

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6006276号
(P6006276)

(45) 発行日 平成28年10月12日 (2016. 10. 12)

(24) 登録日 平成28年9月16日 (2016. 9. 16)

(51) Int. Cl.	F 1
FO2B 23/08 (2006.01)	FO2B 23/08 D
FO2F 3/00 (2006.01)	FO2F 3/00 R
FO2F 3/28 (2006.01)	FO2F 3/28 B
FO2B 23/10 (2006.01)	FO2B 23/08 V
	FO2B 23/10 310G

請求項の数 4 (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2014-221721 (P2014-221721)
 (22) 出願日 平成26年10月30日 (2014. 10. 30)
 (65) 公開番号 特開2016-89651 (P2016-89651A)
 (43) 公開日 平成28年5月23日 (2016. 5. 23)
 審査請求日 平成28年2月26日 (2016. 2. 26)

(73) 特許権者 000005326
 本田技研工業株式会社
 東京都港区南青山二丁目1番1号
 (74) 代理人 110001379
 特許業務法人 大島特許事務所
 (72) 発明者 佐藤 義久
 埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会
 社本田技術研究所内
 (72) 発明者 松浦 勝也
 埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会
 社本田技術研究所内
 (72) 発明者 藤井 徳明
 埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会
 社本田技術研究所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 内燃機関

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

シリンダブロックに形成されたシリンダ内を往復動するピストンとシリンダヘッドとの間に燃焼室が画成された内燃機関であって、

前記ピストンの頂面が全体として平坦面に形成され、

前記燃焼室が、前記シリンダヘッドに形成された2つの傾斜面と、前記傾斜面のそれぞれの下縁から前記ピストンの径方向に前記ピストンの頂面と平行に前記シリンダヘッドに形成され、前記ピストンが上死点に達するときにスキッシュを生じさせる隙間を前記ピストンとの間に形成する平行面からなる2つのスキッシュ部とを有し、

前記ピストンの頂面の周縁部の1または2箇所に、前記ピストンの径方向における前記スキッシュ部の最大長さ以下の幅を有して前記ピストンの周方向に所定の角度範囲に亘って円弧状に延在し、周方向の両側に端部を有する細長形状の凹部が設けられていることを特徴とする内燃機関。

【請求項2】

前記凹部が、前記ピストンの上面視で前記ピストンの周方向において前記スキッシュ部に重なる部分に設けられていることを特徴とする請求項1に記載の内燃機関。

【請求項3】

当該内燃機関が直列に配設された複数の前記シリンダを有する多気筒内燃機関であり、前記凹部が、隣接するシリンダ側に設けられていることを特徴とする請求項1に記載の内燃機関。

10

20

【請求項 4】

前記凹部の前記ピストンの頂面に至る部分が、前記ピストンの軸線方向に向けて拡開していることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 3 のいずれかに記載の内燃機関。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、内燃機関に関するものである。

【背景技術】

【0002】

シリンダブロックに形成されたシリンダ内にピストンが往復動し、シリンダブロックの上面に配設されたシリンダヘッドとピストンとの間に燃焼室が画成された火花点火式内燃機関では、燃焼室内で圧縮された混合気が点火プラグの火花放電により点火されると火炎核が生じ、その火炎核から火炎が燃焼室内を伝わっていく。

10

【0003】

一方、圧縮工程における圧縮や燃焼ガスの膨脹による圧縮によって混合気の温度は上昇するため、点火プラグから遠い場所にある未燃焼の混合気（エンドガス）は火炎が到達する前に自己着火して、ノッキングが生じる場合がある。ノッキングを抑制するためには、火炎が到達する前にエンドガスが自己着火しないようにするとよく、ノッキングを抑制するための種々の技術が提案されている。

