

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2025年2月6日(06.02.2025)

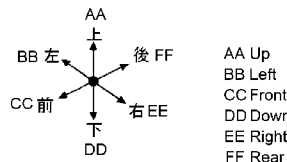
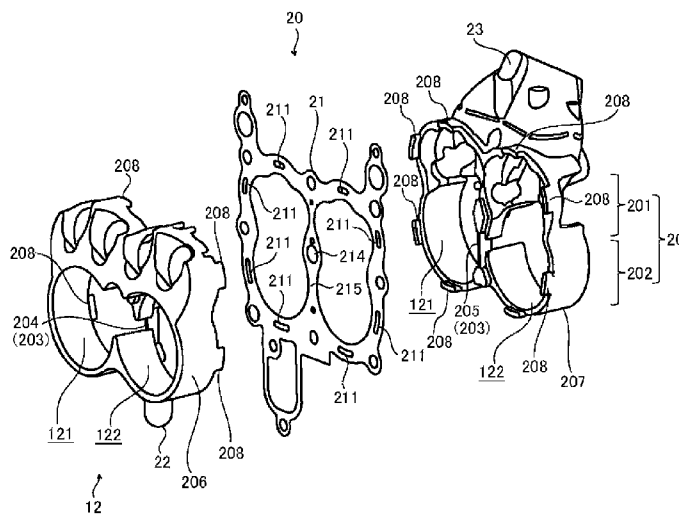


(10) 国際公開番号
WO 2025/027735 A1

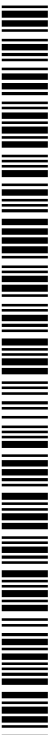
- (51) 国際特許分類:
F01B 9/02 (2006.01) *F02F 1/10* (2006.01)
F01P 3/02 (2006.01) *F02B 75/28* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2023/027908
- (22) 国際出願日: 2023年7月31日(31.07.2023)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人: 株式会社石川エナジー
リサーチ (**ISHIKAWA ENERGY RESEARCH
CO.,LTD.**) [JP/JP]; 〒3792304 群馬県太田市大
原町 2 2 2 5 - 4 1 Gunma (JP). 株式会
社クボタ (**KUBOTA CORPORATION**) [JP/JP];
〒5568601 大阪府大阪市浪速区敷津東 1
丁目 2 番 4 7 号 Osaka (JP).
- (72) 発明者: 工藤 徳征(**KUDO Noriyuki**); 〒3792304
群馬県太田市大原町 2 2 2 5 - 4 1 株式会社
石川エナジーリサーチ内 Gunma (JP).
- (74) 代理人: 岡田 義敬, 外 (**OKADA Yoshitaka et
al.**); 〒3730842 群馬県太田市細谷町 1
7 0 - 1 Gunma (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保
護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA,
BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN,
CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC,
EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR,
HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG,

(54) Title: ENGINE

(54) 発明の名称: エンジン



(57) Abstract: Provided is an engine capable of efficaciously cooling individual cylinder chambers. An engine 10 comprises an engine block 11, a cylinder chamber 12, and a water jacket 20. The cylinder chamber 12 has a first cylinder chamber 121 and a second cylinder chamber 122. On the interior of the first cylinder chamber 121, mutually opposed pistons are disposed so as to move in a reciprocating manner. On the interior of the second cylinder chamber 122, other mutually opposed pistons are disposed so as to move in a reciprocating manner, and a part of the water jacket 20 is formed



WO 2025/027735 A1

KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU,
LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY,
MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL,
PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK,
SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,
UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類 :

- 国際調査報告 (条約第21条(3))
- 補正された請求の範囲及び説明書 (条約第19条(1))

between the first cylinder chamber 121 and the second cylinder chamber 122.

(57) 要約 : 各シリンダ室を効果的に冷却できるエンジンを提供する。エンジン 10 は、エンジンブロック 11 と、シリンダ室 12 と、ウォータージャケット 20 と、を具備する。シリンダ室 12 は、第 1 シリンダ室 121 と、第 2 シリンダ室 122 と、を有する。第 1 シリンダ室 121 の内部には、対向配置されたピストンが往復運動するように配置される。第 2 シリンダ室 122 の内部には、対向配置された別のピストンが往復運動するように配置され、ウォータージャケット 20 の一部は、第 1 シリンダ室 121 と第 2 シリンダ室 122 との間に形成される。

明 細 書

発明の名称 : エンジン

技術分野

[0001] 本発明は、エンジンに関し、特に、対向ピストン型エンジンに関する。

背景技術

[0002] 従来、対向ピストン型エンジンは、特許文献1や特許文献2に示されるように、1つの水平方向に配置されたシリンダ内に、互いに対向するピストンヘッドを持つピストンが直線運動を行う構造が一般的であった。このシリンダ内において、ピストンヘッドが対向する領域が燃焼室として機能し、燃料と空気の混合気体が点火爆発を起こすことで、ピストンが動作し、発電機などの外部アクチュエータに動力が供給される。

[0003] しかしながら、係る特許文献に記載されたエンジンでは、燃焼室容積が小さいため高圧縮比化が難しく、燃焼室の断熱化にも課題がある。また、従来の対向ピストン型エンジンの吸排気用バルブは燃焼室に直接開放され、燃焼室の容積が大きくなる欠点があった。

[0004] 係る課題を解決するために、以下の特許文献3に記載されたエンジンが発明された。特許文献3に記載されたエンジンでは、水平シリンダ内に独立した左右のピストンが、向かい合うように配置される。また、左右のピストンヘッドの間に1つの燃焼室が水平シリンダの外側に連通して形成される。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開2007-46534号公報

特許文献2：特開平8-93498号公報

特許文献3：特許第5508604号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 前述した特許文献に記載された対向ピストン型エンジンは、1つの燃焼室を有し、当該燃焼室の内部で2つのピストンが往復運動することで運動エネルギーを発生させた。しかしながら、対向ピストン型エンジンの出力の向上等を目的として、燃焼室の拡大、または、燃焼室の複数化を図った場合、エンジンの運転時における放熱の問題が生じ得る。

[0007] 具体的には、対向ピストン型エンジンの出力向上のために、複数のシリンダ室を形成すると、エンジンの運転時において各シリンダ室から熱が発生することから、エンジン全体から発生する熱エネルギー量が増大する。特許文献3では、放熱のために、シリンダ室を取り囲むようにウォータージャケットが形成されていたが、複数のシリンダ室が形成された場合を想定したものではなかった。また、ウォータージャケットを、複数のシリンダ室を周囲から囲むように形成した場合、シリンダ室どうしの間において放熱が充分に行われない課題が発生し得る。

[0008] 本発明は、このような問題点を鑑みてなされたものであり、本発明の目的は、各シリンダ室を効果的に冷却できるエンジンを提供することにある。

課題を解決するための手段

[0009] 本発明の一実施形態に係るエンジンは、エンジンブロックと、シリンダ室と、ウォータージャケットと、を具備し、前記シリンダ室は、第1シリンダ室と、第2シリンダ室と、を有し、前記第1シリンダ室の内部には、対向配置されたピストンが往復運動するように配置され、前記第2シリンダ室の内部には、対向配置された別のピストンが往復運動するように配置され、前記ウォータージャケットの一部は、前記第1シリンダ室と前記第2シリンダ室との間に形成されることを特徴とする。

[0010] また、本発明の一実施形態に係るエンジンでは、前記第1シリンダ室および前記第2シリンダ室の中心軸は、水平面に対して略平行であり、前記ウォータージャケットは、ジャケット上部と、ジャケット下部と、中間連通部と、を有し、前記ジャケット上部は、前記第1シリンダ室および前記第2シリンダ室の上方部分を囲むように構成され、前記ジャケット下部は、前記第

1 シリンダ室および前記第2シリンダ室の下方部分を囲むように構成され、前記中間連通部は、前記第1シリンダ室と前記第2シリンダ室とにより挟まれる空間において、前記ジャケット上部と、前記ジャケット下部とを連通するように構成されることを特徴とする。

[0011] また、本発明の一実施形態に係るエンジンでは、ガスケット、を更に具備し、前記エンジンブロックは、第1エンジンブロックと、第2エンジンブロックと、を有し、前記ガスケットは、前記第1エンジンブロックと前記第2エンジンブロックとの間に配設され、且つ、連通開口部が形成され、前記第1エンジンブロックは、前記ウォータージャケットを部分的に形成する第1ウォータージャケット部と、前記中間連通部を部分的に形成する第1中間連通部と、を有し、前記第2エンジンブロックは、前記ウォータージャケットを部分的に形成する第2ウォータージャケット部と、前記中間連通部を部分的に形成する第2中間連通部と、を有し、前記第1ウォータージャケット部と前記第2ウォータージャケット部とは、前記ガスケットの前記連通開口部を經由して連通し、前記第1中間連通部と前記第2中間連通部との間には、前記ガスケットが存在することを特徴とする。

[0012] また、本発明の一実施形態に係るエンジンでは、前記第1中間連通部と前記第2中間連通部との間に存在する前記ガスケットには、前記連通開口部が形成されないことを特徴とする。

発明の効果

[0013] 本発明の一実施形態に係るエンジンは、エンジンブロックと、シリンダ室と、ウォータージャケットと、を具備し、前記シリンダ室は、第1シリンダ室と、第2シリンダ室と、を有し、前記第1シリンダ室の内部には、対向配置されたピストンが往復運動するように配置され、前記第2シリンダ室の内部には、対向配置された別のピストンが往復運動するように配置され、前記ウォータージャケットの一部は、前記第1シリンダ室と前記第2シリンダ室との間に形成されることを特徴とする。本発明のエンジンによれば、ウォータージャケットの一部が、第1シリンダ室と第2シリンダ室との間に形成さ

れることにより、当該部分を介して、冷却流体に含まれる空気をウォータージャケットの上方部分に移動させることができる。よって、ウォータージャケットの下方部分に空気が滞留することを抑制できる。更に、当該部分を介して、上下方向において冷却流体を良好に流通させ、シリンダ室を効果的に冷却できる。

[0014] また、本発明の一実施形態に係るエンジンでは、前記第1シリンダ室および前記第2シリンダ室の中心軸は、水平面に対して略平行であり、前記ウォータージャケットは、ジャケット上部と、ジャケット下部と、中間連通部と、を有し、前記ジャケット上部は、前記第1シリンダ室および前記第2シリンダ室の上方部分を囲むように構成され、前記ジャケット下部は、前記第1シリンダ室および前記第2シリンダ室の下方部分を囲むように構成され、前記中間連通部は、前記第1シリンダ室と前記第2シリンダ室とにより挟まれる空間において、前記ジャケット上部と、前記ジャケット下部とを連通するように構成されることを特徴とする。本発明のエンジンによれば、中間連通部により、ジャケット上部とジャケット下部とが連通することから、ジャケット下部に存在する空気が、中間連通部を経由してジャケット上部に流動することができる。また、中間連通部を経由して冷却流体を効果的に流通させることができる。

[0015] また、本発明の一実施形態に係るエンジンでは、ガスケット、を更に具備し、前記エンジンブロックは、第1エンジンブロックと、第2エンジンブロックと、を有し、前記ガスケットは、前記第1エンジンブロックと前記第2エンジンブロックとの間に配設され、且つ、連通開口部が形成され、前記第1エンジンブロックは、前記ウォータージャケットを部分的に形成する第1ウォータージャケット部と、前記中間連通部を部分的に形成する第1中間連通部と、を有し、前記第2エンジンブロックは、前記ウォータージャケットを部分的に形成する第2ウォータージャケット部と、前記中間連通部を部分的に形成する第2中間連通部と、を有し、前記第1ウォータージャケット部と前記第2ウォータージャケット部とは、前記ガスケットの前記連通開口部

を經由して連通し、前記第1中間連通部と前記第2中間連通部との間には、前記ガスケットが存在することを特徴とする。本発明のエンジンによれば、第1ウォータージャケット部と第2ウォータージャケット部とが、ガスケットの連通開口部を經由して連通することで、第1ウォータージャケット部と第2ウォータージャケット部との間で冷却流体が良好に流通される。また、第1中間連通部と第2中間連通部との間に、ガスケットが存在することで、第1中間連通部および第2中間連通部を流通する冷却流体によりガスケットを冷却できる。

[0016] また、本発明の一実施形態に係るエンジンでは、前記第1中間連通部と前記第2中間連通部との間に存在する前記ガスケットには、前記連通開口部が形成されないことを特徴とする。本発明のエンジンによれば、冷却流体が、ガスケットの主面に沿って流れるようになり、ガスケットを効果的に冷却できる。

図面の簡単な説明

[0017] [図1]本発明の実施形態に係るエンジンを示す斜視図である。

[図2A]本発明の実施形態に係るエンジンを示す図であり、第1エンジンブロックを示す斜視図である。

[図2B]本発明の実施形態に係るエンジンを示す図であり、第2エンジンブロックを示す斜視図である。

[図3]本発明の実施形態に係るエンジンを示す図であり、エンジン部を示す斜視図である。

[図4A]本発明の実施形態に係るエンジンを示す図であり、第1エンジンブロックの当接面を示す図である。

[図4B]本発明の実施形態に係るエンジンを示す図であり、第2エンジンブロックの当接面を示す図である。

[図5A]本発明の実施形態に係るエンジンを示す図であり、シリンダ室および各バルブ等を示す斜視図である。

[図5B]本発明の実施形態に係るエンジンを示す図であり、シリンダ室および各バルブ等を示す斜視図である。

[図6]本発明の実施形態に係るエンジンを示す図であり、ウォータージャケット等の構成を模式的に示す断面図である。

[図7]本発明の実施形態に係るエンジンを示す図であり、シリンダ室および延出空間を形成するエンジンブロックの壁部を示す断面図である。

[図8]本発明の実施形態に係るエンジンを示す図であり、エンジンブロックおよびガスケットを示す斜視図である。

[図9]本発明の実施形態に係るエンジンを示す図であり、ガスケットを示す平面図である。

[図10A]本発明の実施形態に係るエンジンを示す図であり、ウォータージャケットおよびガスケットを示す斜視図である。

[図10B]本発明の実施形態に係るエンジンを示す図であり、ウォータージャケットおよびガスケットを別角度から示す斜視図である。

[図11]本発明の実施形態に係るエンジンを示す図であり、ウォータージャケットおよびガスケットを示す分解斜視図である。

[図12]本発明の実施形態に係るエンジンを示す図であり、ウォータージャケットおよびガスケットを示す切断斜視図である。

[図13]本発明の実施形態に係るエンジンを示す図であり、ウォータージャケットにおける水流の効果を示す図である。

発明を実施するための形態

[0018] 以下、本発明の実施形態に係るエンジン10を、図面に基づき詳細に説明する。以下の説明に於いて、前後方向とは、後述するピストンが往復する方向である。左右方向とは、後述するシリンダ空間が配列する方向である。また、以下の説明では、同一の部材には原則的に同一の符号を付し、繰り返しの説明は省略する。更に、本実施形態では、特許請求の範囲に記載された構成を主に図示して説明する。よって、エンジン10の当該構成以外の部分、

