

(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
2024年6月20日(20.06.2024)



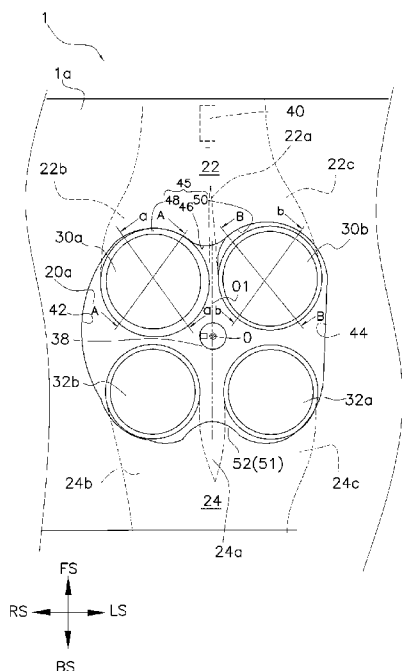
(10) 国際公開番号

WO 2024/127926 A1

- (51) 国際特許分類:
F02B 31/06 (2006.01) *F01L 1/12* (2006.01)
F01L 1/08 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2023/041771
- (22) 国際出願日: 2023年11月21日(21.11.2023)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2022-199213 2022年12月14日(14.12.2022) JP
- (71) 出願人: 三菱自動車工業株式会社(MITSUBISHI JIDOSHA KOGYO KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒1088410 東京都港区芝浦三丁目1番21号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 小島 光高 (KOJIMA Mitsutaka); 〒1088410 東京都港区芝浦三丁目1番21号 三菱自動車工業株式会社内 Tokyo (JP). 津田 晃弘(TSUDA Akihiro); 〒1088410 東京都港区芝浦三丁目1番21号 三菱自動車工業株式会社内 Tokyo (JP). 村岡 朋之(MURAOKA Tomoyuki); 〒1088410 東京都港区芝浦三丁目1番21号 三菱自動車工業株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: ケー・ティー・アンド・エス弁理士法人(KT&S IP Firm, P.C.); 〒4460059 愛知県安城市三河安城本町2丁目1番地10 カガヤクスエア403号 Aichi (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, 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.

(54) Title: INTERNAL COMBUSTION ENGINE

(54) 発明の名称: 内燃機関



(57) Abstract: Provided is an internal combustion engine having excellent combustion efficiency. The internal combustion engine is provided with: a combustion chamber; a suction path that is connected to the combustion chamber; an exhaust path that is connected to the combustion chamber; a first suction valve that opens and closes between the suction path and the combustion chamber; a second suction valve that is disposed adjacent to the first suction valve and opens and closes between the suction path and the combustion chamber; a first exhaust valve that opens and closes between the exhaust path and the combustion chamber; and a second exhaust valve that is disposed adjacent to the first exhaust valve and opens and closes between the exhaust path and the combustion chamber. The second suction valve opens after the first suction valve. The second exhaust valve opens after the first exhaust valve. Respective lift amounts of the first exhaust valve and the second exhaust valve are smaller than those of the first suction valve and the second suction valve.

WO 2024/127926 A1

(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:

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

(57) 要約: 燃焼効率が良い内燃機関を提供する。内燃機関は、燃焼室と、前記燃焼室に接続される吸気通路と、前記燃焼室に接続される排気通路と、前記吸気通路と前記燃焼室との間を開閉する第1吸気バルブと、前記第1吸気バルブと隣り合って配置され、前記吸気通路と前記燃焼室との間を開閉する第2吸気バルブと、前記排気通路と前記燃焼室との間を開閉する第1排気バルブと、前記第1排気バルブと隣り合って配置され、前記排気通路と前記燃焼室との間を開閉する第2排気バルブと、を備え、前記第2吸気バルブは、前記第1吸気バルブよりも遅く開き、前記第2排気バルブは、前記第1排気バルブよりも遅く開き、前記第1排気バルブおよび第2排気バルブのそれぞれのリフト量は、前記第1吸気バルブおよび前記第2吸気バルブのそれぞれのリフト量よりも小さい。

明 細 書

発明の名称：内燃機関

技術分野

[0001] 本開示は、内燃機関に関する。

背景技術

[0002] 従来から、一つの気筒に複数の吸気バルブおよび複数の排気バルブを備える内燃機関が知られている（例えば、特許文献1参照）。特許文献1の内燃機関では、一つの気筒に2つの排気バルブを備え、2つの排気バルブのうちいずれか一方のバルブ開閉タイミングを、他方のバルブ開閉タイミングよりも遅角させている。特許文献1の内燃機関では、このように排気バルブのバルブ開閉タイミングを異ならせることによって、気筒内に逆流する排気にスワール流を発生させている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2006-161666号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 特許文献1の内燃機関では、低負荷領域での吸気充填効率の低下による燃焼性の悪化を改善するために、このような排気側のスワール流を活用している。具体的には、特許文献1の内燃機関では、スワールコントロールバルブを用いて、吸気側にもスワール流を発生させ、吸気側のスワール流に排気側のスワール流を混合させ、気筒内の混合気の流動を促進している。

[0005] しかし、高負荷領域においては、このような排気側のスワール流と吸気側のスワール流がぶつかり合い、気筒内の掃気が不十分となることによって、気筒内の燃焼に悪影響を与える場合もある。

[0006] 本開示の課題は、燃焼効率が良い内燃機関を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0007] 本開示に係る内燃機関は、燃焼室と、前記燃焼室に接続される吸気通路と、前記燃焼室に接続される排気通路と、前記吸気通路と前記燃焼室との間を開閉する第1吸気バルブと、前記第1吸気バルブと隣り合って配置され、前記吸気通路と前記燃焼室との間を開閉する第2吸気バルブと、前記排気通路と前記燃焼室との間を開閉する第1排気バルブと、前記第1排気バルブと隣り合って配置され、前記排気通路と前記燃焼室との間を開閉する第2排気バルブと、を備え、前記第2吸気バルブは、前記第1吸気バルブよりも遅く開き、前記第2排気バルブは、前記第1排気バルブよりも遅く開き、前記第1排気バルブおよび第2排気バルブのそれぞれのリフト量は、前記第1吸気バルブおよび前記第2吸気バルブのそれぞれのリフト量よりも小さい。

[0008] この内燃機関によれば、第2吸気バルブが第1吸気バルブよりも遅く開くため、吸気にスワール流が発生する。第2排気バルブも第1排気バルブよりも遅く開くため、第1排気バルブと第2排気バルブを同時に開く場合に比べ、吸気時に発生したスワール流が、長時間維持されやすい。これによって燃焼室内流動が強化され、燃焼効率が良くなる。

[0009] また、この内燃機関によれば、第2排気バルブも第1排気バルブよりも遅く開くため、第1排気バルブと第2排気バルブが同時に開くよりも排気干渉が少ない。さらに、第1排気バルブおよび第2排気バルブのそれぞれのリフト量は、第1吸気バルブおよび第2吸気バルブのそれぞれのリフト量よりも小さい。これによって、これらバルブのリフト量を同じにするよりも、排気圧力の最高値を低くできる。このように、排気干渉を少なくし、排気圧力の最高値を低くすることによって、特に高負荷領域での内部EGRが低減し、それに伴うノッキングを回避することができる。この結果、トルク向上および排気の逆流を抑制できる。このような排気の逆流を抑制することによって、高負荷領域での燃焼効率が良くなる。

発明の効果

[0010] 本開示によれば、燃焼効率が良い内燃機関を提供できる。

図面の簡単な説明

- [0011] [図1]本開示の一実施形態による内燃機関を搭載する車両のシステム図。
- [図2]本開示の一実施形態による内燃機関の断面図。
- [図3]本開示の一実施形態による内燃機関の燃焼室を下側から見た図。
- [図4]本開示の一実施形態による内燃機関のカムシャフトを示す図。
- [図5]本開示の一実施形態による内燃機関の吸気バルブおよび排気バルブのリフトカーブを示す図。
- [図6]図3のa-a断面を示す図。
- [図7]図3のA-A断面を示す図。
- [図8]図3のB-B断面を示す図。
- [図9]図3のb-b断面を示す図。
- [図10]本開示の一実施形態による内燃機関の吸気・圧縮・膨張行程における燃焼室の混合気の流動を示す図。
- [図11]本開示の一実施形態による内燃機関の排気行程における燃焼室の排気の流動を示す図。
- [図12]排気干渉の低減状態の一例を示すグラフ。

発明を実施するための形態

- [0012] 以下、本開示の一実施形態について、図面を参照しながら説明する。なお、図面において、FSは電動車両Cの前側、BSは電動車両Cの後側、RSは電動車両Cの右側、LSは電動車両Cの左側、USは電動車両Cの上側、DSは電動車両Cの下側を示す。
- [0013] 図1に示すように、内燃機関1は、内燃機関1と、モータ(FrM)2と、を動力源として車輪C1を駆動する電動車両Cに搭載される。電動車両Cは、モータ2と、発電機(GEN)4と、リチウムイオン電池などの二次電池を含む駆動用電池(BT)6と、トランスアクスル8と、を有する。トランスアクスル8は、複数のギヤとクラッチ8aを有する。内燃機関1は、トランスアクスル8を介して発電機4と、車軸10と連結される。トランスアクスル8は、クラッチ8aが開放状態の場合、内燃機関1と車軸10との動力伝達が遮断され、クラッチ8aが接続状態の場合、内燃機関1の動力が車

軸 10 に伝達される。モータ 2 は、トランスアクスル 8 を介して車軸 10 と連結される。電動車両 C はこのほか、車両制御装置 12 と、内燃機関 1 を制御するエンジン制御装置 14 と、電動車両 C のユーザが操作するアクセルペダル 16 と、モータ 2 および発電機 4 を制御するインバータ 18 と、充電ボタン（図示なし）と、を有してもよい。

