

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2015-209804

(P2015-209804A)

(43) 公開日 平成27年11月24日(2015.11.24)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
<b>FO2F 3/00 (2006.01)</b>	FO2F 3/00 G	
<b>C25D 11/18 (2006.01)</b>	C25D 11/18 301Z	
<b>FO2B 77/11 (2006.01)</b>	C25D 11/18 301B	
<b>FO2F 3/10 (2006.01)</b>	FO2B 77/11 A	
<b>FO2F 3/14 (2006.01)</b>	FO2F 3/10 B	

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 8 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2014-91239 (P2014-91239)  
 (22) 出願日 平成26年4月25日 (2014.4.25)

(71) 出願人 000003207  
 トヨタ自動車株式会社  
 愛知県豊田市トヨタ町1番地  
 (74) 代理人 100106150  
 弁理士 高橋 英樹  
 (74) 代理人 100082175  
 弁理士 高田 守  
 (74) 代理人 100113011  
 弁理士 大西 秀和  
 (72) 発明者 立野 学  
 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

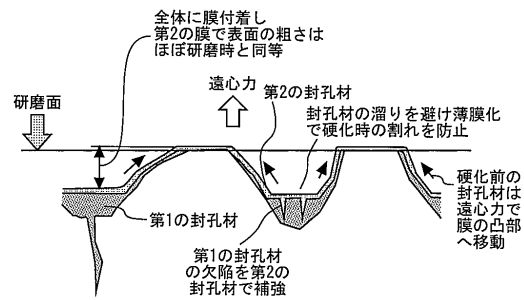
(54) 【発明の名称】 ピストン頂面皮膜方法

(57) 【要約】

【課題】 内燃機関の燃焼室の壁面を構成する部材に断熱膜を形成するに際してコストの増加を防止するピストン頂面皮膜方法を提供する。

【解決手段】 ピストン頂面に陽極酸化処理を施しアルマイト皮膜を形成し、アルマイト皮膜の表面を封孔材で封孔する方法であって、アルマイト皮膜に向かう方向に力が作用する雰囲気下で第1の封孔材を塗布し、第1の封孔材を研磨し、アルマイト皮膜から離れる方向に力が作用する雰囲気下で第2の封孔材を塗布することを特徴とする。

【選択図】 図7



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

ピストン頂面に陽極酸化処理を施しアルマイト皮膜を形成し、前記アルマイト皮膜の表面を封孔材で封孔する方法であって、

前記アルマイト皮膜に向かう方向に力が作用する雰囲気下で第 1 の封孔材を塗布し、  
前記第 1 の封孔材を研磨し、

前記アルマイト皮膜から離れる方向に力が作用する雰囲気下で第 2 の封孔材を塗布することを特徴とするピストン頂面皮膜方法。

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】**

10

**【0001】**

この発明は、ピストン頂面皮膜方法に関する。

**【背景技術】****【0002】**

従来、内燃機関の燃焼室の壁面を構成する部材に断熱膜を形成する技術が知られている。例えば、特許文献 1 には、アルミニウムやその合金を母材とするピストンの頂面にアルマイト皮膜を形成する技術が開示されている。この技術では、形成したアルマイト皮膜の表面が断熱性のある封孔材で皮膜される。そして、アルマイト皮膜に塗布した封孔材の表面が平滑になるように研磨される。

**【先行技術文献】**

20

**【特許文献】****【0003】**

【特許文献 1】特開 2012 - 072745 号公報

**【発明の概要】****【発明が解決しようとする課題】****【0004】**

しかしながら、特許文献 1 の技術において、封孔材を研磨する際にアルマイト皮膜が露出する可能性がある。このため、アルマイト皮膜が露出しないように封孔材を厚く塗布する必要が生じる。この結果、断熱膜の断熱性能および信頼性低下、封孔材にかかるコストが増加してしまう。

30

**【0005】**

この発明は、上述のような課題を解決するためになされたもので、内燃機関の燃焼室の壁面を構成する部材に断熱膜を形成するに際して断熱膜の断熱性能および信頼性低下、コストの増加を防止するピストン頂面皮膜方法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】****【0006】**