例えば、プラグ、クランクシャフト回転同期機構、潤滑油供給機構、燃料供給機構、電装品等は図示しない。

[0019] 図1は、エンジン10を示す斜視図である。

[0020] エンジン10は、対向配置された複数のピストンを有する対向ピストン型エンジンである。エンジン10の内部構成および動作は、図2A以降の各図を参照して後述する。エンジン10は、後述するように、エンジンブロック11と、シリンダ室12と、ウォータージャケット20と、を主に具備する。

[0021] エンジン10は、ガソリン、軽油、水素等を燃料として運転されるように構成される。エンジン10は、様々な機器の駆動源として用いることができる。エンジン10は、車両、発電機、給湯器、飛行装置、ドローン、シリーズハイブリッドドローン、パラレルハイブリッドドローン等の駆動源として用いられる。シリーズハイブリッドドローンとは、エンジン10により発電機を運転し、当該発電機から発生する電力によりモータを回転させ、当該モータによりロータを回転させ、当該ロータが回転することで発生する揚力により機体を空中に浮遊させるドローンである。パラレルハイブリッドドローンとは、エンジン10により機械的にメインロータを回転させ、当該メインロータが回転することにより発生する揚力により機体を浮遊させるドローンである。本実施形態のエンジン10は、対向ピストン型エンジンであり、軽量且つ低振動である為、シリーズハイブリッドドローン、パラレルハイブリッドドローン等の駆動源として好適である。

[0022] 具体的には、エンジン10は、本体部であるエンジンブロック11を有する。エンジンブロック11は、例えば、鋳造されたアルミニウム合金等から成る。エンジンブロック11は、第1エンジンブロック111、第2エンジンブロック112、第3エンジンブロック113および第4エンジンブロック114から成る。これらの各部位は、図示しない締結部材により相互に締結される。

- [0023] エンジン 10 の右側面には、第 3 クランクシャフト 163 および第 4 クランクシャフト 173 が導出している。第 3 クランクシャフト 163 および第 4 クランクシャフト 173 から、回転動力を外部に取り出すことができる。また、エンジン 10 の左側面からもシャフトを導出させ、当該シャフトから動力を外部に取り出すこともできる。
- [0024] 図 2 A は、第 1 エンジンブロック 111 を示す斜視図である。
- [0025] 図 2 A を参照して、第 1 エンジンブロック 111 の後方を向く面は、第 1 当接面 40 とされる。第 1 当接面 40 は、平坦面であり、後述する第 2 エンジンブロック 112 の第 2 当接面 41 と当接する。
- [0026] 第 1 エンジンブロック 111 は、第 1 当接面 40 から前方に向かって略筒状に形成された第 1 シリンダ室前部 1211 および第 2 シリンダ室前部 1221 を有する。第 1 シリンダ室前部 1211 と第 2 シリンダ室前部 1221 とは、左右方向に沿って隣接される。第 1 シリンダ室前部 1211 は、略円筒状の空間であり、後述する第 1 シリンダ室 121 の前方部分を形成する。第 2 シリンダ室前部 1221 は、略円筒状の空間であり、後述する第 2 シリンダ室 122 の前方部分を形成する。
- [0027] 第 1 延出空間前部 3311 は、第 1 当接面 40 を前方に向かって窪ませた部位であり、第 1 シリンダ室前部 1211 の上端と連続する。第 1 延出空間前部 3311 は、後述する第 1 延出空間 331 の前方部分を構成する。
- [0028] 第 2 延出空間前部 3321 は、第 1 当接面 40 を前方に向かって窪ませた部位であり、第 2 シリンダ室前部 1221 の上端と連続する。第 2 延出空間前部 3321 は、後述する第 2 延出空間 332 の前方部分を構成する。
- [0029] 図 2 B を参照して、第 2 エンジンブロック 112 の前方を向く面は第 2 当接面 41 とされる。第 2 当接面 41 は、平坦面であり、前述した第 1 エンジンブロック 111 の第 1 当接面 40 と当接する。
- [0030] 第 2 エンジンブロック 112 は、第 2 当接面 41 から後方に向かって形成された第 1 シリンダ室後部 1212 および第 2 シリンダ室後部 1222 を有する。第 1 シリンダ室後部 1212 と第 2 シリンダ室後部 1222 とは、左

右方向に沿って隣接される。第1シリンダ室後部1212は、略円筒状の空間であり、後述する第1シリンダ室121の後方部分を形成する。第2シリンダ室後部1222は、略円筒状の空間であり、後述する第2シリンダ室122の後方部分を形成する。

[0031] 第1延出空間後部3312は、第2当接面41を後方に向かって窪ませた部位であり、第1シリンダ室後部1212の上端と連続する。第1延出空間後部3312は、前述した第1延出空間前部3311と共に、後述する第1延出空間331を構成する。

[0032] 第2延出空間後部3322は、第2当接面41を後方に向かって窪ませた部位であり、第2シリンダ室後部1222の上端と連続する。第2延出空間後部3322は、前述した第2延出空間前部3321と共に、後述する第2延出空間332を構成する。

[0033] 図3は、前述したエンジンプロック11に内蔵されるエンジン部13を、前方から見た斜視図である。

[0034] エンジン部13は、第1エンジン部14、第2エンジン部15、第3エンジン部16および第4エンジン部17を有する。第1エンジン部14および第2エンジン部15が、1つの対向エンジン部を構成する。第3エンジン部16および第4エンジン部17が、1つの対向エンジン部を構成する。エンジン10が複数の対向エンジン部を有することにより、エンジン10の軽量性および低振動性を確保しつつ、大出力化を図れる。

[0035] シリンダ室12は、第1シリンダ室121と、第1シリンダ室121に隣接された第2シリンダ室122と、を有する。第1シリンダ室121と第2シリンダ室122とは、左右方向に沿って隣接される。図3では、第1シリンダ室121および第2シリンダ室122を、点線で示す。第1シリンダ室121の内部には、対向配置された第1ピストン141および第2ピストン151が、往復運動するように配置される。第2シリンダ室122の内部には、対向配置された第3ピストン161および第4ピストン171が、往復運動するように配置される。また、第1シリンダ室121および第2シリン

ダ室 1 2 2 の中心軸は、水平面に対して略平行である。また、第 1 シリンダ室 1 2 1 および第 2 シリンダ室 1 2 2 の前後方向中間部に、夫々、燃焼室 2 4 が形成される。

[0036] 第 1 エンジン部 1 4 は、第 1 ピストン 1 4 1 と、第 1 コネクティングロッド 1 4 2 と、第 1 クランクシャフト 1 4 3 と、を有する。第 1 コネクティングロッド 1 4 2 は、第 1 ピストン 1 4 1 と第 1 クランクシャフト 1 4 3 とを、回転可能に接続する。

[0037] 第 2 エンジン部 1 5 は、第 1 エンジン部 1 4 に対向するように配置される。第 2 エンジン部 1 5 は、第 2 ピストン 1 5 1 と、第 2 コネクティングロッド 1 5 2 と、第 2 クランクシャフト 1 5 3 と、を有する。第 2 コネクティングロッド 1 5 2 は、第 2 ピストン 1 5 1 と第 2 クランクシャフト 1 5 3 とを回転可能に接続する。

[0038] 第 3 エンジン部 1 6 は、第 3 ピストン 1 6 1 と、第 3 コネクティングロッド 1 6 2 と、第 3 クランクシャフト 1 6 3 と、を有する。第 3 コネクティングロッド 1 6 2 は、第 3 ピストン 1 6 1 と第 3 クランクシャフト 1 6 3 とを、回転可能に接続する。

[0039] 第 4 エンジン部 1 7 は、第 3 エンジン部 1 6 に対向するように配設される。第 4 エンジン部 1 7 は、第 4 ピストン 1 7 1 と、第 4 コネクティングロッド 1 7 2 と、第 4 クランクシャフト 1 7 3 と、を有する。第 4 コネクティングロッド 1 7 2 は、第 4 ピストン 1 7 1 と第 4 クランクシャフト 1 7 3 とを回転可能に接続する。

[0040] 第 1 エンジン部 1 4 の第 1 クランクシャフト 1 4 3 と、第 3 エンジン部 1 6 の第 3 クランクシャフト 1 6 3 とは、一体に連続する。よって、第 1 エンジン部 1 4 の第 1 ピストン 1 4 1 と、第 3 エンジン部 1 6 の第 3 ピストン 1 6 1 とは、同時に往復運動する。

[0041] 同様に、第 2 エンジン部 1 5 の第 2 クランクシャフト 1 5 3 と、第 4 エンジン部 1 7 の第 4 クランクシャフト 1 7 3 とは、一体に連続する。よって、

第2クランクシャフト153の第2ピストン151と、第4エンジン部17の第4ピストン171とは、同時に往復運動する。

[0042] エンジン部13は、第1エンジン部14および第2エンジン部15からなる対向エンジン部分と、第3エンジン部16および第4エンジン部17からなる対向エンジン部分が、左右方向に沿って並設された構成である。また、第1エンジン部14および第3エンジン部16により、第1クランクシャフト143および第3クランクシャフト163を回転させる。また、第2エンジン部15および第4エンジン部17により、第2クランクシャフト153および第4クランクシャフト173を回転させる。係る構成により、コンパクトな構成であっても大きな動力を発生できる。

[0043] 上記した構成のエンジン部13の第1エンジン部14および第2エンジン部15は、次のように動作する。まず、吸込行程では、第1ピストン141および第2ピストン151が第1シリンダ室121の内部で中央部から外側に向かって移動することで、燃料と空気との混合物である混合気が第1シリンダ室121の内部に導入される。次に、圧縮行程では、回転する第1クランクシャフト143および第2クランクシャフト153の慣性により、第1ピストン141および第2ピストン151が中央部に向かって押し出され、第1シリンダ室121の内部で混合気が圧縮される。次に、燃焼行程では、図示しない点火プラグが第1シリンダ室121で点火することで、第1シリンダ室121の内部で混合気が燃焼し、これにより第1ピストン141および第2ピストン151が、下死点である外側の端部まで押し出される。その後、排気行程では、回転する第1クランクシャフト143および第2クランクシャフト153の慣性により、第1ピストン141および第2ピストン151が内側に押し出され、第1シリンダ室121の内部に存在する燃焼後のガスは、外部に排出される。

[0044] 係る動作は、第3エンジン部16および第4エンジン部17についても同様である。

[0045] エンジン部13では、1つの第1シリンダ室121の内部で往復運動する2つの第1ピストン141および第2ピストン151で、ストロークを分割することができる。よって、通常のエンジンと比較して、混合ガスの圧縮比を大きくすることができる。また、第1シリンダ室121の内部で第1ピストン141および第2ピストン151が対向するので、一般的なエンジンで必要とされるシリンダヘッドが不要と成り、エンジン部13の構成が簡素であり且つ軽量とされている。また、エンジン部13を構成している各部材、即ち、第1ピストン141および第2ピストン151、第1クランクシャフト143および第2クランクシャフト153等が対向して配置され、かつ対向するように動作している。このことから、エンジン部13の各部材から発生する振動が相殺され、エンジン部13全体から外部に発生する振動を少なくすることができる。よって、このような構造のエンジン部13を飛行装置に搭載することで、飛行装置の小型化、軽量化および低振動化を達成することができる。特に、低振動化により、姿勢制御、モータ出力制御などの演算制御装置やGPSセンサ等の精密機器への悪影響を防止することが出来る。また、飛行装置が輸送する配送荷物が振動で損傷してしまうことを防止することができる。

[0046] エンジン部13には、ここでは図示しない逆転同期機構が備えられている。逆転同期機構は、第1クランクシャフト143と第2クランクシャフト153との回転方向を逆とする。更に、逆転同期機構は、第1ピストン141と第2ピストン151の往復運動を同期する。よって、エンジン部13において、第1クランクシャフト143と第2クランクシャフト153とでは、回転方向は逆とされている。

[0047] 図4Aは、第1エンジンブロック111の第1当接面40を示す図である。第1当接面40には、吸気バルブ設置孔35が形成される。吸気バルブ設置孔35は、第1吸気バルブ設置孔351と、第2吸気バルブ設置孔352と、を有する。

- [0048] 第1吸気バルブ設置孔351は、第1延出空間前部3311の内部に、2つが形成される。第1吸気バルブ設置孔351は、前後方向において、第1エンジンブロック111の壁部を円形に貫通する貫通孔である。第1吸気バルブ設置孔351には、夫々、後述する第1吸気バルブ181が配設される。
- [0049] 第2吸気バルブ設置孔352は、第2延出空間前部3321の内部に、2つが形成される。第2吸気バルブ設置孔352は、第1エンジンブロック111の内部に形成される壁部を、円形に貫通する貫通孔である。第2吸気バルブ設置孔352には、夫々、後述する第2吸気バルブ182が配設される。
- [0050] 図4Bは、第2エンジンブロック112の第2当接面41を示す図である。第2当接面41には、排気バルブ設置孔36およびプラグ設置孔37が形成される。排気バルブ設置孔36は、第1排気バルブ設置孔361と、第2排気バルブ設置孔362と、を有する。また、プラグ設置孔37は、第1プラグ設置孔371と、第2プラグ設置孔372と、を有する。
- [0051] 第1排気バルブ設置孔361は、第1延出空間後部3312に形成される孔部である。第1排気バルブ設置孔361は、第2エンジンブロック112の内部に形成される壁部を、円形に貫通する。第1排気バルブ設置孔361には、後述する第1排気バルブ191が配設される。
- [0052] 第1プラグ設置孔371は、第1延出空間後部3312の内部に形成された貫通孔である。第1プラグ設置孔371は、第2エンジンブロック112の左側面部を貫通する貫通孔である。
- [0053] 第2排気バルブ設置孔362は、第2延出空間後部3322に形成される孔部である。第2排気バルブ設置孔362は、第2エンジンブロック112の内部に形成される壁部を、円形に貫通する。第2排気バルブ設置孔362には、後述する第2排気バルブ192が配設される。