[0014] 本実施形態の電動車両 C は、EV モード、シリーズモード、パラレルモード、充電モードなどの各モードを有する。電動車両 C は、EV モードの場合、駆動用電池 6 からの電力によってモータ 2 を駆動する。電動車両 C は、シリーズモードの場合、内燃機関 1 によって発電機 4 を駆動し、発電機 4 によって発電した電力を用いてモータ 2 を駆動する。電動車両 C は、パラレルモードの場合、クラッチ 8a を接続し、内燃機関 1 の動力を用いて車軸 10 を駆動する。電動車両 C は、充電モードでは、内燃機関 1 によって発電機 4 を駆動し、発電機 4 によって発電した電力を駆動用電池 6 に蓄電する。電動車両 C は、アクセルペダル 16 の踏み込み状態や充電ボタンの操作状態に応じて、車両制御装置 12 が各モードを切り替え、インバータ 18 を介してモータ 2 および発電機 4 を制御するとともに、エンジン制御装置 14 に内燃機関 1 を制御させる。

[0015] このような電動車両 C は、電動車両 C が低負荷領域で走行する場合は、モータ 2 を使用する。電動車両 C は、シリーズモード、パラレルモード、および充電モードにおいて内燃機関 1 を使用する。これらシリーズモード、パラレルモード、および充電モードでは、内燃機関 1 は、主として高負荷運転領域において運転される。このため、このような電動車両 C に用いられる内燃機関 1 は、高負荷運転領域において、燃焼効率のよいものが求められる。

[0016] 図 2 に示すように、内燃機関 1 は、シリンダヘッド 1a と、シリンダブロック 1b と、複数のシリンダ 20 と、吸気ポート（吸気通路の一例）22 と、排気ポート（排気通路の一例）24 と、吸気カムシャフト 26 と、排気カムシャフト 28 と、複数の吸気バルブ 30 と、複数の排気バルブ 32 と、ピストン 34 と、クランクシャフト 36 と、点火プラグ 38 と、燃料噴射弁 4

0と、を備える。

[0017] 図1に示すように、本実施形態の内燃機関1は、内燃機関1のシリンダ20が、電動車両Cの車輪C1の車軸10の方向（電動車両Cの左右方向）に沿って並べて配置された、横置き型である。

[0018] シリンダ20は、シリンダブロック1bに複数形成される。本実施形態では、シリンダ20が4つ並んで形成される。すなわち、本実施形態の内燃機関1は、4気筒直列エンジンである。図2に示すように、各シリンダ20には、クランクシャフト36からコンロッドを介して連結されるピストン34が摺動可能に收容される。各シリンダ20には、ピストン34とシリンダヘッド1aの下面との間に燃焼室20aが形成される。

[0019] 図2に示すように、本実施形態では燃焼室20aは、内燃機関1の左右方向に稜線が形成されたペントルフ型の燃焼室20aである。吸気ポート22は、シリンダヘッド1aに形成され、燃焼室20aの吸気側（図2の前側）の斜面に接続される。排気ポート24は、シリンダヘッド1aに形成され、燃焼室20aの排気側（図2の後側）の斜面に接続される。燃焼室20aの中心O（図3参照）には、点火プラグ38が配置される。すなわち、本実施形態の内燃機関1は、ガソリンエンジンである。

[0020] 図1および図2に示すように、吸気ポート22は、4つのシリンダ20のそれぞれに設けられ、吸気を燃焼室20aに供給する通路である。図3に示すように、吸気ポート22は、吸気ポート壁22aによって左右に分岐され、右側に配置される第1吸気ポート22bと、左側に配置される第2吸気ポート22cと、を有する。本実施形態では、燃料噴射弁40が吸気ポート22の分岐よりも前側に配置される。燃料噴射弁40には燃料タンク54（図1参照）から燃料が供給され、燃料噴射弁40から噴射した燃料と吸気ポート22を通過する空気が混合され燃焼室20aに供給される。

[0021] 図1および図2に示すように、排気ポート24は、4つのシリンダ20のそれぞれに設けられ、燃焼室20aにおいて混合気が燃焼した後に発生する排気ガスを排出する通路である。図3に示すように、排気ポート24は、排

気ポート壁24aによって左右に分岐され、右側に配置される第1排気ポート24bと、左側に配置される第2排気ポート24cと、を有する。図2に示すように、各シリンダ20の排気ポート24は、排気マニホールド25に接続される。排気マニホールド25は、各シリンダ20に配置される排気ポート24を流れる排気を集合させ、排出する。

[0022] 吸気バルブ30は、吸気ポート22と燃焼室20aとの間を開閉する。図3に示すように、吸気バルブ30は、右側に配置される第1吸気バルブ30aと、第1吸気バルブ30aと隣り合って配置され、左側に配置される第2吸気バルブ30bと、を有する。第1吸気バルブ30aは、第1吸気ポート22bと燃焼室20aとの間を開閉する。第2吸気バルブ30bは、第2吸気ポート22cと燃焼室20aとの間を開閉する。

[0023] 排気バルブ32は、排気ポート24と燃焼室20aとの間を開閉する。図3に示すように、排気バルブ32は、左側に配置される第1排気バルブ32aと、第1排気バルブ32aと隣り合って配置され、右側に配置される第2排気バルブ32bと、を有する。第1排気バルブ32aは、第2排気ポート24cと燃焼室20aとの間を開閉する。第2排気バルブ32bは、第1排気ポート24bと燃焼室20aとの間を開閉する。

[0024] 図2に示すように、本実施形態では、吸気バルブ30は、吸気カムシャフト26のカムが吸気バルブ30を押し出すことによって駆動される直打式のバルブである。図4(a)に示すように、本実施形態の吸気カムシャフト26は、第1吸気バルブ30aを駆動する第1吸気カム26aと、第2吸気バルブ30bを駆動する第2吸気カム26bと、を有する。吸気カムシャフト26は、このような第1吸気カム26aと、第2吸気カム26bと、が一つのシリンダ20に1セット配置される。例えば、シリンダ20が4つの場合、第1吸気カム26aおよび第2吸気カム26bが、それぞれ4つずつ配置される。第1吸気バルブ30aは、第1吸気カム26aのカムプロファイルに沿って揺動し、図5に示すようなリフトカーブとなる。第2吸気バルブ30bは、第2吸気カム26bのカムプロファイルに沿って揺動し、図5に示

すようなリフトカーブとなる。

[0025] 図5に示すように、第1吸気カム26aと、第2吸気カム26bと、はそれぞれ位相とカムプロファイルが異なるスプリット式のカムである。具体的には、第2吸気カム26bは、第1吸気カム26aよりも、遅角している。これによって、第2吸気バルブ30bが第1吸気バルブ30aよりも遅く開く。さらに、第1吸気カム26aのカムプロファイルおよび第2吸気カム26bのカムプロファイルは、第1吸気バルブ30aが最大リフト位置P1から閉弁位置P0となるタイミングと、第2吸気バルブ30bが最大リフト位置P1から閉弁位置P0となるタイミングが同時となるように形成される。すなわち、第1吸気バルブ30aと、第2吸気バルブ30bとは、同時に閉弁する。また、第2吸気バルブ30bの開弁期間は、第1吸気バルブ30aの開弁期間よりも小さい。第2吸気カム26bのカムプロファイルは、閉弁位置P0から最大リフト位置P1までのカムの上りのプロファイルと、最大リフト位置P1から閉弁位置P0までのカムの下りのプロファイルが線対称のものであってもよいし、非対称のものであってもよい。第2吸気カム26bのカムプロファイルが非対称のものとしては、例えば、上りの期間を下りの期間よりも短くしたもの、または、下りの期間を上りの期間よりも短くしたものが考えられる。

[0026] 図2に示すように、本実施形態では、排気バルブ32は、排気カムシャフト28のカムが排気バルブ32を押し出すことによって駆動される直打式のバルブである。図4(b)に示すように、本実施形態の排気カムシャフト28は、第1排気バルブ32aを駆動する第1排気カム28aと、第2排気バルブ32bを駆動する第2排気カム28bと、を有する。排気カムシャフト28は、このような第1排気カム28aと、第2排気カム28bと、が一つのシリンダ20に1セット配置される。例えば、シリンダ20が4つの場合、第1排気カム28aおよび第2排気カム28bが、それぞれ4つずつ配置される。第1排気バルブ32aは、第1排気カム28aのカムプロファイルに沿って揺動し、図5に示すようなリフトカーブとなる。第2排気バルブ3

2 bは、第2排気カム28 bのカムプロフィールに沿って揺動し、図5に示すようなリフトカーブとなる。

[0027] 図5に示すように、第1排気カム28 aと、第2排気カム28 bと、はそれぞれ位相とカムプロフィールが異なるスプリット式のカムである。具体的には、第2排気カム28 bは、第1排気カム28 aよりも遅角する。これによって、第2排気バルブ32 bが第1排気バルブ32 aよりも遅く開く。さらに、第1排気カム28 aのカムプロフィールは、第1排気バルブ32 aが最大リフト位置P2となるように形成される一方、第2排気カム28 bのカムプロフィールは、第2排気バルブ32 bが最大リフト位置P2よりも低い最大リフト位置P3となるように形成される。すなわち、第2排気バルブ32 bの最大リフト位置P3のほうが、第1排気バルブ32 aの最大リフト位置P2よりも低い。一方、第1排気カム28 aのカムプロフィールおよび第2排気カム28 bのカムプロフィールは、第1排気バルブ32 aが最大リフト位置P2から閉弁位置P0となるタイミングと、第2排気バルブ32 bが最大リフト位置P3から閉弁位置P0となるタイミングが同時となるように形成される。すなわち、第1排気バルブ32 aと、第2排気バルブ32 bとは、同時に閉弁する。また、第2排気バルブ32 bの開弁期間は、第1排気バルブ32 aの開弁期間よりも小さい。第2排気カム28 bのカムプロフィールは、閉弁位置P0から最大リフト位置P3までのカムの上りのプロフィールと、最大リフト位置P3から閉弁位置P0までのカムの下りのプロフィールが線対称のものであってもよいし、非対称のものであってもよい。第2排気カム28 bのカムプロフィールが非対称のものとしては、例えば、下りの期間を上りの期間よりも短くしたものが考えられる。この場合、第2排気カム28 bのカムプロフィールは、閉弁位置P0からのリフトカーブの立ち上がりが緩やかになるように形成してもよい。

