

(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 02 F 3/00	(2006.01) F 02 F 3/00 K
F 16 J 1/04	(2006.01) F 02 F 3/00 Z
F 16 J 1/16	(2006.01) F 02 F 3/00 L
	F 16 J 1/04
	F 16 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  
 斯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關  
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。

10

20

30

40

50

**【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ー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。

10

**【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。

20

**【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。

30

**【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】**

40

**【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。

50

## 【0009】

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】

## 【0010】

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探った。

## 【0011】

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。

10

## 【0012】

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。

## 【0013】

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よりも大きいことが好適である。

20

## 【0014】

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。

30

## 【0015】

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

40

50

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】

10

本発明によれば、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」

20

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対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に面する一対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。

30

【0021】

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。

40

【0022】

一対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

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ト牽引部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ト牽引部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ト牽引部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。各スカート牽引部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)へ張り出してあり、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)各スカート牽引部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、各スカート牽引部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(各スカート牽引部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ト牽引部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ト牽引部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ト牽引部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、及びスカート牽引部42における連結部45との連結部位は、中央部16c, 42cから若干ずれてもかまわない。

30

【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

40

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 に対して締まり嵌めになるのを抑制する方向に作用する。10

#### 【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 100 μm 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）が大きいことがわかる。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。20

#### 【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。30

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

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る、ピストンスカート部16がシリングダ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がシリングダ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。  
10

【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（シリングダ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θ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θ'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θ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θ'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）θ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θ'よりも大きい（θ > θ'）。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。  
30  
40

【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  
50

リ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って、各ピストンスカート部16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における平板状部材42d, 42e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42における平板状部材42d, 42e同士の成す角度については、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における平板状部材42d, 42e同士の成す角度を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。

#### 【0037】

さらに、本実施形態では、スカート牽引部42における平板状部材42d, 42e同士の成す角度を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大きくすることで、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。

#### 【0038】

以上の実施形態では、ピストンヘッド部14とピストンスカート部16との間にスリット孔24が形成されたピストン12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14とピストンスカート部16との間にスリット孔24が形成されていないピストン12に対しても本発明を適用することができる。

#### 【0039】

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。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0040】

【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。

【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に部材66の中央部66c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

10

20

30

40

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12】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13】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14】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15】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16】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。

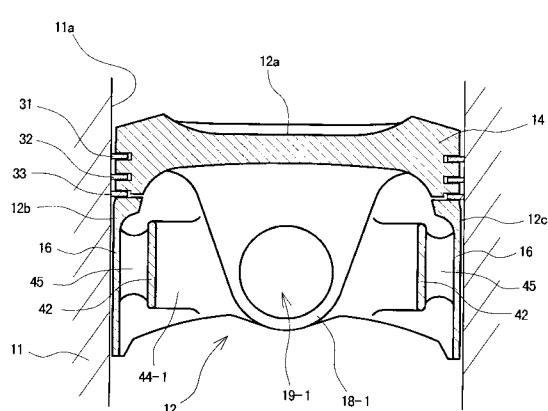
## 【 符号の説明 】

[ 0 0 4 1 ]

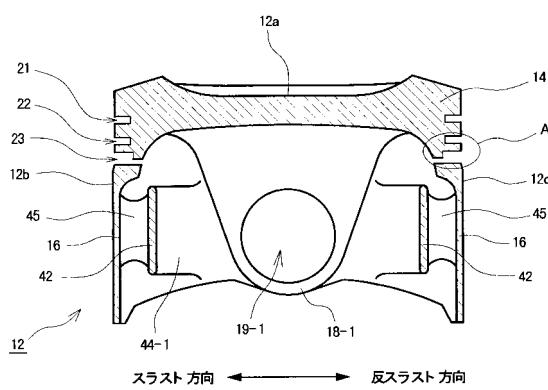
11 シリンダ、12 ピストン、12a ピストン頂面、14 ピストンヘッド部、  
16 ピストンスカート部、18-1, 18-2 ピストンピンボス部、19-1, 19-2 ピストンピン孔、21 トップリング溝、22 セカンドリング溝、23 オイルリング溝、24 スリット孔、31 トップリング、32 セカンドリング、33 オイルリング、42 スカート牽引部、44-1, 44-2 側壁部、45 連結部。

