

(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2017-193980

(P2017-193980A)

(43) 公開日 平成29年10月26日(2017.10.26)

(51) Int.Cl.		F I		テーマコード (参考)		
FO2F	1/14	(2006.01)	FO2F	1/14	D	3G024
FO1P	3/02	(2006.01)	FO1P	3/02	A	

審査請求 有 請求項の数 6 O L (全 22 頁)

(21) 出願番号 特願2016-83748 (P2016-83748)
 (22) 出願日 平成28年4月19日 (2016.4.19)

(71) 出願人 000003137
 マツダ株式会社
 広島県安芸郡府中町新地3番1号
 (74) 代理人 100101454
 弁理士 山田 卓二
 (74) 代理人 100081422
 弁理士 田中 光雄
 (74) 代理人 100083013
 弁理士 福岡 正明
 (72) 発明者 森 宇一郎
 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 早水 義昭
 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

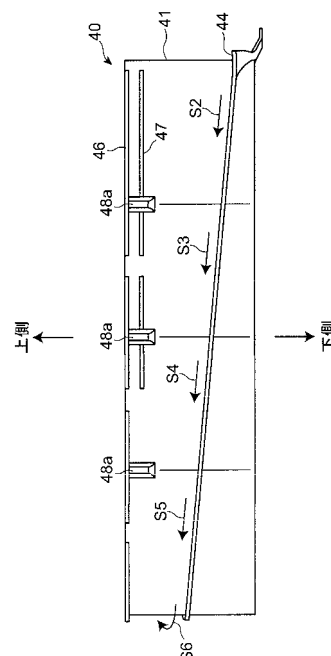
(54) 【発明の名称】 多気筒エンジンの冷却構造

(57) 【要約】

【課題】 スペースの縦壁面の外周側を流れる冷却液の流速が低下することを抑制してシリンダボアの上における冷却液による冷却性を向上させることができる多気筒エンジンの冷却構造を提供する。

【解決手段】 スペース40は、縦壁面41の上部にシリンダボア間に対応する部分に形成された複数の開口部48aと、複数の開口部48aの下方において縦壁面41から外方に延びる整流部44とを備え、整流部44は、気筒列の一端側からウォータジャケットの排気側部分において気筒列の他方側へ、気筒列の他端側でウォータジャケットの排気側部分から吸気側部分へ、ウォータジャケットの吸気側部分において気筒列の他方側から一方側へ向かうにつれて上方に連続して傾斜するように設けられている。

【選択図】 図12



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

直列に配置された複数の気筒のシリンダボアを囲むようにシリンダブロックに設けられたウォータジャケットに該複数の気筒のシリンダボアを囲む縦壁面を備えたスペーサが挿入され、前記ウォータジャケットに前記シリンダブロックのウォータジャケットの外壁部における気筒列の一端側に設けられた冷却液導入部から導入された冷却液を循環させる多気筒エンジンの冷却構造であって、

前記スペーサは、前記縦壁面の上部における前記シリンダブロックのシリンダボア間に対応する部分に形成された複数の開口部と、前記縦壁面における前記複数の開口部の下方において前記縦壁面から前記シリンダブロックのウォータジャケットの外壁部に近接するように外方に延びて前記冷却液導入部から導入された冷却液の流れを整流する整流部とを備え、

10

前記整流部は、前記スペーサが前記シリンダブロックのウォータジャケットに配置されたときに気筒列の一端側からウォータジャケットの吸気側部分及び排気側部分の一方において気筒列の他方側へ、気筒列の他端側においてウォータジャケットの吸気側部分及び排気側部分の一方から他方へ、ウォータジャケットの吸気側部分及び排気側部分の他方において気筒列の他方側から気筒列の一方側へ向かうにつれて上方に連続して傾斜するように設けられている、

ことを特徴とする多気筒エンジンの冷却構造。

【請求項 2】

20

前記シリンダブロックのシリンダボア間における吸気側部分及び排気側部分の上端部に該シリンダブロックのシリンダボア間における気筒列方向と直交する方向の内方側に窪む凹部が形成され、

前記開口部は、前記シリンダブロックのシリンダボア間に形成された前記凹部に対応して前記縦壁面の上部に形成されている、

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】

前記スペーサは、前記ウォータジャケットの排気側部分に配置される前記縦壁面の上部から外方に延びると共に前記縦壁面に形成された前記開口部を含んで気筒列方向に延びる第 1 鐔部と、前記ウォータジャケットの排気側部分に配置される前記縦壁面における前記第 1 鐔部より下方から外方に延びると共に前記縦壁面に形成された前記開口部を含んで気筒列方向に延びる第 2 鐔部とを備え、

30

前記第 2 鐔部は、前記縦壁面における前記開口部と同じ高さ位置に設けられて前記開口部に対応する部分が切り欠かれて形成されている、

ことを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載の多気筒エンジンの冷却構造。

【請求項 4】

前記スペーサは、前記縦壁面の上部に形成された前記開口部の下方に前記シリンダブロックのウォータジャケットの内壁部に近接するように前記縦壁面から内方に突出する突出部を備え、

前記突出部は、前記縦壁面の上部に上下方向に所定高さを有するように設けられている、

40

ことを特徴とする請求項 1 から請求項 3 の何れか 1 項に記載の多気筒エンジンの冷却構造。

【請求項 5】

前記整流部は、一定の傾斜角度で連続して傾斜するように設けられている、

ことを特徴とする請求項 1 から請求項 4 の何れか 1 項に記載の多気筒エンジンの冷却構造。

【請求項 6】

前記スペーサは、前記縦壁面の下端部における気筒列の一端側に前記整流部に隣接して前記縦壁面から外方に前記シリンダブロックのウォータジャケットの外壁部に近接するよ

50

うに延びる第 3 鋸部を備え、

前記整流部は、前記第 3 鋸部に連続して形成されている、
ことを特徴とする請求項 1 から請求項 5 の何れか 1 項に記載の多気筒エンジンの冷却構造

。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、多気筒エンジンの冷却構造に関し、特にシリンダブロックのウォータジャケットにスペーサが挿入された多気筒エンジンの冷却構造に関する。

【背景技術】

【0002】

エンジンを備えた車両では一般に、エンジンのシリンダブロック及びシリンダヘッドに冷却液が流れるウォータジャケットを形成し、シリンダブロックの気筒列の一端側から冷却液をシリンダブロックのウォータジャケットに導入すると共にシリンダブロックのウォータジャケットとシリンダヘッドのウォータジャケットとに循環させてエンジンの燃焼室近傍を冷却することが行われている。

【0003】

また、シリンダブロックのウォータジャケットとシリンダヘッドのウォータジャケットとに循環させた冷却液をシリンダヘッドの気筒列の他端側からラジエータに排出し、ラジエータによって冷却してウォータポンプによって再びシリンダブロックの気筒列の一端側からシリンダブロックのウォータジャケットに導入することも一般に行われている。

【0004】

このように、シリンダブロックの気筒列の一端側から導入された冷却液をシリンダブロックのウォータジャケットとシリンダヘッドのウォータジャケットとに循環させて冷却する場合、シリンダブロックのウォータジャケットの内壁部における燃焼室近傍の上部は下部に比して高温となることから下部に比して冷却させることが求められている。

【0005】

これに対し、例えば特許文献 1 には、シリンダブロックのウォータジャケットにシリンダボアを囲む縦壁面を備えたスペーサを挿入し、シリンダブロックのウォータジャケットの外壁部に設けられた冷却液導入部から導入された冷却液をスペーサの縦壁面の外周側を流れるように整流すると共にウォータジャケットの上部ではスペーサの縦壁面に設けられた複数の開口部を通じてスペーサの縦壁面の内周側に流れるように整流してシリンダブロックのウォータジャケットの内壁部における上部を下部に比して冷却するものが開示されている。

【0006】

前記特許文献 1 に記載のものではまた、スペーサの縦壁面に設けられた複数の開口部は、スペーサの縦壁面の上部におけるシリンダブロックのシリンダボア間に対向する部分に設けられ、スペーサの縦壁面の外周側から内周側に流れる冷却液をシリンダブロックのシリンダボア間に対応する位置でスペーサの縦壁面の内周側に流してシリンダブロックのシリンダボア間を冷却させるようになっている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【特許文献 1】特開 2015 - 083790 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

前記特許文献 1 に記載のものでは、スペーサの縦壁面の外周側を流れる冷却液は、スペーサの縦壁面に設けられた上側フランジ部及び下側フランジ部の間を流れると共に、シリンダブロックのシリンダボア間に対向する部分で開口部を通じて縦壁面の内周側に流れる

10

20

30

40

50

ようになっている。

【 0 0 0 9 】

しかしながら、開口部を通じて冷却液の一部が縦壁面の内周側に流れることから、縦壁面の周りに流れる冷却液の流速が低下して冷却液の流れ方向下流側に配置される開口部を通じてスペーサの縦壁面の内周側に流れる冷却液が冷却液の流れ方向上流側に配置される開口部を通じてスペーサの縦壁面の内周側に流れる冷却液よりも少なくなつてシリンダボアの上部において冷却液による冷却性が低下するおそれがある。

【 0 0 1 0 】

そこで、本発明は、スペーサの縦壁面の外周側を流れる冷却液の流速が低下することを抑制してシリンダボアの上部における冷却液による冷却性を向上させ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課題とする。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 1 】

