(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
2022年10月6日(06.10.2022)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2022/210121 A1

(51) 国際特許分類:
F02B 23/08 (2006.01) *F02B 31/00* (2006.01)
F02F 1/42 (2006.01) *F02B 31/04* (2006.01)
F02B 5/00 (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2022/013253

(22) 国際出願日： 2022年3月22日(22.03.2022)

(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 2021-058646 2021年3月30日(30.03.2021) JP

(71) 出願人: 本田技研工業株式会社 (**HONDA MOTOR CO., LTD.**) [JP/JP]; 〒1078556 東京都港区南青山二丁目１番１号 Tokyo (JP).

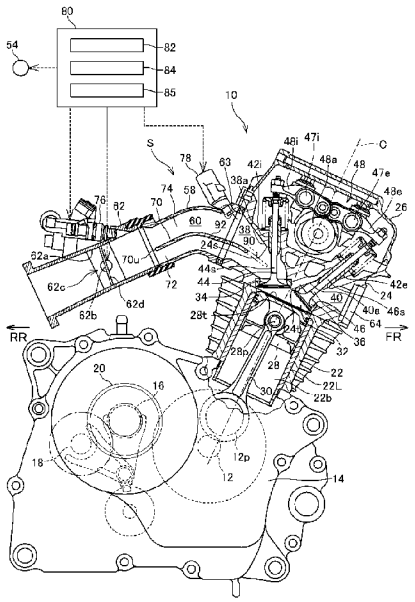
(72) 発明者: 中村 洋平 (**NAKAMURA Yohei**); 〒3510193 埼玉県和光市中央１丁目４番１号 株式会社本田技術研究所内 Saitama (JP). 浅田 雅也 (**ASADA Masaya**); 〒3510193 埼玉県和光市中央１丁目４番１号 株式会社本田技術研究所内 Saitama (JP). 安井 伸輔 (**YASUI Shinsuke**); 〒3510193 埼玉県和光市中央１丁目４番１号 株式会社本田技術研究所内 Saitama (JP). 乾 正樹 (**INUI Masaki**); 〒3510193 埼玉県和光市中央１丁目４番１号 株式会社本田技術研究所内 Saitama (JP). 中村 大輔 (**NAKAMURA Daisuke**); 〒3510193 埼玉県和光市中央１丁目４番１号 株式会社本田技術研究所内 Saitama (JP).

(74) 代理人: 神澤 淳子, 外 (**KAMIZAWA Junko** et al.); 〒1130033 東京都文京区本郷一丁目３３番４号 江原特許事務所 Tokyo (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, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT,

(54) **Title:** INTERNAL COMBUSTION ENGINE

(54) 発明の名称： 内燃機関



(57) **Abstract:** The present disclosure is designed to provide a configuration for an internal combustion engine in which a partition part is provided in an intake passage, wherein it is made possible to further enhance the efficiency of flame propagation in a combustion chamber. The internal combustion engine 10 according to one embodiment comprises: an air intake passage 60 having an intake valve port 34 that is opened and closed by an intake valve 44; an exhaust passage 64 having an exhaust valve port 36 that is opened and closed by an exhaust valve 46; a partition part 70 that is provided so as to divide the air intake passage 60 into a plurality of intake passage parts including a first intake passage 72, the partition part 70 enabling the first intake flow path 72 to be a tumble flow path; a deflecting part DP configured so as to deflect intake air from the first intake flow path 72 to one side of an imaginary surface IS, where the imaginary surface IS is defined as a surface that passes through a center part 34a of the intake valve port 34 and a center part 36a of the exhaust valve port 36 and that extends parallel to a cylinder axis C; and an ignition means 54 that is provided in the combustion chamber 32 and that is positioned on the one side of the imaginary surface IS.

WO 2022/210121 A1

[続葉有]

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, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, 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, 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:本開示は、吸気通路に仕切部が設けられる内燃機関において、燃焼室での火炎伝播の効率を更に高めることを可能にする構成を提供することに向けられている。一実施形態に係る内燃機関10は、吸気弁44によって開閉される吸気弁口34を有する吸気通路60と、排気弁46によって開閉される排気弁口36を有する排気通路64と、第1吸気通路72を含む複数の吸気通路部に吸気通路60を分けるように設けられる仕切部70であって、前記第1吸気流路72はタンブル流路となり得る、仕切部70と、前記吸気弁口34の中心部34a及び前記排気弁口36の中心部36aを通過するとともにシリンダ軸線Cに平行に延びる仮想面ISを定めるとき、前記第1吸気流路72からの吸気を前記仮想面ISの一方側に偏らせるように構成されている偏向部DPと、前記燃焼室32に設けられ前記仮想面ISの前記一方側に位置付けられている点火手段54とを備える。

明　細　書

発明の名称 ： 内燃機関

技術分野

[0001] 本発明は、燃焼室に連なる吸気通路に仕切部を備える内燃機関に関する。

背景技術

[0002] 点火後の火炎伝播の効率を高めることで燃焼効率を向上させるべく燃焼室内にタンブル流を発生させる構造が種々提案されている（例えば特許文献１参照）。

[0003] 例えば、特許文献２の内燃機関の吸気構造では、スロットル弁の下流側にタンブル弁を設け、そのタンブル弁の下流側にインレットパイプから吸気ポートへと続けて仕切部である仕切板部を設け、この仕切板部により吸気通路を上下の下側副通路と上側主通路とに仕切ることが行われる。下側副通路がタンブル流路となり、タンブル弁は上側主通路を実質的に開閉するものである。なお、上記タンブル弁は、吸気振分け弁又は吸気制御弁とも称され得るバルブであり、上記仕切部が設けられた内燃機関において、設けられない場合もある（例えば特許文献３参照）。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：日本国特許第６２２８０９１号公報

特許文献2：日本国特許第６７１４７６４号公報

特許文献3：日本国特許第６４３９０７０号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 近年、省エネルギーなどの観点から、内燃機関における燃焼効率の向上に対する要求が更に強まっている。本発明の目的は、吸気通路に仕切部が設けられる内燃機関において、燃焼室での火炎伝播の効率を更に高めることを可能にする構成を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0006] 上記目的を達成するために、本発明の一態様は、

燃焼室に臨むとともに吸気弁によって開閉される吸気弁口を有する吸気通路と、

前記燃焼室に臨むとともに排気弁によって開閉される排気弁口を有する排気通路と、

第１吸気流路を含む複数の吸気流路部に前記吸気通路を分けるように該吸気通路に設けられる仕切部であって、前記第１吸気流路は前記燃焼室でのタンブル流を発生させるためのタンブル流路となり得る、仕切部と、

前記吸気弁口の中心部及び前記排気弁口の中心部を通過するとともにシリンダ軸線に平行に延びる仮想面を定めるとき、前記第１吸気流路から前記燃焼室への吸気を前記仮想面の一方側に偏らせるように構成されている偏向部と、

