

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5989048号
(P5989048)

(45) 発行日 平成28年9月7日(2016.9.7)

(24) 登録日 平成28年8月19日(2016.8.19)

(51) Int. Cl. F I
FO2F 1/42 (2006.01) FO2F 1/42 B
FO1N 13/10 (2010.01) FO2F 1/42 K
 FO1N 13/10

請求項の数 5 (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2014-167847 (P2014-167847)
 (22) 出願日 平成26年8月20日(2014.8.20)
 (65) 公開番号 特開2016-44572 (P2016-44572A)
 (43) 公開日 平成28年4月4日(2016.4.4)
 審査請求日 平成27年5月27日(2015.5.27)

(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 藤井 健史
 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
 審査官 櫻田 正紀

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 内燃機関のシリンダヘッド

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

複数のシリンダが一行に形成されたシリンダブロックの上部に締結され、前記シリンダ内を摺動するピストンの頂面との間に燃焼室を形成し、ヘッド内冷却液通路を備えた内燃機関のシリンダヘッドであって、

当該シリンダヘッド内には、上流端が前記燃焼室に開口する複数の排気ポートと、複数の前記排気ポートを合流させ、当該シリンダヘッドの一側面における長手方向の中間位置に排気出口を開口させる排気集合部とが形成され、

前記排気出口を画定する部分及びその近傍が、前記シリンダブロックに対して側方に膨出して前記排気集合部を形成する膨出部をなし、

前記ヘッド内冷却液通路が、前記排気集合部を挟むように前記膨出部に形成された一対の排気側冷却液通路を含み、

前記膨出部が、前記排気側冷却液通路を画定する一対の外壁及び一対の内壁を有し、

シリンダ列方向に直交しかつ前記排気出口を通る断面において、一対の前記外壁の少なくとも一方の内面が、前記排気出口の側の端部に形成され、前記排気側冷却液通路の側に曲率中心を置いて第1の曲率半径をもって湾曲する第1の湾曲領域と、前記第1の湾曲領域よりも前記燃焼室の側に形成され、前記排気側冷却液通路の側に曲率中心を置いて前記第1の曲率半径よりも大きな第2の曲率半径をもって湾曲する第2の湾曲領域とを含み、

前記第2の湾曲領域が、少なくとも前記排気出口の側から前記燃焼室の側に向けて前記排気側冷却液通路の高さを漸増させる第1部分を含み、

10

20

一对の前記外壁の少なくとも前記一方の前記第2の湾曲領域に対応する部分の大半が一定の厚さを有することを特徴とする内燃機関のシリンダヘッド。

【請求項2】

一对の前記外壁の少なくとも前記一方の内面が、前記第2の湾曲領域よりも前記燃烧室の側に形成され、前記第2の湾曲領域に連続する直線状の直線領域を更に含み、

一对の前記外壁の少なくとも前記一方が、前記直線領域の少なくとも前記第2の湾曲領域の側の部分において一定の厚さを有する平板状部分を有し、当該平板状部分の厚さが前記第2の湾曲領域に対応する部分の平均厚さよりも厚いことを特徴とする請求項1に記載の内燃機関のシリンダヘッド。

【請求項3】

一对の前記外壁の少なくとも前記一方の内面が、前記第1の湾曲領域と前記第2の湾曲領域との間に形成され、前記排気側冷却液通路の側に曲率中心を置いて前記第1の曲率半径よりも大きく前記第2の曲率半径よりも小さな第3の曲率半径をもって湾曲する第3湾曲領域を更に含み、

前記第3湾曲領域が前記第1の湾曲領域及び前記第2の湾曲領域と互いの接線の傾きを連続させるように接続していることを特徴とする請求項1又は請求項2に記載の内燃機関のシリンダヘッド。

【請求項4】

前記第2の湾曲領域が、前記第1部分から前記燃烧室の側に連続し、前記排気出口の側から前記燃烧室の側に向けて前記排気側冷却液通路の高さを漸減させる第2部分を更に含むことを特徴とする請求項1～請求項3のいずれか一項に記載の内燃機関のシリンダヘッド。

【請求項5】

当該シリンダヘッドが前記内燃機関における鉛直方向の上側に配置され、

一对の前記外壁が上側に配置された上外壁及び下側に配置された下外壁をなし、

前記上外壁には、動弁室を画定する側壁が一体形成され、

少なくとも前記下外壁の内面が前記第1の湾曲領域と前記第2の湾曲領域とを含むことを特徴とする請求項1～請求項4のいずれか一項に記載の内燃機関のシリンダヘッド。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、内部に排気集合部が形成された内燃機関のシリンダヘッドに関する。

【背景技術】

【0002】

多気筒エンジンにおいては、シリンダヘッドの内部に複数の吸気ポート及び排気ポートを形成し、シリンダヘッドの吸気側側面及び排気側側面に対し、吸気を分配する吸気マニホールド及び排気を合流させる排気マニホールドをそれぞれ接合する形態が一般的である。近年では、排気を合流させる排気集合部をシリンダヘッドの内部に形成し、シリンダヘッドの排気側側面に単一の排気出口を形成して単一の排気管をシリンダヘッドに接合する形態のものもある。

【0003】

排気集合部がシリンダヘッド内に形成された多気筒エンジンは、排気マニホールドを別体で設ける必要がないため、エンジン全体を小型化できる他、排ガスの放熱量を抑制でき、暖機時に排ガス浄化装置の温度を早期に高めて触媒を活性化することができる。また、燃烧室から排気集合部の出口までの距離を短くできるため、排ガスを利用する過給機（ターボチャージャ）を設ける場合に過給機の応答性を向上させることもできる。

【0004】

その一方で、排気集合部が内部に形成されたシリンダヘッドでは、排気出口及びその近傍の排気集合部を画定する部分がシリンダブロック（シリンダブロックとの接合面）に対して側方に膨出する形状となることが多いため、過度な温度上昇によるシリンダヘッド本

10

20

30

40

50

体や排気管への熱害を防止するためにこの膨出部分を冷却する必要がある。シリンダヘッド内に形成された排気集合部の周辺を効果的に冷却する構造として、シリンダヘッド内のウォータージャケット（冷却液通路）を、排気集合部を上面側及び下面側から覆うように膨出部分に延出させた構成が知られている（例えば、特許文献1参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2000-205042号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