前記課題を解決するため、本発明は、次のように構成したことを特徴とする。

【 0 0 1 2 】

まず、本願の請求項 1 に記載の発明は、直列に配置された複数の気筒のシリンダボアを囲むようにシリンダブロックに設けられたウォータジャケットに該複数の気筒のシリンダボアを囲む縦壁面を備えたスペーサが挿入され、前記ウォータジャケットに前記シリンダブロックのウォータジャケットの外壁部における気筒列の一端側に設けられた冷却液導入部から導入された冷却液を循環させる多気筒エンジンの冷却構造であつて、前記スペーサは、前記縦壁面の上部における前記シリンダブロックのシリンダボア間に対応する部分に形成された複数の開口部と、前記縦壁面における前記複数の開口部の下方において前記縦壁面から前記シリンダブロックのウォータジャケットの外壁部に近接するように外方に延びて前記冷却液導入部から導入された冷却液の流れを整流する整流部とを備え、前記整流部は、前記スペーサが前記シリンダブロックのウォータジャケットに配置されたときに気筒列の一端側からウォータジャケットの吸気側部分及び排気側部分の一方において気筒列の他方側へ、気筒列の他端側においてウォータジャケットの吸気側部分及び排気側部分の一方から他方へ、ウォータジャケットの吸気側部分及び排気側部分の他方において気筒列の他方側から気筒列の一方側へ向かうにつれて上方に連続して傾斜するように設けられていることを特徴とする。

【 0 0 1 3 】

また、請求項 2 に記載の発明は、前記請求項 1 に記載の発明において、前記シリンダブロックのシリンダボア間における吸気側部分及び排気側部分の上端部に該シリンダブロックのシリンダボア間における気筒列方向と直交する方向の内方側に窪む凹部が形成され、前記開口部は、前記シリンダブロックのシリンダボア間に形成された前記凹部に対応して前記縦壁面の上端部に形成されていることを特徴とする。

【 0 0 1 4 】

また、請求項 3 に記載の発明は、前記請求項 1 又は請求項 2 に記載の発明において、前記スペーサは、前記ウォータジャケットの排気側部分に配置される前記縦壁面の上端部から外方に延びると共に前記縦壁面に形成された前記開口部を含んで気筒列方向に延びる第 1 鏝部と、前記ウォータジャケットの排気側部分に配置される前記縦壁面における前記第 1 鏝部より下方から外方に延びると共に前記縦壁面に形成された前記開口部を含んで気筒列方向に延びる第 2 鏝部とを備え、前記第 2 鏝部は、前記縦壁面における前記開口部と同じ高さ位置に設けられて前記開口部に対応する部分が切り欠かれて形成されていることを特徴とする。

【 0 0 1 5 】

また、請求項 4 に記載の発明は、前記請求項 1 から請求項 3 の何れか 1 項に記載の発明において、前記スペーサは、前記縦壁面の上部に形成された前記開口部の下方に前記シリンダブロックのウォータジャケットの内壁部に近接するように前記縦壁面から内方に突出する突出部を備え、前記突出部は、前記縦壁面の上部に上下方向に所定高さを有するよう

10

20

30

40

50

に設けられていることを特徴とする。

【0016】

また、請求項5に記載の発明は、前記請求項1から請求項4の何れか1項に記載の発明において、前記整流部は、一定の傾斜角度で連続して傾斜するように設けられていることを特徴とする。

【0017】

また、請求項6に記載の発明は、前記請求項1から請求項5の何れか1項に記載の発明において、前記スペーサは、前記縦壁面の下端部における気筒列の一端側に前記整流部に隣接して前記縦壁面から外方に前記シリンダブロックのウォータジャケットの外壁部に近接するように延びる第3鰭部を備え、前記整流部は、前記第3鰭部に連続して形成されていることを特徴とする。

10

【発明の効果】

【0018】

本願の請求項1に記載の発明によれば、シリンダブロックのウォータジャケットに挿入されたスペーサに、縦壁面の上部にシリンダボア間に対応する部分に形成された複数の開口部と、複数の開口部の下方において縦壁面から外方に延びて気筒列の一端側に設けられた冷却液導入部から導入された冷却液の流れを整流する整流部とが備えられている。

【0019】

そして、整流部は、スペーサがウォータジャケットに配置されたときに気筒列の一端側からウォータジャケットの吸気側部分及び排気側部分の一方において気筒列の他方側へ、気筒列の他端側でウォータジャケットの吸気側部分及び排気側部分の一方から他方へ、ウォータジャケットの吸気側部分及び排気側部分の他方において気筒列の他方側から一方側へ向かうにつれて上方に連続して傾斜するように設けられている。

20

【0020】

これにより、冷却液がスペーサの縦壁面の外周側を縦壁面の周りに一方向に流れる際に冷却液が流れる流路の断面積を徐々に小さくすることができるので、冷却液の一部が縦壁面の上部にシリンダボア間に対応して形成された開口部を通じてスペーサの縦壁面の内周側に流れることによってスペーサの縦壁面の外周側を流れる冷却液の流速が低下して冷却液の流れが悪化することを抑制してシリンダボアの上部における冷却液による冷却性を向上させることができる。

30

【0021】

シリンダボア間に対応して形成された各開口部を通じてスペーサの内周側に冷却液をほぼ均一に流すことができ、シリンダボアの上部において気筒列方向にシリンダボア間をほぼ均一に冷却させることができ、シリンダボアの上部における冷却液による冷却性を向上させることができる。

【0022】

また、請求項2に記載の発明によれば、シリンダブロックのシリンダボア間における吸気側部分及び排気側部分の上端部に内方側に窪む凹部が形成され、開口部は、凹部に対応して縦壁面の上端部に形成されることにより、開口部を通じてスペーサの縦壁面の内周側に流れる冷却液をシリンダボア間に形成された凹部に向けて流すことができ、シリンダブロックのシリンダボア間を有効に冷却させることができる。

40

【0023】

また、請求項3に記載の発明によれば、スペーサは、縦壁面の上端部から外方に延びる第1鰭部と、第1鰭部より下方から外方に延びる第2鰭部とを備え、第2鰭部は、縦壁面における開口部と同じ高さ位置に設けられて開口部に対応する部分が切り欠かれて形成されることにより、開口部を通じて縦壁面の内周側へ流れる冷却液の流れを阻害することなく、縦壁面の外周側を流れる冷却液がスペーサの上方からスペーサの縦壁面とシリンダブロックのウォータジャケットの内壁部との間に回り込むことを抑制することができる。

【0024】

また、請求項4に記載の発明によれば、スペーサは、縦壁面の上部に形成された開口部

50

の下方に縦壁面から内方に突出する突出部を備え、突出部は、縦壁面の上部に上下方向に所定高さを有するように設けられることにより、スペーサの重量増加を抑制しつつスペーサの縦壁面の内周側に開口部を通じて流れる冷却液が下方へ流れることを抑制することができ、シリンダボアの上部を有効に冷却することができる。

【 0 0 2 5 】

また、請求項 5 に記載の発明によれば、整流部は、一定の傾斜角度で連続して傾斜するように設けられることにより、スペーサの縦壁面の外周側を流れる冷却液の流速が低下して冷却液の流れが悪化することを有効に抑制することができ、前記効果を有効に得ることができる。

【 0 0 2 6 】

また、請求項 6 に記載の発明によれば、スペーサは、縦壁面の下端部における気筒列の一端側に整流部に隣接して縦壁面から外方にシリンダブロックのウォータジャケットの外壁部に近接するように延びる第 3 鰭部を備え、整流部は、第 3 鰭部に連続して形成されることにより、整流部と第 3 鰭部とが離間して形成される場合に比して、冷却液がスペーサの下方からスペーサの縦壁面とシリンダブロックのウォータジャケットの内壁部との間に回り込むことを抑制することができる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 2 7 】

【 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を模式的に示す図である。

【 図 2 】 本発明の実施形態に係る多気筒エンジンのシリンダブロック、スペーサ及びガスケットを示す図である。

【 図 3 】 スペーサが挿入されたシリンダブロックを示す斜視図である。

【 図 4 】 図 3 における Y 4 - Y 4 線に沿った前記シリンダブロックの断面図である。

【 図 5 】 図 4 における Y 5 - Y 5 線に沿った前記シリンダブロックの断面図である。

【 図 6 】 図 4 における Y 6 - Y 6 線に沿った前記シリンダブロックの断面図である。

【 図 7 】 図 4 における Y 7 - Y 7 線に沿った前記シリンダブロックの断面図である。

【 図 8 】 図 4 における Y 8 - Y 8 線に沿った前記シリンダブロックの断面図である。

【 図 9 】 スペーサを示す斜視図である。

【 図 1 0 】 図 9 における A 方向から見たスペーサを示す斜視図である。

【 図 1 1 】 スペーサの正面図である。

【 図 1 2 】 スペーサの背面図である。

【 図 1 3 】 スペーサの左側面図である。

【 図 1 4 】 スペーサの右側面図である。

【 図 1 5 】 スペーサの要部を示す図である。

【 図 1 6 】 スペーサの別の要部を示す図である。

【 図 1 7 】 シリンダブロック側排出部に接続される流量制御弁の閉状態における冷却液の流れを示す図である。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 2 8 】

以下、本発明の実施形態について添付図面を参照しながら説明する。

【 0 0 2 9 】

図 1 は、本発明の実施形態に係る多気筒エンジンの冷却構造を模式的に示す図である。なお、図 1 及び後述する図 2 から図 8 では、シリンダブロック及びシリンダヘッドについて、吸気側を I N として表し、排気側を E X として表している。

【 0 0 3 0 】

図 1 に示すように、本発明の実施形態に係る多気筒エンジンの冷却構造 1 は、直列に配置された複数の気筒 # 1 ~ # 4 のシリンダボア 2 1 を囲むようにシリンダブロック 2 0 に設けられたウォータジャケット 2 2 と、シリンダブロック 2 0 に結合されるシリンダヘッド 3 0 に設けられたウォータジャケット 3 2 とを有し、ウォータポンプ 3 により、シリンダブロック 2 0 のウォータジャケット 2 2 及びシリンダヘッド 3 0 のウォータジャケット

10

20

30

40

50

３２と冷却液を冷却するためのラジエータ４とを經由させて冷却液を循環させる冷却液経路Ｌを備えている。

【００３１】

エンジン２は、多気筒エンジン、具体的には４つの気筒＃１、＃２、＃３、＃４が直列に配置された直列４気筒エンジンであり、シリンダブロック２０には、４つの気筒＃１～＃４のシリンダボア２１を囲むようにウォータジャケット２２が環状に形成されている。