前記燃焼室に設けられる点火手段であって、前記仮想面の前記一方側に位置付けられている、点火手段と

を備えたことを特徴とする内燃機関

を提供する。

[0007] 上記構成によれば、第１吸気流路からの吸気は前述の仮想面の一方側に偏らせて燃焼室に流入することができ、よってタンブル流を形成し得る第１吸気流路からの吸気が燃焼室を区画形成する壁面に衝突することで、その吸気にシリンダ円周方向に回転する力が生じ、第１吸気流路からの吸気は前述の仮想面の一方側から他方側に向けても流れるようになる。これにより、前述の仮想面の一方側に位置付けられた点火手段による点火により生じた火炎はその仮想面の他方側に伝播しやすくなる。よって、上記構成によれば、吸気通路に仕切部が設けられる内燃機関において、燃焼室での火炎伝播の効率を更に高めることが可能になる。

[0008] 好ましくは、前記偏向部は、前記第１吸気流路からの吸気を前記仮想面の前記一方側に偏らせるように設けられた壁面を有している。この構成により

、第１吸気流路からの吸気を、より好適に前述の仮想面の一方側に偏らせて燃焼室に流入させることができる。

[0009] 好ましくは、前記偏向部により、前記第１吸気流路の少なくとも下流側端部分は、前記吸気弁口に対して前記一方側に偏らせられている。この構成により、第１吸気流路からの吸気を、より好適に前述の仮想面の一方側に偏らせることができる。

[0010] 好ましくは、前記シリンダ軸線の方向においてクランク軸側からシリンダヘッド側の方向を第１方向と定義するとき、前記仕切部は、前記第１吸気流路と、該第１吸気流路の前記第１方向側の第２吸気流路とに分けるように吸気流れ方向に延在する。この構成により、前記第１吸気流路からの吸気で燃焼室においてタンブル流をより好適に生じさせることが可能になる。

[0011] 好ましくは、前記第２吸気流路の流路断面積は前記第１吸気流路の流路断面積よりも大きく、燃料噴射弁は、前記第２吸気流路側に設けられている。例えば径が大きく、それにより相対的に広い吸気流路である第２吸気流路側に燃料噴射弁が設けられることで、燃料噴射時に吸気通路を区画形成する壁面に燃料が付着することを防ぐことができる。

[0012] 好ましくは、前記燃焼室の一部を区画形成する燃焼室天井面は凹状の曲面に形成されている。この構成により、燃焼室天井面を曲面にすることでそれを平面からなるペントルーフ型にする場合よりも、第１吸気流路からの吸気が燃焼室天井面に衝突した際にその吸気にシリンダ円周方向に回転する力が生じ易くなる。

[0013] 好ましくは、前記仕切部の下流側に吸気制御弁が更に設けられている。この構成により、例えば、第１吸気流路からの吸気の流速を更に高めることが可能になる。

[0014] 好ましくは、前記点火手段は、中央電極と側方電極とを備えて構成され、前記側方電極は基端部と該基端部から前記中央電極を覆うように湾曲する湾曲部とを有し、前記側方電極の前記基端部は、前記シリンダ軸線に交差する幅方向において前記中央電極からずれて配置されている。この構成により、

第１吸気流路からの吸気の燃料に好適に点火し、生じた火炎を好適に伝播させることが可能になる。

発明の効果

[0015] 本発明の上記態様によれば、上記構成を備えるので、吸気通路に仕切部が設けられる内燃機関において、燃焼室での火炎伝播の効率を更に高めることが可能になる。

図面の簡単な説明

[0016] [図1]図１は、本発明の第１実施形態に係る内燃機関及びその周囲の断面図である。

[図2]図２は、図１の内燃機関のシリンダヘッド及びその近辺の右側面図である。

[図3]図３は、図２のＩＩＩ－ＩＩＩ線に沿った、図１の内燃機関の断面図である。

[図4]図４は、図１の内燃機関のシリンダヘッドの下面図である。

[図5]図５は、図１の内燃機関の吸気通路の下流側の立体モデルの平面図である。

[図6]図６は、図５の立体モデルの正面図である。

[図7]図７は、図５の立体モデルの底面図である。

[図8]図８は、図５の立体モデルの右側面図である。

[図9]図９は、図５に示す立体モデルの背面視の透視図であり、燃料噴射弁から噴射された噴霧燃料を模式的に示す図である。

[図10]図１０は、図９に示すのと同様に燃料噴射弁から噴射された噴霧燃料を模式的に示す、図５に示す立体モデルの透視図である。

[図11A]図１１Ａは、図９に示すのと同様に燃料噴射弁から噴射した噴霧燃料を有する図５の立体モデルの断面図であり、図５のＳＡ－ＳＡ線に沿った位置での断面図である。

[図11B]図１１Ｂは、図９に示すのと同様に燃料噴射弁から噴射した噴霧燃料を有する図５の立体モデルの断面図であり、図５のＳＢ－ＳＢ線に沿った位

置での断面図である。

[図11C]図１１Ｃは、図９に示すのと同様に燃料噴射弁から噴射した噴霧燃料を有する図５の立体モデルの断面図であり、図５のＳＣ－ＳＣ線に沿った位置での断面図である。

[図12A]図１２Ａは、図１１Ａに示す立体モデルの部分の斜視図である。

[図12B]図１２Ｂは、図１１Ｂに示す立体モデルの部分の斜視図である。

[図12C]図１２Ｃは、図１１Ｃに示す立体モデルの部分の斜視図である

[図13]図１３は、図１の内燃機関の燃焼室及びその周囲をシリンダ軸線方向からみた模式図である。

[図14]図１４は、図１の内燃機関の変形例における、燃焼室及びその周囲をシリンダ軸線方向からみた模式図である。

[図15]図１５は、図１の内燃機関の別の変形例における、燃焼室及びその周囲をシリンダ軸線方向からみた模式図である。

[図16]図１６は、本発明の第２実施形態に係る内燃機関の吸気系の模式図である。

発明を実施するための形態

[0017] 以下、本発明に係る実施形態を添付図に基づいて説明する。同一の部品（又は構成）には同一の符号を付してあり、それらの名称及び機能も同じである。したがって、それらについての詳細な説明は繰返さない。

[0018] 図１は、第１実施形態に係る内燃機関10の右断面図である。なお、本明細書の説明において、前後左右の向きは、実施形態に係る内燃機関が搭載される自動二輪車（不図示）の直進方向を前方とする通常の基準に従うものとし、図面において、ＦＲは前方を、ＲＲは後方を、ＬＨは左方を、ＲＨは右方を示すものとする。

[0019] 内燃機関10は、ＳＯＨＣ型２バルブの単気筒４ストローク内燃機関であり、車体に対してクランク軸12を車体幅方向に指向させ、気筒を若干前傾させて起立した姿勢で懸架される。内燃機関10のクランク軸12を回転自在に軸支するクランクケース14は、クランク軸12の後方に配設されるメイン軸16及び