【0004】

20

例えば、圧縮行程における混合気の温度上昇を抑制するべく、ピストンに冷却構造を設けたものがある（特許文献 1 参照）。また、火炎帯の前方に生成する未燃混合気の膨脹流に乱れを生じさせることにより火炎伝播速度（火炎が未燃混合気の中を伝わる速度）を増大させるべく、ピストンの頂面の周縁部に円環形状の突起を設けたものがある（特許文献 2 参照）。また、燃焼早期に燃焼室外周縁部で十分な燃焼を行わせるべく、燃焼室の周縁部の対称位置に周方向に開口する噴孔を備えた副室をそれぞれ設け、噴孔を介することにより副室内に向かう強い流れを生じさせることにより、副室内に流入する高温の混合気を自己着火させ、それにより噴孔から燃焼室内へ火炎が噴出されるようにしたものがある（特許文献 3 参照）。

【0005】

30

一方、ノッキングを生じさせる原因として燃焼室の周縁部に付着したカーボンが火種となることがある。燃焼室の周縁部へのカーボンの付着は、シリンダ内周面に付着した潤滑油がピストンによりかき上げられることにより生じることから、シリンダ内周面に付着した潤滑油がかき上げられるのを抑制するべく、ピストンのトップランド部に溝とランドとを設け、ピストンの傾きをランドで抑え、潤滑油のかき上げを溝により抑制するようにしたものがある（特許文献 4 参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献 1】特開 2006 - 152879 号公報

40

【特許文献 2】特開平 10 - 306726 号公報

【特許文献 3】特開平 7 - 269349 号公報

【特許文献 4】実開昭 62 - 122154 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

しかしながら、特許文献 1 に記載された技術では、ピストンに設けた冷却通路に冷媒を封入するという複雑な構造であり、製造コストが高騰化するという問題がある。また、特許文献 2 のものでは、ピストンの頂面に突起を設けることから、突起の突出量が大きい場合には対向する燃焼室の上面側（シリンダヘッド側）に逃げを形成する必要が生じる等、

50

個々の内燃機関に応じて大幅な設計変更を行うという煩雑さが増大するという問題がある。また、特許文献3のものにおいても、燃焼室に副室を設け、副室と燃焼室とを連通する噴孔を設けるといった複雑な構造であり、製造コストが高騰化するという問題がある。また、特許文献4のものでは、溝とランドとがピストンの全周に亘って交互に配置されているため、溝の大きさによっては圧縮比の低下を招き、その場合には別途対策を施す必要がある等、設計が煩雑化するという問題がある。

【0008】

本発明は、以上の背景に鑑み、簡単な構造で、内燃機関のノッキングを抑制することを課題とする。

【課題を解決するための手段】

10

【0009】

上記課題を解決するために、本発明は、シリンダブロック(1)に形成されたシリンダ(4)内を往復動するピストン(3)とシリンダヘッド(2)との間に燃焼室(5)が形成された内燃機関であって、前記ピストンの頂面(3a)の周縁部の1または2箇所に、周方向に延在する細長の凹部(11)が設けられていることを特徴とする。

【0010】

この構成によれば、ピストン周縁部において凹部を設けた部分の表面積が増大するため、その部分の冷却性が向上し、ノッキングを抑制することができる。その凹部を設ける箇所を1または2箇所に限定することにより、凹部を設けたことによる圧縮比の低下および熱損失の増加を抑制することができる。

20

【0011】

また、前記燃焼室(5)が、前記ピストンの頂面の周縁部との間にスキッシュを生じさせるスキッシュ部(9)を有する形状に形成され、前記凹部(11)が、前記スキッシュ部に対応する部分に設けられているとよい。

【0012】

これによれば、ノッキングが生じやすいピストン周縁部から燃焼室中央側へ向かうスキッシュ流が生じ、火炎が到達する前に高温になる虞のあるピストン周縁部に対してスキッシュ流により冷却することができると共に、スキッシュ部に凹部を設けることから、より一層ノッキングが生じることを抑制することができる。

【0013】

また、前記凹部(11)が、隣接するシリンダ(4)側に設けられているとよい。これによれば、複数の気筒が直列に配設された内燃機関において、コンパクト化のために気筒間を狭め、気筒間のウォータジャケットが省略された場合には、燃焼室のクランク軸の軸線方向における冷却性が低下するため、その部分に凹部を設けて冷却性が向上することにより、ノッキングを抑制することができる。

