

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6384492号
(P6384492)

(45) 発行日 平成30年9月5日(2018.9.5)

(24) 登録日 平成30年8月17日(2018.8.17)

(51) Int. Cl. F I
FO1P 3/02 (2006.01) FO1P 3/02 W
FO2F 1/36 (2006.01) FO2F 1/36 C

請求項の数 7 (全 22 頁)

(21) 出願番号	特願2016-4928 (P2016-4928)	(73) 特許権者	000003137
(22) 出願日	平成28年1月14日 (2016.1.14)		マツダ株式会社
(65) 公開番号	特開2017-125445 (P2017-125445A)		広島県安芸郡府中町新地3番1号
(43) 公開日	平成29年7月20日 (2017.7.20)	(74) 代理人	100067828
審査請求日	平成29年3月23日 (2017.3.23)		弁理士 小谷 悦司
		(74) 代理人	100115381
			弁理士 小谷 昌崇
		(72) 発明者	若本 進児
			広島県安芸郡府中町新地3番1号 マツダ株式会社内
		(72) 発明者	小口 智弘
			広島県安芸郡府中町新地3番1号 マツダ株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 多気筒エンジンの冷却構造

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

複数の気筒が一行に並ぶ多気筒エンジンの冷却構造であって、
シリンダブロックの気筒列方向における一端部に設けられ、ウォータポンプからの冷却液を前記シリンダブロック内に導入する冷却液導入路と、

この冷却液導入路と連通し、前記複数の気筒を囲むようにシリンダブロックに形成されるブロック側ウォータジャケットと、

前記シリンダブロックに結合されるシリンダヘッドに、各燃焼室の周囲に気筒列方向に延びて形成されている第1ヘッド側ウォータジャケットと、

前記シリンダヘッドに、各排気ポートの周囲に、前記第1ヘッド側ウォータジャケットに対して分離した状態で、気筒列方向に延びて形成されている第2ヘッド側ウォータジャケットと、

前記ブロック側ウォータジャケットおよび前記第1ヘッド側ウォータジャケットを少なくとも気筒列方向の各他端部で連通させて前記ブロック側ウォータジャケット内の冷却液を前記第1ヘッド側ウォータジャケットに流入させる連通路と、

前記ブロック側ウォータジャケットをバイパスして、前記ウォータポンプと前記第2ヘッド側ウォータジャケットの気筒列方向における他端部のみとを連通させるバイパス通路と、

前記シリンダヘッドの気筒列方向における一端部に設けられ、前記第1および第2ヘッド側ウォータジャケット内の冷却液を排出する冷却液排出路とを備えることを特徴とする

10

20

多気筒エンジンの冷却構造。

【請求項 2】

前記第 2 ヘッド側ウォータジャケットは、前記排気ポートを上方から覆うように設けられ、この排気ポートの上部を冷却する上側ジャケットと、前記排気ポートを下方から覆うように設けられ、この排気ポートの下部を冷却する下側ジャケットとを備えることを特徴とする請求項 1 に記載の多気筒エンジンの冷却構造。

【請求項 3】

前記バイパス通路は、前記シリンダブロックの下部に気筒列方向に沿って直線的に設けられた第 1 バイパス路と、当該第 1 バイパス路と連通し、前記シリンダブロックの気筒列方向における他端部に気筒軸方向に沿って直線的に設けられた第 2 バイパス路とを備えることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の多気筒エンジンの冷却構造。

10

【請求項 4】

前記第 2 バイパス路は、前記ブロック側ウォータジャケットの気筒列方向における他端部を外方に膨出させたジャケット拡張部を含んでいることを特徴とする請求項 3 に記載の多気筒エンジンの冷却構造。

【請求項 5】

前記ブロック側ウォータジャケットに、前記複数の気筒のシリンダボア壁を囲むように収容される部材であって、前記シリンダボア壁との間に間隔をあけて対向する周壁を有するスペーサ部材を備えていることを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれかに記載の多気筒エンジンの冷却構造。

20

【請求項 6】

前記周壁は、前記シリンダボア壁の上部と間隔をあけて対向するように設けられていることを特徴とする請求項 5 に記載の多気筒エンジンの冷却構造。

【請求項 7】

複数の気筒が一行に並ぶ多気筒エンジンの冷却構造であって、
シリンダブロックの気筒列方向における一端部に設けられ、ウォータポンプからの冷却液を前記シリンダブロック内に導入する冷却液導入路と、
この冷却液導入路と連通し、前記複数の気筒を囲むようにシリンダブロックに形成されるブロック側ウォータジャケットと、
前記シリンダブロックに結合されるシリンダヘッドに、各燃焼室の周囲に気筒列方向に延びて形成されている第 1 ヘッド側ウォータジャケットと、
前記シリンダヘッドに、各排気ポートの周囲に気筒列方向に延びて形成されている第 2 ヘッド側ウォータジャケットと、
前記ブロック側ウォータジャケットおよび前記第 1 ヘッド側ウォータジャケットを少なくとも気筒列方向の各他端部で連通させて前記ブロック側ウォータジャケット内の冷却液を前記第 1 ヘッド側ウォータジャケットに流入させる連通路と、
前記ブロック側ウォータジャケットをバイパスして、前記ウォータポンプと前記第 2 ヘッド側ウォータジャケットの気筒列方向における他端部とを連通させるバイパス通路と、
前記シリンダヘッドの気筒列方向における一端部に設けられ、前記第 1 および第 2 ヘッド側ウォータジャケット内の冷却液を排出する冷却液排出路とを備え、
前記バイパス通路は、前記シリンダブロックの下部に気筒列方向に沿って直線的に設けられた第 1 バイパス路と、当該第 1 バイパス路と連通し、前記シリンダブロックの気筒列方向における他端部に気筒軸方向に沿って直線的に設けられた第 2 バイパス路とを備え、
前記第 2 バイパス路は、前記ブロック側ウォータジャケットの気筒列方向における他端部を外方に膨出させたジャケット拡張部を含んでいることを特徴とする多気筒エンジンの冷却構造。

30

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、シリンダブロックおよびシリンダヘッドに各々形成されたウォータジャケッ

50

トに冷却液を供給することによりエンジンを冷却する多気筒エンジンの冷却構造に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、多気筒エンジンの冷却構造として、シリンダブロックおよびシリンダヘッドに形成されたウォータジャケットにウォータポンプから圧送された冷却液を導入することにより、エンジンを冷却する構造が知られている。

【0003】

また、冷却性能の向上を目的として、特許文献1には、ウォータポンプ、シリンダブロック側ウォータジャケット、およびシリンダヘッド側ウォータジャケットがこの順で連続することにより構成される冷却水経路と、ウォータポンプとシリンダヘッド側ウォータジャケットとを直接結ぶバイパス経路とを備えたエンジンの冷却構造が開示されている。

10

【0004】

特許文献1に記載の冷却構造によれば、冷却水の一部はバイパス経路を經由してシリンダヘッド側ウォータジャケット内で弁間およびノズル周りに導入される。バイパス経路を經由して供給される冷却水は、シリンダブロック側ウォータジャケットを經由していないため、比較的低温であり、弁間およびノズル周りを効果的に冷却することができる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】実開昭60-185023号公報

20

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

ところで、シリンダヘッドにおける排気ポート周辺は、吸気ポート周辺と比べて温度が上昇し易く、これを放置すると、シリンダブロックに熱が伝達され、当該ブロックにおける排気側部分と吸気側部分との間に温度差が生じ、その温度差によってシリンダポア壁が不均一に変形して、ピストンの摺動抵抗が大きくなって燃費が低下する虞がある。

【0007】

ところが、特許文献1に記載の冷却構造は、吸排気各側の特性を考慮して冷却する構造とはなっていないため、シリンダヘッドを適切に冷却するには十分ではなかった。

30

【0008】

本発明は、上記の事情に鑑みて成されたものであり、シリンダヘッドを適切に冷却することができる多気筒エンジンの冷却構造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】

【0009】

上記の課題を解決するために、本発明は、複数の気筒が一行に並ぶ多気筒エンジンの冷却構造であって、シリンダブロックの気筒列方向における一端部に設けられ、ウォータポンプからの冷却液を前記シリンダブロック内に導入する冷却液導入路と、この冷却液導入路と連通し、前記複数の気筒を囲むようにシリンダブロックに形成されるブロック側ウォータジャケットと、前記シリンダブロックに結合されるシリンダヘッドに、各燃焼室の周囲に気筒列方向に延びて形成されている第1ヘッド側ウォータジャケットと、前記シリンダヘッドに、各排気ポートの周囲に、前記第1ヘッド側ウォータジャケットに対して分離した状態で、気筒列方向に延びて形成されている第2ヘッド側ウォータジャケットと、前記ブロック側ウォータジャケットおよび前記第1ヘッド側ウォータジャケットを少なくとも気筒列方向の各他端部で連通させて前記ブロック側ウォータジャケット内の冷却液を前記第1ヘッド側ウォータジャケットに流入させる連通路と、前記ブロック側ウォータジャケットをバイパスして、前記ウォータポンプと前記第2ヘッド側ウォータジャケットの気筒列方向における他端部のみとを連通させるバイパス通路と、前記シリンダヘッドの気筒列方向における一端部に設けられ、前記第1および第2ヘッド側ウォータジャケット内の

40

50

冷却液を排出する冷却液排出路とを備えることを特徴とする多気筒エンジンの冷却構造を提供する。

【0010】

本発明によれば、シリンダヘッド側のウォータジャケットとして、燃焼室周りを主に冷却する第1ヘッド側ウォータジャケットだけでなく、排気ポート周りを主に冷却する第2ヘッド側ウォータジャケットを備え、バイパス通路が、ブロック側ウォータジャケットをバイパスして、ウォータポンプと第2ヘッド側ウォータジャケットとを連通させるので、ウォータポンプから、ブロック側ウォータジャケットを経由せずに第2ヘッド側ウォータジャケットに冷却液を供給することができる。これにより、比較的低温の冷却液を第2ヘッド側ウォータジャケットに供給して、排気ポート周辺を効果的に冷却することができ、その結果、シリンダヘッドを適切に冷却して、シリンダボア壁の不均一な変形を抑制し、燃費を向上させることができる。