第 1 の発明は、上記の目的を達成するため、ピストン頂面皮膜方法であって、

ピストン頂面に陽極酸化処理を施しアルマイト皮膜を形成し、前記アルマイト皮膜の表面を封孔材で封孔する方法であって、

前記アルマイト皮膜に向かう方向に力が作用する雰囲気下で第 1 の封孔材を塗布し、  
前記第 1 の封孔材を研磨し、

40

前記アルマイト皮膜から離れる方向に力が作用する雰囲気下で第 2 の封孔材を塗布することを特徴とする。

**【発明の効果】****【0007】**

第 1 の発明によれば、封孔材が陽極酸化皮膜の凹部に溜まらないため、封孔材の硬化後のヒビや欠陥が生じることを防止することができる。さらに、第 2 の封孔材が陽極酸化皮膜の凸部に移動するため、露出したアルマイト皮膜を第 2 の封孔材で覆うことができる。これにより、燃焼ガスがアルマイト皮膜に侵入することを防止することができる。この結果、燃焼ガスによるアルマイト皮膜の破壊を防止することができる。また、第 2 の封孔材

50

が露出したアルマイト皮膜の空孔内に入り込むことで、アルマイト皮膜の強度を向上させる。

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】断熱膜について説明するための図である。

【図2】研磨前の断熱膜について表した図である。

【図3】研磨後の断熱膜について表した図である。

【図4】第1の封孔材硬化後のヒビ及び欠陥について表した図である。

【図5】実施の形態1において、ピストンの頂面に第2の封孔材を塗布する方法について説明するための図である。

10

【図6】実施の形態1において、ピストンを回転させている様子を説明するための図である。

【図7】実施の形態1の方法で形成された断熱膜を表した図である。

【図8】実施の形態2において、第2の封孔材の塗布について説明するための図である。

【図9】実施の形態2において、第2の封孔材の塗布について説明するための図である。

【図10】実施の形態2の方法で形成された断熱膜を表した図である。

【発明を実施するための形態】

【0009】

実施の形態1

以下、内燃機関のピストンの頂面に形成される断熱膜について、図1を参照して説明する。

20

【0010】

図1は、断熱膜について説明するための図である。図1には、アルミが母材であるピストンの表面に膜厚で70~200 $\mu$ mの断熱膜が形成されている様子が表されている。

【0011】

断熱膜は、セラミック系断熱材と比較して、低熱伝導率及び低熱容量である。断熱膜は、高断熱、ガス温度に追従して断熱効果を得ることを目的として形成される。断熱膜は、セラミック系断熱材のように常に燃焼室壁温を高温に保ち燃焼室ガス温度を高温に保つ断熱と違い、エンジンのサイクル間でのガス温度に追従させ瞬時の燃焼による高温を断熱できる。

30

【0012】

断熱膜は、アルマイト皮膜と封孔材とから構成されている。アルマイト皮膜は、ピストンの母材であるアルミニウム合金を陽極酸化処理することにより形成される多孔質皮膜である。

【0013】

封孔材は、アルマイト皮膜の内部への燃焼ガス及び燃料の侵入を抑制し、断熱膜の断熱性が損なわれることを防止する目的で設けられるものである。封孔材としては、塗布硬化後、シリカ等の耐熱性のある材質が主成分として作用する材料（好ましくはポリシラザン又は、ポリシロキサン）が用いられる。封孔材を塗布することで、断熱膜の強度を向上させることができる。このように、封孔材は、断熱膜のもつ性能を維持し、断熱膜の信頼性を向上させるために塗布されている。

40

【0014】

また、封孔材は、アルマイト皮膜に含浸させることを重視し、アルマイト皮膜の表面及びアルマイト皮膜内部空孔表面を数 $\mu$ mで皮膜する。このように数 $\mu$ mの薄さで皮膜することで、熱容量を低減することができる。さらに、封孔材は、アルマイト皮膜のポーラス孔の穴を封止する。また、断熱膜には、アルマイト皮膜の形成時のヒビ、空孔が存在する。このヒビ、空孔が封孔材によって埋められることで、燃焼ガスの侵入を防止し、同時に断熱膜が強化される。さらに、封孔材を塗布することで、アルマイト皮膜の熱疲労を防止することができる。