【００３２】

シリンダブロック２０には、気筒列の一端側に、具体的には第１気筒＃１側にシリンダブロック２０のウォータジャケット２２へ冷却液を導入する冷却液導入部２３が形成されている。冷却液導入部２３は、シリンダブロック２０の気筒列の一端側且つ吸気側においてシリンダブロック２０のウォータジャケット２２の外壁部２６に吸気側から排気側に向かって延びるように設けられている。シリンダブロック２０の冷却液導入部２３にはウォータポンプ３が装着されている。

10

【００３３】

シリンダブロック２０にはまた、シリンダブロック２０の吸気側において気筒列の中央側にシリンダブロック２０のウォータジャケット２２の外壁部２６における下方側にウォータジャケット２２から冷却液を排出するシリンダブロック側排出部２４が形成されている。シリンダブロック２０のシリンダブロック側排出部２４にはオイルクーラ１１が装着されている。

【００３４】

20

シリンダブロック２０とシリンダヘッド３０とは、後述する図２に示すガスケット５０を挟んで結合されている。シリンダブロック２０のウォータジャケット２２とシリンダヘッド３０のウォータジャケット３２とは、ガスケット５０に形成された連通孔５２を通じて連通される。

【００３５】

これにより、気筒列の一端側においてシリンダブロック２０のウォータジャケット２２に導入された冷却液は、連通孔５２を通じてシリンダヘッド３０のウォータジャケット３２に流れると共に、シリンダブロック２０のウォータジャケット２２を循環してシリンダブロック側排出部２４を通じて気筒列の中央側から排出される。

【００３６】

30

シリンダヘッド３０のウォータジャケット３２は、各気筒＃１～＃４の吸気ポート、排気ポート及びプラグポート（不図示）などの周囲を覆うようにして気筒列の一端側から他端側まで気筒列全体に亘って形成されている。

【００３７】

シリンダヘッド３０には、気筒列の他端側に、具体的には第４気筒＃４側にウォータジャケット３２から冷却液を排出する第１シリンダヘッド側排出部３３及び第２シリンダヘッド側排出部３４が形成されている。シリンダヘッド３０のウォータジャケット３２にシリンダブロック２０のウォータジャケット２２から導入された冷却液は、シリンダヘッド３０のウォータジャケット３２を循環して第１シリンダヘッド側排出部３３及び第２シリンダヘッド側排出部３４を通じて気筒列の他端側から排出される。

40

【００３８】

第１シリンダヘッド側排出部３３から排出された冷却液は、冷却液の温度を検出する温度検出センサを備えた温度検出ユニット６と、第１シリンダヘッド側排出部３３とラジエータ４とを接続する冷却液経路Ｌ１とを通じてラジエータ４に流れ、ラジエータ４によって冷却された後に、ラジエータ４とバルブユニット５とを接続する冷却液経路Ｌ２を通じてバルブユニット５に流れるようになっている。

【００３９】

バルブユニット５は、第１流量制御弁５ａ、第２流量制御弁５ｂ、第３流量制御弁５ｃ及びサーモスタット弁５ｄを備え、第１、第２及び第３流量制御弁５ａ、５ｂ、５ｃはそれぞれ、制御装置１５によって第１、第２及び第３流量制御弁５ａ、５ｂ、５ｃの開閉制

50

御及び流量制御が行われる。サーモスタット弁 5 d は、該サーモスタット弁 5 d における冷却液の温度が所定温度になると開状態となるように構成されている。

【 0 0 4 0 】

冷却液経路 L 2 を通じてバルブユニット 5 に流れた冷却液は、第 1 流量制御弁 5 a を通じ、バルブユニット 5 とウォータポンプ 3 とを接続する冷却液経路 L 3 を通じてウォータポンプ 3 に流れ、ウォータポンプ 3 によってシリンダブロック 2 0 のウォータジャケット 2 2 に導入される。

【 0 0 4 1 】

第 1 シリンダヘッド側排出部 3 3 から排出された冷却液はまた、温度検出ユニット 6 と、第 1 シリンダヘッド側排出部 3 3 とバルブユニット 5 とを接続する冷却液経路 L 4 とを通じてバルブユニット 5 に流れる。冷却液経路 L 4 と冷却液経路 L 3 とはサーモスタット弁 5 d を介して接続され、第 1 シリンダヘッド側排出部 3 3 から排出された冷却液はまた、温度検出ユニット 6 、冷却液経路 L 4 、サーモスタット弁 5 d 及び冷却液経路 L 3 を通じてウォータポンプ 3 に流れ、ウォータポンプ 3 によってシリンダブロック 2 0 のウォータジャケット 2 2 に導入される。

【 0 0 4 2 】

一方、第 2 シリンダヘッド側排出部 3 4 から排出された冷却液は、第 2 シリンダヘッド側排出部 3 4 とバルブユニット 5 とを接続する冷却液経路 L 5 を通じてバルブユニット 5 に流れる。冷却液経路 L 5 にはまた、冷却液を補助的に圧送する補助ウォータポンプ 7 と、冷却液と空調用の風との間で熱交換するヒータユニット 8 と、排気ガスの一部を吸気側に還流させる E G R システムにおける冷却液と吸気側に還流される排気ガスとの間で熱交換する E G R クーラ 9 及び E G R クーラ 9 への冷却液の供給量を制御する E G R バルブ 1 0 とが介設されている。

【 0 0 4 3 】

冷却液経路 L 5 を通じてバルブユニット 5 に流れた冷却液は、第 3 流量制御弁 5 c を通じ、冷却液経路 L 3 を通じてウォータポンプ 3 に流れ、ウォータポンプ 3 によってシリンダブロック 2 0 のウォータジャケット 2 2 に導入される。

【 0 0 4 4 】

冷却液経路 L 5 を通じてバルブユニット 5 に流れる冷却液は、サーモスタット弁 5 d にも流れるように構成され、冷却液が所定温度以上でサーモスタット弁 5 d が開状態にある場合、サーモスタット弁 5 d と冷却液経路 L 3 とを通じてウォータポンプ 3 に流れるようになっている。

【 0 0 4 5 】

また、シリンダブロック 2 0 に形成されたシリンダブロック側排出部 2 4 から排出された冷却液は、シリンダブロック側排出部 2 4 とバルブユニット 5 とを接続する冷却液経路 L 6 を通じてバルブユニット 5 に流れる。冷却液経路 L 6 には、冷却液とエンジンオイルとの間で熱交換するオイルクーラ 1 1 と、冷却液と自動変速機用オイルである A T F との間で熱交換する A T F ウォーマ 1 2 とが介設されている。

【 0 0 4 6 】

冷却液経路 L 6 を通じてバルブユニット 5 に流れた冷却液は、第 2 流量制御弁 5 b を通じ、冷却液経路 L 3 を通じてウォータポンプ 3 に流れ、ウォータポンプ 3 によってシリンダブロック 2 0 のウォータジャケット 2 2 に導入される。

【 0 0 4 7 】

このように、本実施形態に係る多気筒エンジンの冷却構造 1 は、シリンダブロック 2 0 のウォータジャケット 2 2 の外壁部 2 6 に設けられた冷却液導入部 2 3 から導入された冷却液を、シリンダブロック 2 0 のウォータジャケット 2 2 及びシリンダヘッド 3 0 のウォータジャケット 3 2 に循環させるようになっている。

【 0 0 4 8 】

制御装置 1 5 には、燃料噴射量を検出する燃料噴射量センサ、エンジン回転数を検出するエンジン回転数センサ、冷却液の温度を検出する温度検出センサなどからの信号が入力

10

20

30

40

50

され、制御装置 15 は、燃料噴射量とエンジン回転数とによりエンジン 2 の負荷状態を判定すると共に前記温度検出センサによって検出される冷却液の温度と判定されたエンジン 2 の負荷状態とからエンジン 2 の燃焼室の壁面温度を予測し、予測したエンジン 2 の燃焼室の壁面温度に応じて流量制御弁 5 a、5 b、5 c を制御する。

【0049】

制御装置 15 は、燃焼室の壁面温度が第 1 所定温度（例えば 150 度）より低いエンジン 2 の冷間始動時、第 1 流量制御弁 5 a、第 2 流量制御弁 5 b 及び第 3 流量制御弁 5 c を全て閉じるように制御し、第 1 所定温度（例えば 150 度）以上になると第 3 流量制御弁 5 c を開くように制御し、第 1 所定温度よりも高い第 2 所定温度以上になると第 3 流量制御弁 5 c に加えて第 2 流量制御弁 5 b を開くように制御し、第 2 所定温度よりも高い第 3 所定温度以上になると第 3 流量制御弁 5 c 及び第 2 流量制御弁 5 b に加えて第 1 流量制御弁 5 a を開くように制御する。

10

【0050】

冷却液導入部 23 からシリンダブロック 20 のウォータジャケット 22 に導入された冷却液は、予測したエンジン 2 の燃焼室の壁面温度が第 2 所定温度より低い場合、シリンダブロック側排出部 24 を通じて排出されることなく連通孔 52 を通じてシリンダヘッド 30 のウォータジャケット 32 に流れてシリンダヘッド側排出部 33、34 から排出される一方、予測したエンジン 2 の燃焼室の壁面温度が第 2 所定温度以上である場合、シリンダブロック側排出部 24 を通じて排出されると共に連通孔 52 を通じてシリンダヘッド 30 のウォータジャケット 32 に流れてシリンダヘッド側排出部 33、34 から排出される。

20

【0051】

図 2 は、本発明の実施形態に係る多気筒エンジンのシリンダブロック、スパーサ及びガasketを示す図である。図 2 に示すように、本実施形態に係るエンジン 2 では、シリンダブロック 20 に設けられたウォータジャケット 22 に、4 つの気筒 # 1 ~ # 4 のシリンダボア 21 を囲む縦壁面 41 を備えたスパーサ 40 が挿入される。