10

【0011】

本発明においては、前記第1ヘッド側ウォータジャケットと前記第2ヘッド側ウォータジャケットとが、気筒列方向に沿って分離した状態で設けられている。

【0012】

この構成によれば、バイパス通路を経由した低温の冷却液を第2ヘッド側ウォータジャケットに集中的に導入することができるため、排気ポート周辺をより効果的に冷却することができる。

【0013】

本発明においては、前記第2ヘッド側ウォータジャケットは、前記排気ポートを上方から覆うように設けられ、この排気ポートの上部を冷却する上側ジャケットと、前記排気ポートを下方から覆うように設けられ、この排気ポートの下部を冷却する下側ジャケットとを備えることが好ましい。

20

【0014】

この構成によれば、第2ヘッド側ウォータジャケットは、上側ジャケットと下側ジャケットとを備えるので、排気ポート周辺を上下から効率的に冷却することができる。これにより、排気ポートをより適切に冷却することができる。また、下側ジャケットに流入した冷却液で燃焼室の上部を冷却することができ、当該上部の冷却を促進することができる。

【0015】

本発明においては、前記バイパス通路は、前記シリンダブロックの下部に気筒列方向に沿って直線的に設けられた第1バイパス路と、当該第1バイパス路と連通し、前記シリンダブロックの気筒列方向における他端部に気筒軸方向に沿って直線的に設けられた第2バイパス路とを備えることが好ましい。

30

【0016】

この構成によれば、シリンダブロックの下部に第1バイパス路を設けることで、シリンダブロックにおいて燃焼室から離れた位置に第1バイパス路を配置することができる。これにより、シリンダブロックの熱が第1バイパス路を流れる冷却液に伝わるのを抑制して、第1バイパス路を流れる冷却液を低温状態に保つことができる。そして、その低温状態の冷却液を、気筒列方向に沿って設けられた第2バイパス路で速やかに第2ヘッド側ウォータジャケットに供給して、排気ポート周辺をより効果的に冷却することができる。また、第1、第2バイパス路は直線的に構成されているため、これらバイパス路を有するシリンダブロックを比較的容易に作製することができる。

40

【0017】

本発明においては、前記第2バイパス路は、前記ブロック側ウォータジャケットの気筒列方向における他端部を外方に膨出させたジャケット拡張部を含んでいることが好ましい。

【0018】

この構成によれば、ブロック側ウォータジャケットの一部（気筒列方向における他端部）を外方に膨出させたジャケット拡張部を含んで第2バイパス路を構成しているため、比

50

較的容易に第2バイパス路を構成することができる。さらに、ジャケット拡張部は、ブロック側ウォータジャケットを外側に膨出させているので、第2バイパス路を流れる冷却液とブロック側ウォータジャケットを流れる冷却液とが混じり合うのを抑制して、第2バイパス路を流れる冷却液の昇温を抑制することができる。これにより、第2バイパス路を簡便に構成しながら、排気ポート周辺をより効果的に冷却することができる。

【0019】

本発明においては、前記ブロック側ウォータジャケットに、前記複数の気筒のシリンダボア壁を囲むように収容される部材であって、前記シリンダボア壁との間に間隔をあけて対向する周壁を有するスペーサ部材を備えていることが好ましい。

【0020】

この構成によれば、ブロック側ウォータジャケットにスペーサ部材を配置することで、ブロック側ウォータジャケットの流路面積が減少するが、バイパス通路に冷却液を流すことにより、ブロック側ウォータジャケットを流れる冷却液の流量を減少させて、当該ジャケットにおける冷却液の流通抵抗を低減し、シリンダブロックを適切に冷却することができる。

【0021】

本発明においては、前記周壁は、前記シリンダボア壁の上部と間隔をあけて対向するように設けられていることが好ましい。

【0022】

この構成によれば、シリンダボア壁の上部と周壁との間に冷却液を流すことにより、シリンダボア壁の上部を効果的に冷却することができる。

【発明の効果】

【0023】

以上説明したように、本発明によれば、シリンダヘッドに対する冷却性能を向上させるを適切に冷却することができる多気筒エンジンの冷却構造を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0024】

【図1】本発明の実施形態に係る多気筒エンジンの冷却構造の全体構成を示す概略図である。

【図2】シリンダブロック周辺の概略構成を示す分解斜視図である。

【図3】スペーサ部材を吸気側から見た斜視図である。

【図4】スペーサ部材を排気側から見た側面図である。

【図5】スペーサ部材を吸気側から見た側面図である。

【図6】ブロック側ウォータジャケットにスペーサ部材を配置した状態のシリンダブロックを、スペーサ部材の上部の高さで切断して示す横断面図である。

【図7】ブロック側ウォータジャケットにスペーサ部材を配置した状態のシリンダブロックを、スペーサ部材の下部の高さで切断して示す横断面図である。

【図8】シリンダヘッドを図14のF-F線で切断し、シリンダブロックを図6のA-A線で切断した状態で示す縦断面図である。

【図9】シリンダヘッドを図14のG-G線で切断し、シリンダブロックを図6のH-H線で切断した状態で示す縦断面図である。

【図10】図6のB-B線断面図である。

【図11】図6のC-C線断面図である。

【図12】図6のD-D線断面図である。

【図13】図6のE-E線断面図である。

【図14】ヘッド側ウォータジャケットを示す平面図である。

【図15】ヘッド側ウォータジャケットを示す斜視図である。

【発明を実施するための形態】

【0025】

以下、添付図面を参照しながら本発明の好ましい実施形態について詳述する。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 6 】

(1) 全体の概略構成

本実施形態に係る冷却構造が適用されるエンジン 2 は、図 1 に示されるように、4 つの気筒（第 1 ～ 第 4 気筒 1 ～ 4）を有する直列 4 気筒 4 サイクルガソリンエンジンである。エンジン 2 は、車両前部のエンジンルーム内で気筒列方向が車幅方向（図 1 の左右方向）に向くように横置きに配置される横置き型のエンジンである。

【 0 0 2 7 】

なお、本実施形態では、上記直列エンジン 2 に基づいて説明するが、エンジンの種類は特に限定されるものではなく、複数の気筒が一列に並ぶものであれば、V 型エンジン等であってもよい。また、気筒数についても複数であればよく、エンジンルーム内で気筒列方向が車両前後方向に向くように縦置きに配置される縦置き型のエンジンであってもよい。エンジンルームは、車両前部に設けられていてもよいし、車両中央部あるいは車両後部に設けられていてもよい。

10

【 0 0 2 8 】

図 1 に示されるように、エンジン 2 は、シリンダブロック 3 と、シリンダブロック 3 にガスケット 7 0（図 2 参照）を介して締結されるシリンダヘッド 4 とを含んでいる。なお、図 1 では、ガスケットおよび後述するスペーサ部材の図示を省略している。

【 0 0 2 9 】

エンジン 2 においては、その吸気系および排気系が気筒列方向と直交する方向の一方側と他方側とにそれぞれ設けられている。

20

【 0 0 3 0 】

各図において、「I N 側」は吸気側、すなわち気筒列方向と直交する幅方向において、エンジン 2 の吸気ポートが位置する側（吸気マニホールド等の吸気装置が配置される側）を意味し、「E X 側」は排気側、すなわち気筒列方向と直交する幅方向において、エンジン 2 の排気ポートが位置する側（排気マニホールド等の排気装置が配置される側）を意味している。

【 0 0 3 1 】

以下の説明では、気筒軸方向を上下方向といい、シリンダブロック 3 から見てシリンダヘッド側を上、反シリンダヘッド側を下というとともに、この上下方向の位置を高さ位置という場合がある。また、気筒の径方向内側を単に内側、径方向外側を単に外側という場合がある。

30

【 0 0 3 2 】

なお、図 1 では、シリンダブロック 3 は上方から見たもの、シリンダヘッド 4 は下方から見たものとして示しているため、シリンダブロック 3 とシリンダヘッド 4 とで吸気側と排気側との位置関係が逆になっている。

【 0 0 3 3 】

本実施形態に係る冷却装置は、図 1 および図 2 に示されるように、ブロック側ウォータージャケット 3 3 が上方に開口した状態で設けられたシリンダブロック 3 と、このシリンダブロック 3 にガスケット 7 0 を介して締結されるとともにヘッド側ウォータージャケット 6 0 が設けられたシリンダヘッド 4 と、このシリンダヘッド 4 のヘッド側ウォータージャケット 6 0 とブロック側ウォータージャケット 3 3 との間で冷却液が流通する管、バルブおよびラジエータを含む冷却液流通部材 5 1 と、シリンダブロック 3 に取り付けられ前記冷却液流通部材 5 1 から流れ込んだ冷却液をブロック側ウォータージャケット 3 3 に圧送するウォータポンプ 5 とを備え、冷却液が循環することによりシリンダブロック 3 およびシリンダヘッド 4 を冷却するものとなされている。

40

【 0 0 3 4 】

なお、上記バルブは、シリンダヘッド 4 の気筒列方向一端部（図 1 における左側端部）に形成された冷却液排出路 6 2 に設けられており、運転条件等に応じて開閉される。このバルブが開 / 閉されることで、ヘッド側ジャケット 6 0 から外部への冷却液の導出ひいてはブロック側ジャケット 3 3 およびヘッド側ジャケット 6 0 内の冷却液の流通が実行 / 停