- [0054] 第2プラグ設置孔372は、第2延出空間後部3322の内部に形成された貫通孔である。第2プラグ設置孔372は、第2エンジンブロック112の右側面部を貫通する貫通孔である。
- [0055] 図5Aは、シリンダ室12、各バルブ等を後側右方の上方から示す斜視図である。図5Bは、シリンダ室12、各バルブ等を前側左方の上側から示す斜視図である。
- [0056] 延出空間33は、シリンダ室12と繋がり、後述する燃焼行程において燃焼の起点となる空間である。具体的には、延出空間33は、シリンダ室12の前後方向における中央部から、上方に向かって連続して伸びる空間である。延出空間33として、第1シリンダ室121には第1延出空間331が形成され、第2シリンダ室122には第2延出空間332が形成される。
- [0057] 第1延出空間331は、前後方向を向く最大面を有する略舌形状の部位である。第1延出空間331は、第1側面3313と、第2側面3314と、を有する。第1側面3313は、前方を向く面である。第2側面3314は、後方を向く面である。
- [0058] 第2延出空間332は、前後方向を向く最大面を有する略舌形状の部位である。第2延出空間332は、第1側面3323と、第2側面3324と、を有する。第1側面3323は、前方を向く面である。第2側面3324は、後方を向く面である。
- [0059] 吸気バルブ18は、第1吸気バルブ181および第2吸気バルブ182を有する。
- [0060] 第1吸気バルブ181は、前方側から、第1延出空間331の第1側面3313に対して進退可能に備えられる。第1吸気バルブ181は、ここでは2つが設けられる。第1吸気バルブ181は、夫々、図4Aに示した第1吸気バルブ設置孔351に取り付けられる。第1吸気バルブ181は、第1シリンダ室121に混合気を吸気するためのものである。第1吸気バルブ181が第1延出空間331に進入することで、図4Aに示した第1吸気バルブ設置孔351を開放し、第1延出空間331および第1シリンダ室121に

吸気することができる。一方、第1吸気バルブ181が第1延出空間331から後退することで、図4Aに示した第1吸気バルブ設置孔351を閉鎖する。

[0061] 第2吸気バルブ182は、前方側から、第2延出空間332の第1側面3323に対して進退可能に備えられる。第2吸気バルブ182は、ここでは2つが設けられる。第2吸気バルブ182は、夫々、図4Aに示した第2吸気バルブ設置孔352に取り付けられる。第2吸気バルブ182は、第2シリンダ室122に混合気を吸気するためのものである。第2吸気バルブ182が第2延出空間332に進入することで、図4Aに示した第2吸気バルブ設置孔352を開放し、第2延出空間332および第2シリンダ室122に吸気することができる。一方、第2吸気バルブ182が第2延出空間332から後退することで、図4Aに示した第2吸気バルブ設置孔352を閉鎖する。

[0062] 排気バルブ19は、第1排気バルブ191および第2排気バルブ192を有する。

[0063] 第1排気バルブ191は、後方側から、第1延出空間331の第2側面3314に対して進退可能に備えられる。第1排気バルブ191は、ここでは1つが設けられる。第1排気バルブ191は、図4Bに示した第1排気バルブ設置孔361に取り付けられる。第1排気バルブ191は、第1シリンダ室121から燃焼後の気体を排気するためのものである。第1排気バルブ191が第1延出空間331に進入することで、図4Bに示した第1排気バルブ設置孔361を開放し、第1シリンダ室121の内部から第1排気バルブ設置孔361を介して排気することができる。一方、第1排気バルブ191が第1延出空間331から後退することで、図4Bに示した第1排気バルブ設置孔361を閉鎖する。

[0064] 第2排気バルブ192は、後方側から、第2延出空間332の第2側面3324に対して進退可能に備えられる。第2排気バルブ192は、ここでは1つが設けられる。第2排気バルブ192は、図4Bに示した第2排気バル

ブ設置孔 362 に取り付けられる。第 2 排気バルブ 192 は、第 2 シリンダ室 122 から燃焼後の気体を排気するためのものである。第 2 排気バルブ 192 が第 2 延出空間 332 に進入することで、図 4 B に示した第 2 排気バルブ設置孔 362 を開放し、第 2 シリンダ室 122 の内部から、第 2 排気バルブ設置孔 362 を介して排気することができる。一方、第 2 排気バルブ 192 が第 2 延出空間 332 から後退することで、図 4 B に示した第 2 排気バルブ設置孔 362 を閉鎖する。

[0065] スパークプラグ 26 は、その先端に形成された電極が、延出空間 33 の内部に配設される。スパークプラグ 26 は、第 1 スパークプラグ 261 と、第 2 スパークプラグ 262 と、を有する。

[0066] 第 1 スパークプラグ 261 は、第 1 排気バルブ 191 の左方側に配設される部材である。第 1 スパークプラグ 261 の前端部は、第 1 延出空間 331 の内部に配設される。

[0067] 第 2 スパークプラグ 262 は、第 2 排気バルブ 192 の右方側に配設される部材である。第 2 スパークプラグ 262 の前端部は、第 2 延出空間 332 の内部に配設される。

[0068] 図 6 は、ウォータージャケット 20 等の構成を模式的に示す断面図である。図 6 は、図 1 の A-A 切断面辺に対応する断面である。図 6 では、第 1 エンジンブロック 111 と第 2 エンジンブロック 112 との境界を点線で示す。

[0069] 前述した様に、エンジンブロック 11 は、第 1 エンジンブロック 111、第 2 エンジンブロック 112、第 3 エンジンブロック 113 および第 4 エンジンブロック 114 を有する。

[0070] 第 1 シリンダ室 121 は、第 1 エンジンブロック 111 および第 2 エンジンブロック 112 を接合することにより形成される空間である。前述した様に、エンジン 10 が運転されている間は、第 1 シリンダ室 121 の内部を、第 1 ピストン 141 および第 2 ピストン 151 が往復運動する。

- [0071] ウォータージャケット20は、シリンダ室12の近傍に形成されて冷却流体25が流通する空間である。ウォータージャケット20は、第1シリンダ室121および第2シリンダ室122を冷却するように構成される。ここでは、第1シリンダ室121を、ウォータージャケット20が取り囲む構成を図示する。同様に、前述した第2シリンダ室122もウォータージャケット20により取り囲まれる。
- [0072] ウォータージャケット20は、第1ウォータージャケット部206と、第2ウォータージャケット部207と、連通部208と、を有する。
- [0073] 第1ウォータージャケット部206は、第1エンジンブロック111の肉厚部分に形成された空洞である。第1ウォータージャケット部206は、第1シリンダ室121の前方部分を、周囲から取り囲むように形成される。第1ウォータージャケット部206は、排出部23を経由して外部と連通する。
- [0074] 第2ウォータージャケット部207は、第2エンジンブロック112の肉厚部分に形成された空洞である。第2ウォータージャケット部207は、第1シリンダ室121の後方部分を、周囲から取り囲むように形成される。第2ウォータージャケット部207は、導入部22を経由して外部と連通する。
- [0075] 連通部208は、点線で示す境界、即ち第1エンジンブロック111と第2エンジンブロック112との境界において、第1ウォータージャケット部206と第2ウォータージャケット部207と連通する空間である。
- [0076] エンジン10が運転される際には、冷却流体25は、導入部22から導入され、第2ウォータージャケット部207、連通部208および第1ウォータージャケット部206を流動することで第1シリンダ室121から受熱し、排出部23から外部に取り出される。冷却流体25としては、例えば水等の比熱が大きい流体を採用できる。

- [0077] ここで、前述した第2シリンダ室122に関しても、上記と同様に、前述した第2シリンダ室122を取り囲むように、ウォータージャケット20が形成される。
- [0078] 図7は、図3のB-B切断面線における断面図であり、第1シリンダ室121および第1延出空間331を形成するエンジンブロック11の壁部を示す。
- [0079] 前述した様に、第1シリンダ室121は、略円筒状を呈する空間である。第1シリンダ室121は、前方側の第1シリンダ室前部1211と、第1シリンダ室前部1211の後端と繋がる第1シリンダ室後部1212と、を有する。第1シリンダ室121の前後方向における略中央部において、第1シリンダ室121の上面から、第1延出空間331が上方に向かって突出する。第1シリンダ室前部1211、第1シリンダ室後部1212および第1延出空間331は、連通する。
- [0080] 係る構成の第1シリンダ室121および第1延出空間331は、エンジンブロック11の内部に形成された壁部により囲まれる空間である。
- [0081] 具体的には、第1シリンダ室前部1211は、第1シリンダ壁部1281により囲まれる略円筒状の空間である。第1シリンダ壁部1281は、第1エンジンブロック111の内部に形成された、筒状を呈する壁である。第1シリンダ壁部1281の前端および後端は開放状態とされる。
- [0082] 第1シリンダ室後部1212は、第2シリンダ壁部2282により囲まれる略円筒状の空間である。第2シリンダ壁部2282は、第2エンジンブロック112の内部に形成された、筒状を呈する壁である。第2シリンダ壁部2282の前端および後端は開放状態とされる。
- [0083] 第1延出空間331は、第1延出壁部1291および第2延出壁部2292により囲まれる空間である。第1延出壁部1291は、第1シリンダ壁部1281の後端において、第1シリンダ壁部1281の上端部から、上方に向かって伸びる略舌状の部位である。第2延出壁部2292は、第2シリン

ダ壁部 2 2 8 2 の前端において、第 2 シリンダ壁部 2 2 8 2 の上端部から、上方に向かって伸びる略舌状の部位である。

[0084] 第 1 シリンダ室 1 2 1 は、前後方向に沿って伸びる第 1 中心軸 1 2 1 3 を有する、略円筒状の空間である。第 1 シリンダ室 1 2 1 は、第 1 側面 1 2 1 4 を有する。第 1 側面 1 2 1 4 は、第 1 シリンダ壁部 1 2 8 1 および第 2 シリンダ壁部 2 2 8 2 の内面により構成される面である。第 1 側面 1 2 1 4 から、第 1 延出空間 3 3 1 が延出する。具体的には、第 1 延出空間 3 3 1 は、第 1 シリンダ室 1 2 1 の第 1 中心軸 1 2 1 3 に対して直行する方向である、上方に向かって延出する空間である。第 1 延出空間 3 3 1 は、第 1 シリンダ室 1 2 1 と連通する。

[0085] 係る事項は、前述した第 2 シリンダ室 1 2 2 に関しても同様である。

[0086] 図 8 は、エンジンプロック 1 1 およびガスケット 2 1 を示す斜視図である。

[0087] 前述した様に、エンジンプロック 1 1 は、第 1 エンジンプロック 1 1 1 と、第 2 エンジンプロック 1 1 2 と、を有する。第 1 エンジンプロック 1 1 1 の第 1 当接面 4 0 と、第 2 エンジンプロック 1 1 2 の第 2 当接面 4 1 とは、前後方向に沿って対峙する。

[0088] ガスケット 2 1 は、第 1 当接面 4 0 および第 2 当接面 4 1 に対応する形状を呈する略板状の部材である。ガスケット 2 1 は、金属板と、当該金属板の表面を被覆する樹脂層から成る。ガスケット 2 1 は、第 1 エンジンプロック 1 1 1 の第 1 当接面 4 0 と、第 2 エンジンプロック 1 1 2 の第 2 当接面 4 1 との間に、挟まれるように配設される。ガスケット 2 1 は、第 1 エンジンプロック 1 1 1 と第 2 エンジンプロック 1 1 2 との間を埋め、両者の間から液体や気体が漏出することを防止する部材である。ガスケット 2 1 には、複数の開口が形成される。当該開口は、冷却流体 2 5 の流通、スタッドボルト等の締結部材の挿入、延出空間 3 3 およびシリンダ室 1 2 の形成に用いられる。

[0089] 図 9 は、ガスケット 2 1 を示す平面図である。

- [0090] ガスケット21の外縁形状は、前述した様に、図8に示した第1当接面40および第2当接面41に即している。
- [0091] ガスケット21には、複数の貫通開口が形成される。具体的には、ガスケット21には、連通開口部211、第1シリンダ開口部212、第2シリンダ開口部213および挿通開口部214が形成される。また、ガスケット21の一部は、部分的な壁として機能する隔離部215である。
- [0092] 連通開口部211は、冷却流体25を流通させるための開口である。連通開口部211は、ガスケット21の周辺部に沿って複数形成される。連通開口部211の位置および形状は、図4Aに示した連通部208、および、図4Bに示した連通部209と同様である。連通部208および連通部209は、連通開口部211を経由して連通する。
- [0093] 第1シリンダ開口部212は、ガスケット21の左方側に形成された大型の開口である。第1シリンダ開口部212の外縁形状は、図8に示した第1シリンダ室121および第1延出空間後部3312の外縁形状と同様である。
- [0094] 第2シリンダ開口部213は、ガスケット21の右方側に形成された大型の開口である。第2シリンダ開口部213の外縁形状は、図8に示した第2シリンダ室122および第2延出空間後部3322の外縁形状と同様である。
- [0095] 挿通開口部214は、第1シリンダ室121と第2シリンダ開口部213との間において、ガスケット21に形成された略円形の開口である。挿通開口部214は、ここでは図示しないスタッドボルトが挿通される。当該スタッドボルトは、図1に示した第1エンジンブロック111ないし第4エンジンブロック114を相互に締結するためのものである。
- [0096] 隔離部215は、第1シリンダ開口部212と第2シリンダ開口部213との間において、ガスケット21に開口が形成されない部分である。隔離部215は、後述する第1中間連通部204と第2中間連通部205とを隔て

る機能を有する。隔離部 215 の具体的な機能は、図 12 を参照して後述する。

[0097] 図 10A は、ウォータージャケット 20 およびガスケット 21 を示す斜視図である。図 10B は、ウォータージャケット 20 およびガスケット 21 を別角度から示す斜視図である。図 11 は、ウォータージャケット 20 およびガスケット 21 を示す分解斜視図である。

[0098] 図 10A および図 10B を参照して、ウォータージャケット 20 は、ジャケット上部 201 と、ジャケット下部 202 と、中間連通部 203 と、を有する。ここで、ウォータージャケット 20 は、図 2A および図 2B を参照して、第 1 エンジンブロック 111 および第 2 エンジンブロック 112 において、シリンダ室 12 を囲む肉厚部分に形成された空洞である。後述するように、例えば水である冷却流体 25 がウォータージャケット 20 を流通することで、爆発工程を繰り返すシリンダ室 12 を効果的に冷却する。

