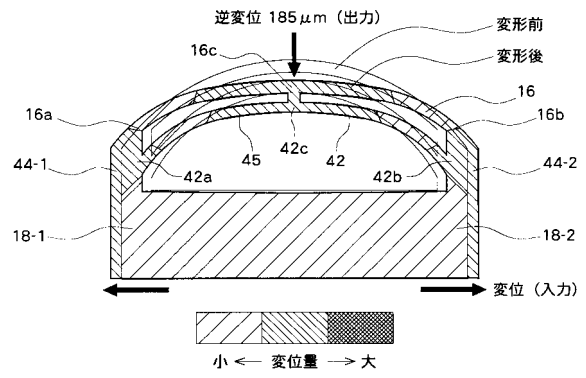
【図 10】



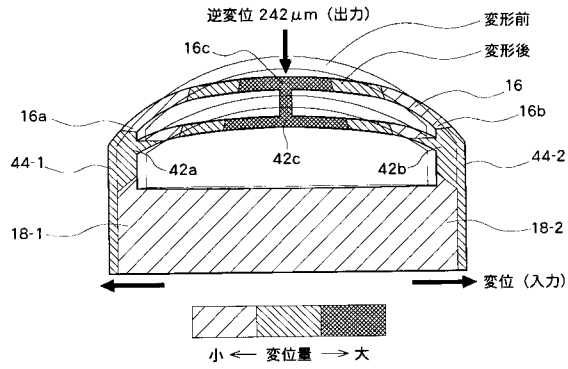
【図 1 1】



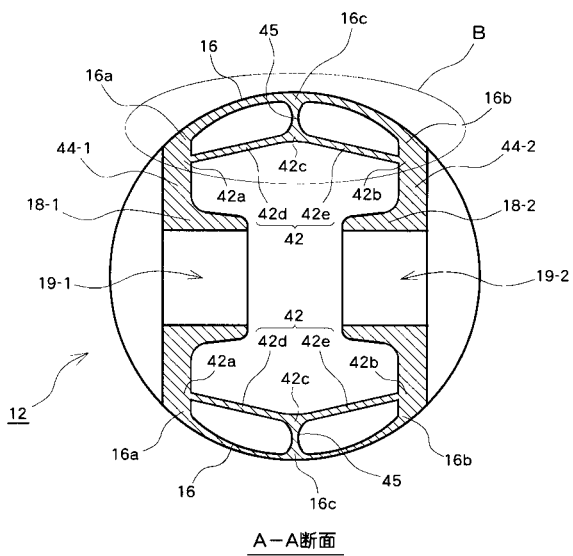
【図 1 3】



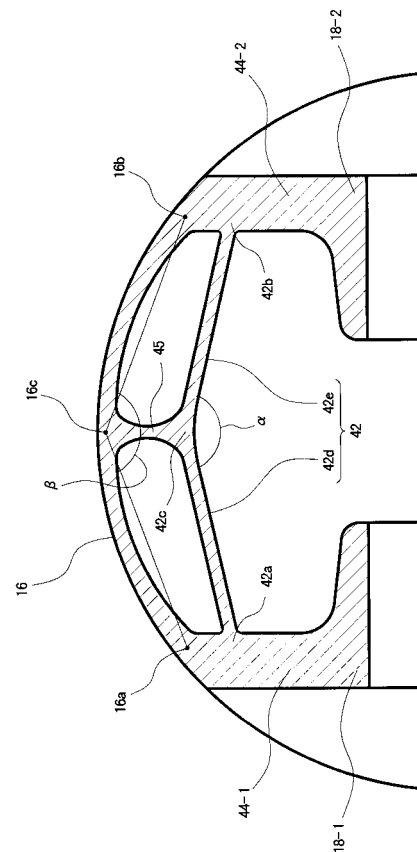
【図 1 2】



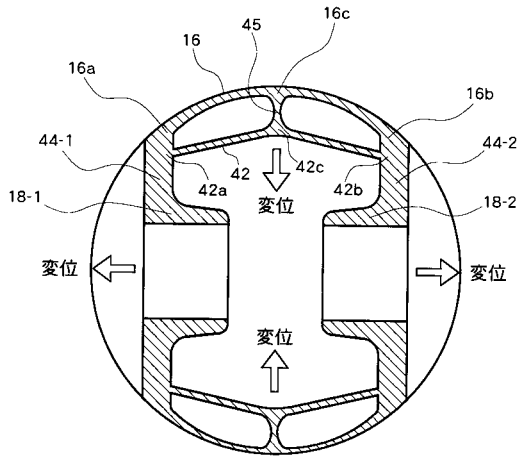
【図 1 4】



【図 1 5】



【図 16】



フロントページの続き

審査官 二之湯 正俊

(56)参考文献 特開2008-286030(JP,A)
特開2005-299484(JP,A)
特表2009-531583(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
F02F 3/00
F16J 1/04
F16J 1/16