50

止される。例えば、暖機運転中において早期にエンジン 2 の温度を高めたい場合等には、このバルブが閉じられ冷却液の流通が停止されて、冷却液によるエンジン 2 の冷却が禁止される。

【 0 0 3 5 】

本実施形態に係る冷却構造は、上記冷却装置のうち、シリンダブロック 3 およびシリンダヘッド 4 における冷却構造を言い、具体的には、ブロック側導入路 3 6 と、ブロック側ウォータジャケット 3 3 と、第 1 ヘッド側ウォータジャケット 6 4 と、第 2 ヘッド側ウォータジャケット 6 3 と、ブロック側導出路 3 7 と、ヘッド側導入路 6 1 と、バイパス通路 3 8 と、冷却液排出路 6 2 とを備える。

【 0 0 3 6 】

以下、上記冷却装置の各構成要素について詳細に説明する。

【 0 0 3 7 】

(2) シリンダブロック

図 2 , 6 , 7 に示されるように、シリンダブロック 3 は、気筒 1 ~ 4 を規定するシリンダボア壁 3 2 と、ブロック側ウォータジャケット 3 3 と、このブロック側ウォータジャケット 3 3 に冷却液を導入するブロック側導入路 3 6 (本発明の「冷却液導入路」に相当する) と、ブロック側ウォータジャケット 3 3 から冷却液を導出するブロック側導出路 3 7 と、バイパス通路 3 8 とを備えている。このブロック側導出部 3 7 は、後述のヘッド側導入路 6 1 および連通路 7 2 a , 7 2 b と協働して、本発明の「連通路」を構成する。

【 0 0 3 8 】

各気筒 1 ~ 4 のシリンダボア壁 3 2 は、隣接するもの同士が気筒列方向に互いに結合されており、各気筒 1 ~ 4 のシリンダボア壁 3 2 が気筒列方向に一体的に連続している。

【 0 0 3 9 】

図 1 , 6 , 7 に示されるように、ブロック側ウォータジャケット 3 3 は、冷却液が流通する経路 (空間) である。図 2 , 6 , 7 に示されるように、ブロック側ジャケット 3 3 は、4 つの気筒 1 ~ 4 を囲むようにシリンダブロック 3 に形成されている。すなわち、ブロック側ジャケット 3 3 は、シリンダボア壁 3 2 の外周面と、シリンダボア壁 3 2 を間隔を隔てて囲むシリンダブロック外周壁 3 4 の内周面との間に形成されている。以下の説明では、シリンダブロック外周壁 3 4 を「ブロック外周壁 3 4」という。

【 0 0 4 0 】

ブロック側ウォータジャケット 3 3 は、シリンダブロック 3 の上面 3 1 に開口する、いわゆるオープンデッキ式のウォータジャケットである。ブロック側ウォータジャケット 3 3 は、ピストン (図示略) が上下方向に往復動するときのピストン上面の上下方向移動範囲全体に沿って形成されている。ブロック側ウォータジャケット 3 3 内には、ブロック側ウォータジャケット 3 3 内を区画するスペーサ部材 4 0 が挿入されている。このスペーサ部材 4 0 の詳細については後述する。

【 0 0 4 1 】

また、図 2 , 6 , 7 に示されるように、シリンダブロック 3 は、シリンダブロック 3 の気筒列方向他端部 (第 4 気筒 4 側端部) において、ブロック側ウォータジャケット 3 3 と連通しブロック側ウォータジャケット 3 3 から外側 (反気筒側、すなわち、気筒列方向において第 4 気筒 4 から離間する方向) に膨出する空間である第 1 膨出部 3 5 を有している。第 1 膨出部 3 5 は、シリンダブロック 3 の上面 3 1 に開口している。第 1 膨出部 3 5 の気筒列直交方向の幅は、ブロック側ウォータジャケット 3 3 における排気側端部と吸気側端部との気筒列直交方向の間隔よりも小さく設定されている。また、第 1 膨出部 3 5 の深さは、ブロック側ウォータジャケット 3 3 の深さと同じに設定されている。

【 0 0 4 2 】

図 2 , 6 , 7 に示されるように、ブロック側導入路 3 6 は、シリンダブロック 3 の気筒列方向一端部 (図 2 における右側端部) に形成された貫通孔 (導入口) であり、案内部 2 2 を介してウォータポンプ 5 の吐出口と連通している。ブロック側導入路 3 6 は、単一の

10

20

30

40

50

導入口から構成されてもよいし、或いは、複数の導入口から構成されてもよいが、本実施形態では、2つの導入口、具体的には、隣接する気筒の中心を結ぶ気筒中心線よりも排気側に位置する排気側導入口36aと、上記気筒中心線よりも吸気側に位置する吸気側導入口36bとから構成されている。

【0043】

図2、6、7に示されるように、ブロック側導出路37は、第1膨出部35の上端開口部(シリンダブロック3の上面31に開口する部分)により形成されている。つまり、ブロック側導出路37は、シリンダブロック3の気筒列方向他端部(図2における左側端部)に形成されており、ブロック側ウォータジャケット33に連通するとともに、ヘッド側ウォータジャケット60にガスケット70の連通孔72a、72bとシリンダヘッド4に形成された排気側導入口61a及び吸気側導入口61bを介して連通している。ブロック側導出路37は、本実施形態では、排気側に位置する排気側導出路37aと、吸気側に位置する吸気側導出路37bとを有している。排気側導出路37aおよび吸気側導出路37bは、上記第1膨出部35がスペーサ部材40の仕切壁50(後述する)によって気筒列直交方向において排気側と吸気側の2つの空間に仕切られることにより形成され、その一方の空間が排気側導出路37aとされ、他方の空間が吸気側導出路37bとされている。排気側導出路37aは、ガスケット70に形成された連通孔72aと排気側導入口61aを介してヘッド側ウォータジャケット60と連通し、吸気側導出路37bは、ガスケット70に形成された連通孔72bと吸気側導入口61bを介してヘッド側ウォータジャケット60と連通している。

【0044】

バイパス通路38は、図1、15に示されるように、ブロック側ウォータジャケット33をバイパスして、ウォータポンプ5と後述の第2ヘッド側ウォータジャケット63の気筒列方向における他端部(図1における右側端部)とを連通させる通路である。

【0045】

具体的には、バイパス通路38は、シリンダブロック3の下部に気筒列方向に沿って設けられた第1バイパス路38aと、当該第1バイパス路38aの気筒列方向における他端部と連通し、シリンダブロック3の気筒列方向における他端部(図1における右側端部、図15における左側端部)に気筒軸方向に沿って設けられた第2バイパス路38bと、第1バイパス路38aの気筒列方向における一端部(図1における左側端部、図15における右側端部)と連通し、シリンダブロック3の気筒列方向における一端部に気筒軸方向に沿って設けられた第3バイパス路38cとを備えている。

【0046】

第1バイパス路38aは、ブロック側ウォータジャケット33およびブロック側導入口36の各々の気筒列方向における長さの和と同程度の長さを有している。第1バイパス路38aは、ブロック側ウォータジャケット33の気筒列方向と直交する幅方向の一端部(図1における上端部)よりも、同方向の外側にずれた位置に設けられている。そのずれ量は、燃焼室や排気ポート45からの熱を受けにくくする観点から、できるだけ大きい値に設定されることが好ましい。また、第1バイパス路38aの高さ位置は、燃焼室55や排気ポート45からの熱を受けにくくする観点から、ブロック側ウォータジャケット33の気筒軸方向における反シリンダヘッド側端部からの距離ができるだけ大きくなる位置に設定されることが好ましい。第1バイパス路38aの断面形状は特に限定されるものではないが、図15に示される例では、円形状の断面とされている。

【0047】

第2バイパス路38bは、ブロック側ウォータジャケット33と連通している。具体的には、図1、6、13に示されるように、上記第1膨出部35よりも気筒列方向における一端側に、ブロック側ウォータジャケット33と連通しブロック側ウォータジャケット33から排気側に膨出する空間である第2膨出部39(本発明の「ジャケット拡張部」に相当する)が形成されている。この第2膨出部39は、シリンダブロック3の上面31に開口している。第2膨出部39の断面積は、第1直線部38aの断面積と同じであってもよ

10

20

30

40

50

いし、図15に示されるように、第1バイパス路38aの断面積より大きく設定されていてもよい。また、第2膨出部39の深さは、ブロック側ウォータジャケット33の深さと同じに設定されている。第2膨出部39の断面形状は、特に限定されるものではないが、図1に示される例では、略三角形の断面とされている。そして、この第2膨出部39が、第2バイパス路38bの気筒軸方向の中央部からシリンダヘッド側端部に亘る部分を構成している。

【0048】

第3バイパス路38cは、その気筒軸方向におけるシリンダヘッド側端部が、ウォータポンプ5とブロック側導入路36とを結ぶ冷却液の案内通路22a（後述する）と連通している。第3バイパス路38cの断面積は、第1バイパス路38aの断面積と同じであってもよいし、図14に示されるように、第1バイパス路38aの断面積より大きく設定されていてもよい。

10

【0049】

(3) ガスケット

図2に示されるように、ガスケット70は、シリンダブロック3とシリンダヘッド4との間に介在して、シリンダブロック3とシリンダヘッド4との間をシールする部材である。ガスケット70の材質は特に限定されるものではないが、例えば金属製であり、具体的には、複数の金属板を重ね合わせた後これら金属板の複数個所をかしめて一体化することで形成される。シリンダブロック3とシリンダヘッド4とは、このガスケット70を間に挟んだ状態で複数のヘッドボルト（図示略）により互いに締結される。なお、シリンダブロック3およびガスケット70には、これらヘッドボルトが挿通、螺合するボルト穴が形成されているが、図示は省略している。

20

【0050】

ガスケット70は、その全体形状がシリンダブロック3の上面31に対応する形状に形成されており、ガスケット70には、4つの気筒1～4に対応する位置に4つの円孔71が形成されている。