【0052】

そして、シリンダブロック 20 のウォータジャケット 22 にスパーサ 40 が挿入された状態で、ガスケット 50 がシリンダブロック 20 に重ね合わせられ、ガスケット 50 を介してシリンダブロック 20 とシリンダヘッド 30 とが図示しない締結ボルトを用いて結合される。ガスケット 50 には、外周側に前記締結ボルトを挿通させるボルト挿通孔 53 が形成されている。

30

【0053】

ガスケット 50 にはまた、シリンダボア 21 と同様に円形状に形成された 4 つの開口部 51 が設けられると共に、シリンダブロック 20 のウォータジャケット 22 とシリンダヘッド 30 のウォータジャケット 32 とを連通して冷却液が流れることを可能にする連通孔 52 が設けられている。なお、図 2 では、ガスケット 50 にシリンダブロック 20 のウォータジャケット 22 の形状を二点鎖線で示している。

【0054】

ガスケット 50 に設けられる連通孔 52 は具体的には、冷却液導入部 23 が設けられる気筒列の一端側に配置される 3 つの連通孔 52 a と、4 つの気筒 # 1 ~ # 4 に対応して形成された開口部 51 の排気側に配置される 4 つの連通孔 52 b と、気筒列の中央側の 2 つの気筒 # 2、# 3 に対応して形成された開口部 51 の吸気側に配置される 2 つの連通孔 52 c と、シリンダブロック 20 のシリンダボア間 25 a の吸気側及び排気側に配置される 6 つの連通孔 52 d とを備えている。

40

【0055】

図 3 から図 17 を参照して、本発明の実施形態に係る多気筒エンジンの冷却構造について、さらに詳細に説明する。

図 3 は、スパーサが挿入されたシリンダブロックを示す斜視図、図 4 は、図 3 における Y4 - Y4 線に沿った前記シリンダブロックの断面図、図 5、図 6、図 7、図 8 はそれぞれ、図 4 における Y5 - Y5 線、Y6 - Y6 線、Y7 - Y7 線 Y8 - Y8 線に沿った前記

50

シリンダブロックの断面図である。

【 0 0 5 6 】

図 3 から図 8 に示すように、シリンダブロック 2 0 のウォータジャケット 2 2 に挿入されるスペーサ 4 0 は、4 つの気筒 # 1 ~ # 4 のシリンダボア 2 1 を囲む縦壁面 4 1 を備え、シリンダブロック 2 0 のウォータジャケット 2 2 の内壁部 2 5 とシリンダブロック 2 0 のウォータジャケット 2 2 の外壁部 2 6 との間に配置される。なお、図 6 及び図 8 に示すように、シリンダブロック 2 0 のウォータジャケット 2 2 の内壁部 2 5 には、耐摩耗性を有するライナー 2 8 が一体成形されている。

【 0 0 5 7 】

図 9 は、スペーサを示す斜視図であり、図 1 0 は、図 9 における A 方向から見たスペーサを示す斜視図、図 1 1 は、スペーサの正面図、図 1 2 は、スペーサの背面図、図 1 3 は、スペーサの左側面図、図 1 4 は、スペーサの右側面図である。

10

【 0 0 5 8 】

図 9 から図 1 4 に示すように、スペーサ 4 0 の縦壁面 4 1 は、4 つの気筒 # 1 ~ # 4 のシリンダボア 2 1 を囲むように環状に形成されると共に上下方向に延びるように形成されている。縦壁面 4 1 には、気筒列の一端側において吸気側に、該縦壁面 4 1 の下端部にシリンダブロック 2 0 の冷却液導入部 2 3 に対応する位置に冷却液導入部 2 3 から導入される冷却液を縦壁面 4 1 の周りに流れるように案内する案内部 4 2 が設けられている。

【 0 0 5 9 】

案内部 4 2 は、縦壁面 4 1 から外方に突出するリブによって形成され、図 5 に示すように、縦壁面 4 1 の下端部から外方にシリンダブロック 2 0 のウォータジャケット 2 2 の底壁部 2 7 に沿って気筒列の一端側且つ吸気側にある冷却液導入部 2 3 に向かって斜めに延びている。

20

【 0 0 6 0 】

前述したように、シリンダブロック 2 0 のウォータジャケット 2 2 の外壁部 2 6 に設けられた冷却液導入部 2 3 にはウォータポンプ 3 が装着されており、冷却液導入部 2 3 及びウォータポンプ 3 は、シリンダブロック 2 0 のウォータジャケット 2 2 の底壁部 2 7 と同じ高さ位置に設けられている。

【 0 0 6 1 】

本実施形態では、シリンダブロック 2 0 のウォータジャケット 2 2 の底壁部 2 7 には冷却液導入部 2 3 より下方に窪む凹部 2 7 a が形成され、スペーサ 4 1 の案内部 4 2 は、縦壁面 4 1 の下端部からシリンダブロック 2 0 のウォータジャケット 2 2 の底壁部 2 7 に形成された凹部 2 7 a 内に延びている。

30

【 0 0 6 2 】

案内部 4 2 は、縦壁面 4 1 から冷却液導入部 2 3 側に略水平方向に延びる上面部 4 1 a と、上面部 4 1 a から冷却液導入部 2 3 側に向かうにつれて下方に傾斜する傾斜部 4 1 b と、傾斜部 4 1 b から冷却液導入部 2 3 側に略水平方向に延びる下面部 4 1 c とを備え、傾斜部 4 1 b の冷却液導入部 2 3 側及び下面部 4 1 c が凹部 2 7 a 内に位置するように設けられている。底壁部 2 7 に形成される凹部 2 7 a は、案内部 4 2 の形状に応じて案内部 4 2 に沿うように形成されている。

40

【 0 0 6 3 】

冷却液導入部 2 3 から導入された冷却液は、スペーサ 4 0 の縦壁面 4 1 の下端部にウォータジャケット 2 2 の底壁部 2 7 に沿って設けられた冷却液導入部 2 3 に向かって延びる案内部 4 2 によって縦壁面 4 1 の周りに流れるように案内されるようになっている。これにより、冷却液がスペーサ 4 0 の下方からスペーサ 4 0 の縦壁面 4 1 とシリンダブロック 2 0 のウォータジャケット 2 2 の内壁部 2 5 との間に回り込むことを抑制することができる。

【 0 0 6 4 】

本実施形態では、案内部 4 2 は、縦壁面 4 1 の下端部から気筒列の一端側及び吸気側に斜めに延び、冷却液導入部 2 3 から導入された冷却液は、縦壁面 4 1 の周りに、主として

50

ウォータージャケット 22 の排気側部分 22 a に流れるように、一部がウォータージャケット 22 の吸気側部分 22 b に流れるように案内するようになっている。

【0065】

縦壁面 41 にはまた、気筒列の一端側における縦壁面 41 の下端部に案内部 42 に隣接して縦壁面 41 から外方に略水平方向に延びる鰐部 43 が設けられている。鰐部 43 は、シリンダブロック 20 のウォータージャケット 22 の外壁部 26 に近接するようにウォータージャケット 22 の外壁部 26 の形状に応じて形成されている。鰐部 43 と案内部 42 とは縦壁面 41 の下端部に連続して形成されている。これにより、冷却液がスペーサ 40 の下方からスペーサ 40 の縦壁面 41 とシリンダブロック 20 のウォータージャケット 22 の内壁部 25 との間に回り込むことをより有効に抑制することができる。

10

【0066】

スペーサ 40 はまた、縦壁面 41 の下端部に設けられた鰐部 43 に隣接して縦壁面 41 からシリンダブロック 20 のウォータージャケット 22 の外壁部 26 に近接するように外方に延び、冷却液導入部 23 から導入された冷却液の流れを整流する整流部 44 を備えている。

【0067】

整流部 44 は、スペーサ 40 がシリンダブロック 20 のウォータージャケット 22 に配置されたときに気筒列の一端側からウォータージャケット 22 の排気側部分 22 a において気筒列の他方側へ、気筒列の他端側においてウォータージャケット 22 の排気側部分 22 a から吸気側部分 22 b へ、ウォータージャケット 22 の吸気側部分 22 b において気筒列の他方側から気筒列の一方側へ向かうにつれて上方に一定の傾斜角度で連続して傾斜するように設けられている。

20

【0068】

整流部 44 は、気筒列の一端側からウォータージャケット 22 の排気側部分 22 a に流れる冷却液が、スペーサ 40 の縦壁面 41 の外周側を縦壁面 41 の周りに一方向に流れるように、またシリンダブロック 20 のウォータージャケット 22 の上部に流れるように整流する。また、整流部 44 と鰐部 43 とは縦壁面 41 に連続して形成されている。

【0069】

スペーサ 40 はまた、縦壁面 41 の上部におけるシリンダブロック 20 のシリンダボア間 25 a に対応する部分に複数の開口部 48 a、具体的には 6 つの開口部 48 a を備えている。6 つの開口部 48 a は、整流部 44 の上側において縦壁面 41 の上端部に形成されている。

30

【0070】

図 15 は、スペーサの要部を示す図であり、図 9 における B 方向から見たスペーサ 40 の要部を示している。図 16 は、スペーサの別の要部を示す図であり、図 9 における C 方向から見たスペーサ 40 の要部を示している。

【0071】

図 7、図 15 及び図 16 に示すように、縦壁面 41 に形成される開口部 48 a は、シリンダブロック 20 のシリンダボア間 25 a における吸気側部分及び排気側部分に対向するように設けられ、スペーサ 40 の縦壁面 41 の外周側を流れる冷却液が開口部 48 a を通じて縦壁面 41 の内周側に流れるようになっている。