30

【0014】

また、前記凹部の前記ピストンの頂面に至る部分(3c・3d)が、前記ピストンの軸線方向に向けて拡開しているとよい。これによれば、凹部内で圧縮されたガスが凹部から流出し易くなり、凹部内に高圧ガスが生じることを抑制でき、ノッキングを抑制し得る。

【発明の効果】

40

【0015】

このように本発明によれば、簡単な構造で、凹部を設けたことによる圧縮比の低下および熱損失の増加を抑制し、内燃機関のノッキングを抑制することができる。

【図面の簡単な説明】

【0016】

【図1】本発明が適用された内燃機関の要部を示す側断面図

【図2】図1のII-II線に沿う面で矢印方向に見たピストンの上面図

【図3】凹部の断面形状を示す要部拡大側断面図

【図4】ノック頻度を示す図

【図5】凹部の他の配置例を示すシリンダブロックの上面図

50

【図6】凹部の他の断面形状を示す図3に対応する図

【発明を実施するための形態】

【0017】

以下、本発明の実施の形態を、図面を参照しながら説明する。

【0018】

図1は本発明が適用された内燃機関の要部を示す側断面図であり、図2は図1のII-II線に沿う面で矢印方向に見たピストンの上面図である。図1において、シリンダブロック1の上面にシリンダヘッド2が固設されている。シリンダブロック1には、ピストン3を図における上下方向に往復動自在に受容する円筒状のシリンダ4が形成されており、シリンダヘッド2には、シリンダ4の内周面及びピストン3の頂面3aとの間にペントルーフ型の燃焼室5を画成する2つの傾斜面4a・4bが形成されている。一方の傾斜面4aには吸気ポート6が開口し、他方の傾斜面4bには排気ポート7が開口しており、両ポート6・7は吸気及び排気バルブ(図示省略)によりそれぞれ開閉される。また、シリンダヘッド2には、両傾斜面4a・4bの間であって燃焼室5の中央となる位置に点火プラグ8が配設されている。なお、ピストン3の頂面3aは、部分的に例えば吸気及び排気バルブに対する逃げ等が設けられていてよいが、全体として平坦面に形成されている。

10

【0019】

点火プラグ8の点火により燃焼室5内の混合気が点火され、それにより点火プラグ8を中心に拡がる火炎伝播が発生するが、点火プラグ8から遠い場所にある未燃焼の混合気(エンドガス)が火炎の到達前に自己着火することによりロッキングが生じる。エンドガスが自己着火する1つの要因としては、火炎伝播により膨脹した燃焼ガスにより、点火プラグ8から遠い所にあるエンドガスが、ピストン3やシリンダ4の内周面に押し付けられて圧縮されると高温・高圧になり、その高温・高圧が限界を超えた場合がある。また、シリンダ4の内周面に付着した潤滑油がピストン3によりかき上げられ、かき上げられた潤滑油が燃焼によりカーボン化し、カーボンが堆積することにより火種となり、その火種によりエンドガスが高温になって自己着火する場合がある。

20

【0020】

上記したようなロッキングを抑制するためには、火炎が到達する前に燃焼室5内のエンドガスが自己着火することを防止するとよい。そのための対策の一つとして、エンドガスが自己着火する前に火炎がエンドガスに到達するように、火炎伝播の距離を短くするために燃焼室5の形状をペントルーフ型にする。ペントルーフ型の場合には点火プラグ8は燃焼室5の略中央に配置される。