【0051】

ガスケット70の気筒列方向一端部（図2における左側端部）には、その厚み方向に貫通して、ブロック側ジャケット33とヘッド側ジャケット60とを相互に連通させる2つの連通孔72a、72bが形成されている。連通孔72aの開口面積は、連通孔72bの開口面積よりも大きく設定されている。

30

【0052】

また、ガスケット70の気筒列方向一端部（図2における左側端部）には、その厚み方向に貫通して、第2バイパス路38bとヘッド側ジャケット60とを相互に連通させる1つの連通孔72cが形成されている。連通孔72cの開口面積は、第2膨出部39の断面積と同じに設定されていてもよいし、図2に示されるように、第2膨出部39の断面積よりも小さく設定されていてもよい。

【0053】

(4) スペーサ部材

ブロック側ジャケット33内に收容されるスペーサ部材40の詳細構造について、図2～13を参照しつつ説明する。

40

【0054】

図2、6、7に示されるように、スペーサ部材40は、スペーサ本体部41と、下端フランジ49と、仕切壁50とを備えている。スペーサ部材40は、熱伝導率がシリンダブロック3の素材（例えばアルミニウム合金）よりも小さい素材で構成されればよいが、本実施形態では合成樹脂で構成される。

【0055】

スペーサ本体部41は、各気筒1～4に対応するシリンダボア壁32の外周全体を囲む部材であって、シリンダボア壁32に沿って平面視で4つの円が若干オーバーラップしてつながり、当該オーバーラップ部分が除去されたような筒状部材である。具体的には

50

、図 8 に示されるように、スペーサ本体部 4 1 は、各気筒 1 ~ 4 に対応するシリンダボア壁 3 2 の上部（本実施形態では、ピストン上面の上下方向移動範囲のうち、上側約 1 / 3 の部分）を囲む上部壁 4 3（本発明の「周壁」に相当する）と、上部壁 4 3 の下端に連設されて径方向内側に突出する段部 4 2 と、段部 4 2 の内側端部に連設され、上部壁 4 3 の下側に位置する下部壁 4 4 とを有し、図 2 に示されるように、上部壁 4 3 に対して下部壁 4 4 が内側に縮小した異形筒状体を呈している。なお、上部壁 4 3 の高さ位置は、上記の高さ位置（ピストン上面の上下方向移動範囲のうち、上側約 1 / 3 の部分）に限定されず、例えば、ピストン上面の上下方向移動範囲のうち、上側約 1 / 2 の部分であってもよい。

【 0 0 5 6 】

図 8 ~ 1 3 に示されるように、スペーサ本体部 4 1 は、シリンダブロック 3 の上面 3 1 から突出しないような高さを有している。つまり、スペーサ本体部 4 1 は、ブロック側ジャケット 3 3 の深さと同等もしくはブロック側ジャケット 3 3 の深さよりも低い高さを有している。本実施形態では、スペーサ本体部 4 1 の上端の高さが、シリンダブロック 3 の上面 3 1 とほぼ同じ高さに設定されている。これに伴い、ブロック側ジャケット 3 3 は、その全体にわたってスペーサ本体部 4 1 により内側（気筒側）と外側（反気筒側）とに区画されている。

【 0 0 5 7 】

図 6、8、9 に示されるように、上部壁 4 3 は、上下方向に延びる筒状壁であり、ブロック側ジャケット 3 3 内に配置された状態で、その内周面がシリンダボア壁 3 2 の上部に対して所定の間隔 L 1（図 8、9 参照）を隔てて対向し、かつ、その外周面がブロック外周壁 3 4 の上部と近接して（上記所定の間隔 L 1 よりも十分に小さい距離を隔てて）対向するように構成されている。図 6、8、9 に示されるように、上部壁 4 3 とシリンダボア壁 3 2 との間には、4 つの気筒 1 ~ 4 に対して排気側に位置する排気側通路 3 3 a と、4 つの気筒 1 ~ 4 に対して吸気側に位置する吸気側通路 3 3 b とが形成される。なお、上部壁 4 3 は、ブロック側ジャケット 3 3 内に配置された状態で、ブロック外周壁 3 4 と密着するような大きさに設定されていてもよい。

【 0 0 5 8 】

図 2 ~ 6 に示されるように、上部壁 4 3 のうち、気筒列方向における導入部 3 6 側の端部には、排気側開口部 5 3 a および吸気側開口部 5 3 b が気筒列直交方向に互いに間隔をあけて形成されている。排気側開口部 5 3 a および吸気側開口部 5 3 b は、排気側導入口 3 6 a および吸気側導入口 3 6 b よりも上側に位置している。また、排気側開口部 5 3 a は、上記気筒中心線よりも排気側に位置し、吸気側開口部 5 3 b は、上記気筒中心線よりも吸気側に位置している。本実施形態では、排気側開口部 5 3 a および吸気側開口部 5 3 b は、上部壁 4 3 の上端から段部 4 2 までを切り欠くように形成されている。

【 0 0 5 9 】

また、図 2 ~ 6 に示されるように、上部壁 4 3 のうち、気筒列方向におけるブロック側導出路 3 7 側の端部には、上部壁 4 3 の上端から段部 4 2 までを切り欠くように導出側開口部 5 3 c、5 3 d が形成されている。

【 0 0 6 0 】

図 7 ~ 9 に示されるように、下部壁 4 4 は、上下方向に延びる筒状壁であり、ブロック側ジャケット 3 3 内に配置された状態で、その内周面がブロック外周壁 3 4 に対して所定の間隔 L 2（図 8、9 参照）を隔てて対向し、かつ、その外周面がシリンダボア壁 3 2 の上下方向中央部と近接して（上記所定の間隔 L 2 よりも十分に小さい距離を隔てて）対向するように構成されている。図 7 ~ 9 に示されるように、下部壁 4 4 がブロック側ジャケット 3 3 内に配置された状態で、下部壁 4 4 とシリンダボア壁 3 2 との間には、4 つの気筒 1 ~ 4 に対して排気側に位置する排気側通路 3 3 c と、4 つの気筒 1 ~ 4 に対して吸気側に位置する吸気側通路 3 3 d とが形成される。なお、下部壁 4 4 は、ブロック側ジャケット 3 3 内に配置された状態で、シリンダボア壁 3 2 と密着するような大きさに設定されていてもよい。

10

20

30

40

50

【 0 0 6 1 】

上記間隔 L 1 と間隔 L 2 との大小関係は、特に限定されるものではないが、本実施形態では、同じに設定される。なお、L 1 を L 2 よりも大きい値に設定することや、L 2 を L 1 よりも大きく設定することも可能である。

【 0 0 6 2 】

図 3 , 7 に示されるように、下部壁 4 4 は、気筒列方向他端部において、排気側と吸気側とに相互に分離されており、排気側の下部壁 4 4 と吸気側の下部壁 4 4 との間に、仕切壁 5 0 が介在している。排気側の下部壁 4 4 および吸気側の下部壁 4 4 は、仕切壁 5 0 と一体に形成されている。

【 0 0 6 3 】

図 2 ~ 5 に示されるように、下端フランジ 4 9 は、スペーサ本体部 4 1 の下端部において、スペーサ本体部 4 1 の外周面から全周にわたってブロック外周壁 3 4 に向かって突出するように形成されている。スペーサ部材 4 0 は、この下端フランジ 4 9 がブロック側ジャケット 3 3 の底面に当接した状態でブロック側ジャケット 3 3 内に收容されている。

【 0 0 6 4 】

図 2 ~ 7 に示されるように、仕切壁 5 0 は、上下方向に延びる直方体状の壁である。仕切壁 5 0 は、気筒列方向他端部における排気側の下部壁 4 4 と吸気側の下部壁 4 4 との間に位置して、下部壁 4 4 の下端と同じ高さから上側に延びて、さらに導出部 3 7 内で上部壁 4 3 の上端と同じ高さまで延びている。仕切壁 5 0 の内側（気筒側）の側面は、下部壁 4 4 の内周面とは面一となっている。また、仕切壁 5 0 の外側（反気筒側）の側面は、下部壁 4 4 の外周面および上部壁 4 3 の外周面よりも外側に突出している。

【 0 0 6 5 】

図 6 , 7 に示されるように、仕切壁 5 0 は、その気筒列直交方向の幅が第 1 膨出部 3 5 の気筒列直交方向の幅よりも小さく設定され、第 1 膨出部 3 5 内に配置される。これにより、第 1 膨出部 3 5 のうち、仕切壁 5 0 よりも排気側の部分には、排気側通路 3 3 a , 3 3 c 内の冷却液をヘッド側ジャケット 6 0 に導出する排気側導出路 3 7 a が形成され、第 1 膨出部 3 5 のうち、仕切壁 5 0 よりも吸気側の部分には、吸気側通路 3 3 b , 3 3 d 内の冷却液をヘッド側ジャケット 6 0 に導出する吸気側導出路 3 7 b が形成される。排気側導出路 3 7 a は、ガスケット 7 0 に形成された連通孔 7 2 a と排気側導入口 6 1 a を介してヘッド側ウォータージャケット 6 0 と連通している。また、この吸気側導出路 3 7 b は、ガスケット 7 0 に形成された連通孔 7 2 b と吸気側導入口 6 1 b を介してヘッド側ウォータージャケット 6 0 と連通している。

【 0 0 6 6 】

また、図 6 に示されるように、仕切壁 5 0 の気筒列直交方向の幅は、第 1 膨出部 3 5 の気筒列直交方向の幅よりも小さく設定されている。この第 1 膨出部 3 5 内に仕切壁 5 0 が位置している。第 1 膨出部 3 5 は、仕切壁 5 0 によって排気側と吸気側とに仕切られる。