[0099] また、ウォータージャケット 20 は、第 1 ウォータージャケット部 206 と、第 2 ウォータージャケット部 207 と、連通部 208 と、を有する。第 1 ウォータージャケット部 206 は、前述した第 1 エンジンブロック 111 に形成された空洞から成る。第 2 ウォータージャケット部 207 は、前述した第 2 エンジンブロック 112 に形成された空洞から成る。連通部 208 は、図 4A に示した連通部 208、および、図 4B に示した連通部 209 に繋がる空洞から成る。連通部 208 は、第 1 ウォータージャケット部 206 と第 2 ウォータージャケット部 207 とを繋ぐ部分であり、前述した連通開口部 211 を通過するように形成される。

[0100] ジャケット上部 201 は、第 1 シリンダ室 121 および第 2 シリンダ室 122 の上方部分を囲むように構成される。また、ジャケット上部 201 の上方部分は、前述した各バルブを避けるために複雑な形状を呈している。

[0101] ジャケット下部 202 は、第 1 シリンダ室 121 および第 2 シリンダ室 122 の下方部分を囲むように構成される。左右方向両端部において、ジャケット上部 201 とジャケット下部 202 とは連続する。

[0102] 中間連通部203は、ウォータージャケット20の一部であり、左右方向において第1シリンダ室121と第2シリンダ室122とにより挟まれる空間に配設される。中間連通部203は、ジャケット上部201と、ジャケット下部202とを連通するように構成される。このようにすることで、ジャケット下部202の、第1シリンダ室121と第2シリンダ室122とにより囲まれる部分に存在する空気が、中間連通部203を経由してジャケット上部201に流動できる。また、中間連通部203を経由して冷却流体25を効果的に流通させることができる。

[0103] 前後方向において、中間連通部203は、ジャケット上部201およびジャケット下部202よりも短くされる。また、中間連通部203は、第1中間連通部204と、第2中間連通部205と、を有する。図11を参照して、第1中間連通部204は、ガスケット21よりも前方部分の中間連通部203である。第2中間連通部205は、ガスケット21よりも後方部分の中間連通部203である。第1中間連通部204は、第1ウォータージャケット部206において、ジャケット下部202とジャケット上部201を連通させる。一方、第2中間連通部205は、第2ウォータージャケット部207において、ジャケット下部202とジャケット上部201を連通させる。このことから、第1中間連通部204および第2中間連通部205により、第1ウォータージャケット部206および第2ウォータージャケット部207の両方において、ジャケット下部202と、ジャケット上部201とを連通できる。よって、第1ウォータージャケット部206および第2ウォータージャケット部207の両方において、空気の滞留を抑制でき、更に、冷却流体25の流通を促進でき、シリンダ室12を効果的に冷却できる。

[0104] 図12は、ウォータージャケット20およびガスケット21を示す切断斜視図である。ここでは、前後方向および上下方向に沿って伸びる平面によりウォータージャケット20を切断した場合を示す。また、ここでは冷却流体25の流れを破線の矢印で示す。

- [0105] 前述した様に、第1ウォータージャケット部206と第2ウォータージャケット部207との間には、ガスケット21が配設されている。ここで、第1中間連通部204と第2中間連通部205との間に存在する部分のガスケット21は、図9に示した隔離部215に相当する部分である。換言すると、係る部分のガスケット21には、開口が形成されない。
- [0106] このようにすることで、冷却流体25が、ガスケット21の主面に沿って流れるようになり、ガスケット21を効果的に冷却できる。
- [0107] 第1ウォータージャケット部206においては、ジャケット下部202に導入された冷却流体25は、第1中間連通部204を經由してジャケット上部201に供給される。冷却流体25が第1中間連通部204を通過する際、冷却流体25が、ガスケット21の隔離部215の前面に接触することで、ガスケット21が冷却される。
- [0108] また、第2ウォータージャケット部207においては、ジャケット下部202に導入された冷却流体25は、第2中間連通部205を經由してジャケット上部201に供給される。冷却流体25が第2中間連通部205を通過する際、冷却流体25が、ガスケット21の隔離部215の後面に接触することで、ガスケット21が冷却される。
- [0109] ここで、冷却流体25の流れに対して、中間連通部203の流路面積は、ジャケット下部202およびジャケット上部201の流路面積よりも小さい。よって、冷却流体25の流速は、中間連通部203において、ジャケット上部201およびジャケット下部202よりも速くなる。係る事項によっても、高速に流通する冷却流体25により、ガスケット21の隔離部215を冷却する効果を大きくできる。
- [0110] また、隔離部215は、ガスケット21において中央部であり、且つ、前述した第1シリンダ室121および第2シリンダ室122に挟まれる部分でもある。よって、ガスケット21の隔離部215は高温になりやすい環境にある。ここでは、第1中間連通部204および第2中間連通部205を上下

方向に流通する冷却流体 25 により、ガスケット 21 の隔離部 215 を効果的に冷却することから、当該部分が過熱されることを防止できる。

[0111] ここで、中間連通部 203 に関して追記する。中間連通部 203 は、ジャケット下部 202 とジャケット上部 201 とを繋ぐ空洞であり、ガスケット 21 により前後方向に分断されている。よって、中間連通部 203 は、上下方向においては冷却流体 25 の流通を許容する一方、前後方向においては冷却流体 25 の流通を許容しない機能を有する。

[0112] 図 10A 等に示したように、本実施形態では、第 1 シリンダ室 121 および第 2 シリンダ室 122 を有することで、両者の間の下部には上方に向かって窪む部分が形成される。よって、何ら対策を施さなければ、当該部分に空気が滞留することが懸念される。更に、エンジン 10 の小型化のためには、第 1 シリンダ室 121 と第 2 シリンダ室 122 と間隙を大きく確保できないことから、両者の間隙の冷却が簡単ではない。本実施形態では、第 1 シリンダ室 121 と第 2 シリンダ室 122 との間に中間連通部 203 を形成することで、当該部分における空気の滞留を防止する。更に、第 1 シリンダ室 121 と第 2 シリンダ室 122 との間に冷却流体 25 を流し、当該部分を効果的に冷却している。

[0113] 図 13 は、ウォータージャケット 20 における水流の効果を示す図である。左方側の比較例は、前述した中間連通部 203 を有さない比較例である。右方側の実施例は、前述した中間連通部 203 を有する。ここでは、流量分布をハッチングで示しており、ハッチングが付された部分は流量が少ない。

[0114] 左方に示す比較例では、前述した中間連通部 203 が形成されない。よって、第 1 シリンダ室 121 と第 2 シリンダ室 122 との間に対応する部分において、ハッチングの部分が存在する。よって、比較例のウォータージャケット 20 においては、部分的に冷却流体 25 の流れがない、または、冷却流体 25 が滞留している。よって、これらの部分において、冷却流体 25 による冷却が充分に行わず加熱される恐れがある。

[0115] 一方、右側に示す実施例では、ハッチングが付された部分が少ない。これは、中間連通部203を介して冷却流体25が良好に流動し、ウォータージャケット20の全体において冷却流体25の滞留が少ないことを示している。よって、実施例ではウォータージャケット20に冷却流体25を流すことで、エンジン10を効果的に冷却できる。

[0116] 以上、本発明の実施形態について説明したが、本発明は、これ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で変更が可能である。また、前述した各形態は相互に組み合わせることが可能である。

符号の説明

- [0117] 10 エンジン
11 エンジンブロック
111 第1エンジンブロック
112 第2エンジンブロック
113 第3エンジンブロック
114 第4エンジンブロック
12 シリンダ室
121 第1シリンダ室
1211 第1シリンダ室前部
1212 第1シリンダ室後部
1213 第1中心軸
1214 第1側面
122 第2シリンダ室
1221 第2シリンダ室前部
1222 第2シリンダ室後部
1291 第1延出壁部
1281 第1シリンダ室壁部 13 エンジン部
14 第1エンジン部
141 第1ピストン

- 1 4 2 第1コネクティングロッド
- 1 4 3 第1クランクシャフト
- 1 5 第2エンジン部
- 1 5 1 第2ピストン
- 1 5 2 第2コネクティングロッド
- 1 5 3 第2クランクシャフト
- 1 6 第3エンジン部
- 1 6 1 第3ピストン
- 1 6 2 第3コネクティングロッド
- 1 6 3 第3クランクシャフト
- 1 7 第4エンジン部
- 1 7 1 第4ピストン
- 1 7 2 第4コネクティングロッド
- 1 7 3 第4クランクシャフト
- 1 8 吸気バルブ
- 1 8 1 第1吸気バルブ
- 1 8 2 第2吸気バルブ
- 1 9 排気バルブ
- 1 9 1 第1排気バルブ
- 1 9 2 第2排気バルブ
- 2 0 ウォータージャケット
- 2 0 1 ジャケット上部
- 2 0 2 ジャケット下部
- 2 0 3 中間連通部
- 2 0 4 第1中間連通部
- 2 0 5 第2中間連通部
- 2 0 6 第1ウォータージャケット部
- 2 0 7 第2ウォータージャケット部

- 208 連通部
- 209 連通部
- 21 ガスケット
- 211 連通開口部
- 212 第1シリンダ開口部
- 213 第2シリンダ開口部
- 214 挿通開口部
- 215 隔離部
- 22 導入部
- 2282 第2シリンダ壁部
- 2292 第2延出壁部
- 23 排出部
- 24 燃焼室
- 25 冷却流体
- 26 スパークプラグ
- 261 第1スパークプラグ
- 262 第2スパークプラグ
- 33 延出空間
- 331 第1延出空間
- 3311 第1延出空間前部
- 3312 第1延出空間後部
- 3313 第1側面
- 3314 第2側面
- 332 第2延出空間
- 3321 第2延出空間前部
- 3322 第2延出空間後部
- 3323 第1側面
- 3324 第2側面

- 3 5 吸気バルブ設置孔
- 3 5 1 第1 吸気バルブ設置孔
- 3 5 2 第2 吸気バルブ設置孔
- 3 6 排気バルブ設置孔
- 3 6 1 第1 排気バルブ設置孔
- 3 6 2 第2 排気バルブ設置孔
- 3 7 プラグ設置孔
- 3 7 1 第1 プラグ設置孔
- 3 7 2 第2 プラグ設置孔
- 4 0 第1 当接面
- 4 1 第2 当接面

請求の範囲

- [請求項1] エンジンブロックと、シリンダ室と、ウォータージャケットと、を具備し、
前記シリンダ室は、第1シリンダ室と、第2シリンダ室と、を有し、
前記第1シリンダ室の内部には、対向配置されたピストンが往復運動するように配置され、
前記第2シリンダ室の内部には、対向配置された別のピストンが往復運動するように配置され、
前記ウォータージャケットの一部は、前記第1シリンダ室と前記第2シリンダ室との間に形成されることを特徴とするエンジン。
- [請求項2] 前記第1シリンダ室および前記第2シリンダ室の中心軸は、水平面に対して略平行であり、
前記ウォータージャケットは、ジャケット上部と、ジャケット下部と、中間連通部と、を有し、
前記ジャケット上部は、前記第1シリンダ室および前記第2シリンダ室の上方部分を囲むように構成され、
前記ジャケット下部は、前記第1シリンダ室および前記第2シリンダ室の下方部分を囲むように構成され、
前記中間連通部は、前記第1シリンダ室と前記第2シリンダ室とにより挟まれる空間において、前記ジャケット上部と、前記ジャケット下部とを連通するように構成されることを特徴とする請求項1に記載のエンジン。
- [請求項3] ガasket、を更に具備し、
前記エンジンブロックは、第1エンジンブロックと、第2エンジンブロックと、を有し、

前記ガスケットは、前記第1エンジンブロックと前記第2エンジンブロックとの間に配設され、且つ、連通開口部が形成され、

前記第1エンジンブロックは、前記ウォータージャケットを部分的に形成する第1ウォータージャケット部と、前記中間連通部を部分的に形成する第1中間連通部と、を有し、

前記第2エンジンブロックは、前記ウォータージャケットを部分的に形成する第2ウォータージャケット部と、前記中間連通部を部分的に形成する第2中間連通部と、を有し、

前記第1ウォータージャケット部と前記第2ウォータージャケット部とは、前記ガスケットの前記連通開口部を経由して連通し、

前記第1中間連通部と前記第2中間連通部との間には、前記ガスケットが存在することを特徴とする請求項2に記載のエンジン。

[請求項4]

前記第1中間連通部と前記第2中間連通部との間に存在する前記ガスケットには、前記連通開口部が形成されないことを特徴とする請求項3に記載のエンジン。

補正された請求の範囲（条約第19条）**2024年11月15日（15.11.2024） 国際事務局受理**

[請求項1]

[補正後] エンジンブロックと、シリンダ室と、ウォータージャケットと、を具備し、前記シリンダ室は、第1シリンダ室と、第2シリンダ室と、を有し、前記第1シリンダ室の内部には、対向配置されたピストンが往復運動するように配置され、前記第2シリンダ室の内部には、対向配置された別のピストンが往復運動するように配置され、前記ウォータージャケットの一部は、前記第1シリンダ室と前記第2シリンダ室との間に形成され、前記第1シリンダ室および前記第2シリンダ室の中心軸は、水平面に対して略平行であり、前記ウォータージャケットは、ジャケット上部と、ジャケット下部と、中間連通部と、を有し、前記ジャケット上部は、前記第1シリンダ室および前記第2シリンダ室の上方部分を囲むように構成され、前記ジャケット下部は、前記第1シリンダ室および前記第2シリンダ室の下方部分を囲むように構成され、前記中間連通部は、前記第1シリンダ室と前記第2シリンダ室とにより挟まれる空間において、前記ジャケット上部と、前記ジャケット下部とを連通するように構成され、ガスケット、を更に具備し、前記エンジンブロックは、第1エンジンブロックと、第2エンジンブロックと、を有し、前記ガスケットは、前記第1エンジンブロックと前記第2エンジンブロックとの間に配設され、且つ、連通開口部が形成され、前記第1エンジンブロックは、前記ウォータージャケットを部分的に形成する第1ウォータージャケット部と、前記中間連通部を部分的に形成する第1中間連通部と、を有し、前記第2エンジンブロックは、前記ウォータージャケットを部分的に形成する第2ウォータージャケット部と、前記中間連通部を部分的に形成する第2中間連通部と、を有し、前記第1ウォータージャケット部と前記第2ウォータージャケット部とは、前記ガスケットの前記連通開口部を經由して

連通し、前記第 1 中間連通部と前記第 2 中間連通部との間には、前記ガスケットが存在することを特徴とするエンジン。

[請求項2] [削除]

[請求項3] [削除]

[請求項4] [補正後] 前記第 1 中間連通部と前記第 2 中間連通部との間に存在する前記ガスケットには、前記連通開口部が形成されないことを特徴とする請求項 1 に記載のエンジン。