10

【0006】

しかしながら、このように排気集合部が内部に形成されたシリンダヘッドでは、排気出口の直下流に過給機や排ガス浄化装置触媒が設けられると過給機や排ガス浄化装置が高温になることも相俟って、熱負荷が高くなった時に膨出部分の壁が変形する。特に、ウォータージャケットを画定する壁のうち、内側に位置する内壁は排気集合部を画定しており、熱源である排気に直接晒されるため、外側に位置して外気に触れる外壁よりも高温になりやすい。このように内壁と外壁とに温度差が生じると、内壁が外壁よりも大きく膨出方向に熱膨張し、これらの壁には排気出口側の端部に応力が集中する。また、このような熱膨張は、図9の断面図に示すように、排気出口が形成された接合面の平坦性を損ねるような変形や、外壁を内壁に近付けるように撓ませる変形を生じさせるため、シリンダヘッドと

20

その下流側排気通路部材とのシール性が低下するうえ、ウォータージャケットの断面積が縮小して冷却性能が低下する虞がある。

【0007】

本発明は、このような従来技術に含まれる課題に鑑み、シリンダヘッド内に形成された排気集合部を形成する壁がシリンダブロックに対して側方に膨出する形状となっても、この膨出部の熱膨張による応力集中を緩和すると共に、熱膨張による変形を抑制して、シリンダヘッドとその下流側排気通路部材とのシール性及び排気集合部周辺の冷却性能を維持できる内燃機関のシリンダヘッド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】

【0008】

30

このような課題を解決するために、本発明は、複数のシリンダ（1）が一行に形成されたシリンダブロック（2）の上部に締結され、前記シリンダ内を摺動するピストンの頂面との間に燃焼室（6）を形成し、ヘッド内冷却液通路（30）を備えた内燃機関（E）のシリンダヘッド（3）であって、当該シリンダヘッド内には、上流端が前記燃焼室に開口する複数の排気ポート（8a）と、前記複数の排気ポートを合流させ、当該シリンダヘッドの一側面における長手方向の中間位置に排気出口（8c）を開口させる排気集合部（8b）とが形成され、前記排気出口を画定する部分（18）及びその近傍が、前記シリンダブロックに対して側方に膨出して前記排気集合部を形成する膨出部（19）をなし、前記ヘッド内ウォータージャケットが、前記排気集合部を挟むように前記膨出部に形成された

40

一对の排気側冷却液通路（32、33）を含み、前記膨出部が、前記排気側冷却液通路を画定する一对の外壁（41、42）及び一对の内壁（43、44）を有し、シリンダ列方向に直交しかつ前記排気出口を通る断面において、前記一对の外壁の少なくとも一方の内面（41i、42i）が、前記排気出口側の端部に形成され、前記排気側冷却液通路側に曲率中心を置いて第1の曲率半径（R1、R3）をもって湾曲する第1の湾曲領域（61、71）と、前記第1の湾曲領域よりも前記燃焼室側に形成され、前記排気側冷却液通路側に曲率中心を置いて前記第1の曲率半径よりも大きな第2の曲率半径（R2、R4）をもって湾曲する第2の湾曲領域（62、72）とを含み、前記第2の湾曲領域が、少なくとも前記排気出口側から前記燃焼室側に向けて前記排気側冷却液通路の高さを漸増させる第1部分（66、76）を含む構成とする。

【0009】

50

この構成によれば、外壁の内面が第2の湾曲領域を含むことにより、内壁が排気によって加熱されて外壁よりも高温となり、外壁よりも大きく膨出方向に熱膨張した際に、応力が外壁に分散し、外壁と内壁との接続部への応力集中が緩和される。また、第2の湾曲領域が、排気側冷却液通路の高さを漸増させる第1部分を含むことにより、外壁が内壁に近付くように変形した際に直線形状に近付くことで外壁の膨出方向の寸法が大きくなり、排気出口が形成された接合面の平坦性を損ねるような変形が抑制される。そのため、シリンダヘッドとその下流側排気通路部材とのシール性を確保できる。また、第2の湾曲領域が排気側冷却液通路の高さを漸増させる第1部分を含むように形成されているため、外壁が内壁に近付くように変形した際にも排気側冷却液通路の高さを確保して排気集合部周辺の冷却性能を維持できる。

10

【0010】

また、上記の発明において、前記一对の外壁の少なくとも一方(42)の内面(42i)が、前記第1の湾曲領域(71)と前記第2の湾曲領域(72)との間に形成され、前記排気側冷却液通路側に曲率中心を置いて前記第1の曲率半径(R3)よりも大きく前記第2の曲率半径(R4)よりも小さな第3の曲率半径(R5)をもって湾曲する第3湾曲領域(73)を更に含み、前記第3湾曲領域が前記第1の湾曲領域及び前記第2の湾曲領域と滑らかに接続している構成とするとよい。

【0011】

この構成によれば、第1の湾曲領域と第2の湾曲領域との間にこれらの中間的な曲率半径を有する第3湾曲領域が形成されたことにより、熱膨張時における曲率の変化点への応力集中が抑制され、応力をより確実に分散できる。

20

【0012】

また、上記の発明において、前記第2の湾曲領域(62、72)が、前記第1部分(66、76)から前記燃焼室(6)側に連続し、前記排気出口(8c)側から前記燃焼室側に向けて前記排気側冷却液通路(32、33)の高さを漸減させる第2部分(67、77)を更に含む構成とすることができる。

【0013】

この構成によれば、第2の曲率半径を有する第2の湾曲領域を膨出方向に長く形成できるため、発生する応力を外壁に一層分散することができる。また、外壁が内壁に近付くように変形した際の外壁の膨出方向寸法がより大きくなるため、排気出口が形成された接合面の平坦性を損ねるような変形が一層抑制される。