【 0 0 6 7 】

図 1 1 に示されるように、スペーサ部材 4 0 がブロック側ジャケット 3 3 内に配置された状態で、仕切壁 5 0 の外側（反気筒側）の側面は、その全長に亘ってブロック外周壁 3 4 に近接（上記間隔 L 2 よりも十分に小さい間隔を隔てて）もしくは密着して対向する。さらに、仕切壁 5 0 の内側（気筒側）の側面は、その全長に亘ってシリンダボア壁 3 2 に近接（上記間隔 L 1 よりも十分に小さい間隔を隔てて）もしくは密着して対向する。

【 0 0 6 8 】

このように、仕切壁 5 0 は、その全長に亘ってシリンダボア壁 3 2 およびブロック外周壁 3 4 と近接もしくは密着するように配置されることにより、排気側通路 3 3 a と吸気側通路 3 3 b とが上下方向全体に亘って仕切られるとともに、排気側通路 3 3 c と吸気側通路 3 3 d とが上下方向全体に亘って仕切られ、さらに、第 1 膨出部 3 5 が排気側と吸気側とに仕切られる。なお、排気側通路 3 3 a と排気側通路 3 3 c とは、導出側開口部 5 3 c（仕切壁 5 0 よりも排気側に位置する部分）を介して連通し、吸気側通路 3 3 b と吸気側通路 3 3 d とは、導出側開口部 5 3 d（仕切壁 5 0 よりも吸気側に位置する部分）を介し

10

20

30

40

50

て連通している。

【 0 0 6 9 】

(5) シリンダヘッド

図 8 , 9 に示されるように、シリンダヘッド 4 は、シリンダブロック 3 と結合されて燃焼室 5 5 の天井部を構成する。このシリンダヘッド 4 は、各気筒 1 ~ 4 毎に設けられるとともに空気を燃焼室 5 5 に導入するための吸気ポート 4 6 と、各気筒 1 ~ 4 毎に設けられるとともに燃焼室 5 5 で生成された排気ガスを導出するための排気ポート 4 5 と、吸気ポート 4 6 の燃焼室 5 5 側の開口を開閉する吸気弁 4 8 と、排気ポート 4 5 の燃焼室 5 5 側の開口を開閉する排気弁 4 7 と、各気筒 1 ~ 4 の燃焼室 5 5 に向けて直接燃料を噴射するインジェクタ 6 7 と、燃焼室 5 5 内における空気と燃料との混合ガスに点火する点火プラグ 6 8 と、各気筒 1 ~ 4 の排気ポート 4 5 の周辺および燃焼室 5 5 の上側を冷却するヘッド側ウォータジャケット 6 0 と、シリンダヘッド 4 の気筒列方向他端部 (図 1 における右側端部) に形成され、ヘッド側ウォータジャケット 6 0 と連通するとともにシリンダブロック 3 のブロック側導出路 3 7 からガスカートケット 7 0 の連通孔 7 2 a , 7 2 b を介してヘッド側ウォータジャケット 6 0 に冷却液を導入する排気側導入口 6 1 a 及び吸気側導入口 6 1 b と、シリンダヘッド 4 の気筒列方向他端部に形成され、ヘッド側ウォータジャケット 6 0 と連通するとともにシリンダブロック 3 のバイパス通路 3 8 からガスカートケット 7 0 の連通孔 7 2 c を介してヘッド側ウォータジャケット 6 0 に冷却液を導入するヘッド側導入口 6 6 と、シリンダヘッド 4 の気筒列方向一端部 (図 1 における左側端部) に形成され、ヘッド側ウォータジャケット 6 0 から冷却液を上記冷却液流通部材 5 1 に導出する冷却液排出路 6 2 とを備えている。

【 0 0 7 0 】

本実施形態では、1つの気筒につき吸気弁 4 8 および排気弁 4 7 が 2 つずつ設けられている。

【 0 0 7 1 】

各気筒 1 ~ 4 の吸気ポート 4 6 は、それぞれ独立したポート形状であり、その下流端は、燃焼室 5 5 に対して開口している。

【 0 0 7 2 】

各気筒 1 ~ 4 の排気ポート 4 5 は、排気流れ方向下流側に位置する 1 つの排気側集合ポート 4 5 a と、排気側集合ポート 4 5 a の上流側端部で二股に分かれた排気側分岐ポート 4 5 b (図 9 では一方の排気側分岐ポート 4 5 b のみを示す) とを有している。各排気側分岐ポート 4 5 b の上流端は、燃焼室 5 5 に対して開口している。

【 0 0 7 3 】

インジェクタ 6 7 は、燃焼室 5 5 の中心軸上に設けられている。点火プラグ 6 8 は、燃焼室 5 5 の中心軸よりも吸気側にオフセットした位置に配置された第 1 点火プラグ 6 8 a と、燃焼室 5 5 の中心軸よりも排気側にオフセットした位置に配置された第 2 点火プラグ 6 8 b とを有している。

【 0 0 7 4 】

ヘッド側ウォータジャケット 6 0 は、図 8 , 9 , 1 4 , 1 5 に示されるように、シリンダヘッド 4 に各燃焼室 5 5 (図 8 , 9 参照) の周囲を覆うように気筒列方向に延びて形成される第 1 ヘッド側ウォータジャケット 6 4 と、シリンダヘッド 4 に各排気ポート 4 5 (図 8 , 9 参照) の周囲を上下から覆うように気筒列方向に延びて形成される第 2 ヘッド側ウォータジャケット 6 3 とを備えている。

【 0 0 7 5 】

具体的には、第 1 ヘッド側ウォータジャケット 6 4 は、図 1 4 に示されるように、インジェクタ 6 7 、吸気ポート 4 6 、排気側分岐ポート 4 5 b 、第 1 点火プラグ 6 8 a 、および第 2 点火プラグ 6 8 b を迂回しながら、気筒列方向に延びている。より具体的には、第 1 ヘッド側ウォータジャケット 6 4 は、図 1 4 に示されるように、吸気ポート 4 6 を迂回するように蛇行しながら気筒列方向に延びる吸気側部 6 4 a と、インジェクタ 6 7 を迂回するように拡縮しながら気筒列方向に延びる中央部 6 4 b と、排気側分岐ポート 4 5 b を

10

20

30

40

50

迂回するように蛇行しながら気筒列方向に延びる排気側部 6 4 c と、隣り合う気筒間で吸気側部 6 4 a と中央部 6 4 b と排気側部 6 4 c とを繋ぐ連結部 6 4 d とを備えている。

【 0 0 7 6 】

吸気側部 6 4 a と中央部 6 4 b との間には、吸気ポート 4 6 および第 1 点火プラグ 6 8 a が挿通される孔部 6 9 が形成されている。排気側部 6 4 c と中央部 6 4 b との間には、排気側分岐ポート 4 5 b および第 2 点火プラグ 6 8 b が挿通される孔部 7 3 が形成されている。中央部 6 4 b には、インジェクタ 6 7 が挿通される孔部 7 4 が形成されている。

【 0 0 7 7 】

第 2 ヘッド側ウォータジャケット 6 3 は、図 1 4、1 5 に示されるように、排気ポート 4 5 の周囲を上方から覆うように設けられ、この排気ポート 4 5 の上部を冷却する上側ジャケット 6 3 a と、排気ポート 4 5 の周囲を下方から覆うように設けられ、この排気ポート 4 5 の下部を冷却する下側ウォータジャケット 6 3 b とを備えている。上側ジャケット 6 3 a は、気筒列方向に延びており、気筒毎に、排気側集合ポート 4 5 a および第 2 点火プラグ 6 8 b が挿通される孔部 6 3 c を有している。また、上側ジャケット 6 3 a は、気筒列方向の他端部に、上記ヘッド側導入路 6 6 を有しており、このヘッド側導入路 6 6 とガスケット 7 0 の連通孔 7 2 c とが相互に連通している。下側ジャケット 6 3 b は、上側ジャケット 6 3 a の下側で気筒列方向に延びている。上側ジャケット 6 3 a と、下側ウォータジャケット 6 3 b とは、気筒列方向における一端部に設けられた連通路 6 3 d および気筒列方向における他端部に設けられた連通路 6 3 e を介して相互に連通している。本実施形態では、上側ジャケット 6 3 a の流路面積は、下側ジャケット 6 3 b の流路面積よりも大きい値に設定されている。第 2 ヘッド側ウォータジャケット 6 3 と第 1 ヘッド側ウォータジャケット 6 4 との間には、各々の気筒列方向における一端部同士を連通させる連通路 6 7 が設けられている。

【 0 0 7 8 】

(6) ウォータポンプ

ウォータポンプ 5 は、エンジン 2 により強制的に駆動されるポンプであり、シリンダブロック 3 の気筒列方向一端部 (図 1 における左側端部) に取り付けられている。ブロック側ジャケット 3 3 およびヘッド側ジャケット 6 0 には、このウォータポンプ 5 により冷却液が圧送される。詳細には、ウォータポンプ 5 は、エンジン 2 のクランクシャフト (図示略) に連結されており、クランクシャフトの回転すなわちエンジン 2 の回転に伴って冷却液を圧送する。また、ウォータポンプ 5 は、シリンダブロック 3 の気筒列方向一端部 (図 1 における左側端部) のうち、排気側部分に配置されている。

【 0 0 7 9 】

ウォータポンプ 5 の吐出口には、冷却液をブロック側ウォータジャケット 3 3 に案内する案内部 2 2 が接続されている。案内部 2 2 は、ウォータポンプ 5 の吐出口からシリンダブロック 3 の吸気側に延びつつシリンダブロック 3 の側面の一部を覆うカバー部材である。この案内部 2 2 とシリンダブロック 3 の側面との間に、気筒列直交方向に延びる直線状の案内通路 2 2 a が形成され、この案内通路 2 2 a の中途部が、排気側導入部 3 6 a および吸気側導入部 3 6 b を介してブロック側ウォータジャケット 3 3 と連通し、バイパス通路 3 8 を介して第 2 ヘッド側ウォータジャケット 6 3 と連通している。