【0015】

50

ところで、断熱膜は、燃焼ガスの流動や燃焼ガスの混合を妨げないように、表面が平滑であることが望ましい。ところが、断熱膜は、その生成上、母材のシリコン量、電解液の冷却、循環により、表面粗さがピストンのアルミ母材より悪化する。このため、封孔材が塗布された後の断熱膜は、面粗度の改善のため、数 $\mu\text{m}$ から数十 $\mu\text{m}$ の研磨が行われる。断熱膜の研磨について、図2及び図3を参照して説明する。

【0016】

図2は、研磨前の断熱膜について表した図である。研磨前の断熱膜の表面には、数十 $\mu\text{m}$ の高低差の凹凸が生じている。また、断熱膜の凹部において、封孔材であるポリシラザンが堆積している箇所がある。なお、本明細書において、図2に示されるような研磨前の断熱膜に塗布された封孔材を第1の封孔材と称する。

10

【0017】

図3は、研磨後の断熱膜について表した図である。研磨後の断熱膜は、研磨前の断熱膜に比べて、凹凸の高低差が数 $\mu\text{m}$ まで減少している。このように、断熱膜を研磨することで、表面の粗度を改善することができる。

【0018】

しかしながら、図3に示すように、断熱膜の表面を研磨して第1の封孔材を除去することで、アルマイト皮膜が露出することがある。このため、アルマイト皮膜に燃焼ガスが侵入し、アルマイト皮膜が破壊されることがある。

【0019】

また、図3に示すように、研磨後の断熱膜には、凹部に第1の封孔材が堆積している箇所が存在する。第1の封孔材が堆積している箇所が存在すると、第1の封孔材硬化後にヒビや欠陥が生じる。図4は、第1の封孔材硬化後のヒビ及び欠陥について表した図である。図4に示すような第1の封孔材のヒビや欠陥が生じると、断熱膜の表面の粗度が悪化する。

20

【0020】

上記のアルマイト皮膜の露出及び封孔材硬化後の欠陥を防止するために第1の封孔材を厚塗りすると、第1の封孔材にかかるコストが増加してしまう。また、第1の封孔材に断熱性を持たせるのは、材料、工法ともに高価である。

【0021】

そこで、実施の形態1では、まず、ピストンの頂面に形成されたアルマイト皮膜に第1の封孔材が塗布される。次に、第1の封孔材が塗布された断熱膜の表面が研磨される。そして、研磨後の断熱膜の表面に再度封孔材を塗布する。本明細書において、研磨後の断熱膜に再度塗布される封孔材を第2の封孔材と称する。以下、第2の封孔材の塗布について、図5及び図6を参照して説明する。

30

【0022】

図5は、実施の形態1において、ピストンの頂面に第2の封孔材を塗布する方法について説明するための図である。図5には、ピストンの頂面に向けて第2の封孔材がスプレーの噴霧によって塗布される様子が示されている。

【0023】

図6は、実施の形態1において、ピストンを回転させている様子を説明するための図である。図6に示すように、研磨後の断熱膜に第2の封孔材を塗布した後、ピストンの頂面を外側に向けた状態でピストンを回転させる。これにより、遠心力で硬化前の第2の封孔材を凹部から凸部に移動させることができる。さらに、回転させることで断熱膜の表層の空気が入替わり、乾燥が促進される。なお、ピストンを回転させる際に過熱することで、封孔材の溶媒の揮発が促進され、硬化にかかる時間を短縮することができる。

40

【0024】

図7は、実施の形態1の方法で形成された断熱膜を表した図である。図7には、第1の封孔材の表面に均一に第2の封孔材が塗布されている様子が示されている。第2の封孔材塗布後の断熱膜の表面の粗さは、第1の封孔材塗布後に研磨された断熱膜とほぼ同等である。

50

## 【 0 0 2 5 】

図7の矢印は、第2の封孔材を塗布した後にピストンを回転させたときの封孔材の流れを示している。図7の矢印が示すように、凹部に塗布された封孔材は、遠心力によって凸部に移動する。第2の封孔材がこのように移動することで、封孔材が凹部に溜まらないため、封孔材の硬化後のヒビや欠陥が生じることを防止することができる。

## 【 0 0 2 6 】

さらに、第2の封孔材が凸部に移動するため、露出したアルマイト皮膜を第2の封孔材で覆うことができる。これにより、燃焼ガスがアルマイト皮膜に侵入することを防止することができる。この結果、燃焼ガスによるアルマイト皮膜の破壊を防止することができる。また、第2の封孔材が露出したアルマイト皮膜の空孔内に入り込むことで、アルマイト皮膜の強度を向上させる。

10

## 【 0 0 2 7 】

実施の形態2 .