30

【0014】

また、上記の発明において、前記外壁(42)の前記第2の湾曲領域(72)に対応する部分の大半が一定の厚さ(t1)を有する構成とするとよい。

【0015】

この構成によれば、応力の集中を抑制しつつ無駄な肉をなくすことができ、シリンダヘッドを軽量化できる。

【0016】

また、上記の発明において、前記一对の外壁の少なくとも一方(42)の内面(42i)が、前記第2の湾曲領域(72)よりも前記燃焼室(6)側に形成され、前記第2の湾曲領域に連続する直線状の直線領域(74)を更に含み、前記外壁が、前記直線領域の少なくとも前記第2の湾曲領域側の部分において一定の厚さを有する平板状部分(42a)を有し、当該平板状部分の前記外壁の前記直線領域に対応する部分の厚さ(t2)が前記第2の湾曲領域に対応する部分の平均厚さ(t1ave)よりも厚い構成とするとよい。

40

【0017】

この構成によれば、第2の湾曲領域に連続して平板状部分が存在すると、この部分に応力が集中しやすくなるが、平板状部分の厚さが第2の湾曲領域に対応する部分の平均厚さよりも厚いことにより、応力集中しやすい部分の剛性を高めて変形を抑制することができる。

【0018】

50

また、上記の発明において、当該シリンダヘッド(3)が前記内燃機関(E)における鉛直方向の上側に配置され、前記一対の外壁が上側に配置された上外壁(41)及び下側に配置された下外壁(42)をなし、前記上外壁には、動弁室(11)を画定する側壁(35)が一体形成され、少なくとも前記下外壁の内面(42i)が前記第1の湾曲領域(71)と前記第2の湾曲領域(72)とを含む構成とするとよい。

【0019】

この構成によれば、上側の外壁は、側壁が一体形成されるために比較的剛性が高く、シリンダヘッドに接合される下流側排気通路部材の荷重が発生するモーメントが引張力となって作用するため、熱膨張時に発生する応力が小さいが、側壁が一体形成されず、かつ下流側排気通路部材の荷重が圧縮力となって作用する下側の外壁に第1の湾曲領域と第2の湾曲領域とが形成されたことにより、大きな圧縮応力が発生しやすい下側の外壁で発生する応力を効果的に分散することができる。

10

【発明の効果】

【0020】

このように本発明によれば、シリンダブロックに対して側方に膨出する膨出部の熱膨張による応力集中を緩和すると共に、熱膨張による変形を抑制して、シリンダヘッドとその下流側排気通路部材とのシール性及び排気集合部周辺の冷却性能を維持できる内燃機関のシリンダヘッドを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0021】

【図1】実施形態に係るエンジンの要部のシリンダ列方向に直交する方向の断面図

【図2】シリンダヘッドを下方から見た斜視図

【図3】図1中のIII-III線に沿って示すシリンダヘッドの断面図

【図4】シリンダヘッドの冷却液通路を抜き出して斜め上方から見た斜視図

【図5】シリンダヘッドの冷却液通路を抜き出して斜め下方から見た斜視図

【図6】図1中のVI部拡大図

【図7】図6に示すシリンダヘッドの要部の説明図

【図8】従来技術に係るエンジンの要部断面図

【図9】従来技術に係るエンジンの熱膨張による変形を示す概念図

【発明を実施するための形態】

20

30

【0022】

以下、図面を参照して、本発明を自動車用内燃機関(以下、単にエンジンEと記す。)に適用した実施形態について詳細に説明する。以下では、エンジンEが自動車に搭載された状態を基準として図1に示す上下の方向に従って説明する。

【0023】

図1及び図2に示すように、エンジンEは、SOHC4バルブ式の直列4気筒ガソリンエンジンである。図1に示すように、エンジンEは、ピストンが収容される4つのシリンダ1が一列に形成されたシリンダブロック2と、シリンダブロック2の上部に締結された箱形のシリンダヘッド3と、シリンダヘッド3の上部に締結されたヘッドカバー4とを備えており、シリンダヘッド3を鉛直方向の上側に配置した姿勢で自動車に搭載されている。シリンダブロック2及びシリンダヘッド3は、アルミニウム合金で鋳造される。

40

【0024】

シリンダ1は、それぞれ略上下方向に延在し、互いに平行にシリンダブロック2に形成されている。以下、列設された複数のシリンダ1の配列方向をシリンダ列方向という。各シリンダ1は、上端がシリンダブロック2の上端面2aに開口し、下端がシリンダブロック2の下部に形成されたクランク室(図示しない)に開口している。シリンダブロック2のシリンダ1の側部には、各シリンダ1の側周部を一体に囲むようにブロック内冷却液通路5(ブロック内ウォータージャケット)が形成されている。ブロック内冷却液通路5は、各シリンダ1の側周部に沿うように湾曲しており、ブロック内冷却液通路5の上端はシリンダブロック2の上端面2aに開口している。ブロック内冷却液通路5は、冷却水やオ

50

イル、冷媒などの冷却液を流通させるべく、シリンダブロック 2 の成型時に砂型などによって空洞として形成される。

【 0 0 2 5 】

シリンダヘッド 3 のシリンダブロック 2 との接合面（以下、対ブロック接合面 3 a と称する）における各シリンダ 1 に対向する部分には、曲面状の窪みである燃焼室凹部 3 b が形成されている。各燃焼室凹部 3 b は、各シリンダ 1 のピストンよりも上方の部分と共に燃焼室 6 を画定する。つまり、シリンダヘッド 3 が燃焼室 6 の上縁を画定している。

【 0 0 2 6 】

シリンダヘッド 3 の内部には、上流端がシリンダヘッド 3 のシリンダ列方向に沿う一側面（図 1 の左側の側面）に開口する一方、二股に分岐した下流端が各燃焼室凹部 3 b の壁面に開口する 4 つの吸気ポート 7 と、上流端が各燃焼室凹部 3 b の壁面に 2 つずつ開口する一方、下流端がシリンダヘッド 3 のシリンダ列方向に沿う他側面（図 1 の右側の側面）に開口する 1 つの排気集合ポート 8 とが形成されている。すなわち、排気集合ポート 8 は、各燃焼室凹部 3 b に開口する複数（8 本）の排気ポート 8 a と、全ての排気ポート 8 a を集合させる排気集合部 8 b とをシリンダヘッド 3 の内部に有しており、排気集合部 8 b がシリンダヘッド 3 の他側面に単一の排気出口 8 c を形成している。燃焼室凹部 3 b を基準として吸気ポート 7 が設けられた側を吸気側、排気集合ポート 8 が設けられた側を排気側とする。