【 0 0 8 0 】

(7) 本実施形態の作用効果

次に、本実施形態に係るエンジンの冷却構造の作用効果について説明する。

【 0 0 8 1 】

本実施形態では、図 7 に示されるように、ウォータポンプ 5 から圧送された冷却液が、案内通路 2 2 a および排気側導入部 3 6 a を通じて排気側通路 3 3 c 内に流入するとともに、案内通路 2 2 a および吸気側導入部 3 6 b を通じて吸気側通路 3 3 d 内に流入する。

【 0 0 8 2 】

排気側通路 3 3 c 内に流入した冷却液は、スパーサ部材 4 0 の下部壁 4 4 に衝突し、そのうちの一部の冷却液が上側に流れて排気側開口部 5 3 a (図 6 参照) を通じて排気側通

10

20

30

40

50

路 3 3 a 内に流入してブロック側導出路 3 7 側に流れ、残りの冷却液が排気側通路 3 3 c (図 7 参照)内をブロック側導出路 3 7 側に流れる。

【 0 0 8 3 】

吸気側通路 3 3 d 内に流入した冷却液は、スパーサ部材 4 0 の下部壁 4 4 に衝突し、そのうちの一部の冷却液が上側に流れて吸気側開口部 5 3 b (図 6 参照)を通じて吸気側通路 3 3 b 内に流入し、残りの冷却液が吸気側通路 3 3 d (図 7 参照)内を導出路 3 7 側に流れる。

【 0 0 8 4 】

次いで、排気側通路 3 3 a 内をブロック側導出路 3 7 側の端部まで流れた冷却液が、仕切壁 5 0 に衝突して上側に流れるとともに、排気側通路 3 3 c 内をブロック側導出路 3 7 側の端部まで流れた冷却液が、仕切壁 5 0 に衝突して上側に流れる。排気側通路 3 3 a からの冷却液と排気側通路 3 3 c からの冷却液とが合流して排気側導出路 3 7 a に流入し、その合流した冷却液がガスケット 7 0 の連通路 7 2 a と排気側導入口 6 1 a を通じて第 1 ヘッド側ジャケット 6 4 内に流入する。

【 0 0 8 5 】

同様に、吸気側通路 3 3 b 内を導出路 3 7 側の端部まで流れた冷却液が、仕切壁 5 0 に衝突して上側に流れるとともに、吸気側通路 3 3 d 内をブロック側導出路 3 7 側の端部まで流れた冷却液が、仕切壁 5 0 に衝突して上側に流れる。吸気側通路 3 3 b からの冷却液と吸気側通路 3 3 d からの冷却液とが合流して吸気側導出路 3 7 b に流入し、その合流した冷却液がガスケット 7 0 の連通路 7 2 b と吸気側導入口 6 1 b を通じて第 1 ヘッド側ジャケット 6 4 内に流入する。

【 0 0 8 6 】

第 1 ヘッド側ジャケット 6 4 に流入した冷却液は、第 1 ヘッド側ジャケット 6 4 を気筒列方向における他端部から一端部側へ流れつつ燃焼室 5 5 周辺 (図 8 参照)を冷却し、冷却液排出路 6 2 を通じてシリンダヘッド 4 から排出される。

【 0 0 8 7 】

また、図 6 , 7 , 1 4 に示されるように、ウォータポンプ 5 から圧送された冷却液は、案内通路 2 2 a およびバイパス通路 3 8 を通じて第 2 ヘッド側ウォータジャケット 6 3 (上側ジャケット 6 3 a、下側ジャケット 6 3 b)に流入する。上側ジャケット 6 3 a に流入した冷却液は、排気ポート 4 5 の上部を冷却しつつ、気筒列方向における他端部から一端部側へ流れて連通路 6 7 に流入する。下側ジャケット 6 3 b に流入した冷却液は、排気ポート 4 5 の下部を冷却しつつ、気筒列方向における他端部から一端部側へ流れる。上側ジャケット 6 3 a 内の冷却液と下側ジャケット 6 3 b 内の冷却液とは、連通路 6 3 d において合流し、その下流側の連通路 6 7 を流れた後、第 1 ヘッド側ウォータジャケット内の冷却液と合流して、冷却液排出路 6 2 を通じて排出される。

【 0 0 8 8 】

以上説明したように、本実施形態によれば、ヘッド側ウォータジャケット 6 0 として、燃焼室 5 5 周りを主に冷却する第 1 ヘッド側ウォータジャケット 6 4 だけでなく、排気ポート 4 5 周りを主に冷却する第 2 ヘッド側ウォータジャケット 6 3 を備え、バイパス通路 3 8 が、ブロック側ウォータジャケット 3 3 をバイパスして、ウォータポンプ 5 と第 2 ヘッド側ウォータジャケット 6 3 とを連通させるので、ウォータポンプ 5 から、ブロック側ウォータジャケット 3 3 を経由せずに第 2 ヘッド側ウォータジャケット 6 3 に冷却液を供給することができる。これにより、比較的低温の冷却液を第 2 ヘッド側ウォータジャケット 6 3 に供給して、排気ポート 4 5 周辺を効果的に冷却することができ、その結果、シリンダヘッド 4 を適切に冷却して、シリンダボア壁 3 2 の不均一な変形を抑制し、燃費を向上させることができる。

【 0 0 8 9 】

また、本実施形態によれば、バイパス通路 3 8 を経由した低温の冷却液を第 2 ヘッド側ウォータジャケット 6 3 に集中的に導入することができるため、排気ポート 4 5 周辺をより効果的に冷却することができる。

10

20

30

40

50

【0090】

また、本実施形態によれば、第2ヘッド側ウォータジャケット63は、上側ジャケット63aと下側ジャケット63bとを備えるので、排気ポート45周辺を上下から効率的に冷却することができる。これにより、排気ポート45をより適切に冷却することができる。また、下側ジャケット63bに流入した冷却液で燃焼室55の上部を冷却することができる。当該上部の冷却を促進することができる。

【0091】

また、本実施形態によれば、シリンダブロック3の下部に第1バイパス路38aを設けることで、シリンダブロック3において燃焼室55から離れた位置に第1バイパス路38aを配置することができる。これにより、シリンダブロック3の熱が第1バイパス路38aを流れる冷却液に伝わるのを抑制して、第1バイパス路38aを流れる冷却液を低温状態に保つことができる。そして、その低温状態の冷却液を、気筒列方向に沿って設けられた第2バイパス路38bで速やかに第2ヘッド側ウォータジャケット63に供給して、排気ポート45周辺を効果的に冷却することができる。また、第1バイパス路38a、第2バイパス路38b、および第3バイパス路38cは直線的に構成されているため、これらバイパス路を有するシリンダブロック3を比較的容易に作製することができる。

10

【0092】

また、本実施形態によれば、ブロック側ウォータジャケット33の一部（気筒列方向における他端部）を外方に膨出させたジャケット拡張部39を含んで第2バイパス路38bを構成しているため、比較的容易に第2バイパス路38bを構成することができる。さらに、第2バイパス路38bを流れる冷却液とブロック側ウォータジャケット33を流れる冷却液とが混じり合うのを抑制して、第2バイパス路38bを流れる冷却液の昇温を抑制することができる。これにより、排気ポート45周辺を効果的に冷却することができる。さらに、スペーサ部材40の上部壁43の外方に第2膨出部39（ジャケット拡張部）を含んで第2バイパス路38bが形成されているため、ブロック側ウォータジャケット33の排気側通路33aを流れる冷却液との混じり合いを抑制する効果をより高めることができる。

20

【0093】

また、本実施形態によれば、ブロック側ウォータジャケット33にスペーサ部材40を配置することで、ブロック側ウォータジャケット33の流路面積が減少するが、バイパス通路38に冷却液を流すことにより、ブロック側ウォータジャケット33を流れる冷却液の流量を減少させて、ブロック側ウォータジャケット33における冷却液の流通抵抗を低減し、シリンダブロック3を適切に冷却することができる。

30

【0094】

また、本実施形態によれば、シリンダボア壁32の上部と周壁43との間に冷却液を流すことにより、シリンダボア壁32の上部を効果的に冷却することができる。

【0095】

なお、上記実施形態では、スペーサ部材40がブロック側ウォータジャケット33に配置されているが、スペーサ部材40を配置しなくてもよい。この場合においても、シリンダヘッド4を適切に冷却することができる。この場合、ブロック側ウォータジャケット33における流路面積が大きくなるので、その分、冷却液の流通抵抗が減少し、圧力損失を軽減することができる。

40

【0096】

また、上記実施形態では、スペーサ部材40がシリンダボア壁32の周方向全体を囲んでいるが、周方向の一部のみを囲むように構成してもよい。このように構成すれば、ブロック側ウォータジャケット33における流路面積が、スペーサ部材がシリンダボア壁32を囲んでいない領域において大きくなるので、その分、冷却液の流通抵抗が減少し、圧力損失を軽減することができる。

【0097】

また、上記実施形態では、ガスケット70に、ブロック側ウォータジャケット33と第

50

1ヘッド側ウォータジャケット64とを連通させるための連通孔72a, 72bを設けているが、これら以外にも、ガスケット70の気筒列方向の中央部等に、同様の目的の連通孔を設けてもよい。この場合、第1ヘッド側ウォータジャケット64を流れる冷却液の流量が増加するので、燃焼室55周辺をより効果的に冷却することができる。