30

【0021】

また、エンドガスの自己着火を防止するには、その自己着火温度に達するまでの時間を長引かせるために、エンドガスの温度上昇を抑えるとよい。そのための対策の一つとして、点火プラグ8から遠い部分となる燃焼室5の周縁部にスキッシュを生じさせるスキッシュ部9を設ける。スキッシュ部9は公知の構造であってよい。本実施形態では、燃焼室5の周縁部分であって吸気ポート6側及び排気ポート7側のそれぞれにおいて、シリンダヘッド2側に、ピストン3の頂面3aの周縁部に対して平行な面が形成されている。それにより、ピストン3が上死点に達するときに頂面3aとシリンダヘッド2の平行面との間に狭い隙間が生じ、燃焼室5の周縁部から中央側に向けて流れるスキッシュが生じる。そのようなスキッシュの流れが、混合気を攪拌し、火炎伝播速度を高めるように作用する上、燃焼室5の周縁部におけるエンドガスの温度上昇を抑制することができる。

40

【0022】

さらに、ピストン3には、その頂面3aの周縁部に開口し、上面視で周方向に延在する細長の凹部11が設けられている。図示例の凹部11は、ピストン3のトップランド3bに対しても開口しており、図3に示されるように、ピストン3の径方向を幅Wとし、ピストン3の軸線方向を深さDとした場合に、幅Wと深さDとが略同一長さの矩形断面形状に形成されていてよい。なお、幅Wは、スキッシュ部9のピストン3の径方向の最大長さの範囲内であるとよい。深さDは、トップランド3bのピストン3の軸線方向長さの範囲内

50

となる。

【 0 0 2 3 】

このように凹部 1 1 を設けることにより、凹部 1 1 により表面積が増大するため、ピストン 3 の周縁部における凹部 1 1 を設けた部分の冷却性を向上することができ、凹部 1 1 近傍のエンドガスの温度上昇が抑制される。凹部 1 1 は、ピストン 3 の頂面 3 a が平坦面であるとした場合にエンドガスが自己着火する虞のある部分のみに設けるとよく、ピストン 3 の全周に亘って設ける必要はない。これにより、凹部 1 1 を設けることにより圧縮比が低減する影響を抑制することができ、従来の内燃機関に対しても、ピストン 3 以外の設計変更を特にすることなく本発明を適用し得る。

【 0 0 2 4 】

次に、凹部 1 1 を設ける箇所の好適例を説明する。

【 0 0 2 5 】

燃焼室 5 の周縁部においてエンドガスの温度が高い部分として、排気ポート 7 の近傍がある。したがって、凹部 1 1 を排気ポート 7 側に設けるとよい。また、排気行程において燃焼室 5 内で生じるタンブルにより、高温ガスが排気ポート 7 の反対側の吸気ポート 6 側にも流れてくる。その場合には、吸気ポート 6 側に凹部 1 1 を設けるとよい。

【 0 0 2 6 】

また、図 1 及び図 2 は、吸気ポート 6 が設けられている吸気側 I N と、排気ポート 7 が設けられている排気側 E X との 2 箇所に凹部 1 1 を設けた例である。図 2 において吸気側 I N と排気側 E X とに二点鎖線で示される領域はスキッシュ部 9 である。凹部 1 1 は、ピストン 3 の軸芯周りに所定の角度範囲に亘って円弧状に設けられている。なお、凹部 1 1 の周方向に延在する角度範囲は、上限を 9 0 度とするとよいが、上記圧縮比に対する影響をできるだけ低減するべく、ノッキングを抑制し得る最少角度範囲にするとよい。

【 0 0 2 7 】

このように、凹部 1 1 を設ける箇所としては、吸気側 I N 及び排気側 E X のいずれか一方となる 1 箇所、または両方となる 2 箇所に設けるとよい。凹部 1 1 を設ける箇所の数及び大きさを限定することにより、凹部 1 1 を設けたことによる圧縮比の低減を最小限とすることができる。

【 0 0 2 8 】

なお、凹部 1 1 を吸気側 I N に設ける場合には、初期火炎の偏りと、スキッシュ流によりエンドガスの温度上昇が抑制される燃焼遅延箇所の発生とを考慮し、排気側 E X に設ける場合には、初期火炎の偏りと、スキッシュ流によるエンドガスの燃焼遅延箇所の発生と、排気バルブの高温化によるエンドガスの温度上昇とを考慮する。それぞれに応じて、凹部 1 1 の幅 W 及び深さ D と周方向の延在範囲（角度）とを設定する。