出力軸であるカウンタ軸18の間に変速歯車機構20が構成されている。

[0020] クランクケース14の上には、１本のシリンダライナ22Lが鋳込まれたシリンダブロック22と、シリンダブロック22の上にガスケットを介してシリンダヘッド24が重ねられ、スタッドボルトにより一体に締結され、シリンダヘッド24の上方をシリンダヘッドカバー26が覆っている。クランクケース14の上に重ねられるシリンダブロック22、シリンダヘッド24、シリンダヘッドカバー26は、クランクケース14から若干前傾した姿勢で上方に延出している。なお、内燃機関10は、上記構成の単気筒内燃機関であることに限定されず、種々の形式を有して構成された内燃機関とされてもよい。

[0021] クランクケース14は左右割りで、左右クランクケースの合せ面に形成された開口にシリンダライナ22Lの下端部が嵌入されている。シリンダブロック22は若干前傾して、クランクケース14から上方に突出している。シリンダライナ22Ｌの内部のシリンダボア22ｂにピストン28が往復摺動自在に嵌合されている。ピストン28のピストンピン28ｐとクランク軸12のクランクピン12ｐとの間をコンロッド30が連接してクランク機構を構成している。

[0022] シリンダブロック22のシリンダボア22ｂ内を摺動するピストン28の頂面28ｔと同頂面28ｔが対向するシリンダヘッド24の燃焼室天井面（以下、単に「天井面」と称し得る。）24tとの間に燃焼室32が構成される。燃焼室32は、シリンダブロック22のシリンダボア22ｂと、ピストン28の頂面28ｔと、シリンダヘッド24の天井面24tとにより概ね区画形成される。シリンダヘッド24には、天井面24tにシリンダボア22ｂの中心軸線であるシリンダ軸線Cに関して互いに反対位置に１つずつ吸気弁口34と排気弁口36が燃焼室32に臨んで開口されるとともに、吸気弁口34と排気弁口36から各々吸気ポート38と排気ポート40が互いに離れる方向に湾曲しながら延出して形成されている。このように、シリンダヘッド24には、単一の吸気ポート38及び単一の排気ポート40が区画形成されている。

[0023] シリンダヘッド24に一体に嵌着された弁ガイド42ｉ、42ｅにそれぞれ摺動可能に支持される吸気弁44及び排気弁46は、シリンダヘッド24の上に設けら

れる動弁機構48により駆動されて、吸気ポート38の吸気弁口34及び排気ポート40の排気弁口36をクランク軸12の回転に同期して開閉する。つまり、シリンダヘッド24における吸気ポート38の湾曲外壁部38ａに一体に円筒状の吸気弁ガイド42iが嵌着されている。吸気弁ガイド42iに摺動可能に支持された吸気弁44が、吸気ポート38の燃焼室32に臨む吸気弁34を開閉する。また、シリンダヘッド24における排気ポート40の湾曲外壁部40aに一体に嵌着された排気弁ガイド42eに摺動可能に支持された排気弁46が、排気ポート40の燃焼室32に臨む排気弁口36を開閉する。

[0024] 図１及び図３を参照して、動弁機構48は、シリンダヘッド24の上に１本のカム軸48aが左右方向に指向して軸支されたＳＯＨＣ型内燃機関の動弁機構であり、カム軸48aの斜め前後上方にロッカアームシャフト47i、47eが支持され、後方のロッカアームシャフト47iに吸気ロッカアーム48ｉが揺動自在に中央部を軸支され、前方のロッカアームシャフト47eに排気ロッカアーム48eが揺動自在に中央部を軸支されている。

[0025] 吸気ロッカアーム48iの一端は、カム軸48aの吸気カムロブに接し、他端がスプリングで付勢された吸気弁44のバルブステム44sの上端に調整ねじを介して接する。排気ロッカアーム48eの一端は、カム軸48aの排気カムロブに接し、他端がスプリングで付勢された排気弁46のバルブステム46sの上端に調整ねじを介して接する。カム軸48aの回転により吸気ロッカアーム48iと排気ロッカアーム48eが揺動することで吸気弁44と排気弁46は開閉駆動される。

[0026] カム軸48aは軸受から左方に突出して、その左端部にカムチェーンスプロケット50が軸支され、カムチェーンスプロケット50に巻き掛けられたカムチェーン52がクランク軸12に向かい、クランク軸12に嵌着されたカムチェーンスプロケット（図示せず）に巻き掛けられ、カム軸48aがクランク軸12と同期して、その１／２の回転数で同一方向に回転する。

[0027] シリンダブロック22のシリンダボア22bの左側及び燃焼室32の左側に、カムチェーン52を挿通する矩形孔であるカムチェーン室22c、24cが形成されている。図３に示されるように、シリンダヘッド24の右側壁には、点火手段であ

る点火プラグ54が燃焼室32に向かって嵌入して装着される。なお、点火プラグ54の付近に筒内圧センサ（不図示）が燃焼室32に向かって嵌入して装着されるとよい。

[0028] 図４は、シリンダブロック22に重ね合わされるシリンダヘッド24の下面図であり、内燃機関10におけるシリンダ軸線Cが点であらわされている。図４を参照して、シリンダヘッド24におけるシリンダブロック22の合わせ面に対面する合わせ面24fに、シリンダボア22bに対応して燃焼室32の天井面24tが凹んで形成されている。燃焼室32は所謂ペントルーフ型燃焼室の形状を有さず、天井面24tは、凹状の曲面に形成され、概ね半球状に形成されている。また、合わせ面24fには、カムチェーン室22cに対応して連通するカムチェーン室24cが燃焼室32の左側に穿設されている。

[0029] シリンダヘッド24の合わせ面24fにおける燃焼室32の天井面24tの円形開口縁24eが円筒状のシリンダボア22bの円孔に一致する。天井面24tのシリンダ軸線Cより後側に大径の吸気弁口34が開口し、天井面24tのシリンダ軸線Cより前側に、吸気弁口34より幾らか小径の排気弁口36が開口している。

[0030] また、天井面24tのシリンダ軸線Cより右側には、点火プラグ54の電極を燃焼室32に突出させるプラグ孔56が穿設されている。すなわち、点火プラグ54は、天井面24tの中心部に位置づけられるのではなく、その中心からずれて設けられている。点火プラグ54は、吸気弁口34側から排気弁口36側に延びるとともにシリンダ軸線Cに平行に延びる仮想面ISを定めるとき、仮想面ISの一方側に位置付けられている。特にここでは、点火プラグ54は、仮想面ISに関してカムチェーン室24ｃと反対側の一方側に配置される。なお、図４において、仮想面ISは、吸気弁口34の中心部34aと排気弁口36の中心部36aとを通るように定められている。つまり、ここでは、仮想面ISは、吸気弁口34の中心部34a及び排気弁口36の中心部36aを通過するとともにシリンダ軸線Cに平行に延びるように定められている。吸気弁口34の中心部34aは、吸気弁口34の中心であるとよく、排気弁口36の中心部36aも排気弁口36の中心であるとよい。ここでは、吸気弁口34も排気弁口36も略円形であり、それらの各中心が中心部34a