40

【0072】

縦壁面 41 には、開口部 48 a の下方にシリンダブロック 20 のウォータージャケット 22 の内壁部 25 に近接するように縦壁面 41 から内方に突出する突出部 48 が形成され、突出部 48 は、縦壁面 41 の上部に上下方向に所定高さを有するように設けられている。

【0073】

また、シリンダブロック 20 のシリンダボア間 25 a における吸気側部分及び排気側部分の上端部には、図 4 及び図 7 に示すように、シリンダブロック 20 のシリンダボア間 25 a における気筒列方向と直交する方向の内方側に窪む凹部 25 b が形成されている。縦壁面 41 の開口部 48 a は、シリンダブロック 20 のシリンダボア間 25 a に形成された

50

凹部 2 5 b に対応して縦壁面 4 1 の上端部に設けられている。

【 0 0 7 4 】

シリンダブロック 2 0 のシリンダボア間 2 5 a に形成される凹部 2 5 b は具体的には、シリンダボア間 2 5 a の上端部においてシリンダブロック 2 0 のシリンダボア間 2 5 a における吸気側部分及び排気側部分から気筒列方向と直交する方向の内方側に窪む第 1 凹部 2 5 c と、第 1 凹部 2 5 c よりもさらに気筒列方向と直交する方向の内方側に窪む第 2 凹部 2 5 d とから構成されている。

【 0 0 7 5 】

スペーサ 4 0 はまた、ウォータジャケット 2 2 の排気側部分 2 2 a、気筒列の他端側及び吸気側部分 2 2 a に配置される縦壁面 4 1 の上端部からシリンダブロック 2 0 のウォータジャケット 2 2 の外壁部 2 6 に近接するように外方に延びる鍔部 4 6 を備えている。鍔部 4 6 は、縦壁面 4 1 に形成された開口部 4 8 a を含んで気筒列方向に延び、開口部 4 8 a の上方側に形成されている。

10

【 0 0 7 6 】

鍔部 4 6 にはまた、図 9 に示すように、ガスケット 5 0 の連通孔 5 2 を通じてシリンダブロック 2 0 のウォータジャケット 2 2 からシリンダヘッド 3 0 に流れる冷却液の流れを促進させるために外周側の一部が切り欠かれた切欠部 4 6 a が設けられている。切欠部 4 6 a は、第 2 気筒 # 2、第 3 気筒 # 3、第 4 気筒 # 4 の排気側に配置される連通孔 5 2 b 及び第 2 気筒 # 2、第 3 気筒 # 3 の吸気側に配置される連通孔 5 2 c に対応して設けられている。

20

【 0 0 7 7 】

スペーサ 4 0 はまた、ウォータジャケット 2 2 の排気側部分 2 2 a に配置される縦壁面 4 1 に、縦壁面 4 1 の上端部に形成された鍔部 4 6 の下側にシリンダブロック 2 0 のウォータジャケット 2 2 の外壁部 2 6 に近接するように外方に延びる鍔部 4 7 を備えている。鍔部 4 7 は、縦壁面 4 1 に形成された開口部 4 8 a を含んで気筒列方向に延び、開口部 4 8 a と同じ高さ位置に設けられて開口部 4 8 a に対応する部分が切り欠かれて形成されている。

【 0 0 7 8 】

図 1 2 に示すように、鍔部 4 7 は、第 1 気筒 # 1 と第 2 気筒 # 2 とのシリンダボア間 2 5 a と第 2 気筒 # 2 と第 3 気筒 # 3 との間のシリンダボア間 2 5 a とに対応して設けられた開口部 4 8 a の気筒列方向の両端から略水平方向に延びるように設けられている。

30

【 0 0 7 9 】

鍔部 4 7 にもまた、図 1 0 に示すように、ガスケット 5 0 の連通孔 5 2 を通じてシリンダブロック 2 0 のウォータジャケット 2 2 からシリンダヘッド 3 0 に流れる冷却液の流れを促進させるために外周側の一部が切り欠かれた切欠部 4 7 a が設けられている。切欠部 4 7 a は、第 2 気筒 # 2、第 3 気筒 # 3 の吸気側に配置される連通孔 5 2 c に対応して設けられている。

【 0 0 8 0 】

スペーサ 4 0 はまた、ウォータジャケット 2 2 の吸気側部分 2 2 a に配置される縦壁面 4 1 に、シリンダブロック 2 0 のウォータジャケット 2 2 の外壁部 2 6 に近接するように縦壁面 4 1 から外方に延び、冷却液導入部 2 3 から導入されてウォータジャケット 2 2 の吸気側部分 2 2 a へ流れる冷却液の流れを、連通孔 5 2、具体的には第 2 気筒 # 2 及び第 3 気筒 # 3 の吸気側に配置される連通孔 5 2 c を通じてシリンダヘッド 2 0 のウォータジャケット 2 2 に流れる冷却液の流れと、シリンダブロック側排出部 2 4 に流れる冷却液の流れとに分流する分流リブ 4 5 を備えている。

40

【 0 0 8 1 】

分流リブ 4 5 は、図 1 1 に示すように、冷却液導入部 2 3 から、具体的には冷却液導入部 2 3 に対応して設けられる案内部 4 2 から気筒列の他端側に所定距離離間して設けられ、気筒列の一端側から気筒列の他端側に向かうにつれて上方へ一定の傾斜角度で連続して傾斜するように設けられている。

50

【 0 0 8 2 】

分流リブ 4 5 は、縦壁面 4 1 の上下方向中央側で第 1 気筒 # 1 に対応する縦壁面 4 1 の気筒列方向と直交する方向に最大寸法となる部分から開口部 4 8 a より下側において気筒列の他端側に延び、整流部 4 4 におけるウォータジャケット 2 2 の吸気側部分 2 2 b の気筒列の一端側と分流リブ 4 5 におけるウォータジャケット 2 2 の吸気側部分 2 2 b の気筒列の他端側とが連結するように設けられている。

【 0 0 8 3 】

これにより、冷却液導入部 2 3 から導入されてウォータジャケット 2 2 の吸気側部分 2 2 b へ流れる冷却液を分流リブ 4 5 によって上下方向に分流してシリンダヘッド 2 0 のウォータジャケット 2 2 とシリンダブロック側排出部 2 3 とに安定して流すことができる。

10

【 0 0 8 4 】

冷却液導入部 2 2 から導入されてウォータジャケット 2 2 の吸気側部分 2 2 b へ流れた冷却液が連通孔 5 2 c を通じてシリンダヘッド 2 0 のウォータジャケット 2 2 に流れると共にシリンダブロック側排出部 2 4 に流れる経路とシリンダブロック側排出部 2 4 に流れることなく連通孔 5 2 c を通じてシリンダヘッド 3 0 のウォータジャケット 3 2 に流れる経路とが切り換えられる場合においても分流リブ 4 5 の上側を流れる冷却液の流れが変化することを抑制することができ、冷却液の流れが乱れることを抑制して冷却液をシリンダヘッド 3 0 のウォータジャケット 3 2 とシリンダブロック側排出部 2 4 とに安定して流すことができる。

【 0 0 8 5 】

20

スペーサ 4 0 はまた、図 1 5 に示すように、シリンダブロック 2 0 のウォータジャケット 2 2 の吸気側部分 2 2 b に配置される縦壁面 4 1 の下部に第 1 気筒 # 1、第 2 気筒 # 2 及び第 3 気筒 # 3 のシリンダボア 2 1 を囲む縦壁面 4 1 の気筒列方向と直交する方向に最大寸法となる部分に対応して外方に突出する突起部 4 1 a を備えている。

【 0 0 8 6 】

突起部 4 1 a によって、冷却液の流れ抵抗が増大することを抑制しつつスペーサ 4 0 の縦壁面 4 1 の下部がシリンダブロック側排出部 2 4 に当接することを抑制して冷却液導入部 2 3 から導入された冷却液がシリンダブロック側排出部 2 4 に流れる経路を確保することができる。

【 0 0 8 7 】

30

スペーサ 4 0 は、図 8 及び図 1 5 に示すように、ウォータジャケット 2 2 の吸気側部分 2 2 b に配置される縦壁面 4 1 の上部に設けられた整流部 4 4 及び分流リブ 4 5 にも、第 1 気筒 # 1、第 2 気筒 # 2 及び第 3 気筒 # 3 のシリンダボア 2 1 を囲む縦壁面 4 1 の気筒列方向と直交する方向に最大寸法となる部分に対応して外方に突出する突起部 4 4 a、4 5 a が形成されている。

【 0 0 8 8 】

なお、スペーサ 4 0 は、ポリアミド系熱可塑性樹脂などの材料を用いて射出成形によって一体的に形成されている。

【 0 0 8 9 】

次に、スペーサ 4 0 を挿入したシリンダブロック 2 0 のウォータジャケット 2 2 に導入された冷却液の流れについて説明する。

40

【 0 0 9 0 】

図 9 に示すように、気筒列の一端側においてシリンダブロック 2 0 に導入された冷却液は、矢印 S 1 で示すように、主にウォータジャケット 2 2 の排気側部分 2 2 a へ流れ、整流部 4 4 によってウォータジャケット 2 2 の排気側部分 2 2 a の上方へ流れる。

【 0 0 9 1 】

ウォータジャケット 2 2 の排気側部分 2 2 a へ流れた冷却液は、図 1 0 に示すように、整流部 4 4 によって、ウォータジャケット 2 2 の排気側部分 2 2 a において、矢印 S 2、S 3、S 4、S 5 の順に気筒列の他端側且つ上方へ流れ、気筒列の他端側へ流れた冷却液は、矢印 S 6 に示すように、ウォータジャケット 2 0 の吸気側部分 2 2 b へ流れると共に

50

上方へ流れる。

【 0 0 9 2 】

気筒列の他端側においてウォータジャケット 2 2 の吸気側部分 2 2 b へ流れた冷却液は、整流部 4 4 によって、ウォータジャケット 2 2 の吸気側部分 2 2 b において、図 9 及び図 1 1 に示すように、矢印 S 7、S 8、S 9 の順に気筒列の一端側且つ上方へ流れ、矢印 S 9 に示すように、連通孔 5 2 c を通じてシリンダヘッド 3 0 のウォータジャケット 3 2 に流れる。