【 0 0 2 9 】

図 4 は、市販の小型車に搭載されている標準的な内燃機関を対象とし、図 1 及び図 2 に示されたように凹部 1 1 を設け、1 5 0 0 r p m で運転した場合のノック頻度を示すグラフである。図において、横軸は、燃焼質量割合が 5 0 % となるクランク角度（A T D C）であり、縦軸はノック頻度（%）である。また、凹部 1 1 を設けない場合、すなわちピストン 3 の頂面 3 a が平坦面の場合を二点鎖線で示し、凹部 1 1 の幅 W 及び深さ D を変えた 2 パターンとして、幅 W が 5 m m で深さ D が 5 m m の場合を実線で、幅 W が 1 0 m m で深さ D が 5 m m の場合を破線でそれぞれ示している。

【 0 0 3 0 】

また、点火時期を遅角させていった場合のノッキング頻度が 0 % になった点を、頂面 3 a が平坦面の場合を丸印で、凹部 1 1 の幅 W が 5 m m で深さ D が 5 m m の場合を三角印で、凹部 1 1 の幅 W が 1 0 m m で深さ D が 5 m m の場合を四角印でそれぞれ示す。ノッキング頻度が 0 % になる燃焼質量割合 5 0 % となるクランク角度が、頂面 3 a が平坦面の場合には 2 0 . 7 度であったものが、凹部 1 1 を設けかつその幅 W が 1 0 m m で深さ D が 5 m m の場合には 1 9 . 9 度と改善され、幅 W が 5 m m で深さ D が 5 m m の場合には 1 8 . 9 度と大幅に改善された。このように、凹部 1 1 を設けるといって簡単な構造で、ノッキング

10

20

30

40

50

が生じない点火時期範囲が拡大されるため、ノッキングの発生を容易に抑制することができる。

【0031】

図5は、複数の気筒が直列に配設されている多気筒内燃機関のシリンダブロック1の上面図である。図では3気筒の例を示す。なお、図の上側がタイミングベルト(T/B)側であり、下側がフライホイール(F/W)側である。また、図示例の内燃機関では、シリンダブロック1の気筒列方向長さを短くするために、シリンダ4間のウォータジャケットWが省略され、隣り合うシリンダ4間が狭められている。したがって、ウォータジャケットWは、シリンダ4列を全体として外囲するように設けられている。

【0032】

このように構成された内燃機関では、気筒列方向両端に位置するシリンダ4の外側部分(クランク軸の軸線C方向両端側)は、ウォータジャケットWにより外囲されることにより必要な冷却性が確保され得る。それに対して、シリンダ4が隣接する部分ではウォータジャケットWによる冷却性が低下する。したがって、クランク軸の軸線C方向一端となるタイミングベルト(T/B)側のピストン3には、隣接するシリンダ4に対する側(図の下側)のみに凹部11を設け、同様にクランク軸の軸線C方向他端となるフライホイール(F/W)側のピストン3には、隣接するシリンダ4に対する側(図の上側)のみに凹部11を設けるとよい。また、クランク軸の軸線C方向の両側にシリンダ4がそれぞれ隣接している図における中央のピストン3には、シリンダ4が隣接している部分の冷却性が低下することになるため、クランク軸の軸線C方向の両側となる部分にそれぞれ凹部11を設けるとよい。

【0033】

このように、凹部11を設ける箇所としては、クランク軸の軸線C方向となる両側のいずれか一方となる1箇所、または両側となる2箇所に設けるとよい。この場合も、上記と同様に凹部11を設ける箇所の数及び大きさを限定することにより、凹部11を設けたことによる圧縮比の低減を最小限とすることができる。