実施の形態2は、第2の封孔材塗布後に、ピストンの向きを変えることで実施の形態1と同様に断熱膜の表面に第2の封孔材を均一に塗布することを目的とする。以下、実施の形態2における封孔材を塗布する手法について、図8及び図9を参照して説明する。

## 【 0 0 2 8 】

図8は、実施の形態2において、第2の封孔材の塗布について説明するための図である。図8には、ピストンの頂面に向けて第2の封孔材が塗布される様子が示されている。図9は、実施の形態2において、第2の封孔材の塗布について説明するための図である。図9には、第2の封孔材を塗布した後、ピストンが反転された状態が示されている。このように、実施の形態2では、ピストンに第2の封孔材を塗布した後、ピストンを反転させ第2の封孔材を移動させる手法を採用している。以下、実施の形態2の手法によって形成された断熱膜について、図10を参照して説明する。

20

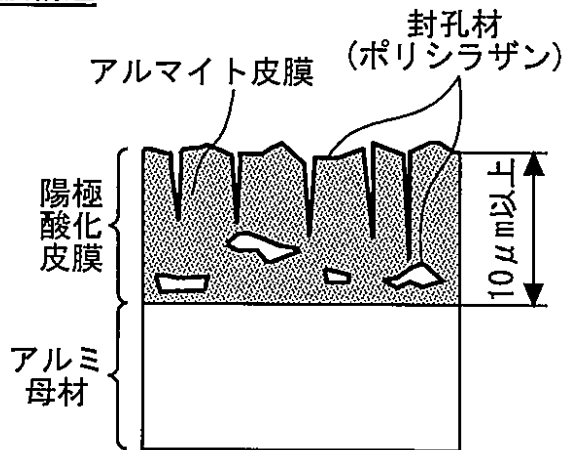
## 【 0 0 2 9 】

図10は、実施の形態2の方法で形成された断熱膜を表した図である。図10に示すように、第2の封孔材塗布後にピストンを反転させることで、第2の封孔材が重力によって凸部に移動する。これにより、実施の形態1と同様に、露出したアルマイト皮膜に第2の封孔材を塗布することができる。さらに、断熱膜の凹部に堆積していた第2の封孔材が重力によって凸部に移動するため、凹部に第2の封孔材が堆積しない。このため、封孔材硬化後のヒビや欠陥が発生することを防止することができる。