【0098】

また、上記実施形態では、第1バイパス路38aをシリンダブロック3の下部に設けているが、第1バイパス路38aをシリンダブロック3の外部に設けてもよい。この場合には、第2バイパス路38bおよび第3バイパス路38cの各々の下部をシリンダブロック3の下端から突出して設けるべく当該下部を形成するための管をシリンダブロック3の下端から下方に延出させ、これらの管の下端部同士を気筒列方向に延びる管で繋ぐことにより、第1バイパス路を構成すればよい。この場合には、第1バイパス路内の冷却液が燃焼室55からの熱をさらに受けにくくなるため、排気ポート45周辺をより効果的に冷却することができる。

10

【0099】

また、上記実施形態では、第2ヘッド側ウォータジャケット63が上側ジャケット63aと下側ジャケット63bとで構成されているが、上側ジャケット63aまたは下側ジャケット63bの一方を省略してもよい。この場合、排気ポート45周辺に対する冷却効果は低下する可能性があるが、シリンダヘッド4の製造が容易となる。

【0100】

また、上記実施形態では、第1ヘッド側ウォータジャケット64と第2ウォータジャケット63とは、連通路67を介してのみ連通しているが、連通路67に加えてその他の連通路を介して接続されていてもよい。例えば、第2ヘッド側ウォータジャケット63と第1ヘッド側ウォータジャケット64とを、気筒列方向他端部で連通させる連通路や、気筒列方向中央部で連通させる連通路を設けてもよい。この場合には、排気ポート45周辺に対する冷却効果が低下する可能性があるが、その分、燃焼室55周辺に対する冷却効果を高めることができる。

20

【0101】

また、上記実施形態では、第2バイパス路38bおよび第3バイパス路38cが直線状に構成されているが、蛇行するように構成されてもよい。この場合には、冷却液が第2ヘッド側ウォータジャケット63に到達するまでの時間が増加する可能性があるため、第2バイパス路38bおよび第3バイパス路38cは直線状に形成されていることが好ましい。

30

【符号の説明】

【0102】

- 2 エンジン
- 3 シリンダブロック
- 4 シリンダヘッド
- 32 シリンダボア壁
- 33 ブロック側ウォータジャケット
- 36 ブロック側冷却液導入路
- 37 ブロック側導出路(連通路)
- 38 バイパス通路
- 38a 第1バイパス路
- 38b 第2バイパス路
- 40 スペーサ部材
- 43 上部壁(周壁)
- 61 ヘッド側導入路(連通路)
- 62 冷却液排出路
- 63 第2ヘッド側ウォータジャケット
- 63a 上側ジャケット