[0028] また、第1吸気バルブ30 aと、第2吸気バルブ30 bの最大リフト位置P1は、第1排気バルブ32 aの最大リフト位置P2および第2排気バルブ32 bの最大リフト位置P3よりも高い。すなわち、第1吸気バルブ30 a

と、第2吸気バルブ30bのリフト量は、第1排気バルブ32aおよび第2排気バルブ32bのそれぞれのリフト量よりも低い。

[0029] なお、図2に示すように、本実施形態では内燃機関1は、吸気カムシャフト26の位相を変更可能な吸気可変バルブタイミング装置26cと、排気カムシャフト28の位相を変更可能な排気可変バルブタイミング装置28cと、をさらに備える。吸気可変バルブタイミング装置26cおよび排気可変バルブタイミング装置28cは、各カムシャフトの位相を変化させることによって、第1吸気バルブ30aおよび第2吸気バルブ30bと、第1排気バルブ32aおよび第2排気バルブ32bとのバルブオーバーラップ量を調整することができる。

[0030] 図3に示すように、燃焼室20aは、中心Oを通り燃焼室20aの左右の中心線O1を対称軸として左右の形状が非対称に形成される。すなわち、燃焼室20aは、燃焼室20aの中心線O1を挟んで第1排気バルブ32aが配置される側と、第2排気バルブ32bが配置される側と、で燃焼室20aの形状が非対称である。より具体的には、燃焼室20aは、第1吸気バルブ30aと第1排気バルブ32aとの間の右壁42が、第2吸気バルブ30bと第2排気バルブ32bとの間の左壁44よりも、燃焼室20aの中心Oから離れる方向に膨らんで形成される。本実施形態では、右壁42は、シリンダ20の円筒形状に沿って、弧状に膨らんで形成される。

[0031] 燃焼室20aは、第1吸気バルブ30aと第2吸気バルブ30bに跨って吸気シュラウド45が形成され、吸気シュラウド45は、第1吸気バルブ30aと第2吸気バルブ30bとの間に、燃焼室20aの中心Oに向けて突出する吸気シュラウド凸部（吸気シュラウド45の一部）46を有する。また、図3、図6および図7に示すように、第1吸気バルブ30a側の周りの吸気シュラウド45には、第1シュラウド壁48が形成され、a-a断面の第1シュラウド壁48の高さを基準（図6(a)の基準線X参照）とした場合にA-A断面の第1シュラウド壁48の高さのほうが高くなるように形成される（図7(a)の基準線Y参照）。一方、図3、図8および図9に示すよ

うに、第2吸気バルブ30b側の周りの吸気シュラウド45には、第2シュラウド壁50が形成され、b-b断面の第2シュラウド壁50の高さをa-a断面の第1シュラウド壁48の高さと同じとし（図9（a）の基準線X参照）、B-B断面の第2シュラウド壁50の高さをA-A断面の第2シュラウド壁50の高さと同じとするが（図8（a）の基準線参照）、第2吸気バルブ30bと第2シュラウド壁50の間隙を第1吸気バルブ30aと第1シュラウド壁48の間隙よりも離れる形状（図8（a）隙間D参照）に形成される。なお、本実施形態では、排気シュラウド51が第1排気バルブ32aと第2排気バルブ32bに跨って形成され、排気シュラウド51は、第1排気バルブ32aと、第2排気バルブ32bとの間にも排気シュラウド凸部52が形成される。

[0032] 次に図5から図12を用いて、このように構成された内燃機関1において燃焼室の混合気の形成状態および排気状態について説明する。

[0033] 図5に示すように、吸気行程においてまず第1吸気バルブ30aが開弁する。第1吸気バルブ30aが開弁する初期には、吸気シュラウド45を有することで、第1シュラウド壁48によって第1吸気バルブ30aのFS側からの流れが阻害され、図6（b）、および図7（b）の矢印に示すように、第1吸気バルブ30aのBS側に偏って燃焼室20aに混合気が流入し、タンブル流が形成される。さらに第1吸気バルブ30aが開弁する末期（図5の最大リフト位置P1付近に達する時期）にかけては、図6（c）、および図7（c）の矢印に示すようにバルブのFS側からも燃焼室20aに混合気が流入する。吸気シュラウド凸部46周辺の第1シュラウド壁48の高さは、吸気シュラウド凸部46以外の第1シュラウド壁48よりも高く設けられており、流入する混合気の流れが阻害されることで、左右の混合気の流れに偏差が生じ、図10（a）の矢印に示すように、第1シュラウド壁48および右壁42に沿う流れを強め、タンブル流に加えて燃焼室20a内にシリンダ20の周方向に沿ったスワール流も形成される。

[0034] 次に、図5に示すように第2吸気バルブ30bが開弁する。第2吸気バル

ブ30bが開弁する初期には、吸気シュラウド45を有することで、第2シュラウド壁50によって第2吸気バルブ30bのFS側からの流れが阻害され、図8(b)、および図9(b)の矢印に示すように、第2吸気バルブ30bのBS側に偏って燃焼室20aに混合気が流入し、タンブル流が形成される。さらに第2吸気バルブ30bが開弁する末期では、図8(c)、および図9(c)の矢印に示すようにバルブのFS側からも燃焼室20aに混合気が流入する。このとき、第2吸気バルブ30b側の吸気シュラウド凸部46によって第2シュラウド壁50の高さは、第1吸気バルブ側と同様の高さとなっているが、第2吸気バルブ30bと第2シュラウド壁50との間に隙間Dを設けることでスワール流が形成されない混合気が燃焼室20aに流入する。また、第2吸気バルブ30bと第2シュラウド壁50の隙間Dをシュラウド壁の高さが低くなるにつれて狭くすることで(すなわち、中心Oに向かうにつれて第2吸気バルブ30bから離れる形状、図3も参照)、第2吸気バルブ30b全周面から均一の流量を燃焼室20aに流入させることができる。そのため、第1吸気バルブ30aと比べて、燃焼室20a内に流入する混合気の量を多くすることができ、第1吸気バルブ30aが開弁することで形成されたスワール流を第2吸気バルブ30bが開弁しても阻害することなく維持し続ける。さらに、第1吸気バルブ30aと、第2吸気バルブ30bとは、同時に閉弁するため、スワール流が第2吸気バルブ30bから逆流することも抑制できる。

[0035] 図10(b)の矢印に示すように、このように燃焼室20aに形成された混合気のスワール流は、第1吸気バルブ30aおよび第2吸気バルブ30bが閉じた後の圧縮行程において、第1吸気バルブ30a側に中心が偏った流れとなる。このようなスワール流を有する混合気が、点火プラグ38によって点火され燃焼する。このため、混合気に着火したのちに発生する火炎は、着火前にタンブル流が崩壊し、乱れが強くなった未燃混合気上を勢いよく燃焼室20a全体に伝播するとともに、維持された中心が偏ったスワール流が不均一に伸びる火炎伝播の均一化を助勢し、等容度の向上を図るとともに未

燃混合気のエンドガスによるノッキングの発生を防止する。

[0036] 図5に示すように、排気行程においては、まず第1排気バルブ32aが開弁し、その後第2排気バルブ32bが開弁する。第1排気バルブ32aは、第1吸気バルブ30aと中心Oを挟んで対角位置にある。このため、図11(a)の矢印に示すように、第1吸気バルブ30a側に偏ったスワール流は、第1排気バルブ32aを第2排気バルブ32bよりも先に開く場合に比べ、長時間維持される。これによって、膨張行程における火炎伝播が短縮され、等容度が向上し、燃焼効率が向上する。

[0037] また、この内燃機関1によれば、第2排気バルブ32bが第1排気バルブ32aよりも遅く開くため、第1排気バルブ32aと第2排気バルブ32bが同時に開くよりも排気干渉が少ない。具体的には、図11(b)の矢印に示すように、まず、第1排気バルブ32aが開き、第2排気ポート24cに排気の流れる。その後、図11(c)の矢印に示すように、第2排気バルブ32bが第1排気バルブ32aよりも遅く開き、第1排気ポート24bに排気の流れる。このように、第2排気ポート24cの排気圧力が先に高まり、第1排気ポート24bに発生する排気圧力が遅れて高くなる。これによって、第1排気ポート24bと、第2排気ポート24cとの合流部における排気干渉が小さくなり、排気圧力の最高値も小さくなる。

[0038] さらに、第2排気バルブ32bの開弁期間が第1排気バルブ32aの開弁期間よりも小さく、第2排気バルブ32bのリフト量も第1排気バルブ32aのリフト量よりも小さい。これによって、排気干渉がさらに小さくなる。このため、排気干渉によって燃焼室20aに逆流する排気（内部EGR）が減少する。この結果、ノッキングを抑制できるだけでなく、燃焼室20a内の掃気もしやすい。

[0039] 図12(a)から図12(d)は、排気干渉の低減状態の一例を示すグラフであり、排気スプリットEC揃えとした実線が、本実施形態による第1排気バルブ32aおよび第2排気バルブ32bを用いた場合のグラフであり、通常カムとした破線が従来のカムプロファイルのグラフである。上述のとおり

り、本実施形態では第1排気バルブ32aおよび第2排気バルブ32bのリフト量は、第1吸気バルブ30aおよび第2吸気バルブ30bのリフト量よりも小さい。これによって吸気バルブ30および排気バルブ32のリフト量を同じにするよりも、図12(b)が示すように、排気圧力の最高値M2を通常カムの高値M1よりも低くできる。この結果、内燃機関1は、さらに排気干渉を少なくでき、特に高負荷領域での排気の逆流を抑制しやすい。