【0034】

なお、凹部11をクランク軸の軸線C方向側となる部分に設ける場合には、初期火炎の偏りの他に、タイミングベルト(T/B)またはフライホイール(F/W)方向への燃焼速度の遅れ(タンブルによる影響)と、上記したようなウォータジャケットWのレイアウトによる冷却性の違いとを考慮して、凹部11の幅W及び深さDと周方向の延在範囲(角度)とを設定する。

【0035】

なお、凹部11の断面形状は、図3に示した矩形に限られるものではない。図6に、他の断面形状の例を示す。なお、上記と同様の部分については同一の符号を付してその詳しい説明を省略する。この第2の実施形態の凹部11は、ピストン3の頂面3aに至る部分が頂面3aの中央に向けてピストン3の軸線方向に拡開するように形成されている。図では、凹部11におけるシリンダ4の内周面に対峙するように円弧状に延在する壁面の高さ方向(ピストン3の軸線方向となる凹部11の深さ方向)中間部から頂面3aの中央側に斜めに向かう斜面3cが形成されている。なお、凹部11の底面からピストン3の軸線方向かつ頂面3aの中央側に向かう斜面3dを設けてもよい(図の二点鎖線)。

【0036】

このように、凹部11がピストン3の軸線方向かつ頂面3aの中央に向けて拡開する断面を有する形状に形成されることにより、圧縮行程において凹部11内に圧縮されたエンドガスが、凹部11から流出し易くなるため、凹部11内で高圧・高温になることが抑制される。また、凹部11を設けた場合の圧縮比の低減を抑制しつつ表面積の増大を向上し得るため、表面積増大による冷却性も向上し得る。なお、凹部11の頂面3a側に拡開する部分の形状としては、斜面に限定されず、曲面であってもよい。

【0037】

以上、本発明を、その好適実施形態の実施例について説明したが、当業者であれば容易

10

20

30

40

50

に理解できるように、本発明はこのような実施例に限定されるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で適宜変更可能である。また、上記実施形態に示した構成要素は必ずしも全てが必須なものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない限りにおいて適宜取捨選択することが可能である。

【0038】

ノッキングの発生箇所は、燃焼室5内の混合気の流動による影響が大であり、その流動の変化に影響する主な要因は、バルブタイミング、吸排気ポートの形状、スキッシュ部9の位置がある。それに対して、本発明の対象とする内燃機関は、それらの仕様を変えるものではない。例えば、バルブタイミングに対しては特別に遅閉じ等を行うようにはせず、ポートの形状に対してもスワールに特化したりタンブルに特化したりせず、また、スキッシュ部9に対しても、ペントルフ型に対応して吸気側INと排気側EXとの2箇所に設け、特別に配置を変更していない。本発明は、このように特別にノッキング対策を施す仕様とせず、上述したようにピストン3の頂面3aを平坦面とした場合にノッキングの発生し易い位置のみに凹部11を設けるという簡単な構造でノッキングを抑制するものである。