30

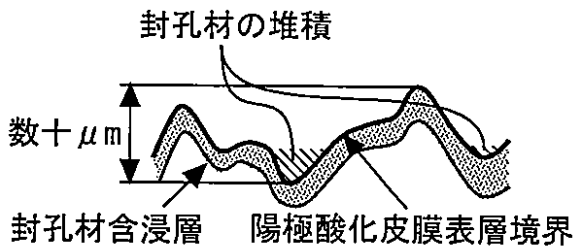
【図1】

膜構造

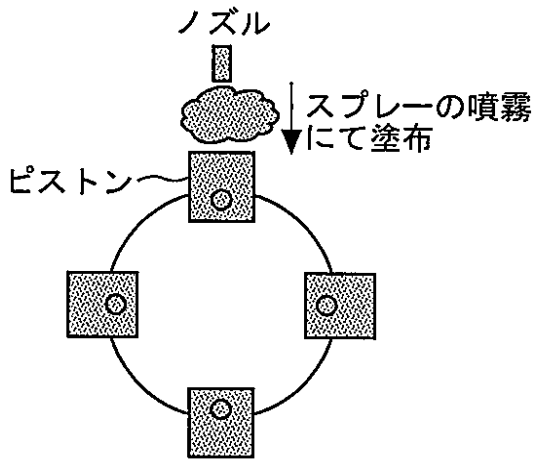


【図2】

研磨前

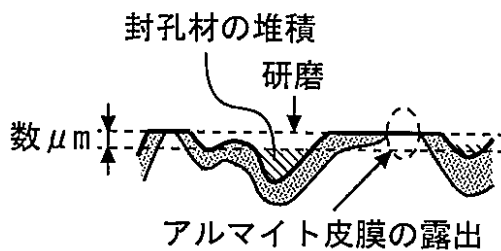


【図5】

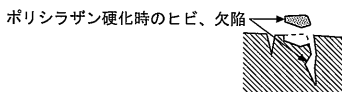


【図3】

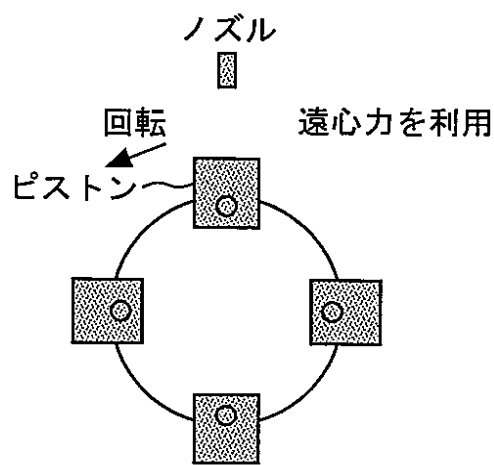
研磨後



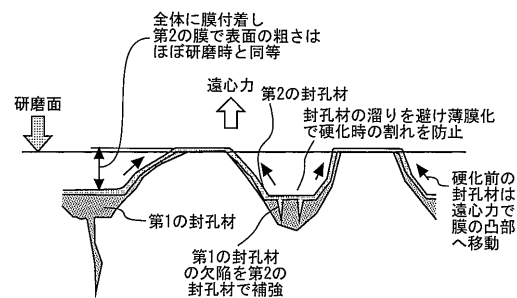
【図4】



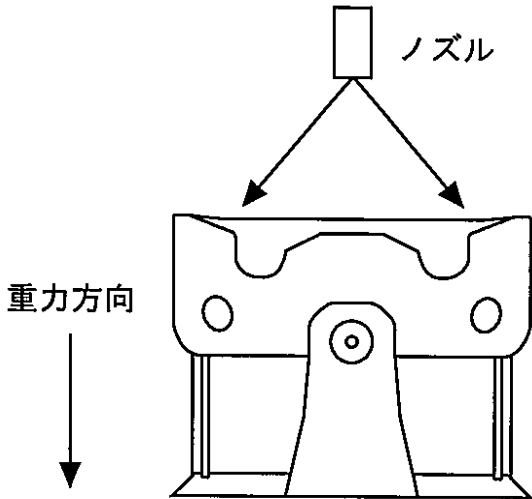
【図6】



【図7】

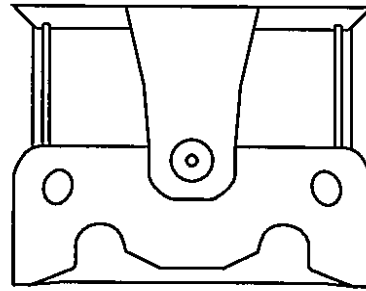


【 図 8 】

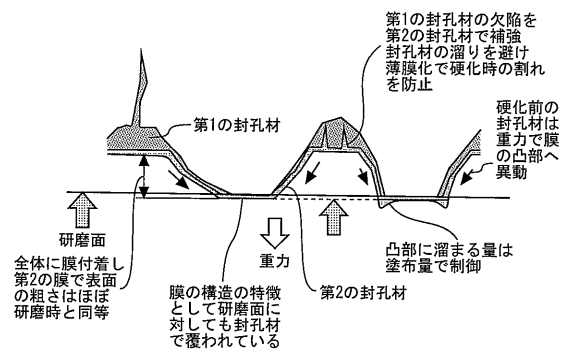


【 図 9 】

ピストン反転



【 図 10 】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.

F I

テーマコード(参考)

F 0 2 F 3/14