[0040] また、排気行程において第1排気バルブ32aおよび第2排気バルブ32bは同時に閉じる。すなわち、図12(b)が示すように、第1排気ポート24bの排気圧力上昇を第2排気ポート24cよりも遅くすることによって、排気圧力上昇の最高値到達タイミングN2を通常カムの高値到達タイミングN1よりも遅くすることが可能となる。このため、内燃機関1は、別のシリンダ20におけるバルブオーバーラップ期間(図12のVOL期間)での排気圧力の上昇と最大値になるタイミングとをずらすことができる。これによって、内燃機関1は、排気からの逆流を抑制でき、別のシリンダ20への排気干渉をさらに抑制できる。この結果、図12(d)が示すように、シリンダ20においても排気マニホールド25内での排気干渉による排気の逆流を抑制し、排気弁の開弁期間の短縮および、リフト量が小さくなることによる排気効率の悪化を回避することが可能となる。

[0041] さらに、排気行程において第1排気バルブ32aおよび第2排気バルブ32bが同時に閉じることによって、第2排気バルブ32bを第1排気バルブ32aよりも遅く閉じる場合に比べ、第1吸気バルブ30aと第2排気バルブ32bとのバルブオーバーラップが少なくなる。これによって、排気圧が高い高回転高負荷では排気から燃焼室20aに逆流する即燃ガス(内部EGRガス)の量を少なくでき、スワール流を維持しながらノッキング回避が可能となる。また、排気圧が比較的低い低回転高負荷では、第1吸気バルブ30aが開弁した際に燃焼室20aに流れる混合気が、第2排気バルブ32bから吹き抜けることを抑制できる。この結果、スワール流を発生させやすくなり、充填効率も向上する。

[0042] このような内燃機関 1 は、高負荷運転領域においては、低負荷運転領域よりもシリンダ 20 に吸入する空気量が多く、燃焼後に排気する排気量も多い。電動車両 C は、このような高負荷運転領域を多用する。したがって、このような高負荷運転領域において、排気干渉を減らし、排気の逆流を抑制することによって、吸排気性能を通常カムと同等以上とする一方で、さらにスワール流強化による燃焼効率向上により、エンジン性能の向上が可能である。このため、このような内燃機関 1 はより電動車両 C に適している。

[0043] 以上説明した通り、本開示によれば、燃焼効率が良い内燃機関を提供できる。

[0044] <他の実施形態>

以上、本開示の実施形態について説明したが、本開示は上記実施形態に限定されるものではなく、発明の要旨を逸脱しない範囲で種々の変更が可能である。特に、本明細書に書かれた複数の変形例は必要に応じて任意に組合せ可能である。

[0045] (a) 上記実施形態では、EVモード、シリーズモード、パラレルモード、充電モードなどの各モードを有する電動車両 C を例に説明したが、本開示はこれに限定されない。電動車両 C はこのようなモードに限らず、内燃機関 1 を使用するモードがあればよい。

[0046] (b) 上記実施形態では、ガソリンエンジンを例に説明したが、本開示はこれに限定されない。内燃機関 1 は、ディーゼルエンジンなどの自着火型のエンジンであってもよい。

[0047] (c) 上記実施形態では、スプリット型の直打式のカムによって吸気バルブ 30 および排気バルブ 32 を駆動する例を用いて説明したが、本開示はこれに限定されない。吸気バルブ 30 および排気バルブ 32 は、例えば電気式のバルブであってもよい。

符号の説明

[0048] 1 : 内燃機関, 20 a : 燃焼室,
22 : 吸気ポート, 24 : 排気ポート,

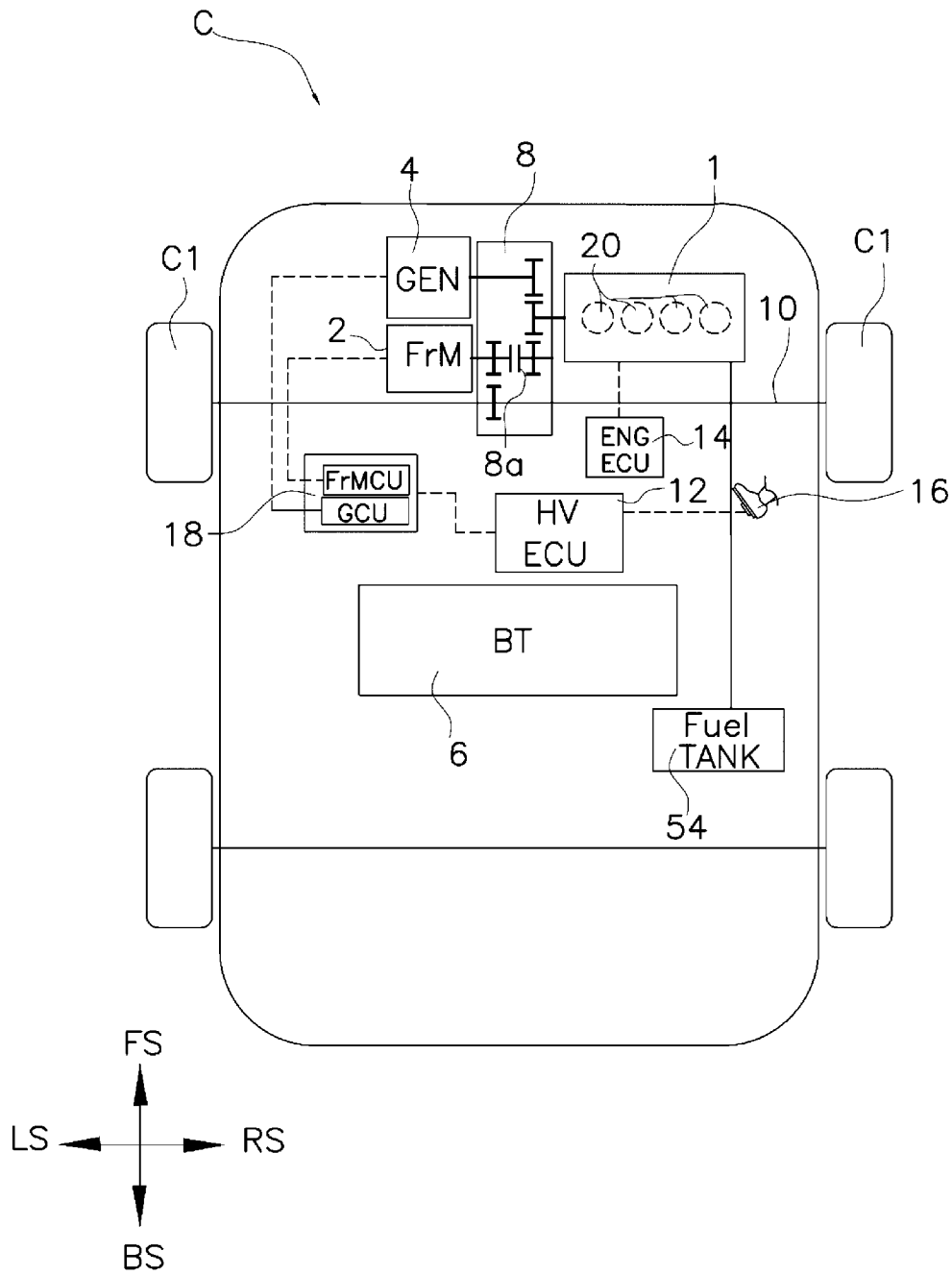
- 30 : 吸気バルブ, 30 a : 第1吸気バルブ, 30 b : 第2吸気バルブ
- 32 : 排気バルブ, 32 a : 第1排気バルブ, 32 b : 第2排気バルブ
- 42 : 右壁, 44 : 左壁
- 46 : 吸気シュラウド凸部
- 48 : 第1シュラウド壁, 50 : 第2シュラウド壁
- O : 中心, O1 : 中心線
- P0 : 閉弁位置
- P1, P2, P3 : 最大リフト位置