【 0 0 2 7 】

シリンダヘッド 3 には、吸気ポート 7 の燃焼室 6 との各接続部を開閉する吸気バルブ 9 及び排気集合ポート 8 の燃焼室 6 との各接続部を開閉する排気バルブ 1 0 が、それぞれ摺動自在に設けられている。シリンダヘッド 3 とヘッドカバー 4 との間には、両者によって動弁室 1 1 が画定され、動弁室 1 1 には、吸気バルブ 9 及び排気バルブ 1 0 を開弁駆動する動弁機構 1 2 が収容されている。動弁機構 1 2 は、シリンダヘッド 3 に回転可能に取り付けられるカムシャフト 1 3、カムシャフト 1 3 の上方に配置されるロッカシャフト 1 4、ロッカシャフト 1 4 により揺動可能に支持される吸気ロッカアーム 1 5 及び排気ロッカアーム 1 6 等により構成される。カムシャフト 1 3 には、シリンダ 1 毎に一对の吸気バルブ 9 及び排気バルブ 1 0 を駆動する 4 つの動弁カム 1 3 a が形成されている。

【 0 0 2 8 】

図 2 に示すように、排気出口 8 c は、シリンダヘッド 3 の排気側側面 3 c における長手方向の中間位置に形成されている。また、燃焼室凹部 3 b の壁面における 4 つの吸気ポート 7 及び排気集合ポート 8 の中央には、点火プラグ（図示しない）を挿入するための点火プラグ挿入孔 1 7 がシリンダヘッド 3 の上面に貫通するように形成されている。

【 0 0 2 9 】

図 1 及び図 2 に示すように、排気集合部 8 b は、シリンダヘッド 3 の対ブロック接合面 3 a よりも排気側に形成されている。より具体的には、排気出口 8 c がシリンダヘッド 3 の排気側側面 3 c において突出する管状の排気出口管状部 1 8 により画定され、シリンダヘッド 3 の排気出口管状部 1 8 及びその近傍が、シリンダブロック 2 に対して側方に膨出して排気集合部 8 b を形成する膨出部 1 9 をなしている。

【 0 0 3 0 】

排気出口管状部 1 8 の先端面は、図示しない過給機（ターボチャージャ）のタービンや排気浄化装置などの下流側排気通路部材 2 0 の接合面 1 8 a をなす。そして、排気出口管状部 1 8 の先端には、下流側排気通路部材 2 0 をボルトで締結するための締結ボス 2 1 が排気出口 8 c を囲むように複数（図示例では 4 つ）形成されている。一方、膨出部 1 9 の下面には、対ブロック接合面 3 a の周縁からそれぞれ締結ボス 2 1 に至るように 2 本のリブ 2 2 が形成されている。これらのリブ 2 2 は、シリンダ列に対して近接離反する方向である前後方向に延在しており、締結ボス 2 1 から対ブロック接合面 3 a に向けて開く八字形をなしている。

【 0 0 3 1 】

前述したようにシリンダブロック 2 及びシリンダヘッド 3 の前方には過給機や排気浄化

10

20

30

40

50

装置などの下流側排気通路部材 20 が配置され、エンジン E の始動後にはこれらが高温になる。そのため、シリンダブロック 2 に対して側方に膨出するシリンダヘッド 3 の膨出部 19 は、過給機や排気浄化装置から熱伝導、放射及び対流によって熱が伝達しやすく、特に下面が高温になりやすい。そして膨出部 19 の下面が高温になると、熱膨張に伴う変形によってシリンダヘッド 3 と下流側排気通路部材 20 とのシール性が低下しがちであるが、本実施形態では膨出部 19 の下面にシリンダ列に対して近接離反する方向に延在するリップ 22 が形成されることにより、膨出部 19 の変形が抑制されるようになっている。

【0032】

図 1 及び図 3 ~ 図 5 に示すように、シリンダヘッド 3 の内部には、燃焼室 6 内や排気集合ポート 8 内の燃焼ガスからの熱伝搬による温度上昇を抑制するために、燃焼室凹部 3b、吸気ポート 7 及び排気集合ポート 8 の周辺にヘッド内冷却液通路 30 (31 ~ 39、ヘッド内ウォータージャケット) が形成されている。ヘッド内冷却液通路 30 も、冷却水やオイル、冷媒などの冷却液を流通させるべく、シリンダヘッド 3 の成型時に砂型などによって空洞として形成されるが、図 4 及び図 5 では、シリンダヘッド 3 を透視して空間部分であるヘッド内冷却液通路 30 を実体的に示している。

【0033】

ヘッド内冷却液通路 30 は、主冷却液通路 31、上排気側冷却液通路 32、下排気側冷却液通路 33、排気側連結通路 34、吸気側冷却液通路 35、及び吸気側連結通路 36 等を主要素として有している。主冷却液通路 31 は、複数の燃焼室凹部 3b の上方近傍を通過するようにシリンダヘッド 3 のシリンダ列方向 (長手方向) に延在している。上排気側冷却液通路 32 及び下排気側冷却液通路 33 は、排気集合部 8b を上下から挟むように配置され、それぞれシリンダヘッド 3 の長手方向に延在している。排気側連結通路 34 は、主冷却液通路 31 と上排気側冷却液通路 32 及び下排気側冷却液通路 33 とを連通する。吸気側冷却液通路 35 は、吸気ポート 7 の下方に配置され、シリンダヘッド 3 の長手方向に延在している。吸気側連結通路 36 は、主冷却液通路 31 と吸気側冷却液通路 35 とを連通する。

【0034】

図 2 中の破線は、シリンダブロック 2 とシリンダヘッド 3 とが締結された際に、ブロック内冷却液通路 5 の上端が接する部分を示している。ブロック内冷却液通路 5 では、白抜き矢印に示すように冷却液が流通する。シリンダ列方向の一端でブロック内冷却液通路 5 の上端が対ブロック接合面 3a に接する部分には、対ブロック接合面 3a からシリンダヘッド 3 内を上方へと延びてヘッド内冷却液通路 30 に連通する冷却液流入通路 37 が 2 つ形成されている。2 つの冷却液流入通路 37 は、ヘッド内冷却液通路 30 のシリンダ列方向の一端側に配置された排気側連結通路 34 及び吸気側連結通路 36 にそれぞれ連通しており、ブロック内冷却液通路 5 から冷却液を流入させる。