条約第 19 条 (1) に基づく説明書

<補正の説明>

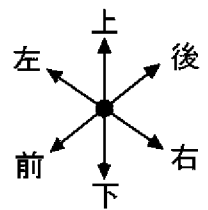
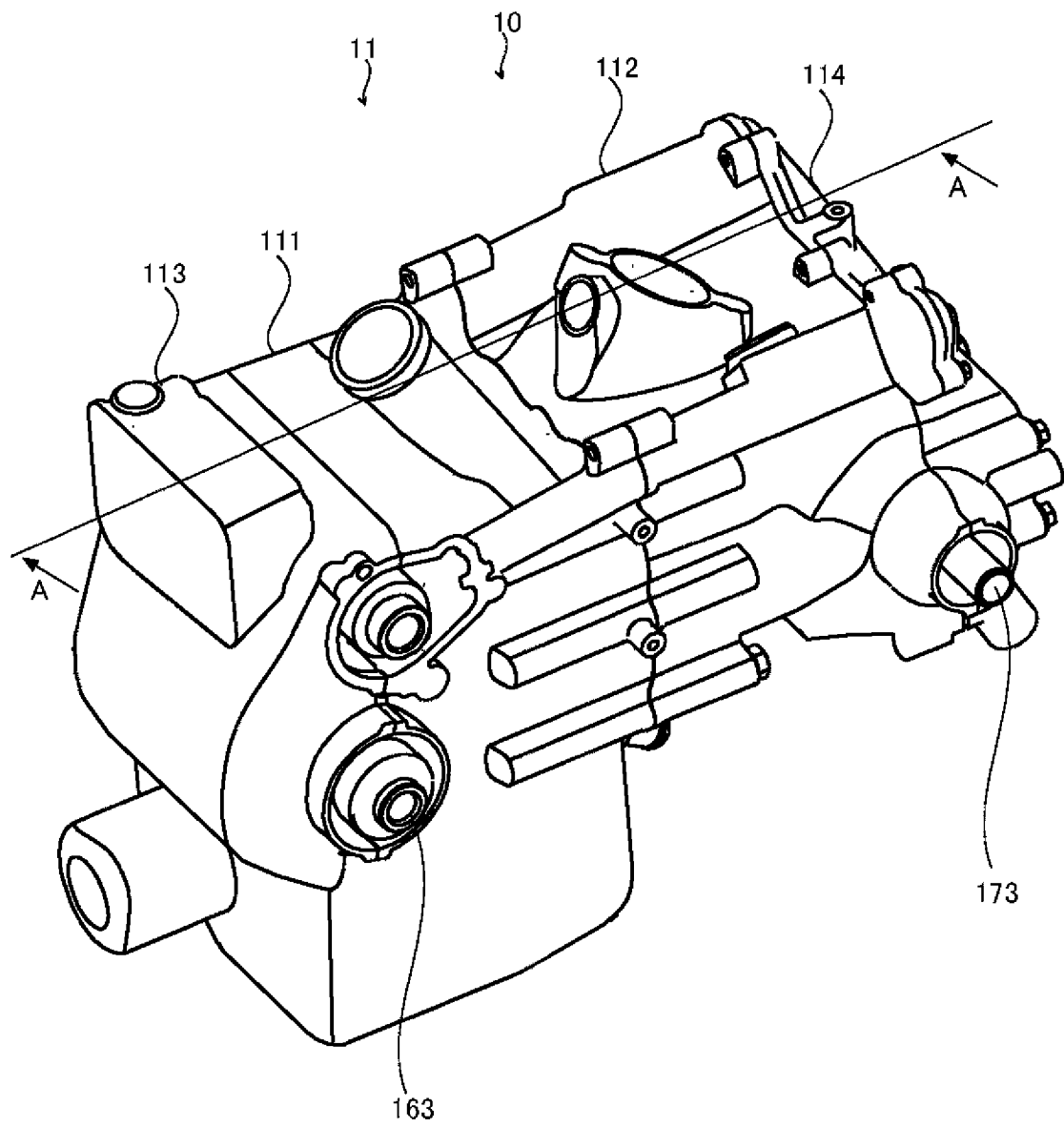
補正後の請求項1は、補正前の請求項2および請求項3の内容を含むものである。

本出願に対して通知された「国際調査期間の見解書」では、請求項3に関して、「新規性および進歩性を有する」との認定である。

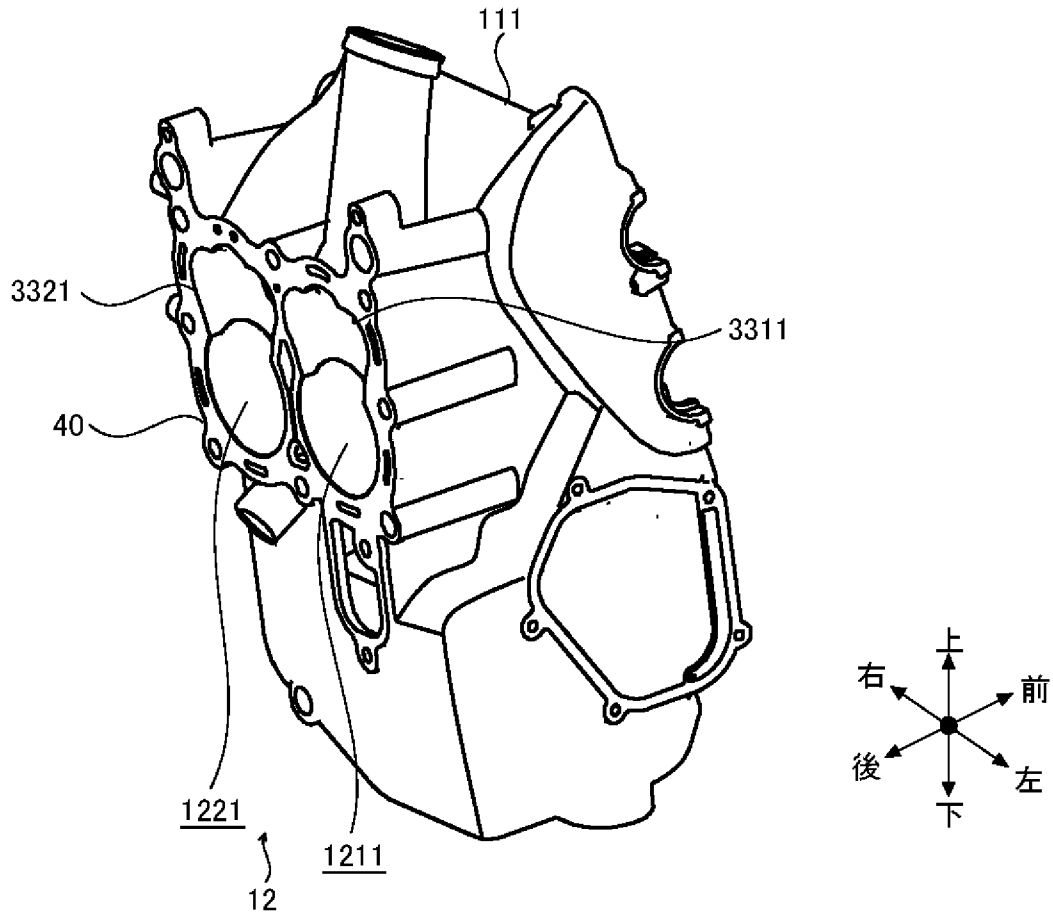
よって、補正後の請求項1は、補正前の請求項3を含むものであるから、新規性および進歩性を有する。

また、補正後の従属請求項は、請求項1に従属するものである。よって、補正後の従属請求項もまた、新規性および進歩性を有する。

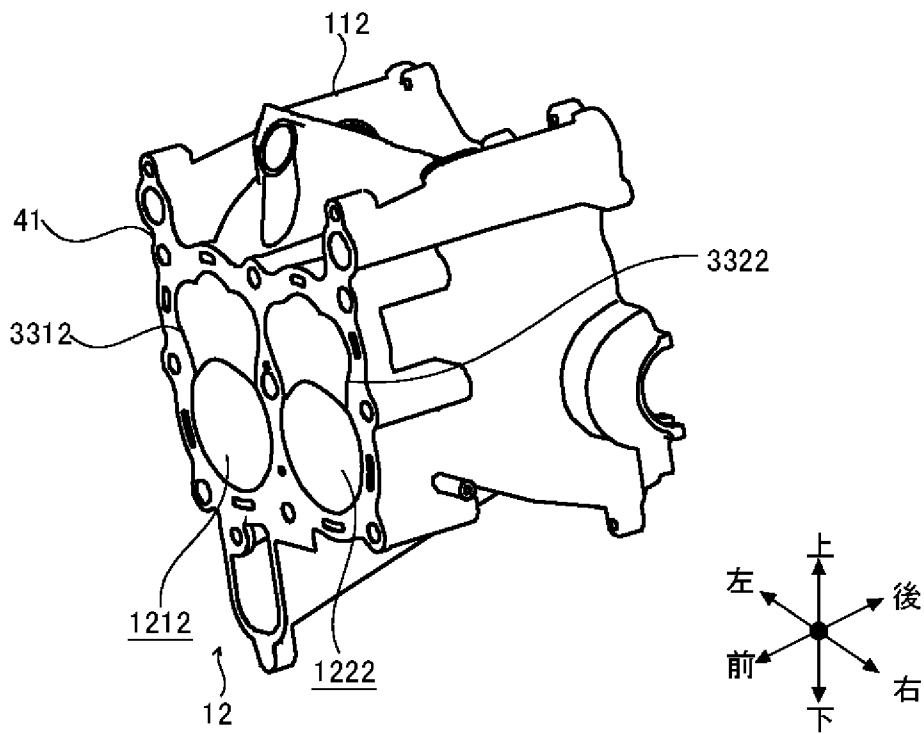
[図 1]



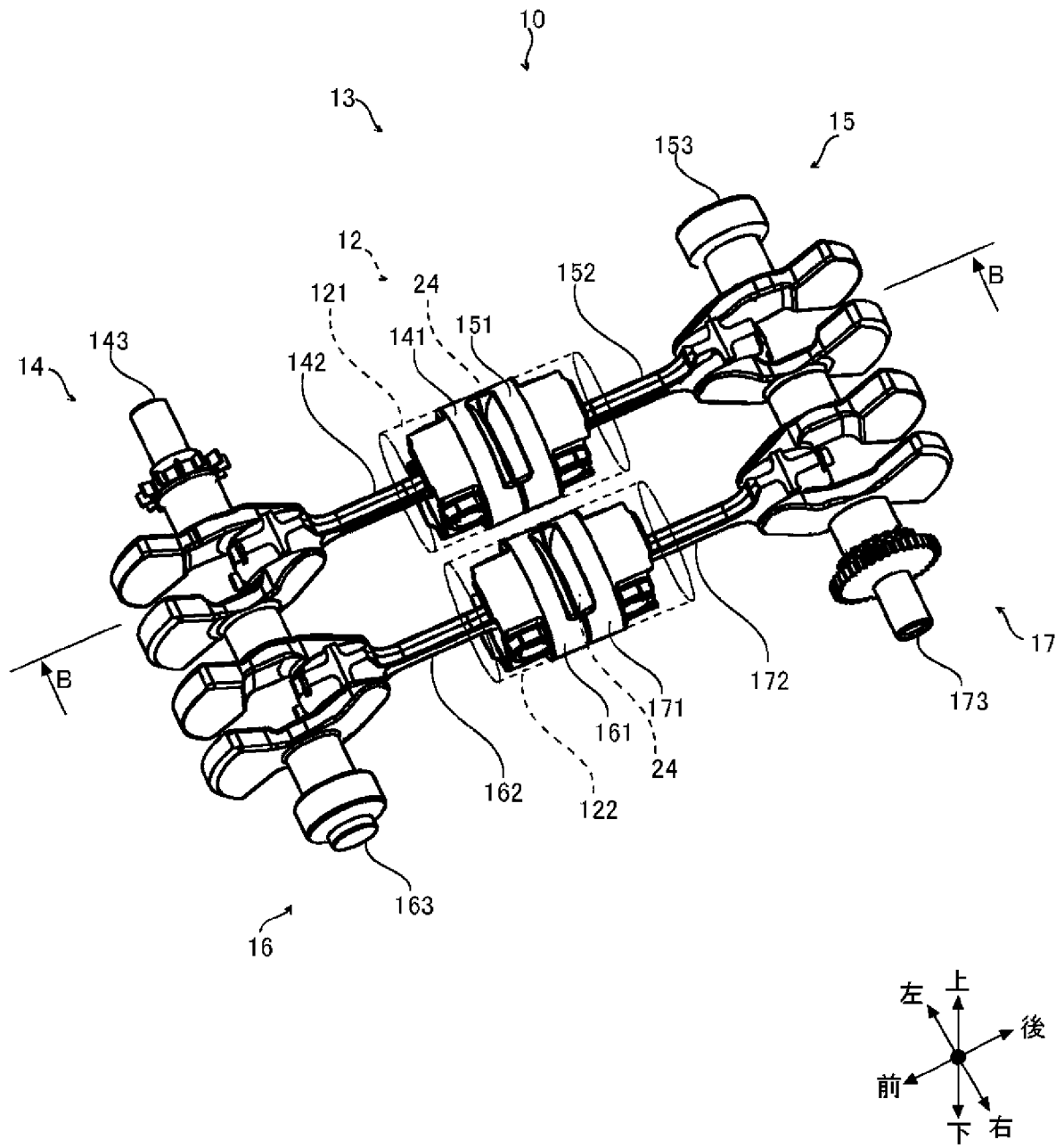
[図 2A]



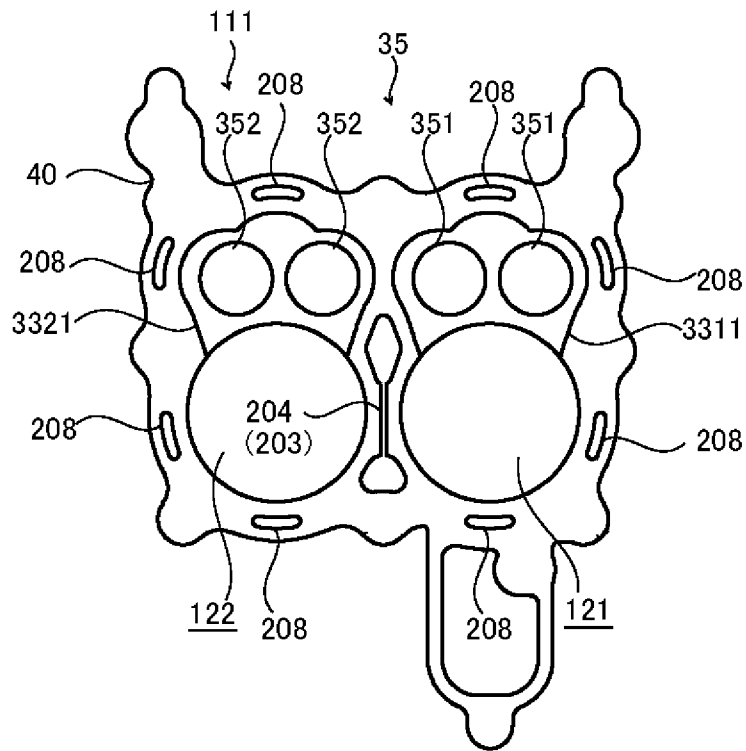
[図 2B]