10

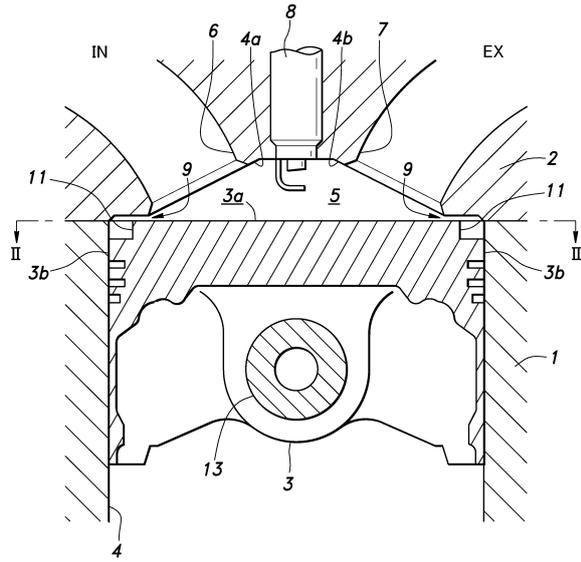
【符号の説明】

【0039】

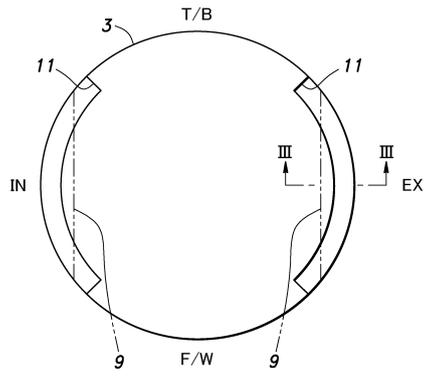
- 1 シリンダブロック
- 2 シリンダヘッド
- 3 ピストン
- 3 a 頂面
- 3 c・3 d 斜面（凹部のピストンの頂面に至る部分）
- 4 シリンダヘッド
- 5 燃焼室
- 9 スキッシュ部
- 11 凹部

20

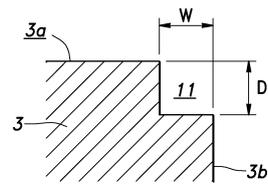
【図1】



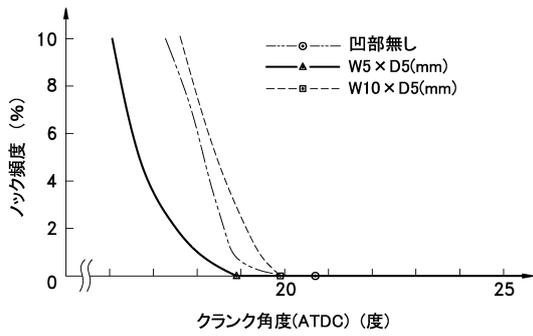
【図2】



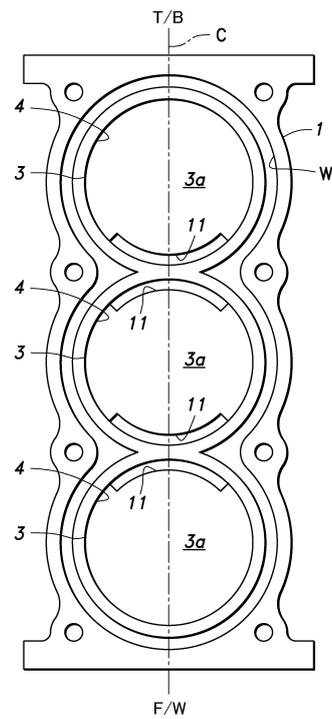
【図3】



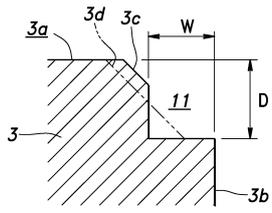
【図4】



【図5】



【 図 6 】



フロントページの続き

(72)発明者 園 比呂志

埼玉県比企郡小川町東小川1-12-1

審査官 木村 麻乃

(56)参考文献 特開2011-074836(JP,A)
特開2014-047733(JP,A)
特開2008-184930(JP,A)
特開2008-163823(JP,A)
特開平10-054245(JP,A)
実開昭63-132833(JP,U)
特開2007-002800(JP,A)
実開平03-095025(JP,U)
米国特許第05390634(US,A)
特開2000-282865(JP,A)
特開2007-239563(JP,A)
特開平9-137705(JP,A)
特開2006-183512(JP,A)
特開2012-021467(JP,A)
特開平11-218026(JP,A)
特開2007-009865(JP,A)
特開2004-084589(JP,A)
特開平11-210551(JP,A)
特開2006-152904(JP,A)
特開2012-017654(JP,A)
特開2011-169232(JP,A)
実開昭60-43129(JP,U)
特開2007-100547(JP,A)
特開2007-100549(JP,A)
特開2000-186557(JP,A)
特開平11-200945(JP,A)
特開2005-315166(JP,A)
特開昭52-77905(JP,A)
特開2014-234740(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F02F 3/00-3/28

F02B 23/08

F02B 23/10