請求の範囲

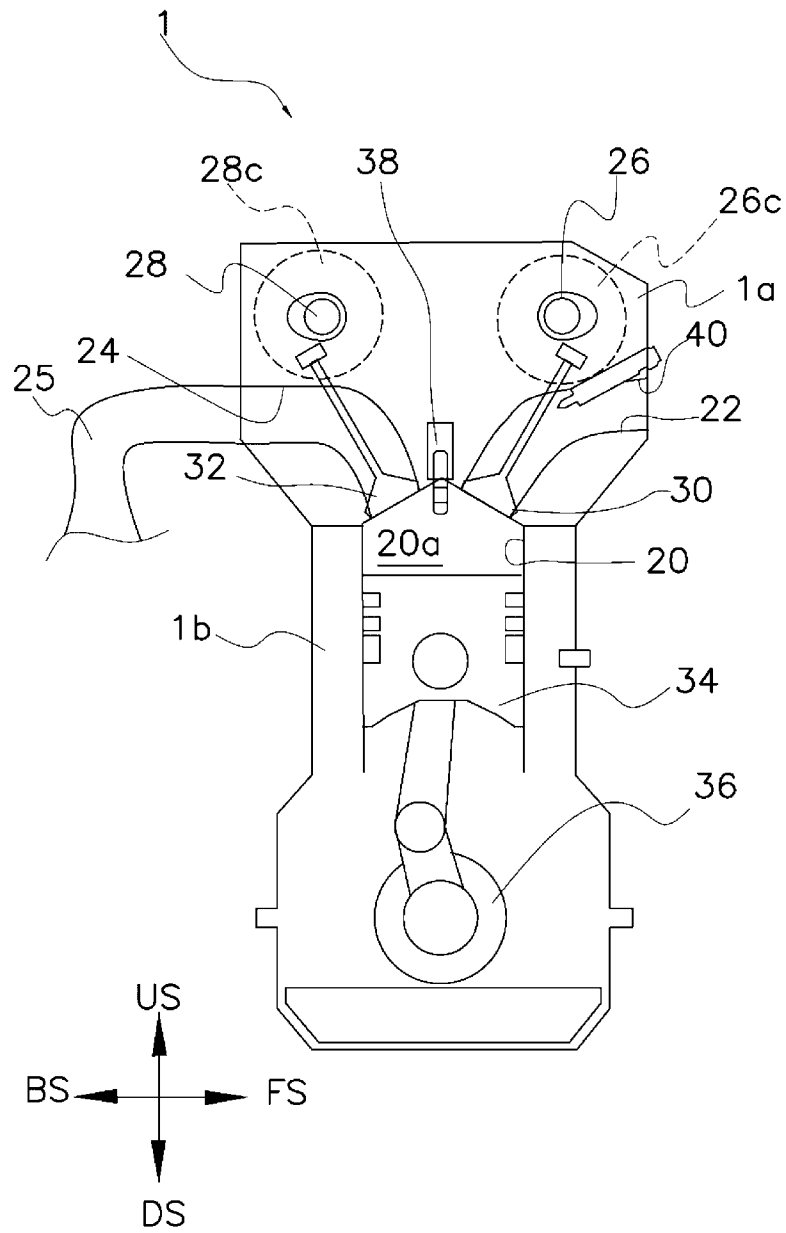
- [請求項1] 燃焼室と、
前記燃焼室に接続される吸気通路と、
前記燃焼室に接続される排気通路と、
前記吸気通路と前記燃焼室との間を開閉する第1吸気バルブと、
前記第1吸気バルブと隣り合って配置され、前記吸気通路と前記燃焼室との間を開閉する第2吸気バルブと、
前記排気通路と前記燃焼室との間を開閉する第1排気バルブと、
前記第1排気バルブと隣り合って配置され、前記排気通路と前記燃焼室との間を開閉する第2排気バルブと、
を備え、
前記第2吸気バルブは、前記第1吸気バルブよりも遅く開き、
前記第2排気バルブは、前記第1排気バルブよりも遅く開き、
前記第1排気バルブおよび前記第2排気バルブのそれぞれのリフト量は、前記第1吸気バルブおよび前記第2吸気バルブのそれぞれのリフト量よりも小さい、
内燃機関。
- [請求項2] 前記第1吸気バルブと、前記第2吸気バルブと、が同時に前記吸気通路を閉じる、
請求項1に記載の内燃機関。
- [請求項3] 前記第1排気バルブと、前記第2排気バルブと、が同時に前記排気通路を閉じる、
請求項1に記載の内燃機関。
- [請求項4] 前記第2排気バルブのリフト量が、前記第1排気バルブのリフト量よりも小さい、
請求項1に記載の内燃機関。
- [請求項5] 前記第1吸気バルブと、前記第2排気バルブとが、前記燃焼室の中心を挟んで対角位置に配置される、

請求項 1 に記載の内燃機関。

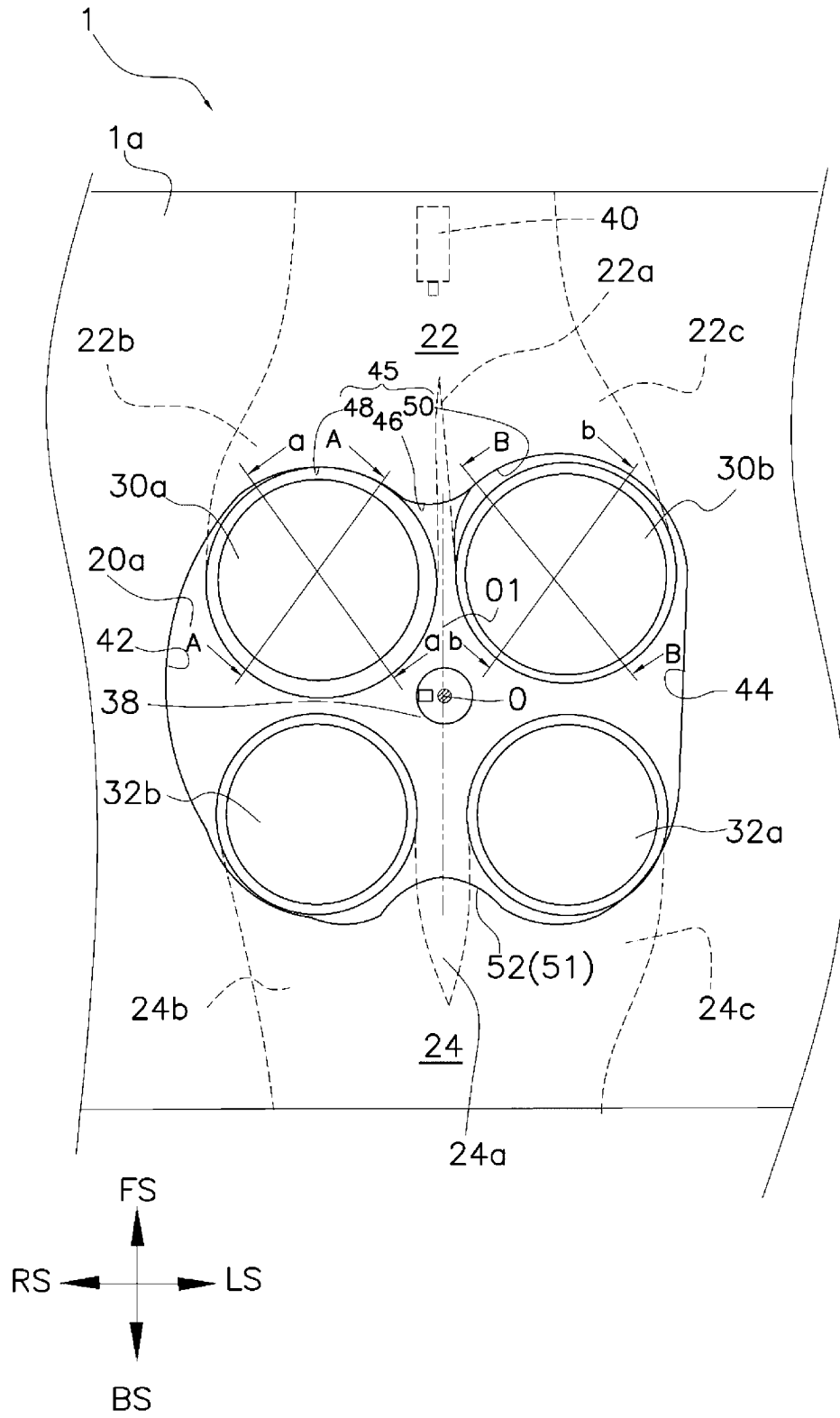
[図1]



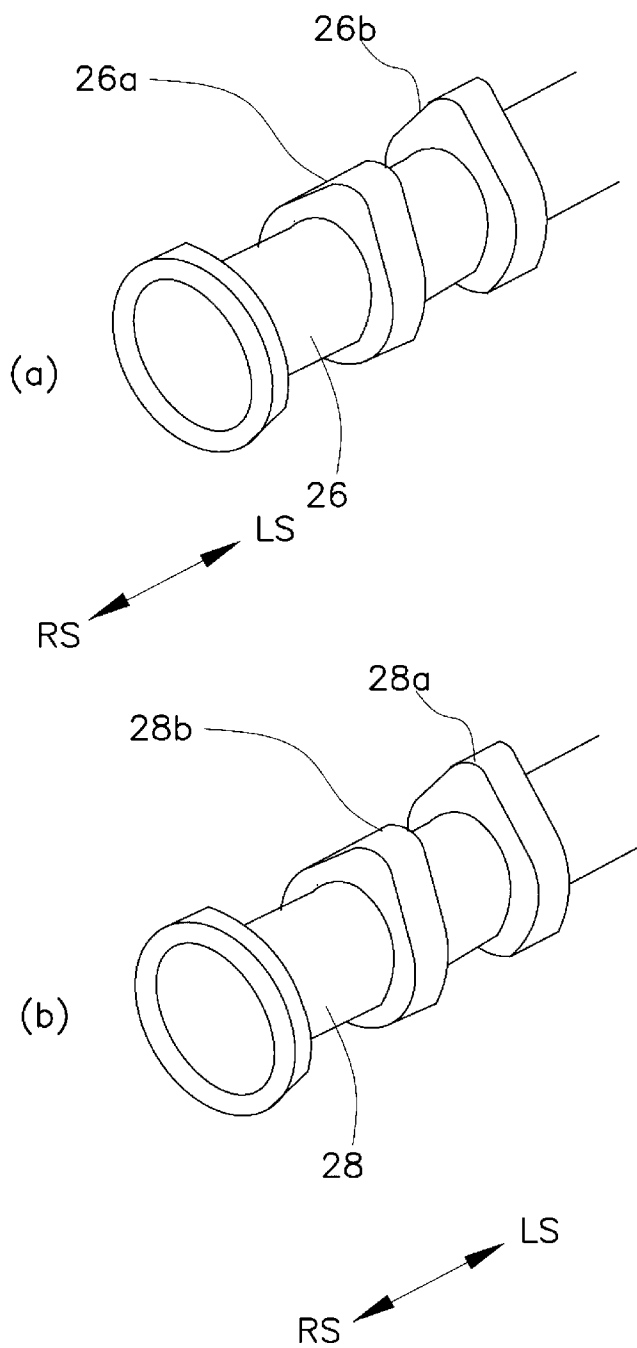
[図2]