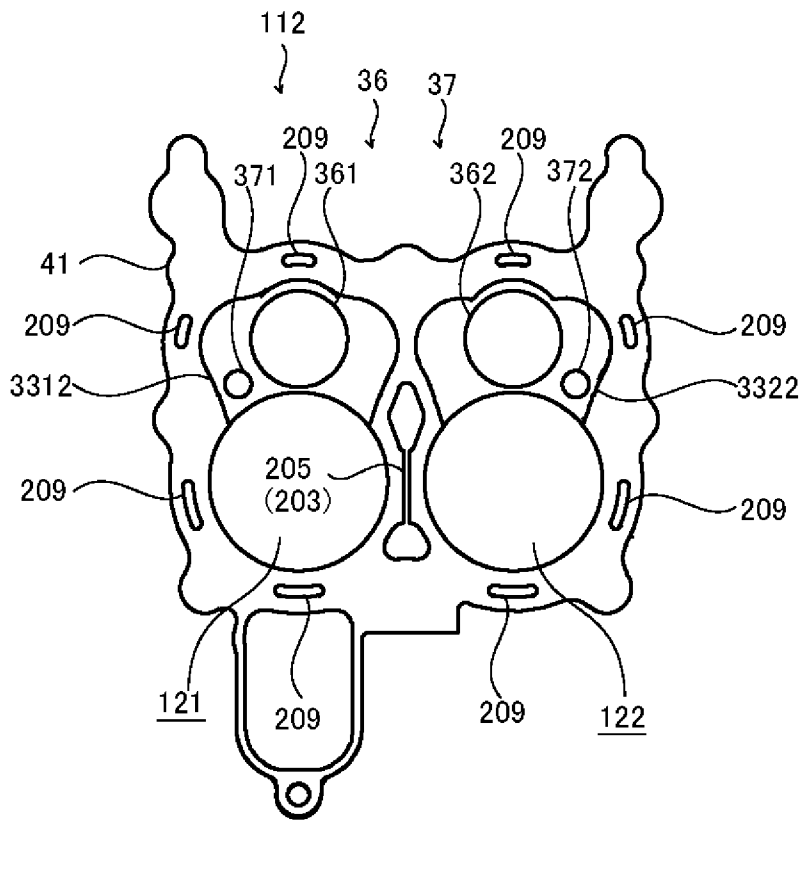
[図 3]



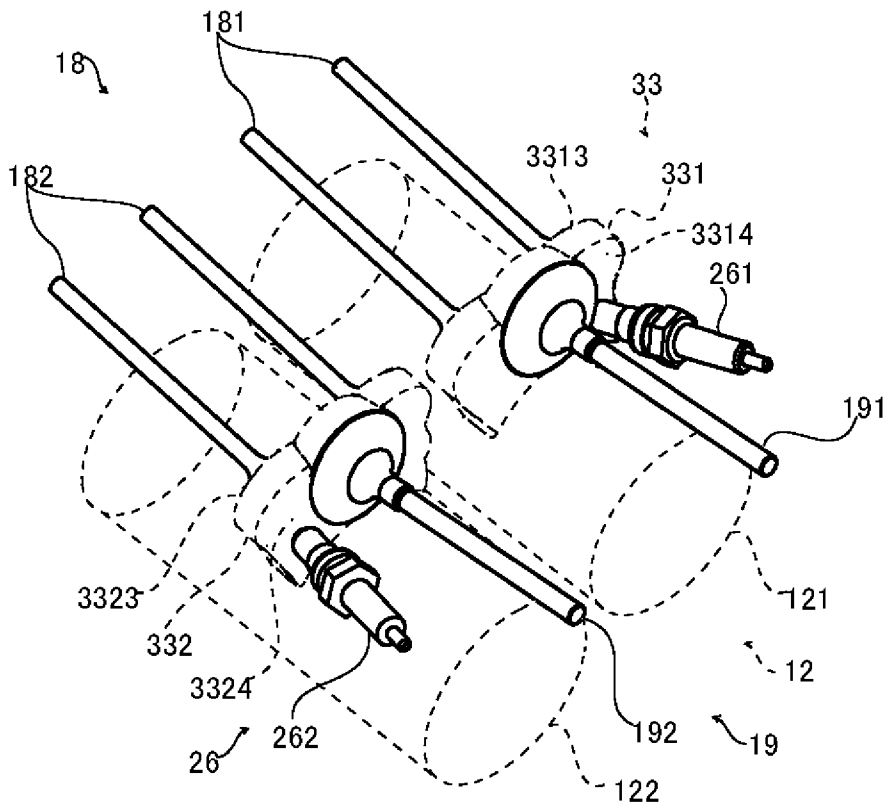
[図 4A]



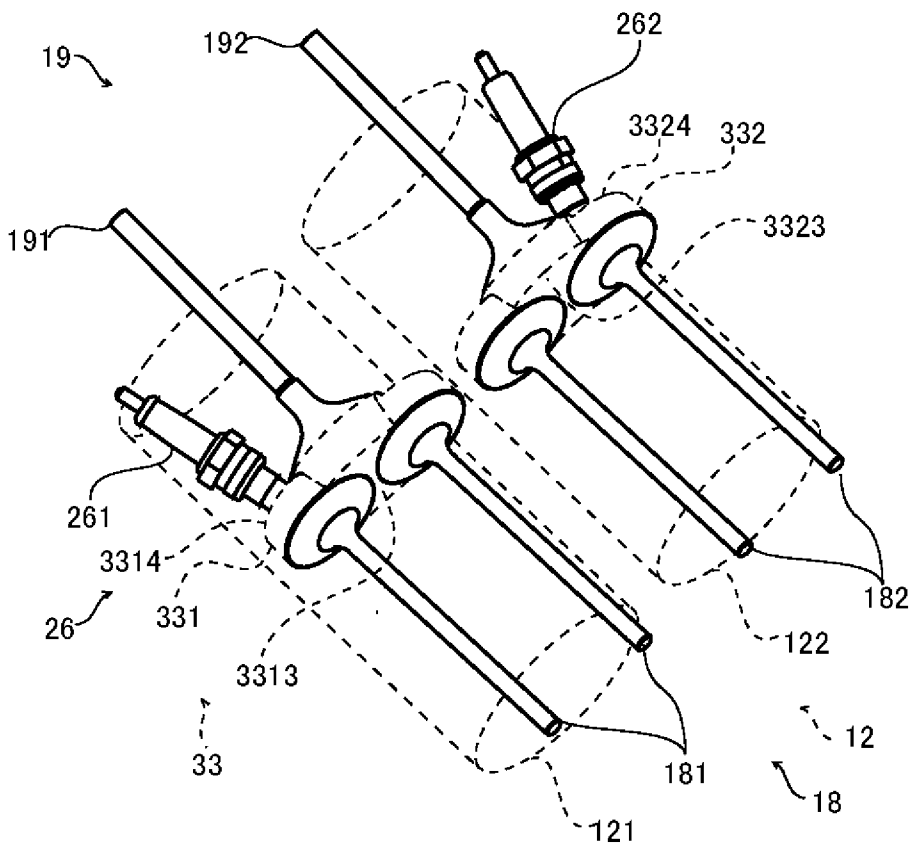
[図 4B]



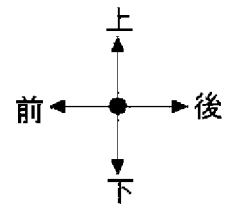
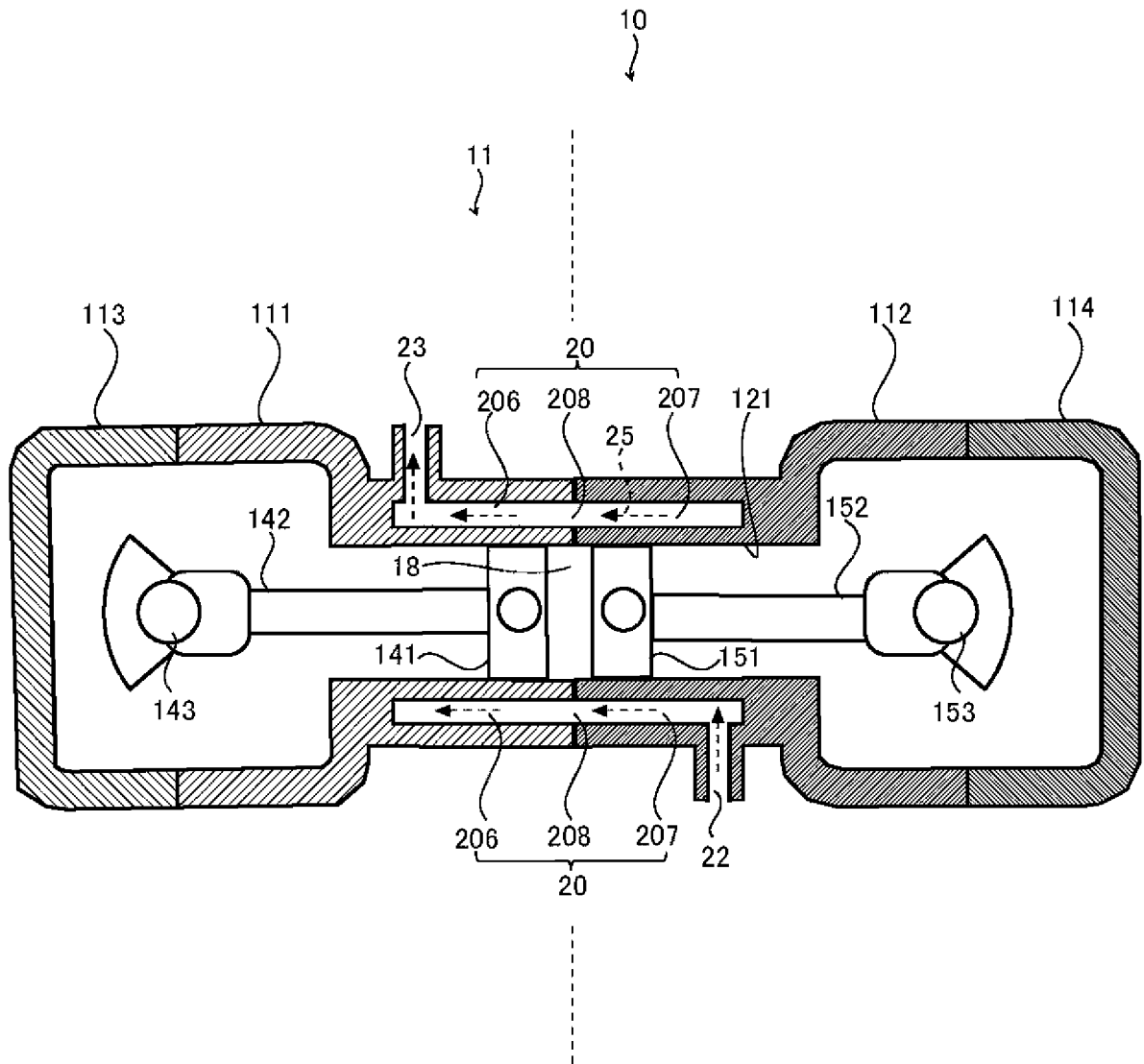
[図 5A]



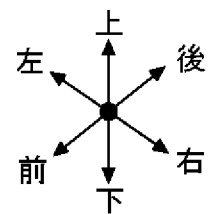
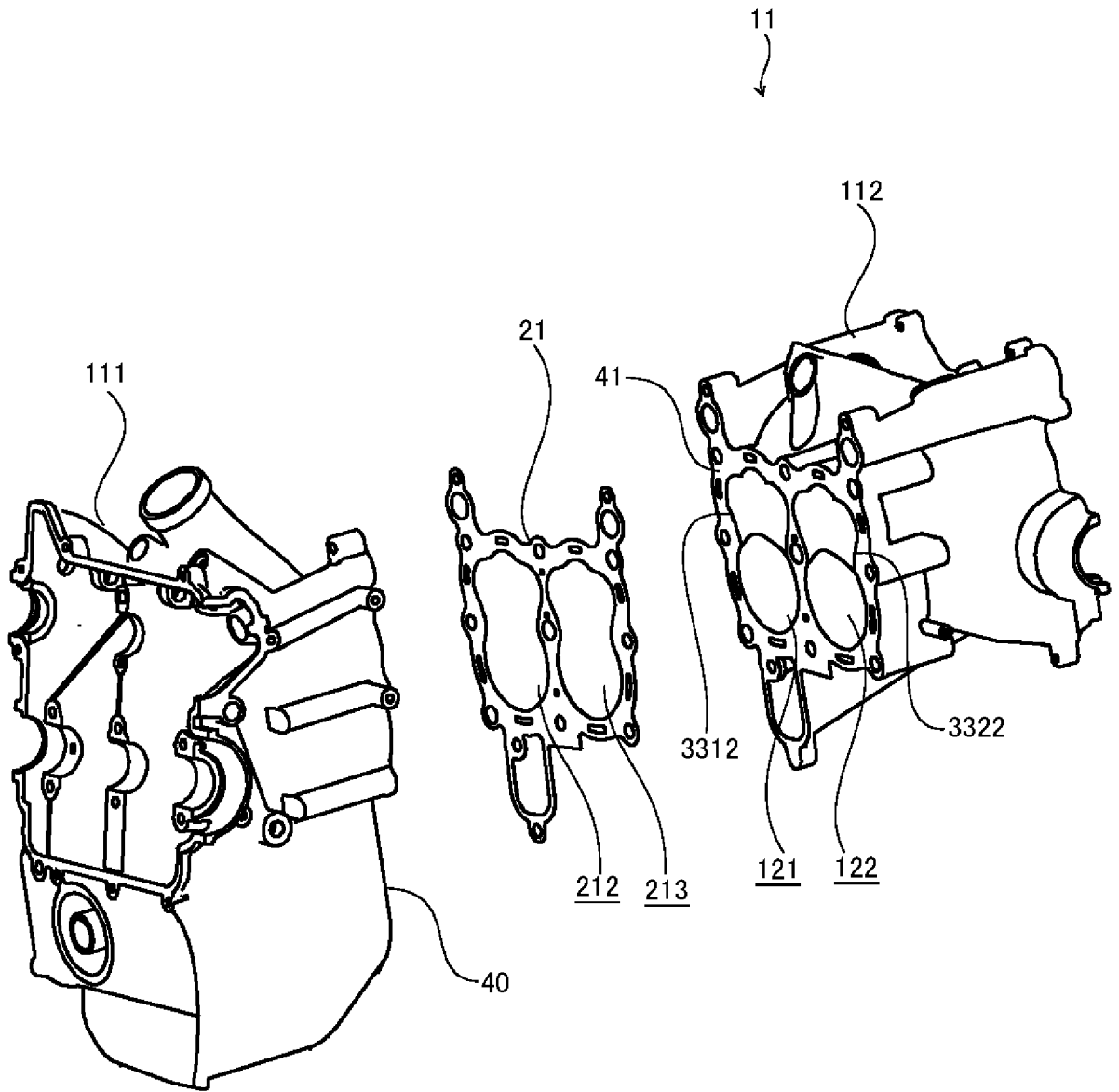
[図 5B]