【0035】

また、ブロック内冷却液通路 5 の上端が対ブロック接合面 3a に接する破線部分のうち、冷却液流入通路 37 よりもシリンダ列方向の他端側には、対ブロック接合面 3a からシリンダヘッド 3 内を上方へ延びてヘッド内冷却液通路 30 に連通するバイパス通路 38 が適所に形成されている。バイパス通路 38 は、ヘッド内冷却液通路 30 の排気側連結通路 34、下排気側冷却液通路 33、吸気側連結通路 36 又は吸気側冷却液通路 35 に連通している。各バイパス通路 38 は、冷却液流入通路 37 よりも流路断面積が小さく形成されている。

【0036】

図 4 及び図 5 に示すように、上排気側冷却液通路 32 におけるシリンダ列方向の他端 (冷却液流入通路 37 が設けられた側と異なる端部) には、冷却液をヘッド内冷却液通路 30 から排出するための冷却液流出通路 39 が形成されている。冷却液流出通路 39 の外端は、配管やホース等を介してラジエータ (図示しない) へと連通されている。主冷却液通路 31、上排気側冷却液通路 32、下排気側冷却液通路 33 及び吸気側冷却液通路 35 では、図 3 に黒色矢印で示すように冷却液がシリンダ列方向に流通する。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 7 】

図 6 に示すように、上排気側冷却液通路 3 2 及び下排気側冷却液通路 3 3 は、膨出部 1 9 を形成する肉壁の内部にそれぞれ形成されている。つまり、シリンダ列方向に直交しかつ排気出口 8 c を通る図 6 に示す断面において、膨出部 1 9 は、上排気側冷却液通路 3 2 及び下排気側冷却液通路 3 3 の外側（排気集合ポート 8 を基準とする外側）の輪郭を画定する上下一対の上外壁 4 1 及び下外壁 4 2、並びに上排気側冷却液通路 3 2 及び下排気側冷却液通路 3 3 の内側の輪郭を画定する上下一対の上内壁 4 3 及び下内壁 4 4 を有している。空洞を形成するように互いに離間して配置された上外壁 4 1 と上内壁 4 3 との間に上排気側冷却液通路 3 2 が形成され、空洞を形成するように互いに離間して配置された下外壁 4 2 と下内壁 4 4 との間に下排気側冷却液通路 3 3 が形成される。なお、図 1 に示すように、上外壁 4 1 には、動弁室 1 1 を画定するシリンダヘッド 3 の側壁 3 S が一体形成されている。

10

【 0 0 3 8 】

図 6 の断面において排気集合ポート 8 は概ね直線状に形成されている。すなわち、同断面において、上内壁 4 3 及び下内壁 4 4 の排気集合ポート 8 を画定する内面 4 3 i、4 4 i が、概ね平行な平面状とされている。一方、図 6 及び図 7 に示すように、上内壁 4 3 及び下内壁 4 4 の上排気側冷却液通路 3 2 及び下排気側冷却液通路 3 3 を画定する外面 4 3 o、4 4 o は、燃烧室 6 側（図中の左方）から排気出口 8 c に向けて（図中の右方に向けて）それぞれの内面 4 3 i、4 4 i と平行に排気出口 8 c の手前まで延在する直線状の直線領域 5 1、5 2 と、排気出口 8 c 近傍にて直線領域 5 1、5 2 に連続して、排気側冷却液通路 3 2、3 3 側（すなわち、排気集合ポート 8 を基準として外方）に曲率中心を置いて湾曲する湾曲領域 5 3、5 4 とを有している。つまり、上内壁 4 3 及び下内壁 4 4 は、湾曲領域 5 3、5 4 に至る手前の直線領域 5 1、5 2 において概ね一定の厚さとされている。

20

【 0 0 3 9 】

一方、上外壁 4 1 の上排気側冷却液通路 3 2 を画定する内面 4 1 i は、上内壁 4 3 の外面 4 3 o の湾曲領域 5 3 に連続して排気出口 8 c 側の端部に形成され、上排気側冷却液通路 3 2 側（すなわち、排気集合ポート 8 を基準として内方）に曲率中心を置いて第 1 曲率半径 R_1 をもって湾曲する第 1 湾曲領域 6 1 と、第 1 湾曲領域 6 1 に連続して第 1 湾曲領域 6 1 の燃烧室 6 側に形成され、上排気側冷却液通路 3 2 側に曲率中心を置いて第 1 曲率半径 R_1 よりも大きな第 2 曲率半径 R_2 をもって湾曲する第 2 湾曲領域 6 2 とを含んでいる。第 1 湾曲領域 6 1 と第 2 湾曲領域 6 2 とは、滑らかに接続している。ここで、「滑らかに」とは、本明細書においては屈曲せずに接線の傾きを連続させた状態を意味する。本実施形態では、第 1 曲率半径 R_1 は 3 mm とされ、第 2 曲率半径 R_2 は 110 mm とされている。

30

【 0 0 4 0 】

第 2 湾曲領域 6 2 は、排気出口 8 c 側から燃烧室 6 側に向けて上排気側冷却液通路 3 2 の高さを漸増させる第 1 部分 6 6 と、第 1 部分 6 6 から燃烧室 6 側に連続し、排気出口 8 c 側から燃烧室 6 側に向けて上排気側冷却液通路 3 2 の高さを漸減させる第 2 部分 6 7 とを含んでいる。第 2 湾曲領域 6 2 の燃烧室 6 側の端部は、上排気側冷却液通路 3 2 と相反する側に曲率中心を置いて湾曲する湾曲接続部 6 4 を介して、更に燃烧室 6 側に連続する直線領域 6 5 と滑らかに接続している。