【 0 0 9 3 】

気筒列の一端側から導入されてウォータジャケット 2 2 の排気側部分 2 2 a へ流れた冷却液はまた、スペーサ 4 0 の縦壁面 4 1 の外周側を縦壁面 4 1 の周りに一方向に流れる際に、スペーサ 4 0 の縦壁面 4 1 の上部に形成された開口部 4 8 a を通じてスペーサ 4 0 の縦壁面 4 1 の内周側に流れて、シリンダボア 2 1 の上部を冷却すると共にシリンダボア間 2 5 a を冷却する。スペーサ 4 0 の縦壁面 4 1 の内周側に流れた冷却液は、連通孔 5 2 d を通じてシリンダヘッド 3 0 のウォータジャケット 3 2 に流れる。

【 0 0 9 4 】

気筒列の一端側から導入されてウォータジャケット 2 2 の排気側部分 2 2 a へ流れた冷却液はまた、スペーサ 4 0 の縦壁面 4 1 の外周側を縦壁面 4 1 の周りに一方向に流れる際に、冷却液の一部は、連通孔 5 2 a、5 2 b、5 2 c を通じてシリンダヘッド 3 0 のウォータジャケット 3 2 に流れる。

【 0 0 9 5 】

一方、気筒列の一端側においてシリンダブロック 2 0 に導入された冷却液は、図 9 において矢印 S 1 1 に示すように、一部がウォータジャケット 2 2 の吸気側部分 2 2 b へ流れる。気筒列の一端側から導入されてウォータジャケット 2 2 の吸気側部分 2 2 b へ流れた冷却液は、シリンダブロック側排出部 2 4 に接続される流量制御弁 5 b の開状態では、図 1 1 に示すように、分流リブ 4 5 によって上下方向に分流され、矢印 S 1 2 に示す分流リブ 4 5 の上側の流れと矢印 S 1 3 に示す分流リブ 4 5 の下側の流れとに分流される。

【 0 0 9 6 】

分流リブ 4 5 の上側を流れる冷却液は、ウォータジャケット 2 2 の吸気側部分 2 2 b において気筒列の他端側且つ上方へ流れ、矢印 S 1 4 に示すように、連通孔 5 2 c を通じてシリンダヘッド 3 0 のウォータジャケット 3 2 に流れる。分流リブ 4 5 の上側を流れる冷却液の一部はスペーサ 4 0 の縦壁面 4 1 の上部に形成された開口部 4 8 a を通じてスペーサ 4 0 の縦壁面 4 1 の内周側に流れて、シリンダボア 2 1 の上部を冷却すると共にシリンダボア間 2 5 a を冷却する。スペーサ 4 0 の縦壁面 4 1 の内周側に流れた冷却液は、連通孔 5 2 d を通じてシリンダヘッド 3 0 のウォータジャケット 3 2 に流れる。

【 0 0 9 7 】

一方、分流リブ 4 5 の下側を流れる冷却液は、ウォータジャケット 2 2 の吸気側部分 2 2 b において気筒列の他端側へ流れ、矢印 S 1 5 に示すように、シリンダブロック側排出部 2 4 に流れる。

【 0 0 9 8 】

図 1 7 は、シリンダブロック側排出部に接続される流量制御弁の閉状態における冷却液の流れを示す図である。図 1 7 に示すように、気筒列の一端側から導入されてウォータジャケット 2 2 の吸気側部分 2 2 b へ流れた冷却液は、シリンダブロック側排出部 2 4 に接続される流量制御弁 5 b の閉状態においても、分流リブ 4 5 によって上下方向に分流され、矢印 S 1 2 に示す分流リブ 4 5 の上側の流れと矢印 S 1 3 に示す分流リブ 4 5 の下側の流れとに分流される。

【 0 0 9 9 】

分流リブ 4 5 の上側を流れる冷却液は、シリンダブロック側排出部 2 4 に接続される流量制御弁 5 b の開状態と同様に、ウォータジャケット 2 2 の吸気側部分 2 2 b において気筒列の他端側且つ上方へ流れ、矢印 S 1 4 に示すように、連通孔 5 2 c を通じてシリンダヘッド 3 0 のウォータジャケット 3 2 に流れ、分流リブ 4 5 の上側を流れる冷却液の一部

がスペーサ４０の縦壁面４１の上部に形成された開口部４８aを通じてスペーサ４０の縦壁面４１の内周側に流れる。

【０１００】

一方、分流リブ４５の下側を流れる冷却液は、ウォータジャケット２２の吸気側部分２２bにおいて気筒列の他端側へ流れるものの、シリンダブロック側排出部２４に流れることなく、矢印５１５'に示すように、シリンダヘッド３０のウォータジャケット３２に向かって流れることとなる。

【０１０１】

本実施形態では、シリンダブロック２０のウォータジャケット２２の吸気側部分２２bの外壁部２６における気筒列の一端側に冷却液導入部２３が設けられているが、シリンダブロック２０のウォータジャケット２２の排気側部分２２bの外壁部２６における気筒列の一端側に冷却液導入部を設けると共に気筒列の中央側にシリンダブロック側排出部を設けることも可能である。

【０１０２】

かかる場合、スペーサ４０の縦壁面４１に設けられる案内部は、案内部４２と同様に、気筒列の一端側において排気側に前記冷却液導入部に対応して設けられ、前記冷却液導入部から導入された冷却液を、縦壁面４１の周りに、主としてウォータジャケット２２の吸気側部分２２bに流れるように、一部がウォータジャケット２２の排気側部分２２aに流れるように案内するように設けられる。

【０１０３】

また、スペーサ４０の縦壁面４１に設けられる整流部は、整流部４４と同様に、気筒列の一端側からウォータジャケット２２の吸気側部分２２bにおいて気筒列の他方側へ、気筒列の他端側においてウォータジャケット２２の吸気側部分２２bから排気側部分２２aへ、ウォータジャケット２２の排気側部分２２aにおいて気筒列の他方側から気筒列の一方側へ向かうにつれて上方に連続して傾斜するように設けられる。

【０１０４】

また、スペーサ４０の縦壁面４１に設けられる分流リブは、分流リブ４４と同様に、前記冷却液導入部から導入されてウォータジャケット２２の排気側部分２２aへ流れる冷却液の流れを、シリンダヘッド３０のウォータジャケット３２に流れる冷却液の流れとシリンダブロック側排出部２４に流れる冷却液の流れとに上下方向に分流するように設けられる。

【０１０５】

このように、本実施形態に係る多気筒エンジンの冷却構造１では、シリンダブロック２０のウォータジャケット２２に挿入されたスペーサ４０に、縦壁面４１の上部にシリンダボア間２５aに対応する部分に形成された複数の開口部４８aと、複数の開口部４８aの下方において縦壁面４１から外方に延びて気筒列の一端側に設けられた冷却液導入部２３から導入された冷却液の流れを整流する整流部４４とが備えられている。

【０１０６】

そして、整流部４４は、スペーサ４０がウォータジャケット２２に配置されたときに気筒列の一端側からウォータジャケット２２の吸気側部分２２b及び排気側部分２２aの一方において気筒列の他方側へ、気筒列の他端側でウォータジャケット２２の吸気側部分２２b及び排気側部分２２aの一方から他方へ、ウォータジャケット２２の吸気側部分２２b及び排気側部分２２aの他方において気筒列の他方側から一方側へ向かうにつれて上方に連続して傾斜するように設けられている。

【０１０７】

これにより、冷却液がスペーサ４０の縦壁面４１の外周側を縦壁面４１の周りに一方方向に流れる際に冷却液が流れる流路の断面積を徐々に小さくできるので、冷却液の一部が縦壁面４１の上部にシリンダボア間２５aに対応して形成された開口部４８aを通じてスペーサ４０の縦壁面４１の内周側に流れることによってスペーサ４０の縦壁面４１の外周側を流れる冷却液の流速が低下して冷却液の流れが悪化することを抑制してシリ

10

20

30

40

50

シリンダボア 2 1 の上部における冷却液による冷却性を向上させることができる。

【 0 1 0 8 】

シリンダボア間 2 5 a に対応して形成された各開口部 4 8 a を通じてスペーサ 4 0 の内周側に冷却液をほぼ均一に流すことができ、シリンダボア 2 1 の上部において気筒列方向にシリンダボア間 2 5 a をほぼ均一に冷却させることができ、シリンダボア 2 1 の上部における冷却液による冷却性を向上させることができる。

【 0 1 0 9 】

また、シリンダブロック 2 0 のシリンダボア間 2 5 a における吸気側部分及び排気側部分の上端部に内方側に窪む凹部 2 5 b が形成され、開口部 4 8 a は、凹部 2 5 b に対応して縦壁面 4 1 の上端部に形成される。これにより、開口部 4 8 a を通じてスペーサ 4 0 の縦壁面 4 1 の内周側に流れる冷却液をシリンダボア間 2 5 a に形成された凹部 2 5 b に向けて流すことができ、シリンダブロック 2 0 のシリンダボア間 2 5 a を有効に冷却させることができる。

【 0 1 1 0 】

また、スペーサ 4 0 は、縦壁面 4 1 の上端部から外方に延びる第 1 鰐部 4 6 と、第 1 鰐部 4 6 より下方から外方に延びる第 2 鰐部 4 7 とを備え、第 2 鰐部 4 7 は、縦壁面 4 1 における開口部 4 8 a と同じ高さ位置に設けられて開口部 4 8 a に対応する部分が切り欠かれて形成される。これにより、開口部 4 8 a を通じて縦壁面 4 1 の内周側へ流れる冷却液の流れを阻害することなく、縦壁面 4 1 の外周側を流れる冷却液がスペーサ 4 0 の上方からスペーサ 4 0 の縦壁面 4 1 とシリンダブロック 2 0 のウォータジャケット 2 2 の内壁部 2 5 との間に回り込むことを抑制することができる。