、36aとなる。吸気弁口34及び排気弁口36のそれぞれは、例えば正円形であっても、楕円形であってもよい。

[0031] 図３に示すように、点火プラグ54は、中心電極54eと、側方電極（又は接地電極）54fとを備える。側方電極54fは、点火プラグ54のプラグ本体部54b側の基端部54gと基端部54gから中央電極54eの先端部を覆うように湾曲して延びる湾曲部54hとを有する。なお、側方電極54fの基端部54gは、点火プラグ54のプラグ本体部54bの軸線に概ね平行に延びる。

[0032] 吸気ポート38の上流端は、シリンダヘッド24の上方に向けて開口し、インシュレータ63を介してインレットパイプ58と接続して、連続した吸気通路60が構成され、インレットパイプ58の上流側に、スロットルボディ62が接続される。スロットルボディ62は、内燃機関10の燃焼室32に連なる吸気通路60の一部を構成する断面略円形の吸気路62aを有し、その上流側は、図示しないエアクリーナ装置に接続している。

[0033] スロットルボディ62は、その吸気路62aの吸気の流れ方向と垂直、すなわち吸気路62aの中心軸線と直角に交差するスロットル弁軸62bによってスロットルボディ62内に回転自在に軸支されて、吸気路62aの流路面積を可変制御し、吸気路62aを開閉し得るスロットル弁62cを備えている。スロットル弁62cはバタフライ式のもので、スロットル弁軸62bと、スロットル弁軸62bに固定される共に一体的に回転する円盤状の弁体62dとを有している。

[0034] スロットル弁62cは運転者の操作等により、図１において時計回りに開弁方向に回動可能となっているとともに、図示しない復帰ばねにより、弁体62dはそれの縁部が吸気路62aの内壁面に当接する全閉位置に位置するように、閉弁方向に反時計回りに付勢されている。

[0035] 排気ポート40の下流端は、シリンダヘッド24の下方に向けて開口し、排気管（不図示）に連結され、連続した排気通路64が構成される。排気通路64の下流側には、排気浄化装置及び消音装置が設けられ得る。

[0036] 以上の内燃機関10において、燃焼室32でのより好ましい燃料つまり混合気の燃焼を得るために燃焼室32において燃料・空気混合気のタンブル渦流つま

りタンブル流、すなわち縦回転を与えるための吸気構造Sが構成されている。吸気構造Sは、吸気通路60を複数に分けるように、吸気通路60に設けられた仕切部70を備える。仕切部70により、複数の吸気流路部72、74に吸気通路60は分けられ、ここではシリンダ軸線Cの方向において複数の吸気流路部72、74に吸気通路60は分けられる。すなわち、スロットル弁62cよりも下流側の吸気通路は、インレットパイプ58から吸気ポート38へと続く仕切部70によって、吸気流れ方向に沿って分割され、通った吸気が燃焼室32でタンブル流を発生するように構成された吸気流路部であるタンブル流路72と、タンブル流路72を除く吸気流路部である主流路74とに仕切られている。燃焼室32でのタンブル流を発生させるためのタンブル流路となり得る吸気流路部72をタンブル流路と称し、それは第１吸気流路に相当し、主流路74が第２吸気流路に相当する。なお、タンブル流路72は副通路と称されてもよい。

[0037] なお、吸気流れ方向に板状に延在する仕切部70は、吸気通路60の下流側を実質的に上下方向において二分するように、つまり吸気通路60の下流側を実質的にシリンダ軸線Cの方向において二分するように、ここでは流れ方向に延びる軸線に略平行に実質的に延びるように設けられている。本実施形態では、タンブル流路72の流路断面積は主流路74の流路断面積よりも小さい、つまり、主流路74の流路断面積はタンブル流路72の流路断面積よりも大きい。しかし、タンブル流路72の流路断面積が主流路74の流路断面積よりも大きくなるように仕切部70は設けられてもよく、それらを略同じにすることも可能である。

[0038] 図１に示すように、吸気通路60の仕切部70によって仕切られた下側部分がタンブル流路72、上側部分が主流路74となるが、本明細書においてはそれらはその上下配置に限定されない。なお、本明細書において、吸気通路60などについての「上」、「下」とは、シリンダ軸線C方向においてクランク軸12側からシリンダヘッド24ないしシリンダヘッドカバー26側の方向を「上」又は「上」方向、この「上」方向とは逆向きの方向つまりシリンダヘッド24側からクランク軸12側の方向を「下」又は「下」方向といい、空間上の絶対的な

「上」、「下」の意味ではない。この「上」又は「上」方向は第１方向に相当し、「下」又は「下」方向は第２方向に相当する。

[0039] なお、仕切部70の上流側かつスロットル弁62cの下流側に吸気制御弁が更に設けられてもよい。この吸気制御弁は、例えば主流路74の流路面積を可変制御するように設けられ得る。当該吸気制御弁は、タンブル弁、タンブル制御弁又はＴＣＶなどとも称され得る。なお、スロットル弁62cは、以下に説明するように電子制御されるが、電子制御されることに限定されず、例えばスロットルケーブルで機械的にコントロールされる弁であってもよく、これは吸気制御弁などの他の弁を設ける場合も同様である。

[0040] 内燃機関10では、燃料噴射弁76、78が設けられている。一方の燃料噴射弁（以下、第１燃料噴射弁）76は、仕切部70の上流側端部70uよりも上流側に設けられて、該上流側端部70uよりも上流側の吸気通路60の部分に燃料を噴射するように設けられている。他方の燃料噴射弁（以下、第２燃料噴射弁）78は、吸気ポート38に燃料を噴射するように設けられている。第２燃料噴射弁78は、主流路74側に設けられている。第２燃料噴射弁78は、主流路74に臨むように設けられ、ここではインレットパイプ58に設けられている。このように、第２燃料噴射弁78は、主流路74側から燃料を噴射し、吸気ポート38を介して燃焼室32に燃料を供給するように設けられている。なお、図１から明らかなように、第２燃料噴射弁78は、吸気通路60を区画形成する部材の上側の壁部に取り付けられている。なお、本開示は、燃料噴射弁の数を２つに限定するものではなく、例えば１つであってもよく、燃料噴射弁76、78のいずれか一方のみを、例えば、第２燃料噴射弁78のみを設けることができる。