40

【 0 0 4 1 】

他方、下外壁 4 2 の下排気側冷却液通路 3 3 を画定する内面 4 2 i は、下内壁 4 4 の外面 4 4 o の湾曲領域 5 4 に連続して排気出口 8 c 側の端部に形成され、下排気側冷却液通路 3 3 側に曲率中心を置いて第 3 曲率半径 R_3 をもって湾曲する第 3 湾曲領域 7 1 と、第 3 湾曲領域 7 1 よりも燃烧室 6 側に形成され、下排気側冷却液通路 3 3 側に曲率中心を置いて第 3 曲率半径 R_3 よりも大きな第 4 曲率半径 R_4 をもって湾曲する第 4 湾曲領域 7 2 とを含む他、第 3 湾曲領域 7 1 と第 4 湾曲領域 7 2 との間に形成され、下排気側冷却液通路 3 3 側に曲率中心を置いて第 3 曲率半径 R_3 よりも大きく第 4 曲率半径 R_4 よりも小さ

50

な第5曲率半径R5をもって湾曲する第5湾曲領域73を含んでいる。第3湾曲領域71と第5湾曲領域73、及び第5湾曲領域73と第4湾曲領域72とは、それぞれ滑らかに接続している。本実施形態では、第3曲率半径R3は3mmとされ、第4曲率半径R4は110mmとされ、第5曲率半径R5は15mmとされている。

【0042】

第4湾曲領域72は、排気出口8c側から燃烧室6側に向けて下排気側冷却液通路33の高さを漸増させる第1部分76と、第1部分76から燃烧室6側に連続し、排気出口8c側から燃烧室6側に向けて下排気側冷却液通路33の高さを漸減させる第2部分77を含んでいる。第4湾曲領域72の燃烧室6側の端部には直線状の直線領域74が滑らかに接続しており、直線領域74の燃烧室6側の端部には、下排気側冷却液通路33と相反する側に曲率中心を置いて湾曲する第6湾曲領域75に滑らかに接続している。

10

【0043】

下外壁42の外面42oは、内面42iの第4湾曲領域72に対応する部分において、下外壁42の厚さが概ね一定となるように形成された湾曲領域82と、湾曲領域82に連続して湾曲領域82の燃烧室6側に内面42iの直線領域74と平行にかつ直線領域74よりも短く形成された直線状の直線領域84とを有している。つまり、下外壁42における外面42oの直線領域84に対応する部分は、厚さが一定の平板状部分42aを構成している。直線領域84の燃烧室6側の端部は、下排気側冷却液通路33と相反する側に曲率中心を置いて湾曲する外面湾曲部85と滑らかに接続しており、この外面湾曲部85は対ブロック接合面3aと屈曲する状態で接続する。

20

【0044】

下外壁42の第4湾曲領域72に対応する部分は、燃烧室6側の端部で若干厚みを漸増させており、この部分を除く全長(第4湾曲領域72に対応する部分の図6の左右方向における全長の大半)にわたって一定の厚さt1(図7)となっている。そして、下外壁42の平板状部分42aの厚さt2は、第4湾曲領域72に対応する部分の漸増した側の端部と同じ厚さで一定となっている。つまり、下外壁42の平板状部分42aの厚さt2は、第4湾曲領域72に対応する部分の平均厚さt1aveよりも厚くなっている。

【0045】

以上のように構成されたエンジンEのシリンダヘッド3によれば、次のような作用効果が得られる。すなわち、図8に示すように、上外壁141の内面141i及び下外壁142の内面142iが平面的に形成された従来のシリンダヘッド103では、内壁143、144が排気によって加熱されて外壁141、142よりも高温となり、外壁141、142よりも大きく膨出方向に熱膨張すると、外壁141、142及び内壁143、144が図9に示すように変形する。なお、図9は、理解を容易にするために変形量を実際のものよりも極端に大きくして描いた図である。

30

【0046】

つまり、膨出部19の上側では、上内壁143の膨張が上外壁141によって抑制されるため、上内壁143の内部には圧縮応力が発生し、潰れる(縮む)ように歪みが生じる。一方、上内壁143と上外壁141との排気出口8c側の接続部では、上内壁143側に圧縮応力が、上外壁141に引張応力がそれぞれ発生し、上外壁141にも引張応力が発生する。ただし図示例では、上外壁141が上内壁143に比べて数倍厚く形成されているため、上外壁141の歪みは下側ほど大きく、上側ほど小さくなっており、排気出口8cが形成された接合面18aの歪みは比較的小さい。

40

【0047】

一方、膨出部19の下側においても、下内壁144の膨張が下外壁142によって抑制され、下内壁144に圧縮応力が発生し、下外壁142に引張応力が発生するが、図示例では上記実施形態と同様に下外壁142が下外壁142と同等の厚さに形成されているため、排気出口8cが形成された接合面18aの歪みの影響により下内壁144及び下外壁142に曲げ力が加わる。この例では、下内壁144の排気出口8c側の端部に応力が集中し、下内壁144自体は下方(下外壁142側)に撓むように変形している。一方、下

50

外壁 1 4 2 は、排気出口 8 c が形成された接合面 1 8 a の歪みの影響を受けて上方（下内壁 1 4 4 側）に撓むように変形する。

【 0 0 4 8 】

これに対し、本実施形態では、図 6 及び図 7 に示すように、外壁 4 1、4 2 の内面 4 1 i、4 2 i が第 2 湾曲領域 6 2 及び第 4 湾曲領域 7 2 を含んでいることにより、内壁 4 3、4 4 が排気によって加熱されて外壁 4 1、4 2 よりも高温となり、外壁 4 1、4 2 よりも大きく膨出方向に熱膨張した際に、応力が外壁 4 1、4 2 に分散し、外壁 4 1、4 2 と内壁 4 3、4 4 との接続部への応力集中が緩和される。