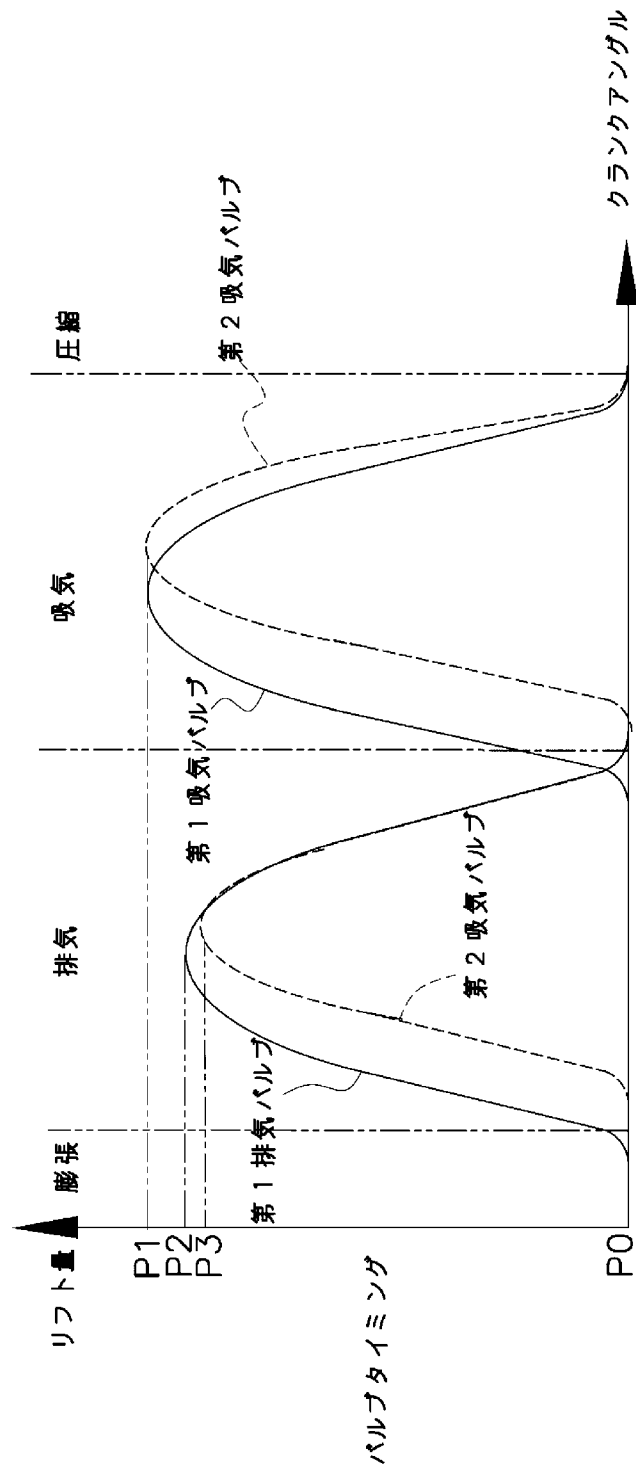
[図3]



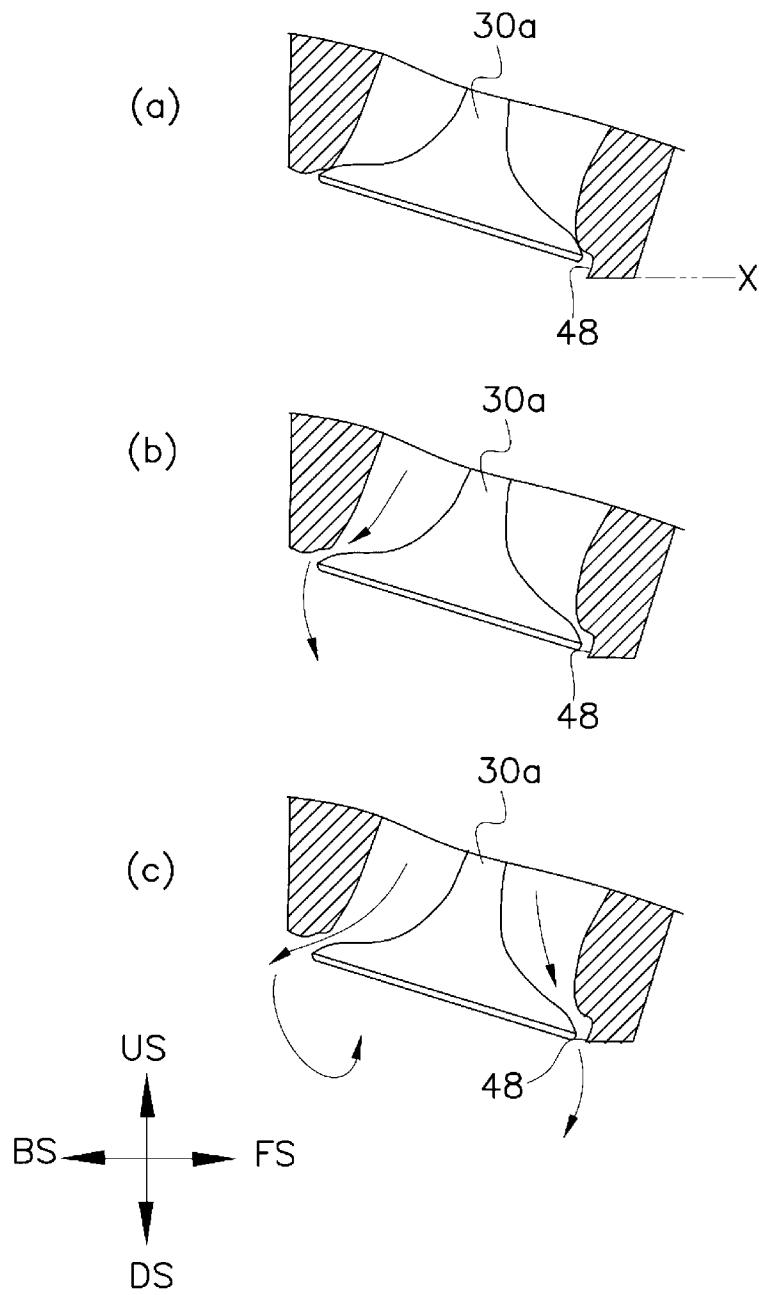
[図4]



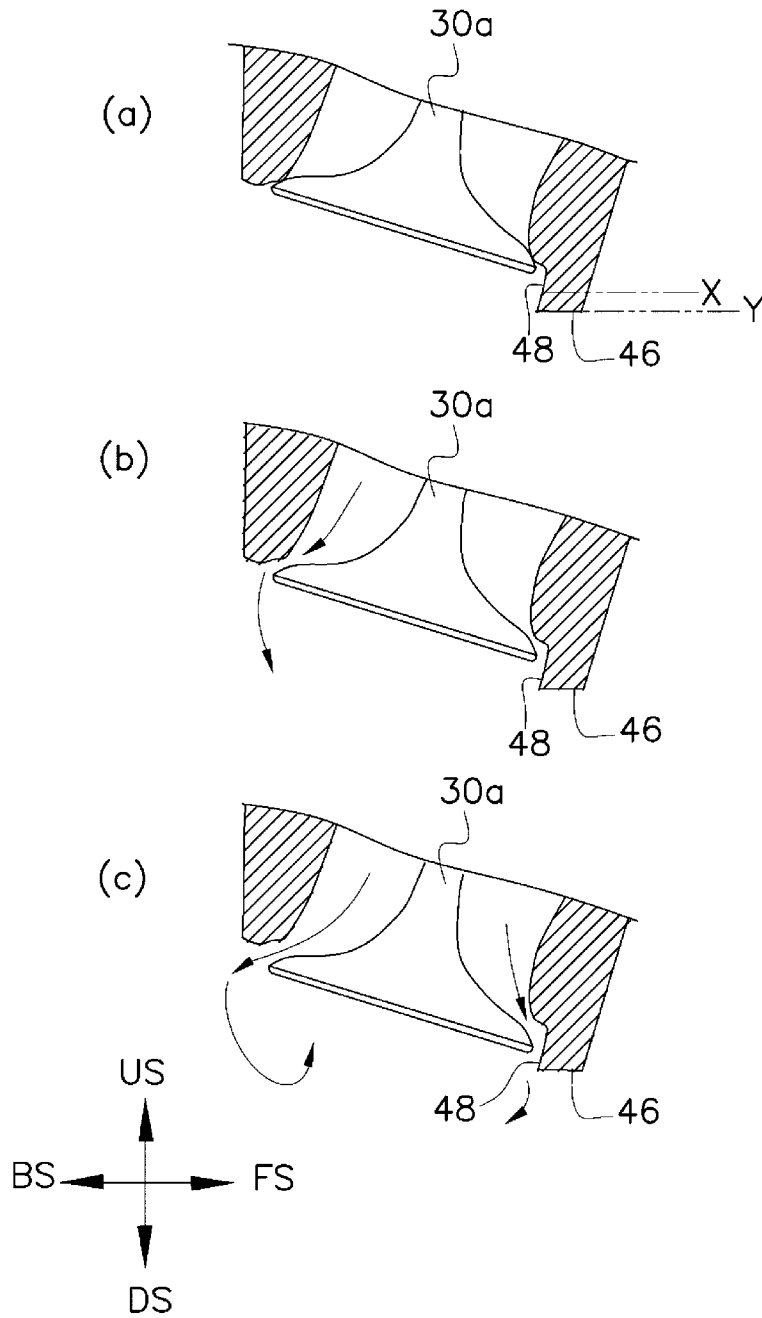
[図5]