[0041] 内燃機関10を制御するＥＣＵ（電子制御ユニット）80は、所謂コンピュータとしての構成を備える。つまり、ＥＣＵ80は、プロセッサ（例えばＣＰＵ）、メモリ（例えばＲＯＭ及びＲＡＭ）を備える。ＥＣＵ80は、吸気制御部82、燃料噴射制御部84及び点火制御部85を備えている。ＥＣＵ80は、エンジン回転速度センサ、エンジン負荷センサなどの各種センサからの出力に基づいて内燃機関10の運転状態を解析して、吸気制御部82により、スロットル弁62c

の作動を制御する。また、ＥＣＵ80は、解析した内燃機関10の運転状態に基づいて、燃料噴射制御部84により、燃料噴射弁76、78の各作動を制御する。また、ＥＣＵ80は、解析した内燃機関10の運転状態に基づいて、点火制御部85により、点火プラグ54の作動を制御する。なお、ＥＣＵ80には、これらの制御のためのプログラム及び各種データが記憶されている。

[0042] ここで、図５から図８に、吸気通路60の下流側の立体モデルMを示す。立体モデルMは、インレットパイプ58の下流側端部から吸気ポート38を含み、その下流側においては吸気弁口34で終端する。なお、立体モデルMは吸気通路60の下流側端部のモデルであるので、立体モデルMの外表面79は、吸気通路60の下流側を区画形成する部材であるインレットパイプ58の内面58s、インシュレータ63の内面63s及びシリンダヘッド24の内壁面24sに対応する部分を有し、一部は仕切部70の表面70sに対応し、部分的に後述する偏位部90の表面90sに対応する。そこで、理解を容易にするように、インレットパイプ58の内面58s、インシュレータ63の内面63s、シリンダヘッド24の内壁面24s、仕切部70の表面70s、偏位部90の表面90sに対応する立体モデルMの個所に、それらの符号を付す。また、第２燃料噴射弁78が取り付けられてその噴射口が吸気通路60に臨む部分（以下、取付部）に符号「78s」を付す。更に、シリンダ軸線Ｃの方向において前述の「上」側に符号「Ｕ」を用い、「下」側に符号「Ｄ」を用いる。

[0043] 既に述べたように、また図６から明らかなように、タンブル流路72と主流路74とはシリンダ軸線C方向において上下に重なる。また、図７から明らかなように、タンブル流路72は、ここではその下流側端部は、主流路74よりも左右方向の幅が狭く、ここでは右側に偏っている。特にタンブル流路72のうちシリンダヘッド24の内壁面24sにより区画形成された部分72dは、吸気弁口34に対して右側に偏っている。

[0044] 図１及び図５から図８より理解できるように、仕切部70は、仕切部70の下流側に設けられた偏位部90を備える。偏位部90は、シリンダ軸線Cに交差する左右方向（ＬＨ－ＲＨ方向）つまり幅方向の幅が仕切部70の上流側端部（上

流端）70uよりも狭い。偏位部90は、吸気通路60を吸気が上流側から下流側に流れる方向つまり吸気流れ方向において吸気弁44に対して向かったときに吸気弁44のバルブ軸線の一方側からもう一方側に延びる方向として定められ得る幅方向において、仕切部70の幅狭の部分である。図７に示すように、タンブル流路72において、シリンダヘッド24により区画形成された部分のうちの仕切部70の上流側端部70u側に位置する上流端側部分の幅方向の幅W1よりも、下流端側部分72dの幅方向の幅W2は明らかに狭い。仕切部70は吸気通路60にタンブル流路72を区画形成するように設けられて形成されているので、この幅W2の部分に関する偏位部90は相対的に幅狭である。

[0045] 更に、偏位部90は、左右方向つまり幅方向において一方向に偏っている。ここでは、上述のように、タンブル流路72の下流端側部分72dは右ＲＨ側に偏るように区画形成されている（図７参照）。したがって、このタンブル流路72の偏っている下流端側部分72dを少なくとも部分的に区画形成する仕切部70の下流側の偏位部90は、ここでは右ＲＨ側に偏っている。したがって、ここでは、図１において、シリンダ軸線Cは紙面に平行に延び、幅方向は同紙面に略直交するように延びる方向であるので、仕切部70の下流側に延びる偏位部90はあらわれず、よって実線ではなく二点破線で示している。このように、吸気流れ方向の下流側では、タンブル流路72は幅方向に偏るように設計され、これに伴い偏位部90は幅方向で同じ側に偏るように区画形成されている。

[0046] そして、第２燃料噴射弁78の取付部78sは、図８から明らかなように、吸気通路60の左ＬＨ側に位置付けられている。このように、第２燃料噴射弁78は、偏位部90が偏った方向とは反対側の方向に偏った位置に設けられている。よって、第２燃料噴射弁78は、偏位部90が偏った方向とは異なる方向に、より好ましくは反対側の方向に燃料を噴射することができる。なお、第２燃料噴射弁78は、上側につまり主流路74側に設けられていて、主流路74側から燃料を噴射する。

[0047] ここで、立体モデルMの透視図である図９において、左ＬＨ側に偏った位置に設けた第２燃料噴射弁78から噴射された噴霧燃料Ｆを模式的に表す。また

、図９に示すのと同様に燃料噴射弁78から噴射された噴霧燃料Ｆを模式的に示す、立体モデルMの透視図を図１０に示す。図９及び図１０より、第２燃料噴射弁78から噴射された燃料Ｆは仕切部70に阻まれることなく、その少なくとも一部が、ここでは特にその少なくとも過半が、より好ましくはその全てが、まず主流路74を流れ、次に主流路74とタンブル流路72との合流部に流れ、そして直接的に吸気弁口34に到達し、燃焼室32に導入されることが理解できる。このような燃料噴射を可能にするように、第２燃料噴射弁78の配置、及び、偏位部90を含む仕切部70の形状等は設計されている。特に、仕切部70の仕切本体部92はその下流側で部分的に終端して主流路74とタンブル流路72との合流を可能にし、また、偏位部90の表面90sに沿って偏位部90に好ましくは触れることなく、第２燃料噴射弁78から噴射された燃料Ｆが吸気弁口34に達するように、仕切部70の仕切本体部92及びそれの下流側に続く偏位部90は設計されている（例えば図１０参照）。

[0048] ここで、図９の噴射燃料Ｆを含む立体モデルMにおける断面図を図１１Ａから図１２Ｃに示す。ただし、図１１Ａは図５のＳＡ－ＳＡ線に沿った位置での立体モデルMの断面図であり、図１１Ｂは図５のＳＢ－ＳＢ線に沿った位置での立体モデルMの断面図であり、図１１Ｃは図５のＳＣ－ＳＣ線に沿った位置での立体モデルMの断面図である。図１２Ａは図１１Ａの立体モデルMの部分の斜視図であり、図１２Ｂは図１１Ｂの立体モデルMの部分の斜視図であり、図１２Ｃは図１１Ｃの立体モデルMの部分の斜視図である。