【 0 0 4 9 】

また、図 6 及び図 7 に示すように、第 2 湾曲領域 6 2 及び第 4 湾曲領域 7 2 が排気側冷却液通路 3 2、3 3 の高さを漸増させる第 1 部分 6 6、7 6 を含むことにより、内壁 4 3、4 4 が外壁 4 1、4 2 よりも大きく膨出方向に熱膨張した際に、外壁 4 1、4 2 が内壁 4 3、4 4 に近付くように変形して直線形状に近付くことで外壁 4 1、4 2 の膨出方向の寸法が大きくなり、排気出口 8 c が形成された接合面 1 8 a の平坦性を損ねるような変形が抑制される。そのため、シリンダヘッド 3 と下流側排気通路部材 2 0 とのシール性が確保される。また、第 2 湾曲領域 6 2 及び第 4 湾曲領域 7 2 が排気側冷却液通路 3 2、3 3 の高さを漸増させる第 1 部分 6 6、7 6 を含むように形成されているため、外壁 4 1、4 2 が内壁 4 3、4 4 に近付くように変形した際にも排気側冷却液通路 3 2、3 3 の高さが確保され、排気集合部 8 b 周辺の冷却性能が維持される。

【 0 0 5 0 】

更に、本実施形態では、第 2 湾曲領域 6 2 及び第 4 湾曲領域 7 2 が、第 1 部分 6 6、7 6 から燃焼室 6 側に連続して排気側冷却液通路 3 2、3 3 の高さを漸減させる第 2 部分 6 7、7 7 を含んでいる。これにより、第 2 曲率半径 R 2 及び第 4 曲率半径 R 4 を有する第 2 湾曲領域 6 2 及び第 4 湾曲領域 7 2 が膨出方向に長く形成され、応力が外壁 4 1、4 2 に一層分散する。また、外壁 4 1、4 2 が内壁 4 3、4 4 に近付くように変形した際の外壁 4 1、4 2 の膨出方向寸法がより大きくなるため、排気出口 8 c が形成された接合面 1 8 a の平坦性を損ねるような変形が一層抑制される。

【 0 0 5 1 】

下外壁 4 2 では、第 3 湾曲領域 7 1 と第 4 湾曲領域 7 2 との間にこれらの中間的な曲率半径を有する第 5 湾曲領域 7 3 が形成されている。そのため、熱膨張時における曲率の変化点への応力集中が抑制され、応力がより確実に分散される。

【 0 0 5 2 】

本実施形態では、下外壁 4 2 の第 4 湾曲領域 7 2 に対応する部分の大半が一定の厚さ t 1 を有している。そのため、応力の集中を抑制しつつ無駄な肉をなくことができ、シリンダヘッド 3 が軽量化される。

【 0 0 5 3 】

一方、下外壁 4 2 において第 4 湾曲領域 7 2 に連続して平板状部分 4 2 a が存在すると、直線領域 7 4 部分に応力が集中しやすくなるが、本実施形態では直線領域 7 4 の厚さ t 2 が第 4 湾曲領域 7 2 に対応する部分の平均厚さ t 1 a v e よりも厚くされていることにより、応力集中しやすい部分の剛性が高まり、変形が抑制される。

【 0 0 5 4 】

また本実施形態では、上外壁 4 1 は、シリンダヘッド 3 の側壁 3 S が一体形成されるために比較的剛性が高く、シリンダヘッド 3 に接合される下流側排気通路部材 2 0 の荷重が発生するモーメントが引張力となって作用するため、熱膨張時に発生する応力が小さいが、側壁 3 S が一体形成されず、かつ下流側排気通路部材 2 0 の荷重が圧縮力となって作用する下外壁 4 2 に第 3 湾曲領域 7 1 及び第 4 湾曲領域 7 2 や、第 5 湾曲領域 7 3 が形成されたことにより、大きな圧縮応力が発生しやすい下外壁 4 2 で効果的に応力が分散される。

【 0 0 5 5 】

以上で具体的実施形態の説明を終えるが、本発明は上記実施形態に限定されることなく

10

20

30

40

50

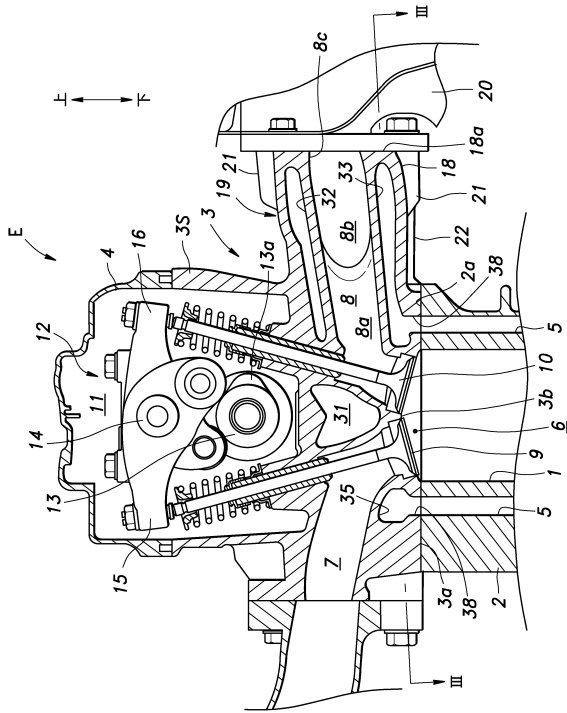
幅広く変形実施することができる。例えば、上記実施形態では、本発明を自動車用の４バルブ式の直列４気筒ガソリンエンジンに適用しているが、他の用途に用いる異なる形式の内燃機関に適用してもよい。また上記実施形態では、排気出口８ｃが１つだけ形成されているが、互いに近接する２つの気筒毎に２つの排気出口８ｃが形成され、複数の排気集合部８ｂがシリンダヘッド３内に形成されてもよい。この他、各部材や部位の具体的構成や配置、数量、角度など、本発明の趣旨を逸脱しない範囲であれば適宜変更可能である。一方、上記実施形態に示した本発明に係るシリンダヘッド３の各構成要素は必ずしも全てが必須ではなく、適宜選択してもよい。