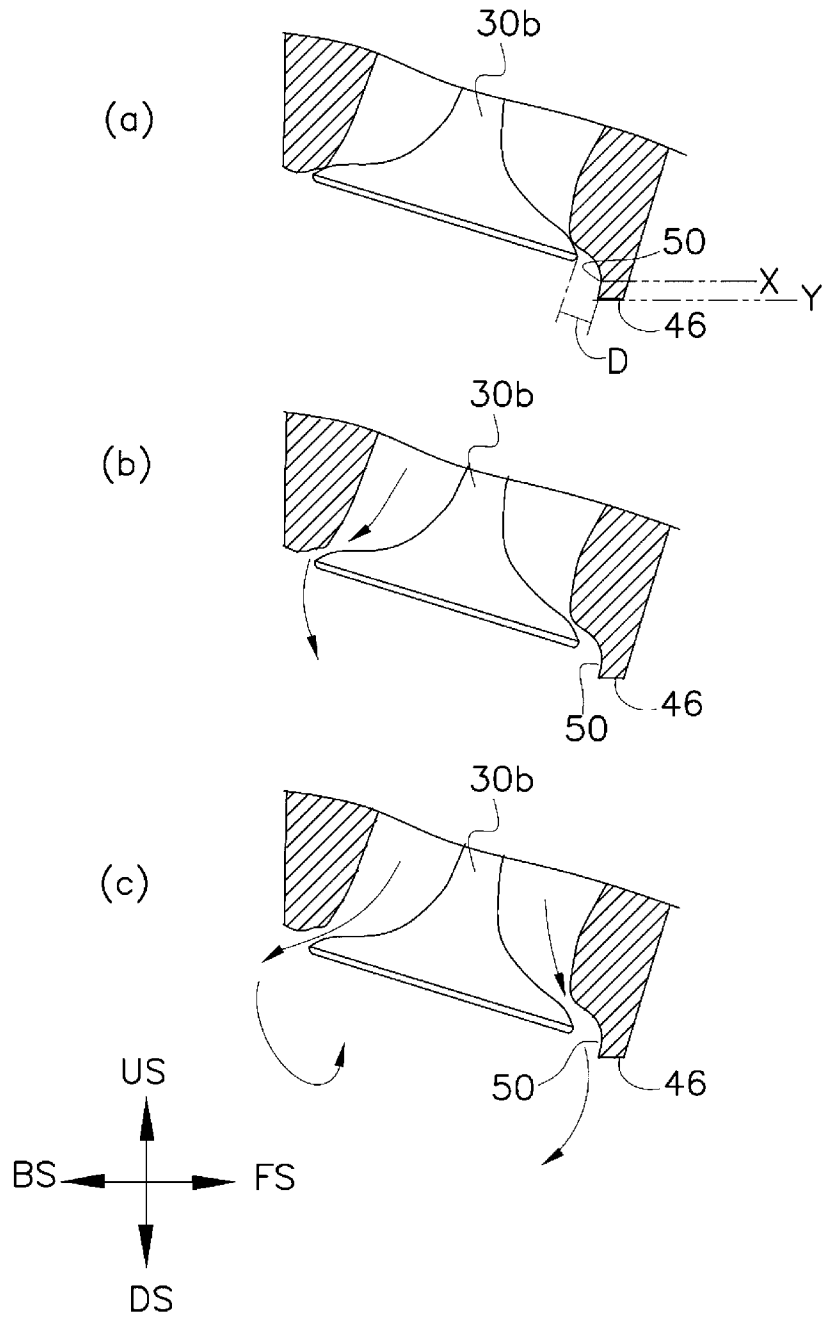
[図6]



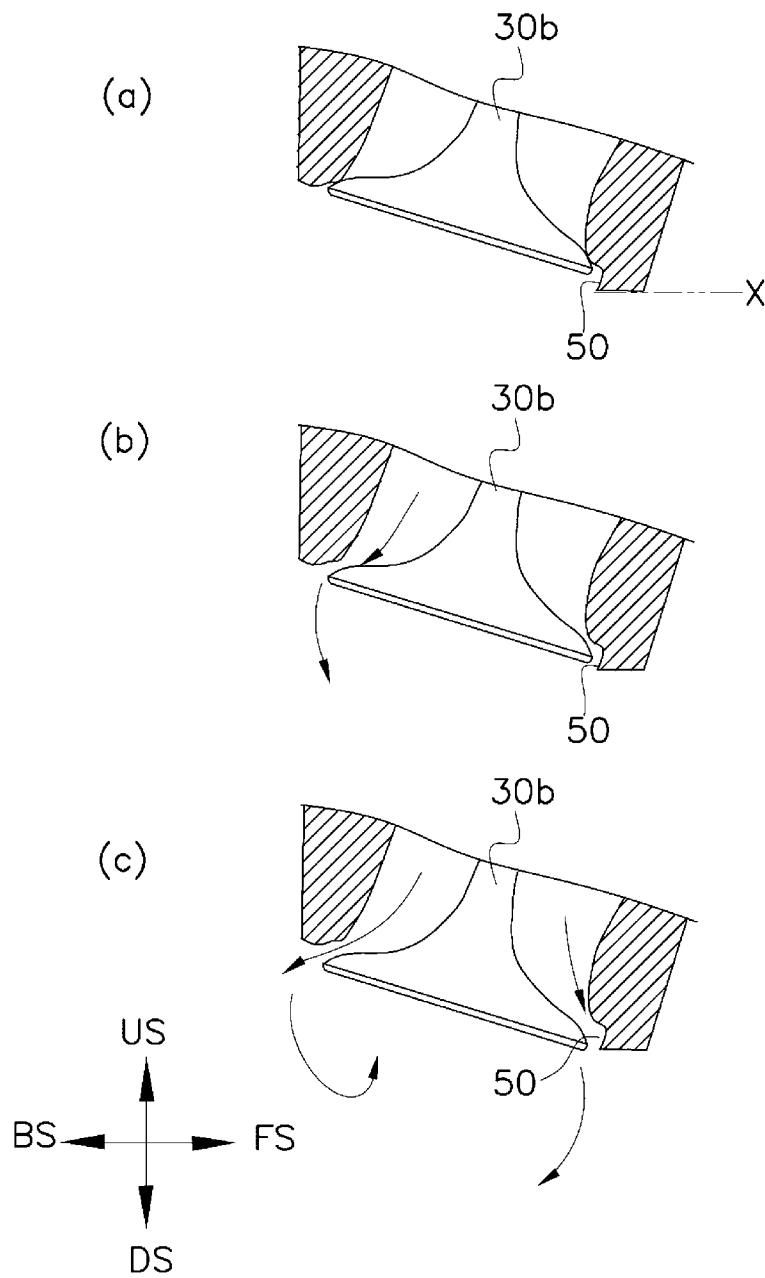
[図7]



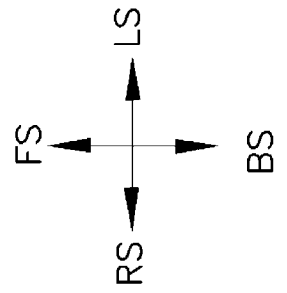
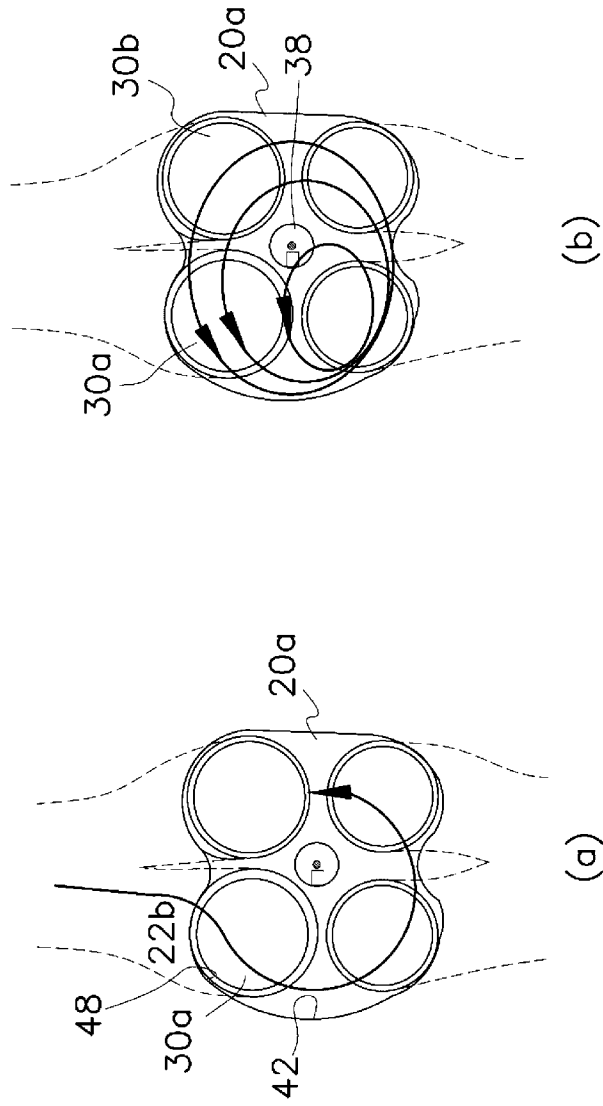
[図8]