[0049] 図１１Ａ及び図１２Ｂの切断箇所では、タンブル流路72と主流路74とが完全に分かれている。この図５のＳＡ－ＳＡ線の位置では、仕切部70は、タンブル流路72と主流路74との間において幅方向の両端でインレットパイプ58の内面58sにまで延びていて、偏位部90の上流側につながる仕切本体部92が延在する。なお、図１１Ａ及び図１２Ａでは、仕切部70の表面70s及びそのうちの仕切本体部92の表面92sに対応する個所にそれらの符号を付している。

[0050] 図１１Ｂ及び図１２Ｂの切断箇所では、タンブル流路72と主流路74とは部分的につながっている。また、図１１Ｂ及び図１２Ｂの切断面では、仕切部7

0の表面70sが幅方向に延びるとともに上下方向にも延びていて、右側に偏っている。これより、図５のＳＢ－ＳＢ線の位置では、仕切部70は仕切本体部92から偏位部90に移行していて、その偏位部90がタンブル流路72と主流路74とを完全に隔てない程度に、吸気ポート38にシリンダヘッド24の内壁面24ｓの右側の箇所から左方向に延在していることがわかる。つまり、吸気流れ方向において偏位部90が延在する領域において主流路74とタンブル流路72とが連通するように、タンブル流路72及び主流路74は区画形成されている。換言すると、仕切部70の仕切本体部92よりも下流側において該仕切本体部92の一部を流れ方向に延長するように、仕切本体部92につながる偏位部90は仕切本体部92の下流側に延出して形成されている。なお、図１１Ｂ及び図１２Ｂでは、仕切部70の表面70s及びそのうちの偏位部90の表面90sに対応する個所にそれらの符号を付していて、これは図１１Ｃ及び図１２Ｃでも同様である。

[0051] 図１１Ｃ及び図１２Ｃの切断箇所では、図１１Ｂ及び図１２Ｂの切断箇所と比べて、偏位部90のシリンダヘッド24の内壁面からの左方向の突き出し量が減少している。このように、偏位部90は、吸気流れ方向の下流側ほど狭くなるように、形成されている（例えば図１０の偏位部90の表面90s参照）。これにより、図１１Ｂ及び図１２Ｂの切断箇所よりも、図１１Ｃ及び図１２Ｃの切断箇所で、主流路74とタンブル流路72との連通の程度が増している。つまり、図１１Ｃ及び図１２Ｃの切断位置でのタンブル流路72と主流路74とのつながる量は、図１１Ｂ及び図１２Ｂの切断位置でのそれらのつながる量よりも大きくなっている。より具体的には、吸気流れ方向において偏位部90が延在する領域において主流路72が偏位部90の脇つまり側方にまで下方に延びるように、タンブル流路72及び主流路74は区画形成されている。この主流路74の下方への拡張は、偏位部90が偏った方向とは反対側の方向で実施され、ここでは偏位部90の左ＬＨ側で行われている。なお、この主流路74の下方への拡張及びそれによる主流路74とタンブル流路72との融合は、偏位部90の下流側ほど顕著である。

[0052] 図１１Ｂ及びＣ並びに図１２Ｂ及びＣに示すように、仕切部70が仕切本体

部92から偏位部90に移行するにつれて、タンブル流路72を幅方向において偏らせる壁面24Wがあらわれる。壁面24wはここではシリンダヘッド24の内壁面24ｓの一部であり、主流路74の第２方向側の真下に位置し、例えば図１１Ｂに示すようにシリンダ軸線Cの方向に延びて上下方向の長さを有するとともに、吸気流れ方向に延びている。したがって、この内壁面24ｓをシリンダ軸線の方向に伸ばすとき、この伸長した内壁面24sは主流路74を横断する。この壁面24wは図７におけるタンブル流路72の下流端側部分72dの左LH側に延びてそれを区画形成し、タンブル流路72を右RH側に偏らせる。つまり、この壁面24wは、タンブル流路72からの吸気を前述の仮想面ISの一方側つまり右RH側に偏らせるように構成されている偏向部DPとなる。

[0053] 更に、図１１Ａから図１２Ｃに示すように、主流路74側から燃焼室32に向けて燃料Ｆを噴射するように設けられている第２燃料噴射弁78は、偏位部90が偏った方向とは反対側の方向に燃料を噴射するように設けられている。したがって、仕切部70を、特にその偏位部90を吸気流れ方向でより下流側にまで延ばすことができる。そして、タンブル流路72は偏位部90が偏った方向に下流側で偏るように区画形成されている。したがって、吸気流れ方向でより下流側にまで延長された仕切部70の偏位部90で、タンブル流路72からの吸気により強い指向性を与えることができる。

[0054] このように、仕切部70は、その上流側の仕切本体部92で主流路74とタンブル流路72とを完全に仕切り、その下流側において、偏位部90を有して、主流路74とタンブル流路72とのつながりを実現しつつもタンブル流路72からの流れをより下流側まで特徴づけるように設計されている。また、第２燃料噴射弁78は偏位部90が偏った方向とは逆側に偏って配置され、ここでは幅方向において反対側に配置され、偏位部90とは異なる方向に燃料を噴射でき、吸気弁口34を介して概ね直接的に燃焼室32に燃料を導入することができる。つまり、燃焼室への燃料の供給を良好に確保することができる。したがって、仕切部70の下流側部分である偏位部90をより下流側にまで延ばすことができる。よって、タンブル流路72からの流れにより強い指向性を与えることができ

る。この指向性は燃焼室32でより強いタンブル流を形成するように吸気弁口34と開弁時の吸気弁44の傘部との間に向けられているので、タンブル流路72からの吸気で燃焼室32により好適にタンブル流を形成することができる。

[0055] なお、タンブル流路72が仕切部70の下流側縁部つまり偏位部90の下流側縁部90dよりも下流側で主流路74と連通し、燃焼室32に連なる単一の吸気通路となるように、タンブル流路72及び主流路74は区画形成されている。これにより、タンブル流路72からの吸気は主流路74からの吸気とともに燃焼室34に導入され得、単一の吸気通路である単一の吸気ポート38からの吸気で、燃焼室32への燃料の供給とタンブル流の形成とを生じさせることが可能になる。なお、この構成は、部品点数の増加を抑制でき、コスト面でも優れる。

[0056] 上記内燃機関10では、前述のように、壁面24wにより、タンブル流路72からの吸気を仮想面ISの一方側つまり右RH側に偏らせ、燃焼室32に流入させることができる。このタンブル流路72からの吸気は上記のごとく強いタンブル流を形成するように強い指向性を有して、燃焼室32に流入し、燃焼室32を区画形成する壁面のうち排気側に延びる例えば天井面24tの部分やシリンダボア22bの部分に衝突する。この衝突により、その壁面によりタンブル流の縦方向の流れに横方向の力成分を生じさせることができる。よって、タンブル流路72からの吸気にタンブル流の縦方向の力成分に加えて、スワール流の横方向つまりシリンダ円周方向の力成分をも持たせることができる。