10

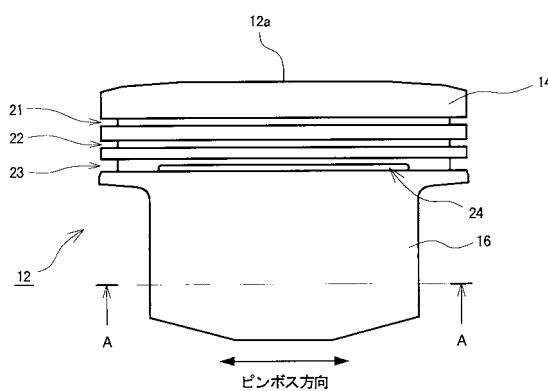
〔 図 1 〕



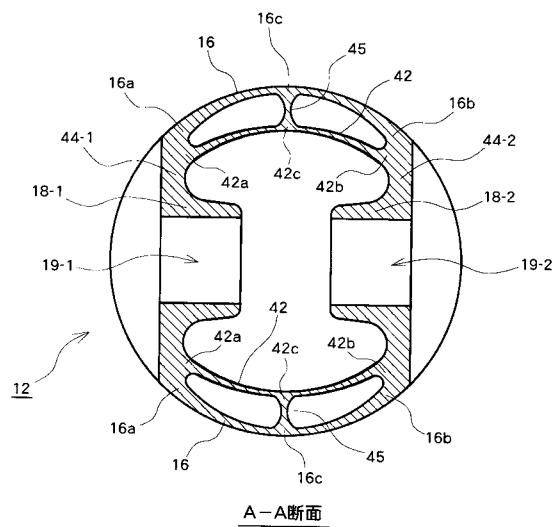
( 2 )