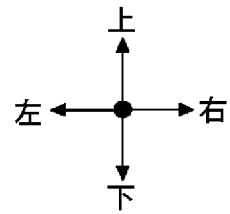
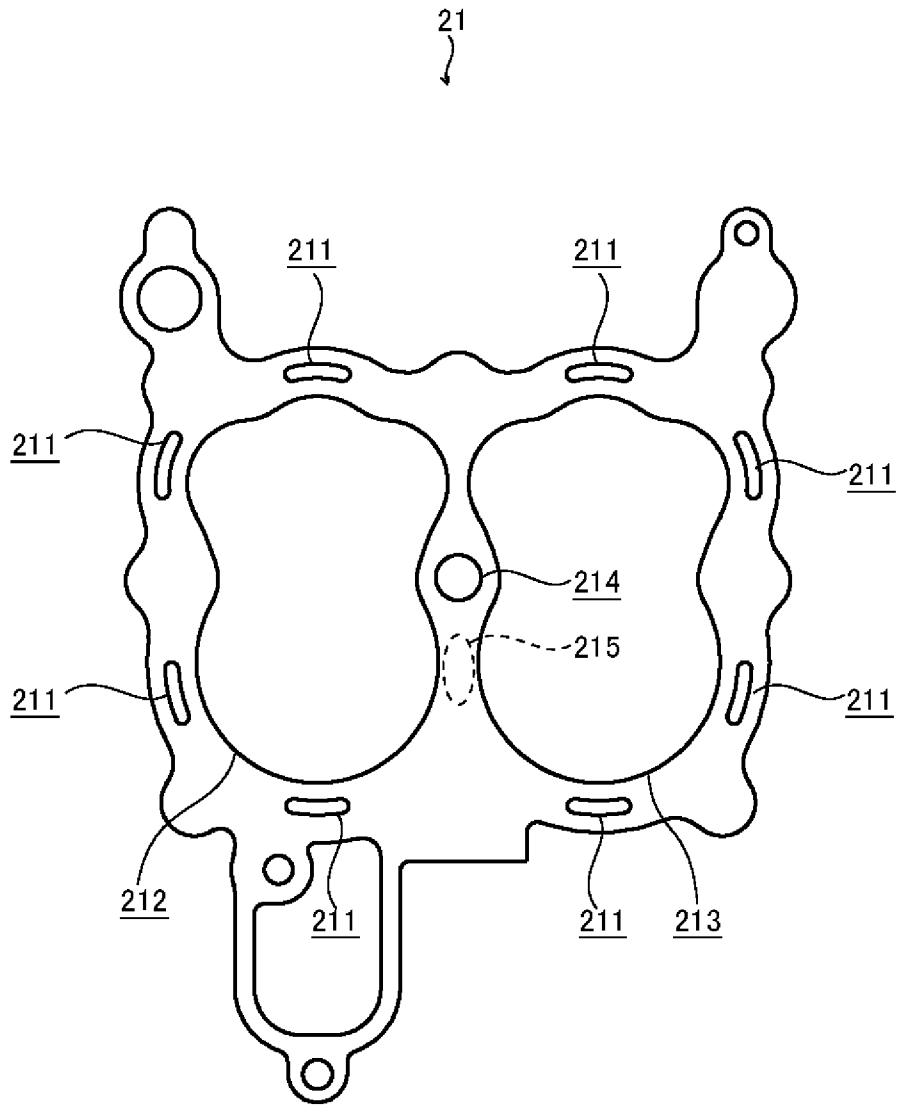
[図 6]



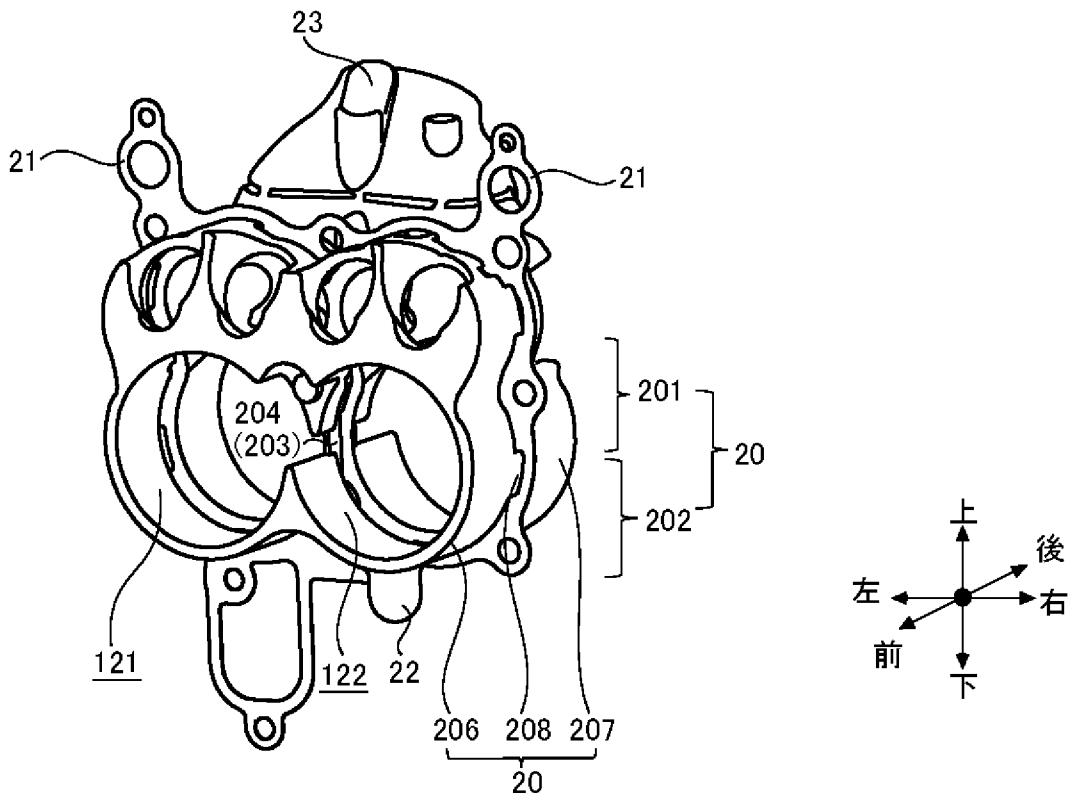
[図 8]



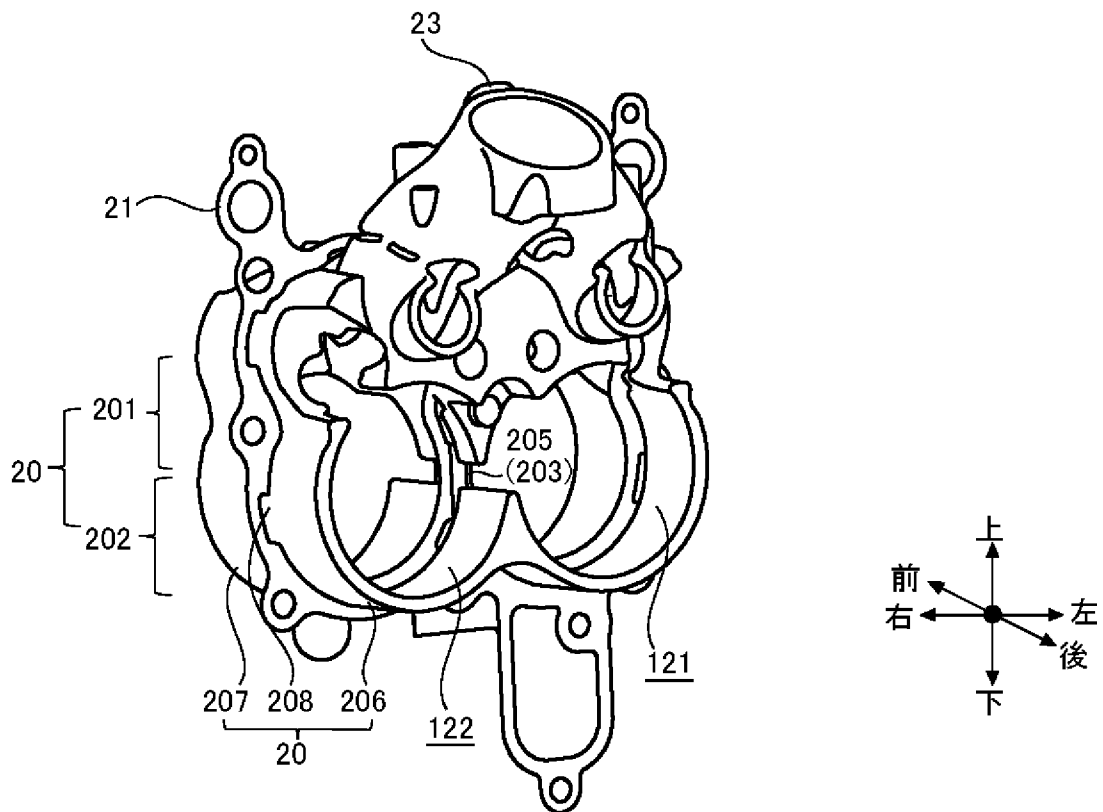
[図 9]



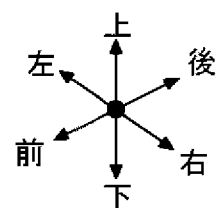
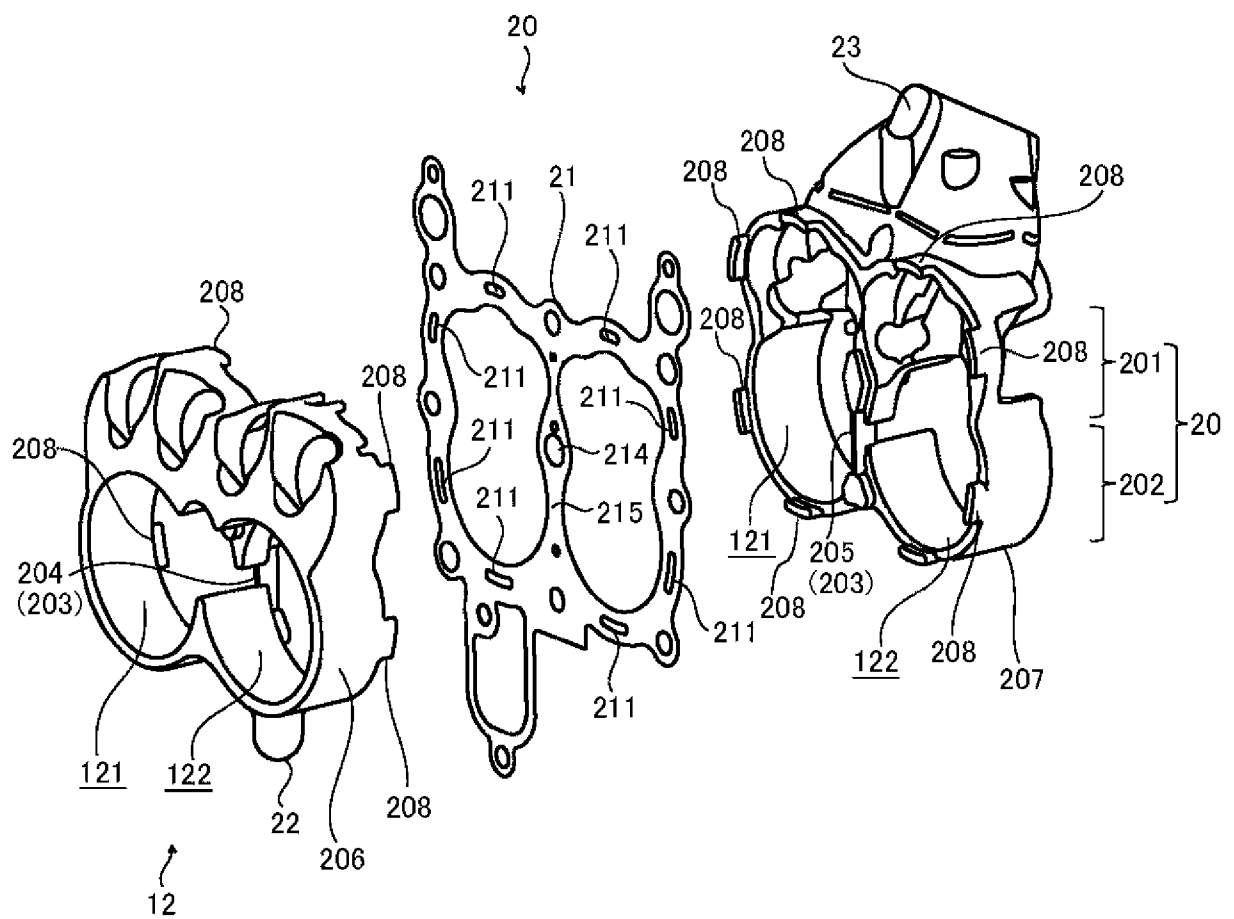
[図 10A]