[0057] 加えて、燃焼室32に設けられる点火プラグ54は、その仮想面ISのその一方側に、つまり、タンブル流路72からの吸気が偏って導かれる側に位置付けられている。したがって、タンブル流路72からの吸気に含まれる燃料に、つまり混合気に、好適に点火することが可能になる。

[0058] 図１３に、内燃機関10の燃焼室32及びその周囲をシリンダ軸線C方向上側からみた模式図を示す。図１３では、シリンダボア22b又は燃焼室32の天井面24tの円形開口縁24eの輪郭、吸気弁口34、排気弁口36及び点火プラグ54の相対的な配置を示す。吸気弁口34の中心部34aを通るとともに排気弁口36の中心部36aを通るように定められる前述の仮想面ISは、図１３において、シリンダ軸

線Cを通り、かつ、吸気弁44のバルブステム44sの軸線（バルブ軸線）に重なる。

[0059] タンブル流路72からの吸気は、図１３において矢印Ｔで示すように、仮想面ISに直交する幅方向において右ＲＨ側に偏って燃焼室32に入る。図７においてタンブル流路72の下流端側部分72dは略一定の幅を有するので、タンブル流路72からの吸気の矢印Tは仮想面ISに略平行に示されている。この矢印Tは、燃焼室32において、仮想面ISの一方側である右側を主に通り、燃焼室32の排気弁口36側の壁面32Wに向かって進み、衝突することができる。このとき、矢印Tの流れがぶつかる壁面32Wは、主に仮想面ISよりも右RH側の壁であり、図１３に示すように排気側ほど仮想面ISに近づくように左側に向けて凹湾曲している。したがって、矢印Tの流れの壁面32Wへの衝突力Fは、壁面32Wに直交する直交成分Faと、壁面32Wに沿った接線成分Fbとに分けることができる。直交成分Faはシリンダ軸線C方向の縦の渦流つまりタンブル流を生じさせる成分である。接線成分Fbは仮想面ISの一方側である右側からその他方側である左側に向けてシリンダ円周方向に沿って回転する流れつまりスワール流を生じさせる成分となる。つまり、矢印Tの流れは、タンブル流を生じさせるとともにスワール流を生じさせるように、燃焼室32での流れを形成する。これにより、タンブル流路72からの流れは、燃焼室32で単にタンブル流を形成するときとは異なる渦中心を有することになり、燃焼室32でタンブル流を生じさせることができるとともに、仮想面ISの一方側である右RH側から左LH側へのスワール流のような流れをも生じさせることができる。

[0060] タンブル流路72からの吸気が衝突する壁面32Wは、前述のように燃焼室32を区画形成する壁面のうち排気側に延びる例えば天井面24tの部分やシリンダボア22bの部分である。前述のように、天井面24tは凹状の曲面に形成されている。したがって、天井面24tはタンブル流路72からの吸気により好適に接線成分Fbの力を生じさせることができる。特にここでは天井面24tは略半球状に形成されていて、滑らかな凹曲面であるので、そのような力をタンブル流路72からの吸気に生じさせ、スワール流のような流れをより好適に生じさせるこ

とに寄与し得る。

[0061] また、内燃機関10では、点火プラグ54は、その仮想面ISの、タンブル流路72からの吸気が偏って導かれる側に位置付けられている。したがって、タンブル流路72からの吸気は、燃料を含み、混合気を実質的に形成するので、燃焼室32に導入された混合気は点火プラグ54により好適に点火される。そして、仮想面ISの一方側である右RH側から左LH側への流れが上述のように形成されるので、燃焼室32での火炎伝播を好適に生じさせることができる。

[0062] 図３及び図４に示されるように、点火プラグ54の側方電極54fの基端部54gは、シリンダ軸線Cに交差する幅方向において中央電極54eからずれて配置されている。特にここでは、点火プラグ54の基端部54gは、中央電極54eの、シリンダ軸線Cから離れる径方向外側に、右RH側にずれて配置されている。したがって、点火プラグ54の両電極54e、54f間をタンブル流路72からの吸気は好適に流れることができ、点火プラグ54による混合気への点火性を高め、火炎伝播をより好適に生じさせることができる。なお、点火プラグ54の側方電極54fと中心電極54eとの位置関係は、側方電極54fが中央電極54eのシリンダ軸線Cから離れる径方向外側に配置されることに限定されない。例えば側方電極54fは中央電極54eの斜め外側に位置付けられてもよい。点火プラグ54の側方電極54fと中心電極54eとの位置関係はタンブル流路72からの吸気の燃料に好適に点火できる範囲で任意に設定されるとよい。

[0063] なお、タンブル流路72からの吸気がより右側に偏るように方向づけられて燃焼室32に流入した場合の、その流れを図１３において矢印T1で示す。このとき、矢印Tの流れに比べて、矢印T1の流れは壁面32Wにより角度をつけて衝突するので（$\theta 1 < \theta 2$）、矢印T1の流れの衝突力F1が矢印Tの流れの衝突力Fと同じ大きさを有する場合（F1=F）、矢印T1の流れの衝突力F1は、相対的に小さな直交成分Fa1（Fa1＜Fa）と、相対的に大きな接線成分Fb1（Fb1＞Fb）とを生じさせることができる。よって、よりスワール流の成分が大きくなり、仮想面ISの一方側から他方側への火炎伝播はより生じ易くなる。この生じさせる接線成分の力の程度を考慮してタンブル流路72の偏り、タンブル流路7

2の燃焼室32に対する傾きなど、例えば壁面24wは設計されるとよい。

[0064] なお、内燃機関10の変形例を図１４及び図１５に基づいて説明する。図１４は吸気弁口34を右RH側に偏らせて燃焼室32に対して設けたところを示す図１３に相当する模式図であり、図１５は吸気弁口34を左LH側に偏らせて燃焼室32に対して設けたところを示す図１３に相当する模式図である。

[0065] 図１４の場合、吸気弁口34を右RH側に偏らせたことに対応して、排気弁口36は左LH側に偏り、タンブル流路72は上記内燃機関10と同様に吸気通路60において右側に偏っている。吸気弁口34の中心部34aを通るとともに排気弁口36の中心部36aを通るように仮想面ISを定めるとき、仮想面ISの一方側である右側にタンブル流路72からの吸気は流れ、同じ側に点火プラグ54は位置付けられている。このような場合にも、矢印T2、T3の流れは、排気側の壁面32wに衝突し、その力は直交成分と接線成分とを生じ、接線成分の力によりスワール流のような流れを生じさせることができる。なお、矢印T2、T3の流れの力の関係は、図１３に基づいて説明したのと同様である。つまり、矢印T2の流れの力F2が矢印T3の流れの力F3と同じ大きさのとき（F2=F3）、力F2の直交成分Fa2は力F3の直交成分Fa3よりも大きく（Fa2＞Fa3）、力F2の接線成分Fb2は力F3の接線成分Fb3よりも小さい（Fb2＜Fb3）。