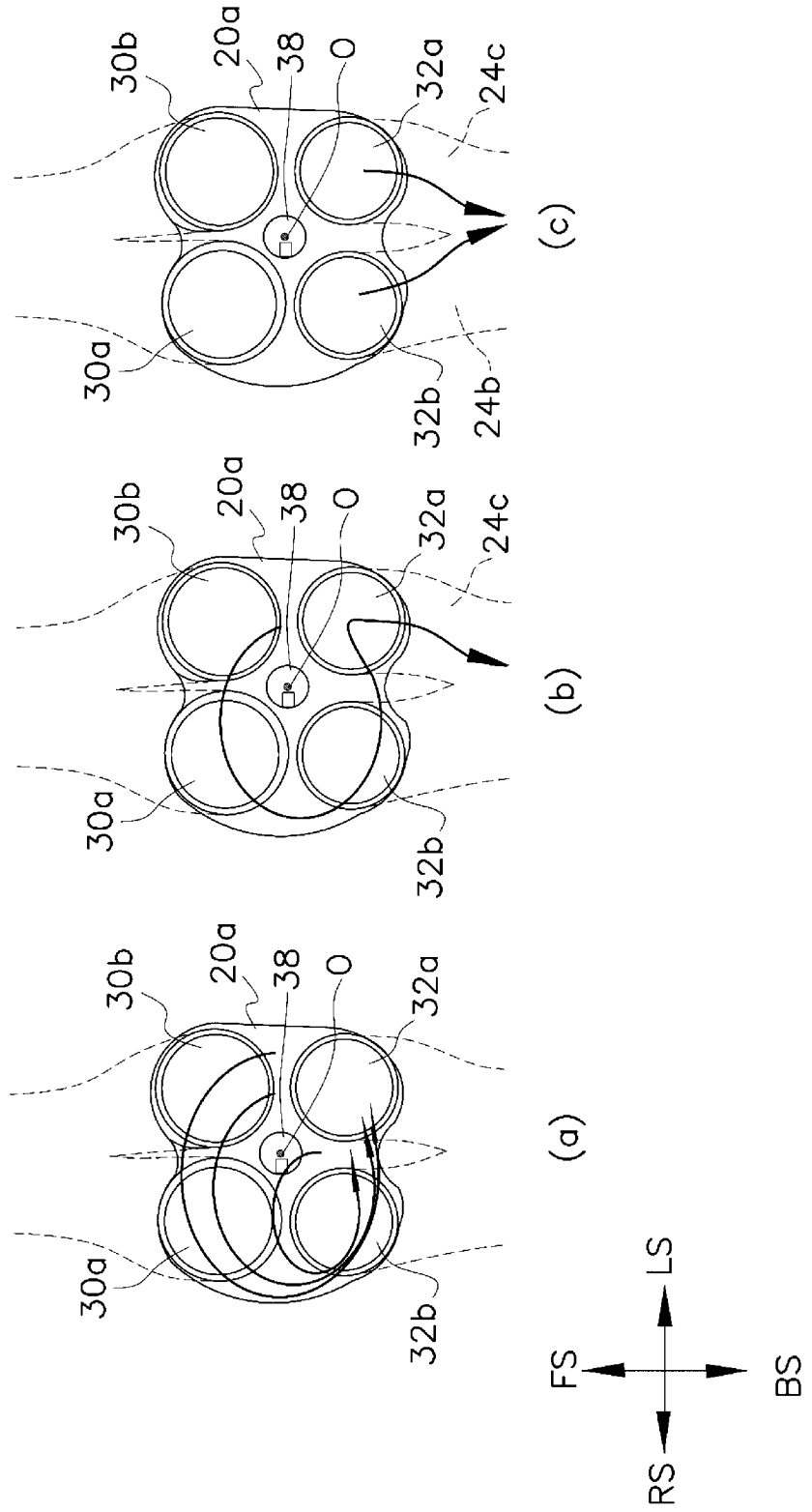
[図9]



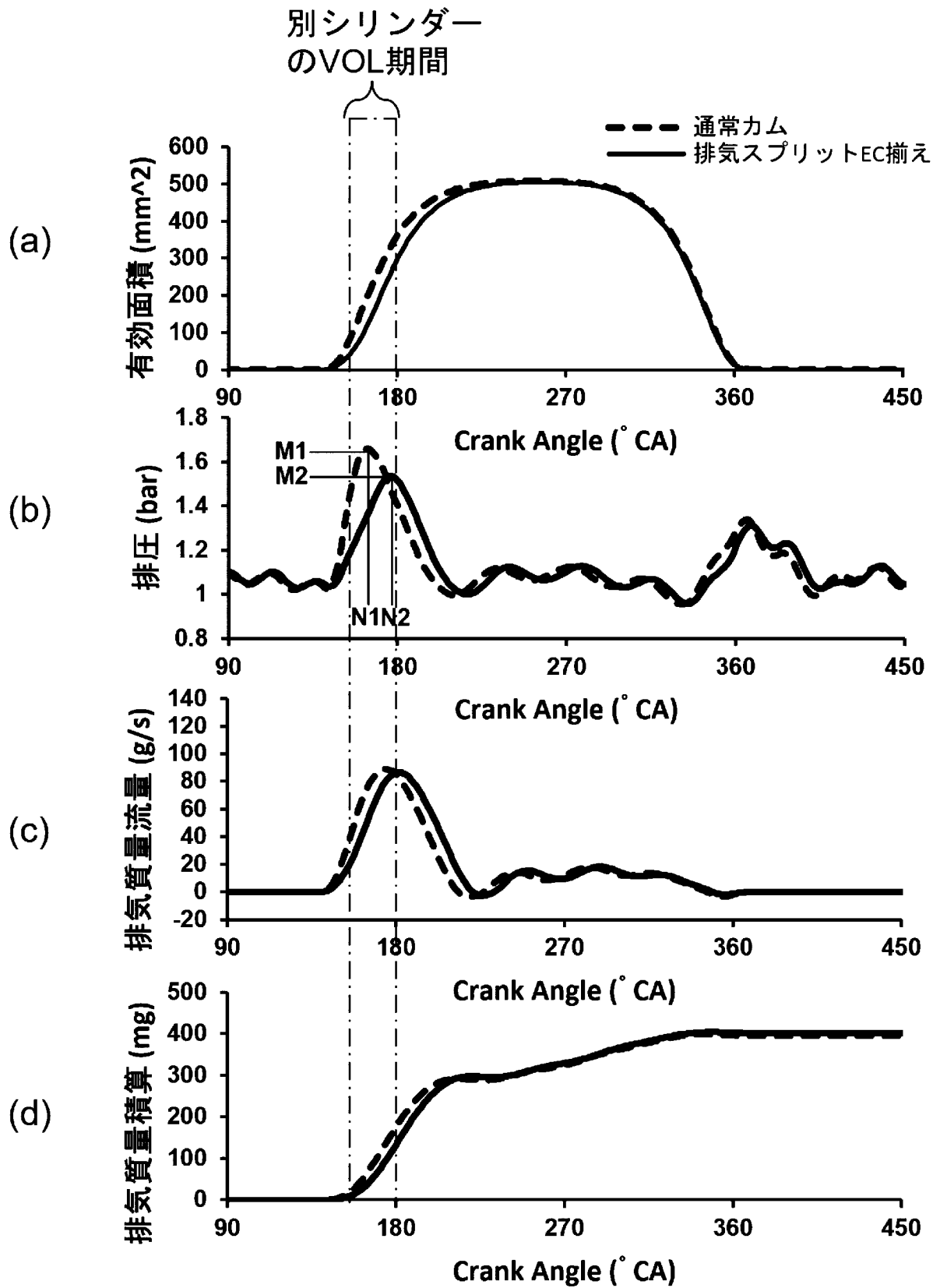
[図10]



[図11]



[図12]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2023/041771

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
<i>F02B 31/06</i> (2006.01)i; <i>F01L 1/08</i> (2006.01)i; <i>F01L 1/12</i> (2006.01)i FI: F02B31/06 524G; F01L1/08 A; F01L1/12 D		
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) F02B31/06; F01L1/08; F01L1/12		
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 1971-2024 Registered utility model specifications of Japan 1996-2024 Published registered utility model applications of Japan 1994-2024		
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 9-287419 A (TOYOTA JIDOSHA KABUSHIKI KAISHA) 04 November 1997 (1997-11-04) paragraphs [0008], [0014]-[0016], [0025], fig. 1-3	1-5
Y	JP 2003-314309 A (HITACHI UNISIA AUTOMOTIVE LTD.) 06 November 2003 (2003-11-06) paragraph [0032], fig. 8	1-5
A	JP 7-189712 A (NISSAN MOTOR CO., LTD.) 28 July 1995 (1995-07-28) entire text, all drawings	1-5
A	JP 1-159417 A (NISSAN MOTOR CO., LTD.) 22 June 1989 (1989-06-22) entire text, all drawings	1-5
<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 "D" document cited by the applicant in the international application "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 10 January 2024		Date of mailing of the international search report 23 January 2024
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/JP2023/041771

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP 9-287419 A	04 November 1997	US 5743225 A column 2, lines 35-47, column 3, line 32 to column 4, line 7, fig. 1-3 EP 0802306 A1	
JP 2003-314309 A	06 November 2003	US 2003/0200945 A1 paragraph [0087], fig. 8 DE 10318630 A1	
JP 7-189712 A	28 July 1995	(Family: none)	
JP 1-159417 A	22 June 1989	US 4964375 A entire text, all drawings EP 0319956 A1	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） F02B 31/06(2006.01)i; F01L 1/08(2006.01)i; F01L 1/12(2006.01)i FI: F02B31/06 524G; F01L1/08 A; F01L1/12 D		
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC）） F02B31/06; F01L1/08; F01L1/12 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 日本国実用新案公報 1922 - 1996年 日本国公開実用新案公報 1971 - 2024年 日本国実用新案登録公報 1996 - 2024年 日本国登録実用新案公報 1994 - 2024年		
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）		
C. 関連すると認められる文献		
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 9-287419 A (トヨタ自動車株式会社) 04.11.1997 (1997 - 11 - 04) 段落[0008], [0014]-[0016], [0025], 図1-3	1-5
Y	JP 2003-314309 A (株式会社日立ユニシアオートモティブ) 06.11.2003 (2003 - 11 - 06) 段落[0032], 図8	1-5
A	JP 7-189712 A (日産自動車株式会社) 28.07.1995 (1995 - 07 - 28) 全文, 全図	1-5
A	JP 1-159417 A (日産自動車株式会社) 22.06.1989 (1989 - 06 - 22) 全文, 全図	1-5
<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。		
* 引用文献のカテゴリー “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 “D” 国際出願で出願人が先行技術文献として記載した文献 “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 “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） “O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 “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 “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 “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 “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 “&” 同一パテントファミリー文献		
国際調査を完了した日 10.01.2024	国際調査報告の発送日 23.01.2024	
名称及びあて先 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	権限のある職員（特許庁審査官） 藤田 和英 3G 3223 電話番号 03-3581-1101 内線 3355	

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/JP2023/041771

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 9-287419 A	04.11.1997	US 5743225 A 第2欄第35行-47行, 第3欄第 32行-第4欄第7行, 図1-3 EP 0802306 A1	
JP 2003-314309 A	06.11.2003	US 2003/0200945 A1 段落[0087], 図8 DE 10318630 A1	
JP 7-189712 A	28.07.1995	(ファミリーなし)	
JP 1-159417 A	22.06.1989	US 4964375 A 全文, 全図 EP 0319956 A1	