【 0 1 1 1 】

また、スペーサ 4 0 は、縦壁面 4 1 の上部に形成された開口部 4 8 a の下方に縦壁面 4 1 から内方に突出する突出部 4 8 を備え、突出部 4 8 は、縦壁面 4 1 の上部に上下方向に所定高さを有するように設けられる。これにより、スペーサ 4 0 の重量増加を抑制しつつスペーサ 4 0 の縦壁面 4 1 の内周側に開口部 4 8 a を通じて流れる冷却液が下方へ流れることを抑制することができ、シリンダボア 2 1 の上部を有効に冷却することができる。

【 0 1 1 2 】

また、整流部 4 4 は、一定の傾斜角度で連続して傾斜するように設けられることにより、スペーサ 4 0 の縦壁面 4 1 の外周側を流れる冷却液の流速が低下して冷却液の流れが悪化することを有効に抑制することができる。

【 0 1 1 3 】

また、スペーサ 4 0 は、縦壁面 4 1 の下端部における気筒列の一端側に整流部 4 4 に隣接して縦壁面 4 1 から外方にシリンダブロック 2 0 のウォータジャケット 2 2 の外壁部 2 6 に近接するように延びる第 3 鰐部 4 3 を備え、整流部 4 4 は、第 3 鰐部 4 3 に連続して形成される。これにより、整流部 4 4 と第 3 鰐部 4 3 とが離間して形成される場合に比して、冷却液がスペーサ 4 0 の下方からスペーサ 4 0 の縦壁面 4 1 とシリンダブロック 2 0 のウォータジャケット 2 2 の内壁部 2 5 との間に回り込むことを抑制することができる。

【 0 1 1 4 】

本発明は、例示された実施の形態に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において、種々の改良及び設計上の変更が可能である。

【産業上の利用可能性】

【 0 1 1 5 】

以上のように、本発明によれば、多気筒エンジンにおいてスペーサの縦壁面の外周側を流れる冷却液の流速が低下することを抑制してシリンダボアの上部における冷却液による冷却性を向上させることが可能となるから、多気筒エンジンを搭載する車両などの製造技術分野において好適に利用される可能性がある。

【符号の説明】

【 0 1 1 6 】

2 エンジン

10

20

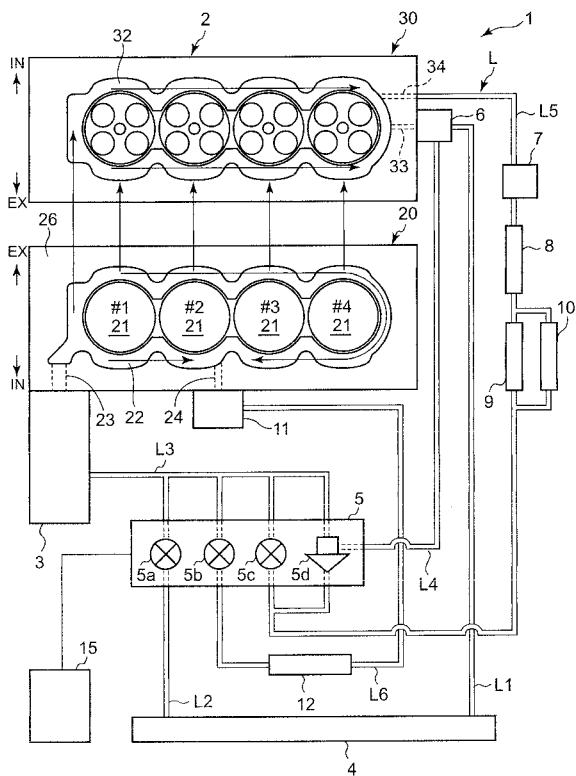
30

40

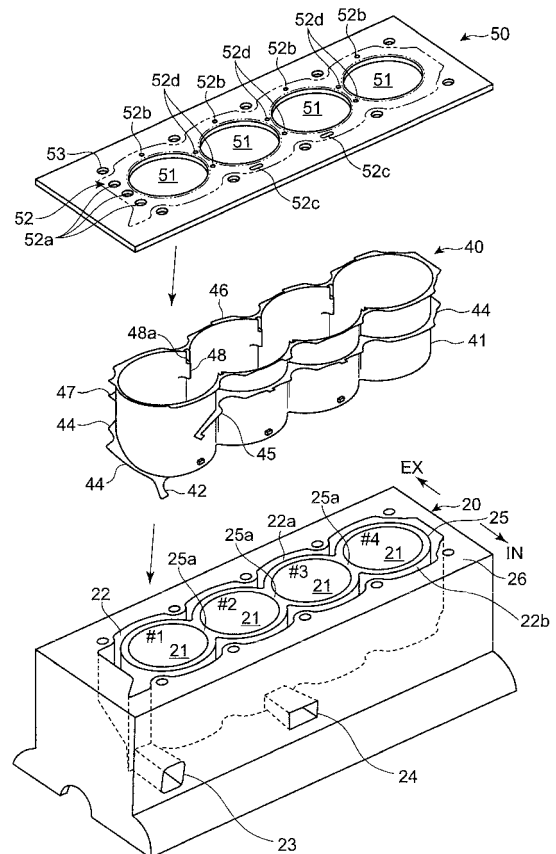
50

- 2 0 シリンダブロック
- 2 1 シリンダボア
- 2 2 シリンダブロックのウォータジャケット
- 2 3 冷却液導入部
- 2 5 ウォータジャケットの内壁部
- 2 5 a シリンダボア間
- 2 5 b シリンダボア間の凹部
- 2 6 ウォータジャケットの外壁部
- 4 0 スペーサ
- 4 1 縦壁面
- 4 3、4 6、4 7 鋸部
- 4 4 整流部
- 4 8 突出部
- 4 8 a 開口部
- # 1、# 2、# 3、# 4 気筒