【符号の説明】

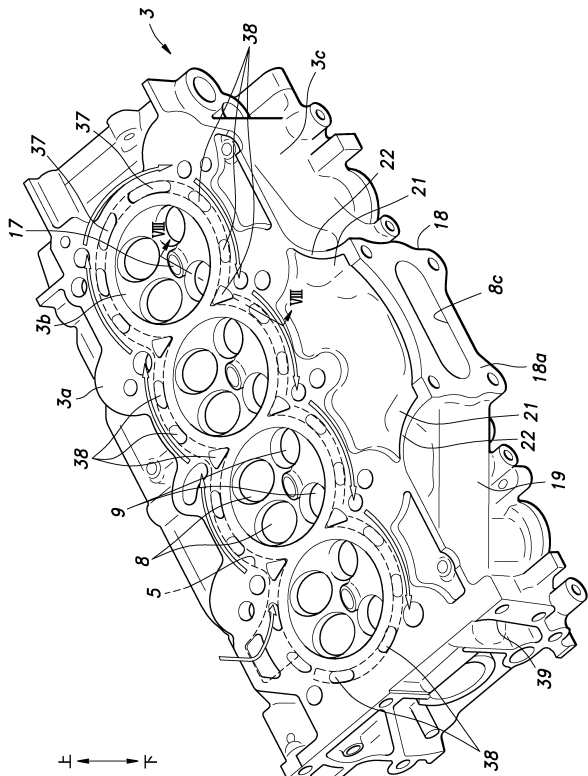
【 0 0 5 6 】

1	シリンダ	
2	シリンダブロック	
3	シリンダヘッド	
3 S	側壁	
6	燃焼室	
8	排気集合ポート	
8 a	排気ポート	
8 b	排気集合部	
8 c	排気出口	
1 1	動弁室	20
1 8	排気出口管状部（排気出口を画定する部分）	
1 9	膨出部	
3 0	ヘッド内冷却液通路	
3 2	上排気側冷却液通路	
3 3	下排気側冷却液通路	
4 1	上外壁	
4 1 i	内面	
4 2	下外壁	
4 2 a	平板状部分	
4 2 i	内面	30
4 3	上内壁	
4 4	下内壁	
6 1	第 1 湾曲領域（第 1 の湾曲領域）	
6 2	第 2 湾曲領域（第 2 の湾曲領域）	
6 6	第 1 部分	
6 7	第 2 部分	
7 1	第 3 湾曲領域（第 1 の湾曲領域）	
7 2	第 4 湾曲領域（第 2 の湾曲領域）	
7 3	第 5 湾曲領域（第 3 の湾曲領域）	
7 6	第 1 部分	40
7 7	第 2 部分	
E	エンジン	
R 1	第 1 曲率半径（第 1 の曲率半径）	
R 2	第 2 曲率半径（第 2 の曲率半径）	
R 3	第 3 曲率半径（第 1 の曲率半径）	
R 4	第 4 曲率半径（第 2 の曲率半径）	
R 5	第 5 曲率半径（第 3 の曲率半径）	
t 1 a v e	下外壁 4 2 の第 4 湾曲領域 7 2 に対応する部分の平均厚さ	
t 2	平板状部分 4 2 a の厚さ	

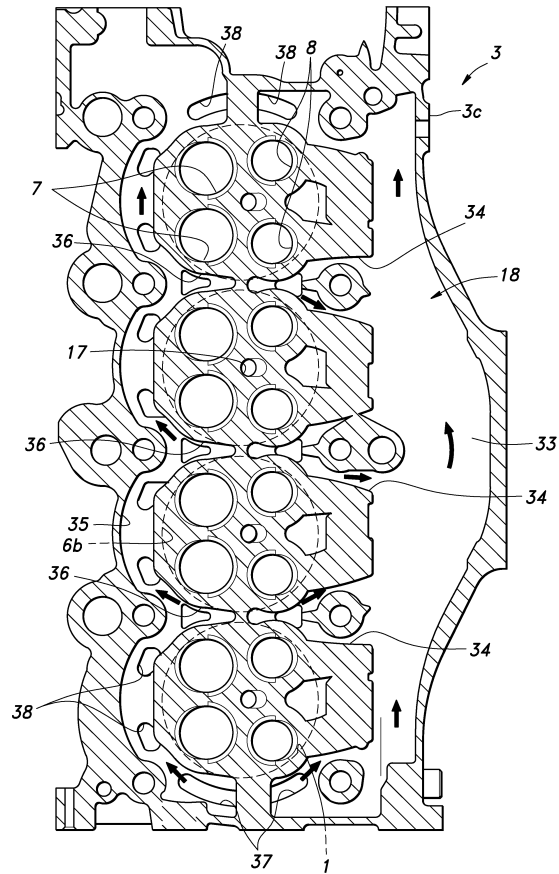
【図1】



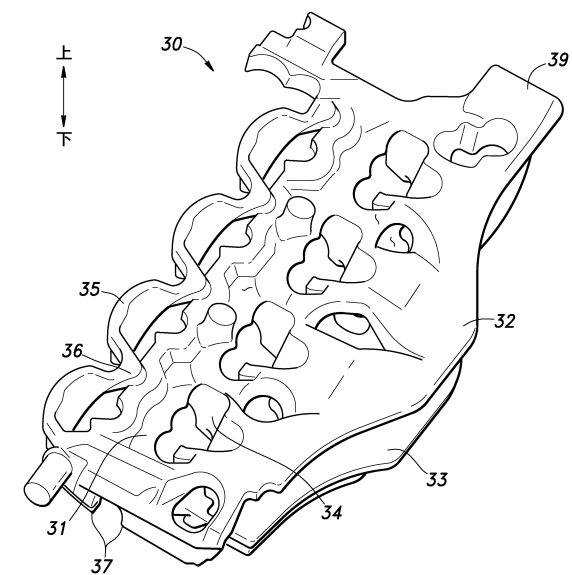
【図2】



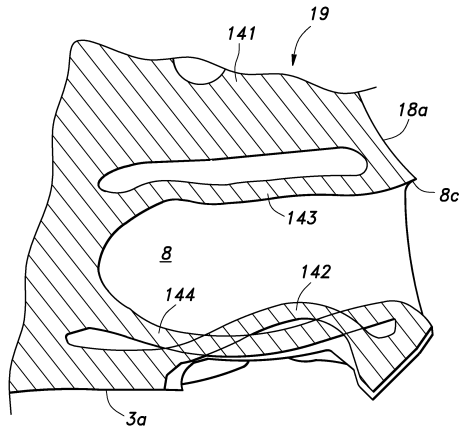
【図3】



【図4】



【図9】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2011-196181(JP,A)
特開2002-070551(JP,A)
特開2012-057468(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
F02F 1/42
F01N 13/10