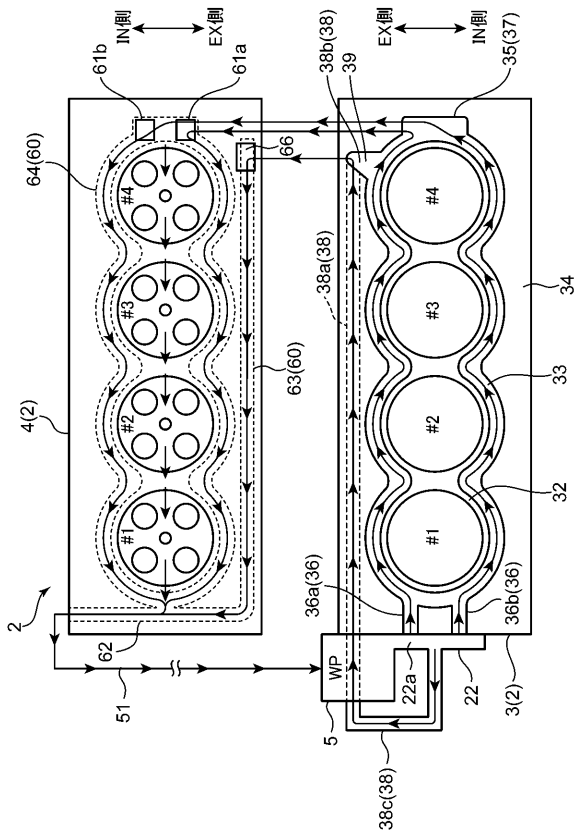
40

50

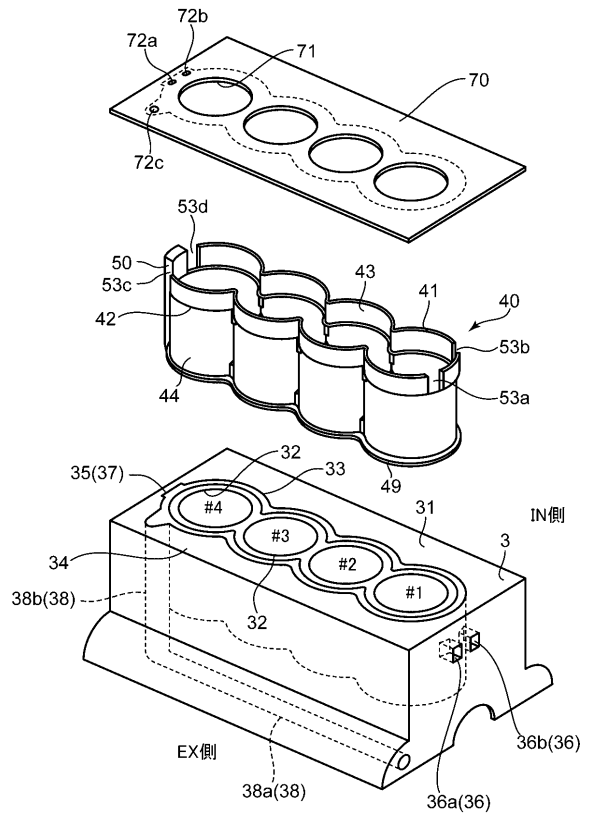
6 3 b 下側ジャケット

6 4 第1ヘッド側ウォータジャケット

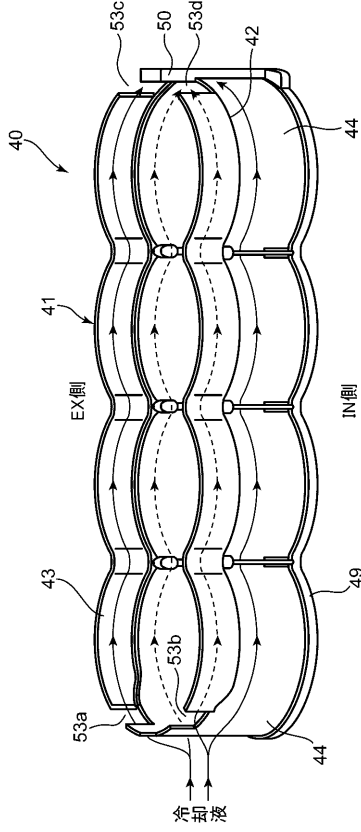
【図1】



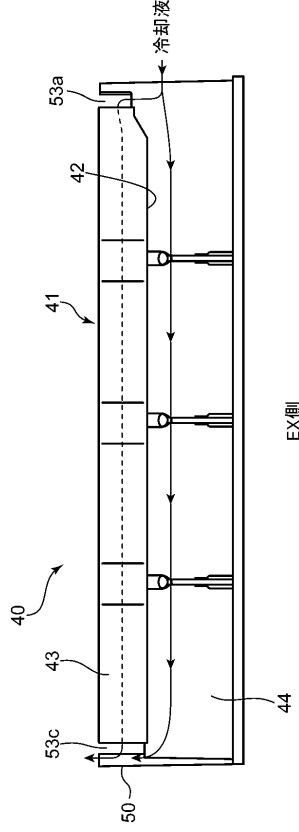
【図2】



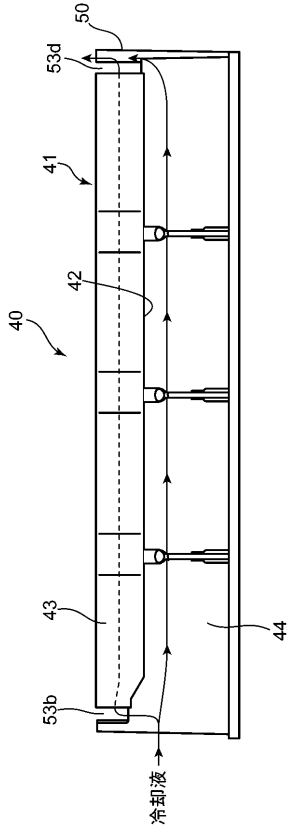
【図3】



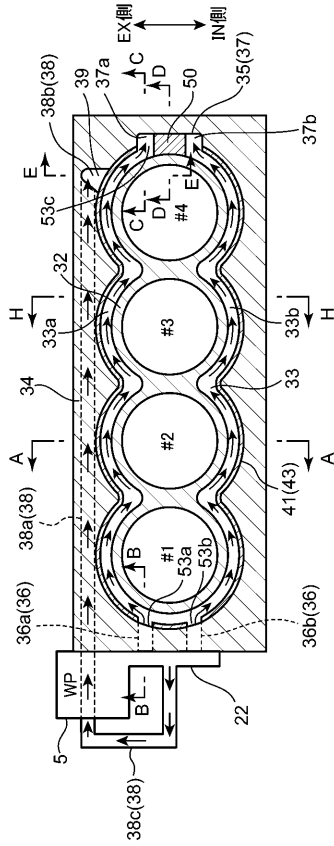
【図4】



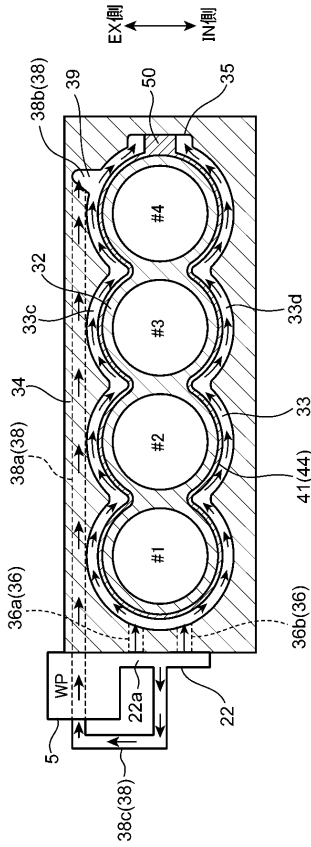
【図5】



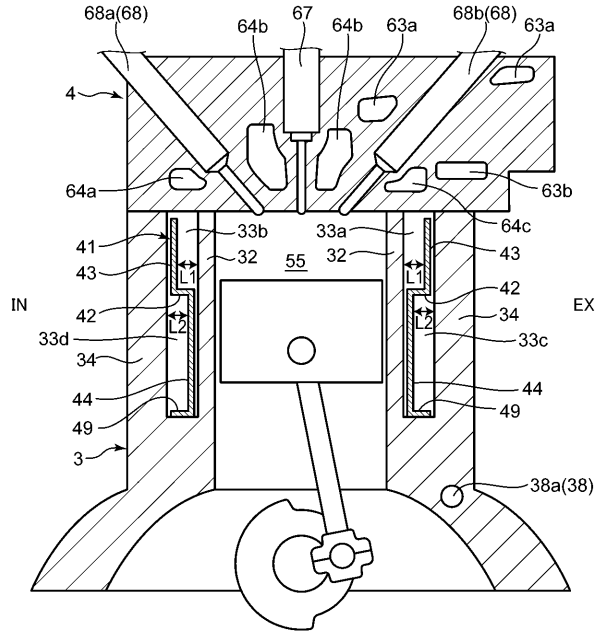
【図6】



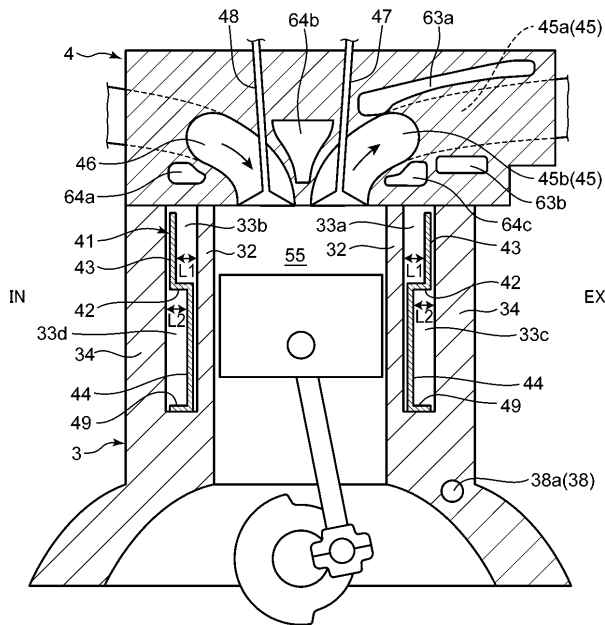
【 図 7 】



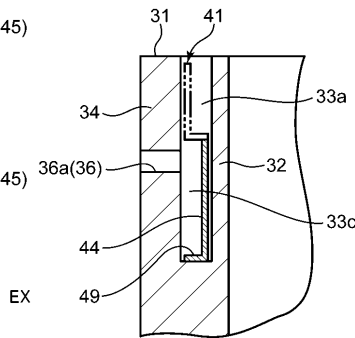
【 図 8 】



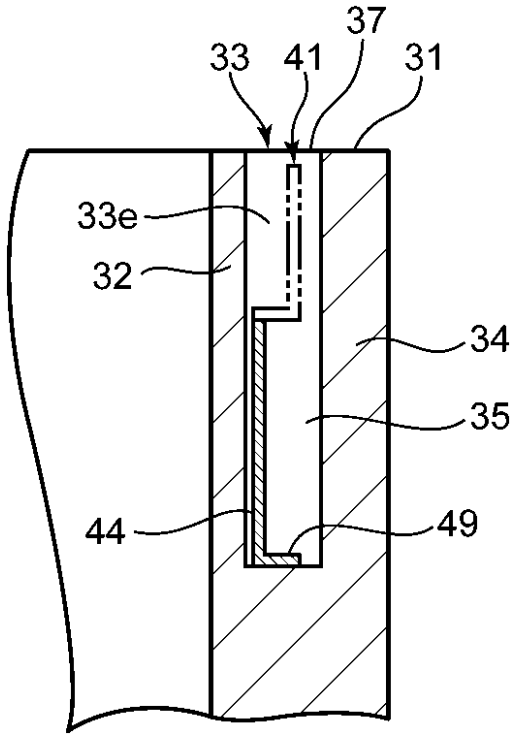
【 図 9 】



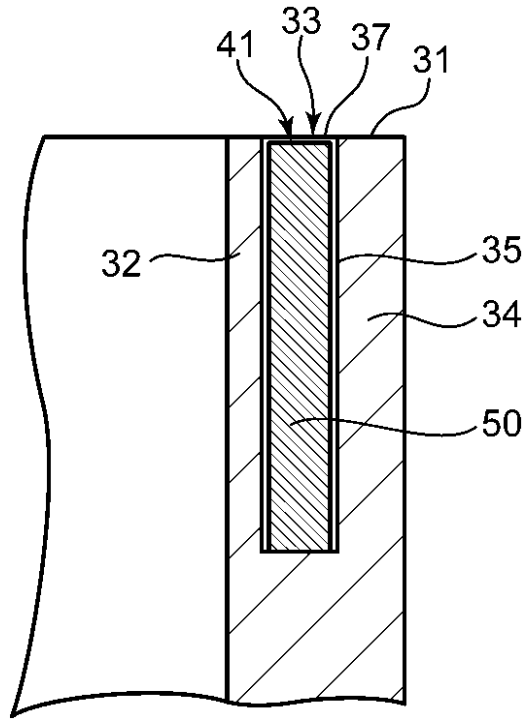
【 図 10 】



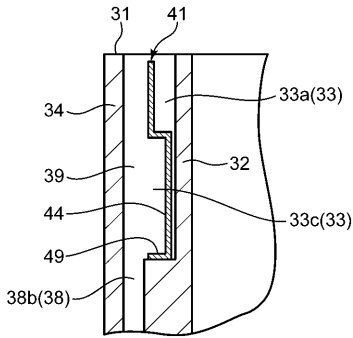
【図11】



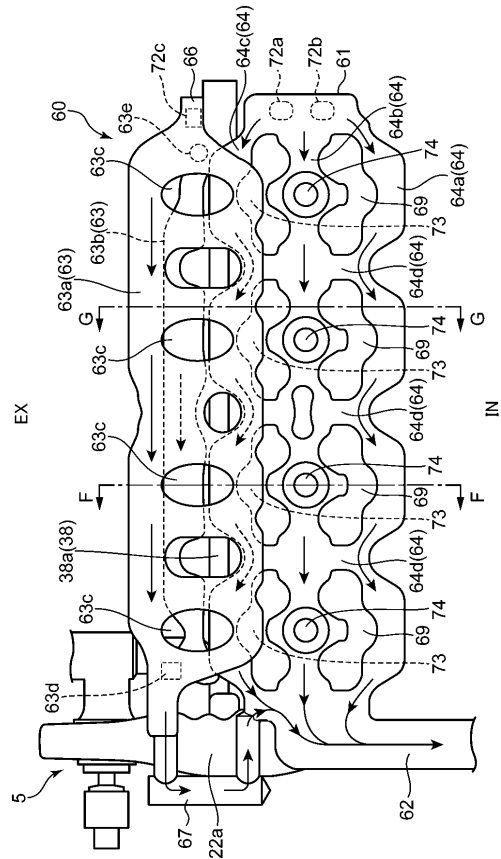
【図12】



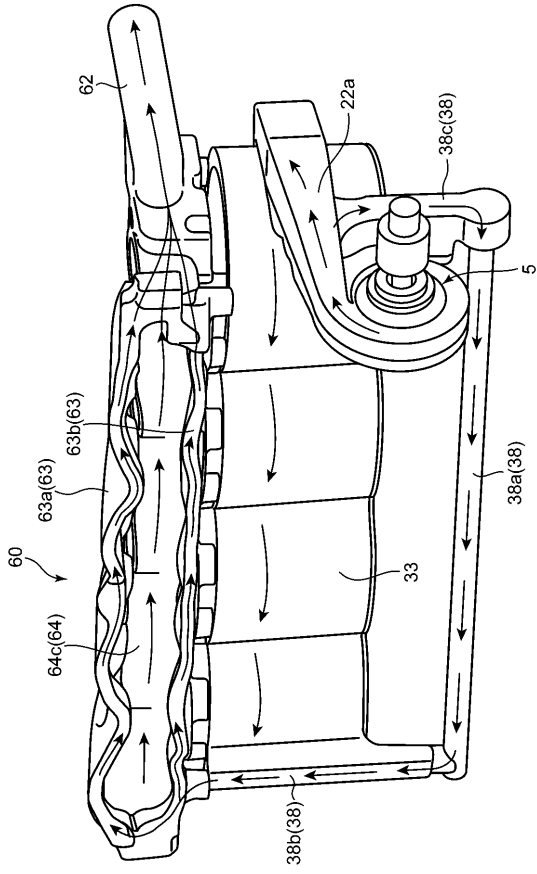
【図13】



【図14】



【 図 15 】



フロントページの続き

(72)発明者 川口 幹祐
広島県安芸郡府中町新地3番1号 マツダ株式会社内

審査官 齊藤 公志郎

(56)参考文献 特開2009-216063(JP,A)
特開2009-052439(JP,A)
特開2007-162519(JP,A)
特開2010-209882(JP,A)
特開2015-108346(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
F01P 3/00 - 7/16
F02F 1/36、38