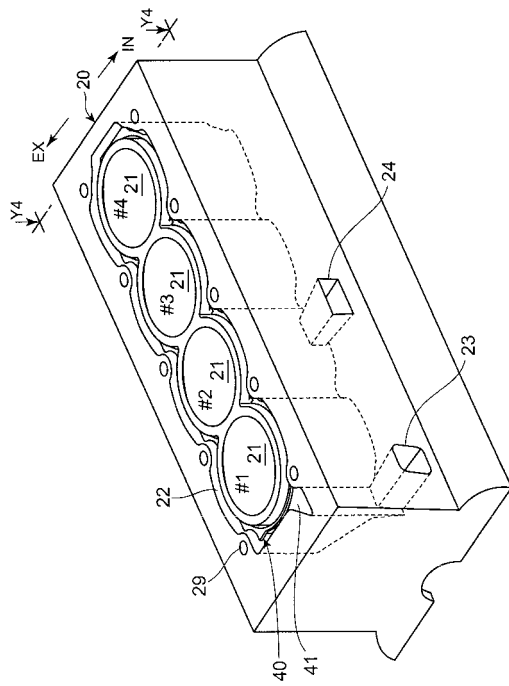
【図 1】



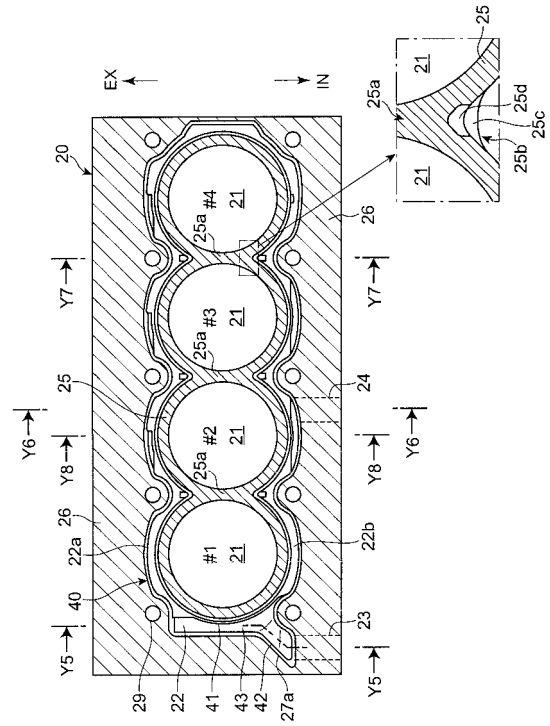
【図 2】



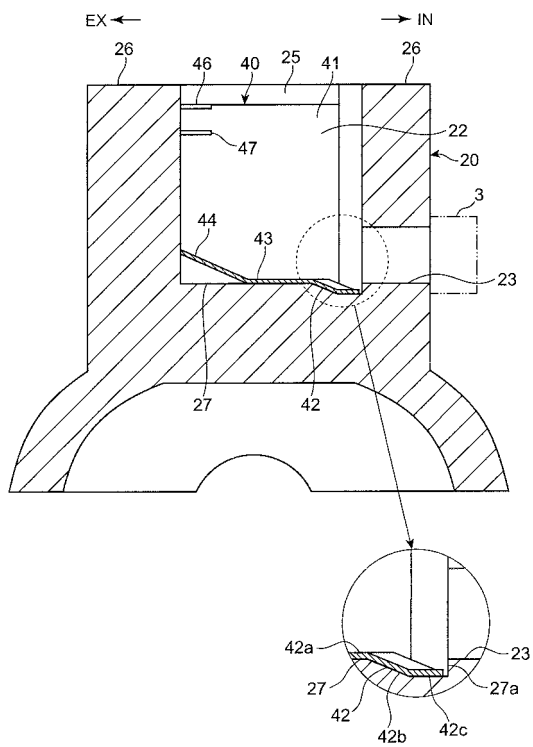
【図 3】



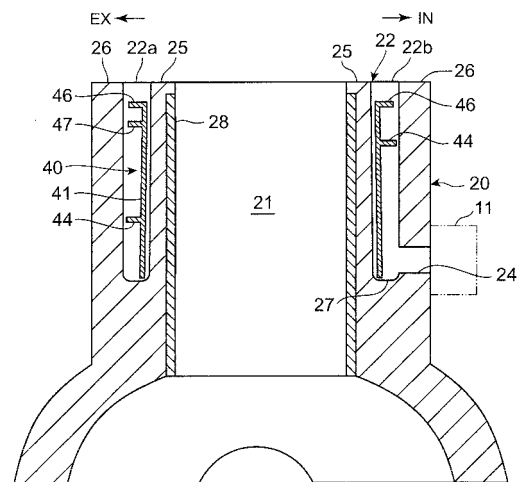
【図 4】



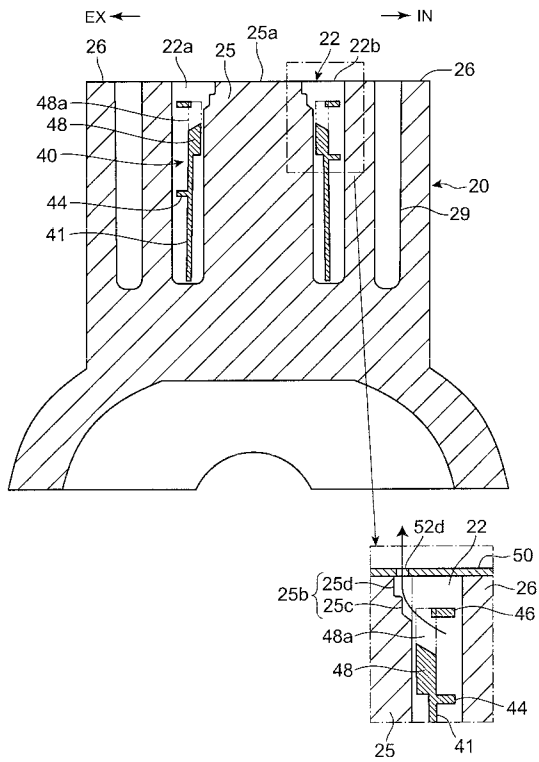
【図 5】



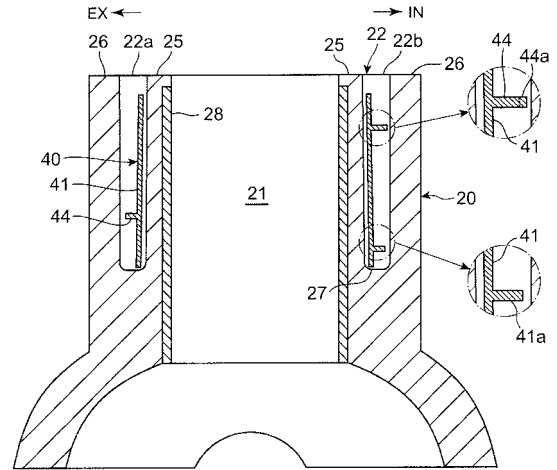
【図 6】



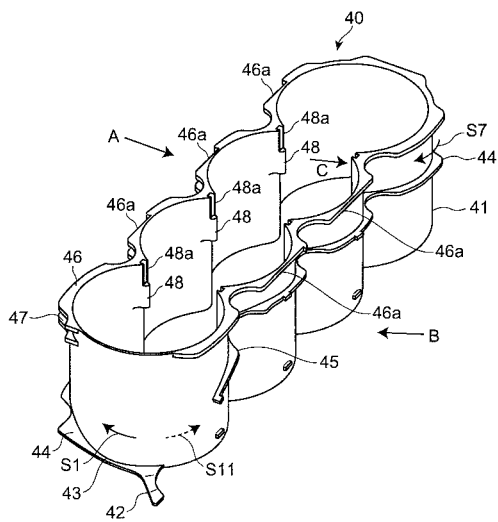
【図 7】



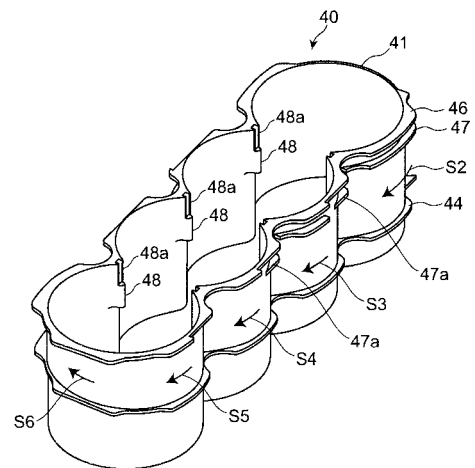
【図 8】



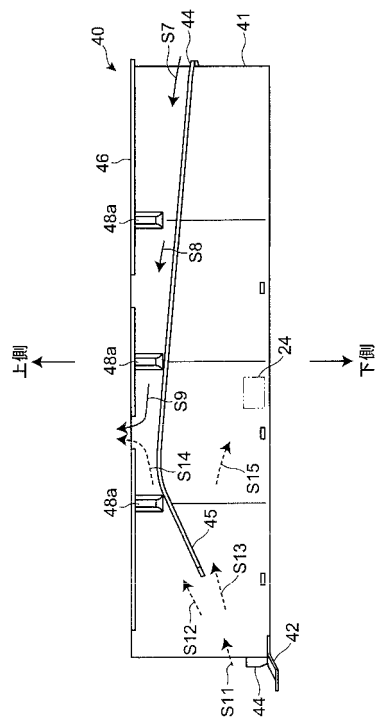
【図 9】



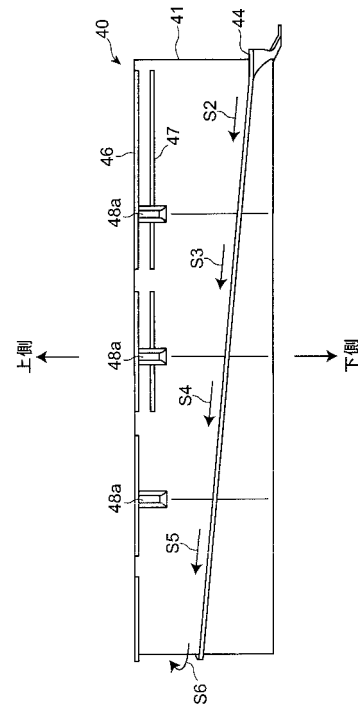
【図 10】



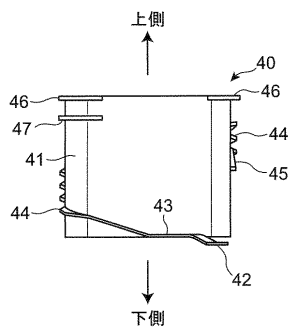
【図 1 1】



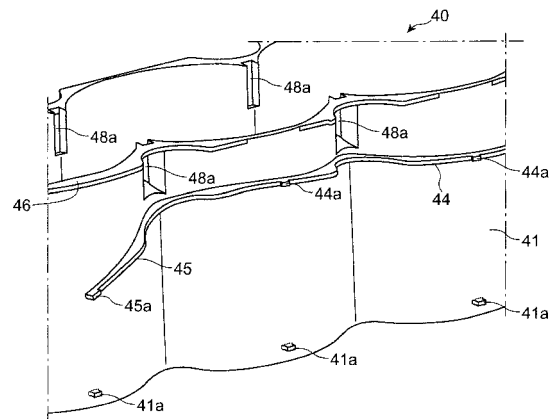
【図 1 2】



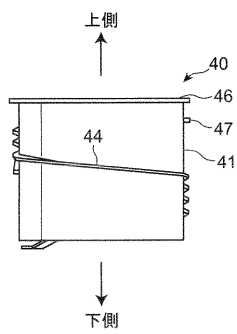
【図 1 3】



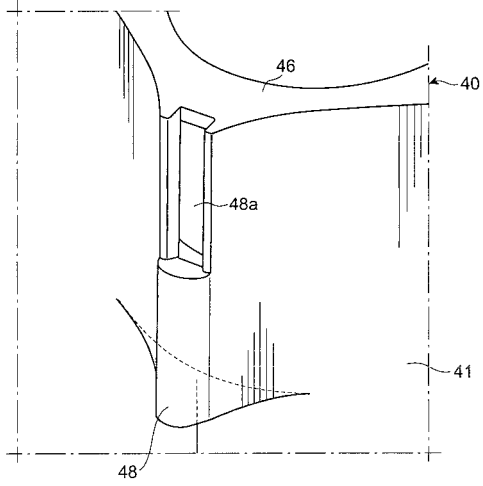
【図 1 5】



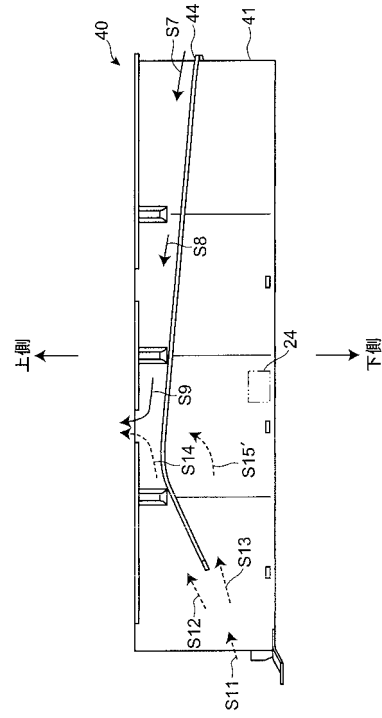
【図 1 4】



【図 16】



【図 17】



フロントページの続き

- (72)発明者 田畑 大介
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 松本 大典
広島県安芸郡府中町新地 3 番 1 号 マツダ株式会社内
- F ターム(参考) 3G024 AA26 CA21 CA26 DA18 FA00