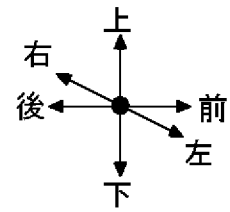
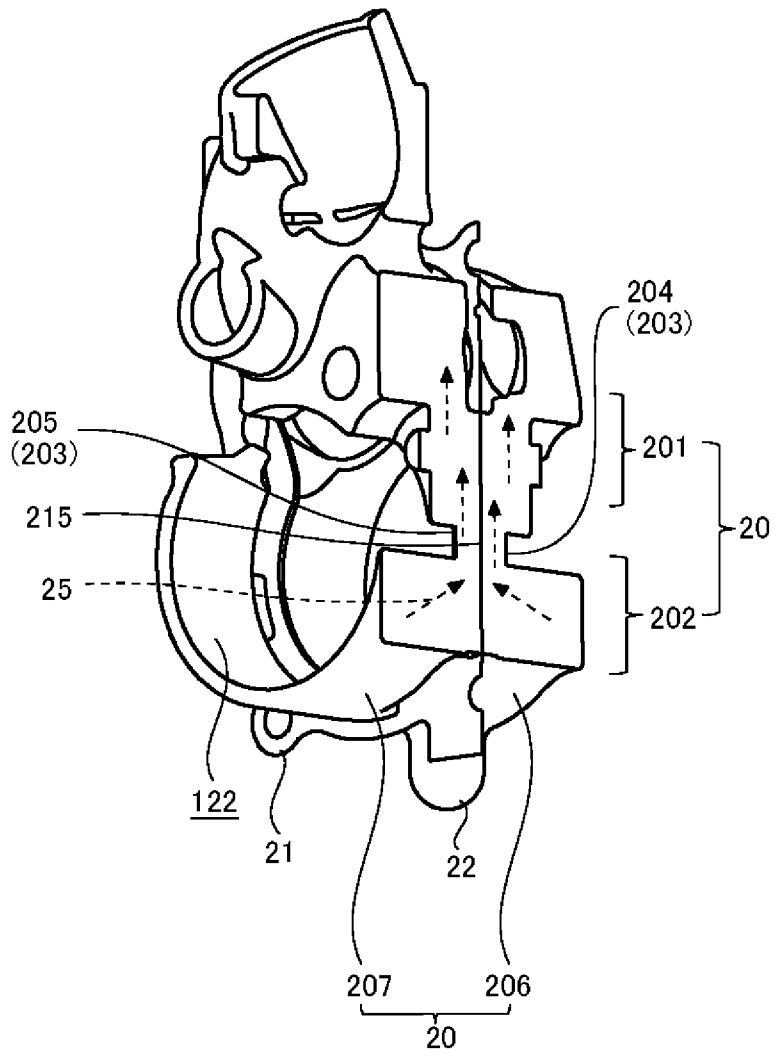
[図 10B]



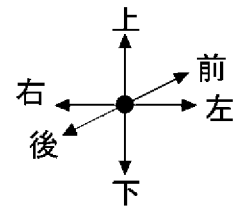
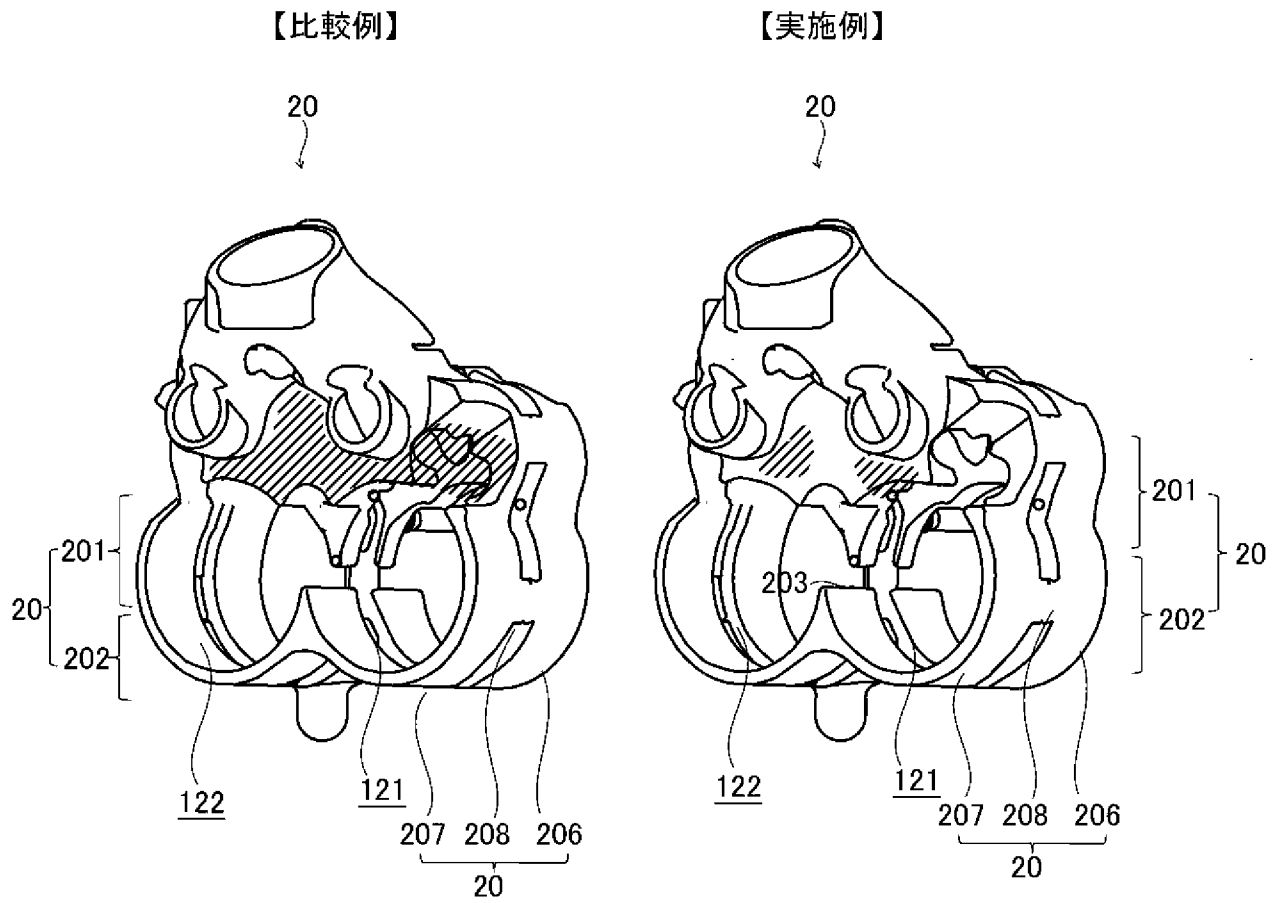
[図 11]



[図 12]



[図 13]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2023/027908

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
<i>F01B 9/02</i> (2006.01)i; <i>F01P 3/02</i> (2006.01)i; <i>F02F 1/10</i> (2006.01)i; <i>F02B 75/28</i> (2006.01)i FI: F02B75/28 A; F01B9/02; F01P3/02 A; F02F1/10 A		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) F01B9/02; F01P3/02; F02F1/10; F02B75/28		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Published examined utility model applications of Japan 1922-1996 Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2023 Registered utility model specifications of Japan 1996-2023 Published registered utility model applications of Japan 1994-2023		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2000-110580 A (HONDA MOTOR CO., LTD.) 18 April 2000 (2000-04-18)	1-2
A	paragraphs [0011]-[0013], [0072]-[0077], fig. 2-5	3-4
Y	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 39220/1984 (Laid-open No. 152041/1985) (NISSAN MOTOR CO., LTD.) 09 October 1985 (1985-10-09), page 1, line 17 to page 2, line 17, fig. 1-2	1-2
A	JP 2012-184769 A (FITZGERALD, J. W.) 27 September 2012 (2012-09-27)	1-4
A	JP 10-184358 A (FUJI HEAVY IND. LTD.) 14 July 1998 (1998-07-14)	1-4
A	JP 2007-46534 A (KUMIKAWA TEKKOSHO KK) 22 February 2007 (2007-02-22)	1-4
A	JP 8-93498 A (MIKAWA, Teruo) 09 April 1996 (1996-04-09)	1-4
A	JP 5508604 B2 (ISHIKAWA ENERGY RES. CO., LTD.) 04 June 2014 (2014-06-04)	1-4
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 07 September 2023		Date of mailing of the international search report 19 September 2023
Name and mailing address of the ISA/JP Japan Patent Office (ISA/JP) 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915 Japan		Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2023/027908

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	2000-110580	A	18 April 2000	US 6240887 B1 column 3, line 46 to column 4, line 17, column 13, line 42 to column 14, line 24, fig. 2-5 DE 19947133 A1	
JP	60-152041	U1	09 October 1985	(Family: none)	
JP	2012-184769	A	27 September 2012	US 2006/0185631 A1 WO 2006/091682 A2 CN 101128659 A	
JP	10-184358	A	14 July 1998	(Family: none)	
JP	2007-46534	A	22 February 2007	(Family: none)	
JP	8-93498	A	09 April 1996	(Family: none)	
JP	5508604	B2	04 June 2014	(Family: none)	

<p>A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））</p> <p>F01B 9/02(2006.01)i; F01P 3/02(2006.01)i; F02F 1/10(2006.01)i; F02B 75/28(2006.01)i FI: F02B75/28 A; F01B9/02; F01P3/02 A; F02F1/10 A</p>																													
<p>B. 調査を行った分野</p> <p>調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））</p> <p>F01B9/02; F01P3/02; F02F1/10; F02B75/28</p> <p>最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの</p> <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922 - 1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971 - 2023年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996 - 2023年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994 - 2023年</td> </tr> </table> <p>国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）</p>			日本国実用新案公報	1922 - 1996年	日本国公開実用新案公報	1971 - 2023年	日本国実用新案登録公報	1996 - 2023年	日本国登録実用新案公報	1994 - 2023年																			
日本国実用新案公報	1922 - 1996年																												
日本国公開実用新案公報	1971 - 2023年																												
日本国実用新案登録公報	1996 - 2023年																												
日本国登録実用新案公報	1994 - 2023年																												
<p>C. 関連すると認められる文献</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>引用文献の カテゴリー*</th> <th>引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示</th> <th>関連する 請求項の番号</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Y</td> <td>JP 2000-110580 A（本田技研工業株式会社）18.04.2000（2000 - 04 - 18） 段落0011 - 0013, 0072 - 0077, 図2 - 5</td> <td>1-2</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td></td> <td>3-4</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>日本国実用新案登録出願59-39220号（日本国実用新案登録出願公開60-152041号）の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマイクロフィルム（日産自動車株式会社）09.10.1985（1985-10-09）第1ページ第17行 - 第2ページ第17行, 第1 - 2図</td> <td>1-2</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>JP 2012-184769 A（フィッツジェラルド, ジョン, ダブリュー.）27.09.2012（2012 - 09 - 27）</td> <td>1-4</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>JP 10-184358 A（富士重工業株式会社）14.07.1998（1998 - 07 - 14）</td> <td>1-4</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>JP 2007-46534 A（有限会社久美川鉄工所）22.02.2007（2007 - 02 - 22）</td> <td>1-4</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>JP 8-93498 A（三川 照夫）09.04.1996（1996 - 04 - 09）</td> <td>1-4</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>JP 5508604 B2（株式会社石川エナジーリサーチ）04.06.2014（2014 - 06 - 04）</td> <td>1-4</td> </tr> </tbody> </table> <p><input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。</p> <p>* 引用文献のカテゴリー</p> <p>“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの</p> <p>“E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの</p> <p>“L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）</p> <p>“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献</p> <p>“P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献</p> <p>“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの</p> <p>“X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの</p> <p>“Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの</p> <p>“&” 同一パテントファミリー文献</p>			引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号	Y	JP 2000-110580 A（本田技研工業株式会社）18.04.2000（2000 - 04 - 18） 段落0011 - 0013, 0072 - 0077, 図2 - 5	1-2	A		3-4	Y	日本国実用新案登録出願59-39220号（日本国実用新案登録出願公開60-152041号）の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマイクロフィルム（日産自動車株式会社）09.10.1985（1985-10-09）第1ページ第17行 - 第2ページ第17行, 第1 - 2図	1-2	A	JP 2012-184769 A（フィッツジェラルド, ジョン, ダブリュー.）27.09.2012（2012 - 09 - 27）	1-4	A	JP 10-184358 A（富士重工業株式会社）14.07.1998（1998 - 07 - 14）	1-4	A	JP 2007-46534 A（有限会社久美川鉄工所）22.02.2007（2007 - 02 - 22）	1-4	A	JP 8-93498 A（三川 照夫）09.04.1996（1996 - 04 - 09）	1-4	A	JP 5508604 B2（株式会社石川エナジーリサーチ）04.06.2014（2014 - 06 - 04）	1-4
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号																											
Y	JP 2000-110580 A（本田技研工業株式会社）18.04.2000（2000 - 04 - 18） 段落0011 - 0013, 0072 - 0077, 図2 - 5	1-2																											
A		3-4																											
Y	日本国実用新案登録出願59-39220号（日本国実用新案登録出願公開60-152041号）の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマイクロフィルム（日産自動車株式会社）09.10.1985（1985-10-09）第1ページ第17行 - 第2ページ第17行, 第1 - 2図	1-2																											
A	JP 2012-184769 A（フィッツジェラルド, ジョン, ダブリュー.）27.09.2012（2012 - 09 - 27）	1-4																											
A	JP 10-184358 A（富士重工業株式会社）14.07.1998（1998 - 07 - 14）	1-4																											
A	JP 2007-46534 A（有限会社久美川鉄工所）22.02.2007（2007 - 02 - 22）	1-4																											
A	JP 8-93498 A（三川 照夫）09.04.1996（1996 - 04 - 09）	1-4																											
A	JP 5508604 B2（株式会社石川エナジーリサーチ）04.06.2014（2014 - 06 - 04）	1-4																											
<p>国際調査を完了した日</p> <p>07.09.2023</p>	<p>国際調査報告の発送日</p> <p>19.09.2023</p>																												
<p>名称及びあて先</p> <p>日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号</p>	<p>権限のある職員（特許庁審査官）</p> <p>北村 亮 3G 3521</p> <p>電話番号 03-3581-1101 内線 3355</p>																												

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2023/027908

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2000-110580 A	18.04.2000	US 6240887 B1 コラム3第46行ーコラム 4第17行, コラム13第 42行ーコラム14第24 行、図2-5 DE 19947133 A1	
JP 60-152041 U1	09.10.1985	(ファミリーなし)	
JP 2012-184769 A	27.09.2012	US 2006/0185631 A1 WO 2006/091682 A2 CN 101128659 A	
JP 10-184358 A	14.07.1998	(ファミリーなし)	
JP 2007-46534 A	22.02.2007	(ファミリーなし)	
JP 8-93498 A	09.04.1996	(ファミリーなし)	
JP 5508604 B2	04.06.2014	(ファミリーなし)	