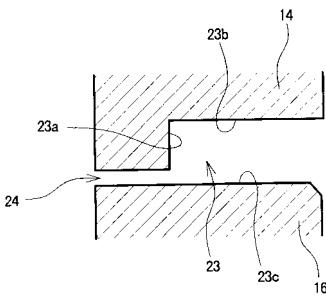
【図3】



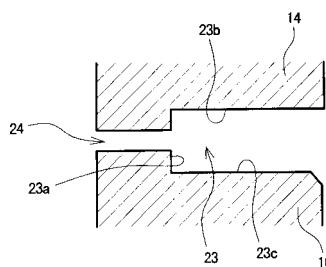
【図4】



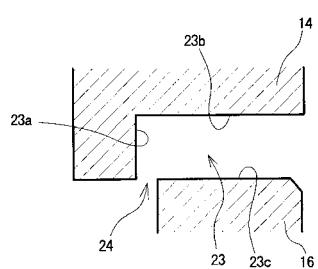
【図5】



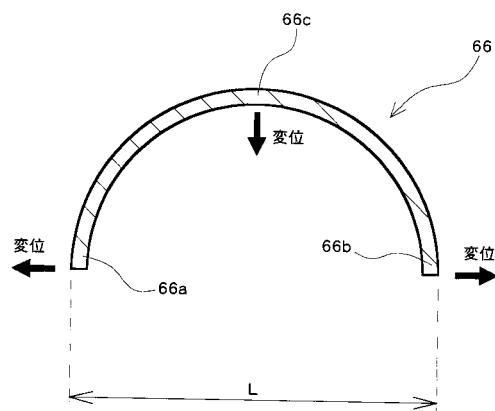
【図6】



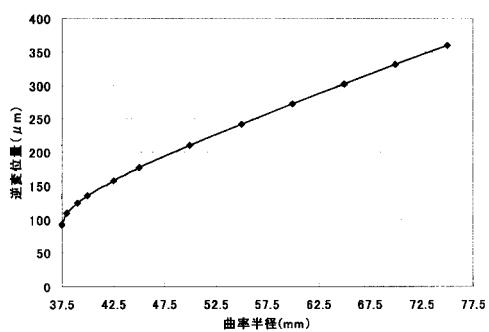
【図7】



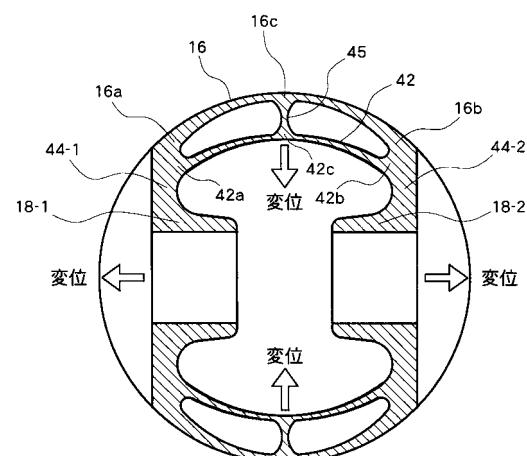
【図8】



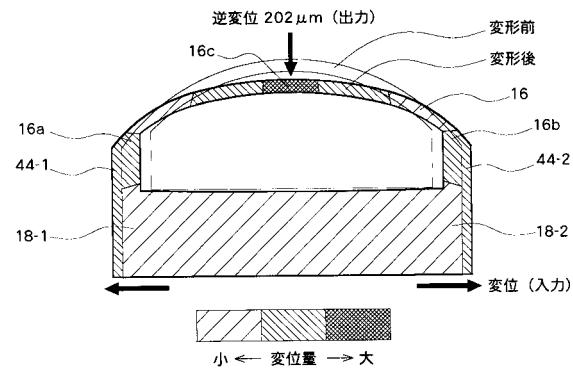
【図9】



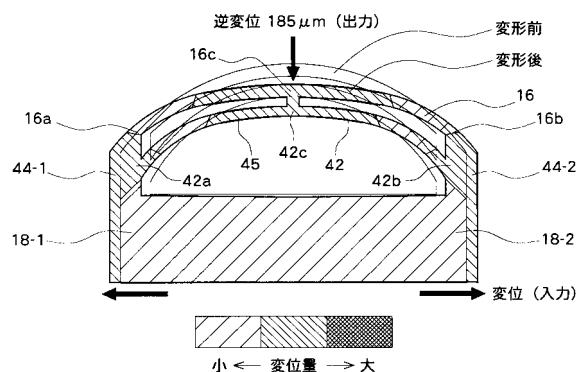
【図10】



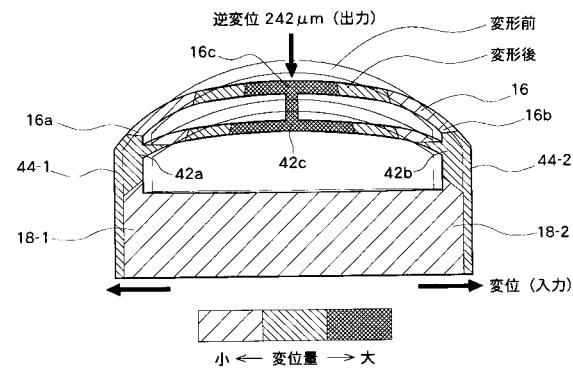
【図11】



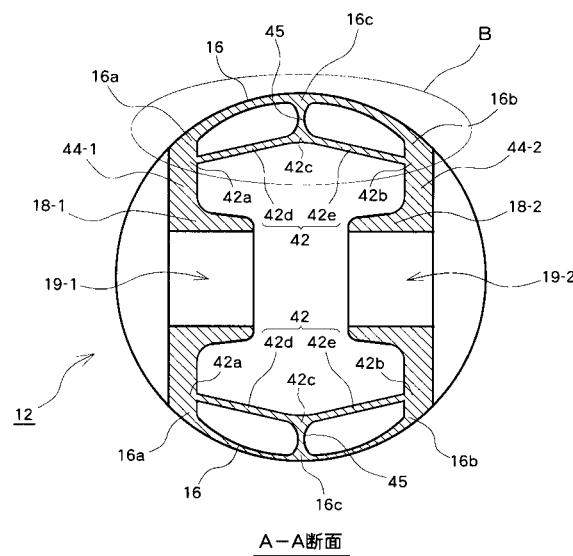
【図13】



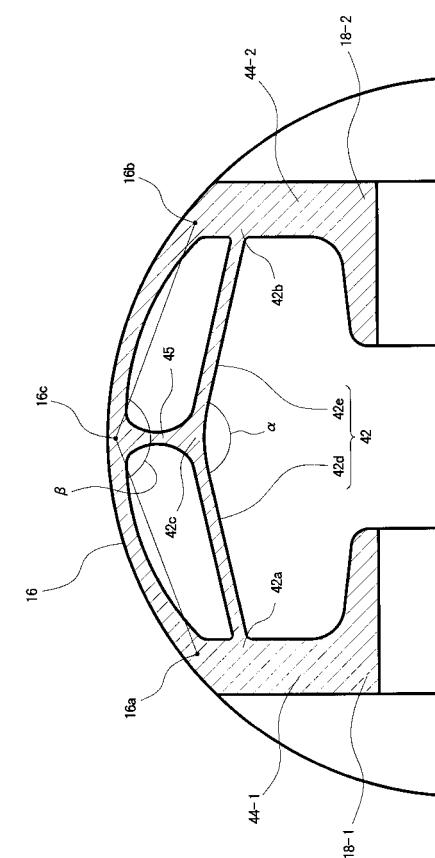
【図12】



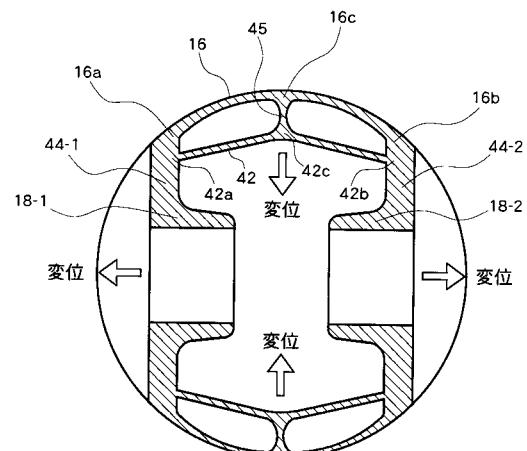
【図14】



【図15】



【図 1 6】



---

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)

F 02 F	3 / 00
F 16 J	1 / 04
F 16 J	1 / 16