[0066] 図１５の場合、吸気弁口34を左LH側に偏らせたことに対応して、排気弁口36は右RH側に偏り、タンブル流路72は上記内燃機関10と同様に吸気通路60において右側に偏っている。吸気弁口34の中心部34aを通るとともに排気弁口36の中心部36aを通るように仮想面ISを定めるとき、仮想面ISの一方側である右側にタンブル流路72からの吸気は流れ、同じ側に点火プラグ54は位置付けられている。このような場合にも、図示する矢印T4、T5の流れは、排気側の壁面32wに衝突し、その力は直交成分と接線成分とを生じ、接線成分の力によりスワール流のような流れを生じさせることができる。なお、矢印T4の流れの力F4が矢印T5の流れの力F5と同じ大きさのとき（F4=F5）、力F4の直交成分Fa4は力F5の直交成分Fa5よりも大きく（Fa4＞Fa5）、力F4の接線成分Fb4は力F5の接線成分Fb5よりも小さい（Fb4＜Fb5）。

[0067] 以上述べたようにタンブル流路72の偏りなどに基づき、タンブル流路72からの吸気でタンブル流及びスワール流の両要素を有する渦流を燃焼室で生じさせることができる。そして、点火プラグ54を上述のように設けることで、タンブル流路からの吸気の燃料つまり混合気に好適に点火することができ、よって火炎伝播を好適に生じさせることができる。したがって、内燃機関10によれば、燃焼効率を高めることが可能になる。

[0068] 次に、本発明の第２実施形態に係る内燃機関を図１６に基づいて説明する。なお、以下では、上記第１実施形態の内燃機関10との相違点のみ説明し、出来る限り重複説明を省略する。

[0069] 図１６に、内燃機関の吸気通路60のスロットル弁62cよりも下流側の部分の模式図を示す。第２実施形態では、仕切部70と概ね同じ構成を有する仕切部170の上流側端部170uに回転軸112aを有する、吸気制御弁であるタンブル制御弁112が更に設けられている。タンブル制御弁112は回転軸112a周りに回動する弁体112bを有し、ＥＣＵ80の吸気制御部82により開閉制御される。図１６では、タンブル制御弁112は、主流路74を実質的に全閉していて、タンブル流路72を全開に開いている。図１６に示すようにＥＣＵ80の吸気制御部80によりタンブル制御弁112が制御されるのは、軽負荷運転状態などの所定の運転状態のときである。なお、タンブル制御弁112は、その他の運転状態では、例えば図１６に破線で示すように吸気通路60の吸気流れ方向に略平行に弁体112ｂが延びるように制御される。

[0070] また、第２実施形態の内燃機関では、仕切部170の偏位部190が、仕切部70の上記偏位部90と全く同じ構成を有してもよいが、ここではその偏位部90よりも流れ方向の長さが短く形成されている。そして、その仕切部170の下流側の偏位部190よりも下流側の通路にフラップ弁114が設けられている。ここでは、フラップ弁114は、吸気通路60を区画形成する上側の壁部に設けられた回転軸114aと、この回転軸114a周りに回転する弁体114bとを有する。なお、フラップ弁114は吸気制御弁つまりタンブル制御弁の一例であり、他の構成を有することができる。フラップ弁114の作動も、ＥＣＵ80の吸気制御部82により

制御される。フラップ弁114は、例えば上記所定の運転状態以外の運転状態では吸気通路を全開にするように図１６に破線で示すように吸気通路の壁部に沿って弁体114bが延びるように制御され、実質的に格納状態にされる。しかし、軽負荷運転状態などの所定の運転状態のとき、タンブル流路72からの吸気72Tにまで影響するように弁体114bの先端部が延びるようにフラップ弁114は制御される。これにより、タンブル流路72からの吸気が流れる通路の断面積が、第１実施形態の内燃機関10の場合に比べて、減少し、タンブル流路72からの吸気72Tの流れをより早くすることができる。したがって、タンブル流路72からの吸気の燃焼室32での衝突力Fを高めることができ、よってタンブル流の成分つまり直交成分のみならず、スワール流の成分つまり接線成分も大きくすることができる。よって、より好適に火炎伝播を燃焼室32で生じさせることができる。

[0071] なお、上記タンブル制御弁112のみが上記内燃機関10に適用されてもよい。また、上記フラップ弁114のみが上記内燃機関10に適用されてもよい。

[0072] 以上、本発明に係る実施形態及びその変形例について説明したが、本発明はそれらに限定されない。本願の請求の範囲によって定義される本発明の精神及び範囲から逸脱しない限り、種々の置換、変更が可能である。

[0073] なお、上記内燃機関10は、１気筒当たりたった１つの吸気弁及びたった１つの排気弁を備える２バルブの内燃機関であった、しかし、本発明が適用される内燃機関は１気筒当たり３バルブ以上を有してもよく、例えば４バルブの内燃機関であってもよい。１つの気筒つまり１つの燃焼室に対して２つの吸気弁が設けられている場合、いずれか一方のバルブのみを開くことで、例えば、右側のバルブのみを開くことでタンブル流路からの流れを右側に偏らせて燃焼室に導入してもよい。この場合、２つの吸気弁に対応する２つの吸気ポートを隔てる壁部の壁面が偏向部になる。なお、この場合、前述の内燃機関10と同様に、上記仮想面ISの右側に点火プラグが設けられるとよい。

[0074] また、上記実施形態では、燃焼室において仮想面の右側にタンブル流路からの吸気を偏らせて流入させるように構成された。しかし、仮想面の左側に

タンブル流路からの吸気を偏らせて流入させるように吸気通路、偏向部などは構成されてもよい。

[0075] なお、上記内燃機関10では、吸気通路は、そのうちのタンブル流路72の一部のみが左右方向に偏るように区画形成された。しかし、本発明は、タンブル流路72の一部のみならず全体がそのように左右方向に偏って区画形成されることを許容する。つまり、タンブル流路72の上流側端部からその下流側端部までをこのように偏って区画形成することも可能である。また、偏位部90を設けずに仕切部を構成することも可能である。なお、上記フラップ弁114は吸気通路を狭めるように機能するのみならず、タンブル流路からの吸気を幅方向で一方側に偏らせるように機能するように設計され、設けられてもよい。

符号の説明

[0076] 10…内燃機関、12…クランク軸

22…シリンダブロック、24…シリンダヘッド

24w…壁部、32…燃焼室

34…吸気弁口、36…排気弁口

38…吸気ポート、40…排気ポート

44…吸気弁、46…排気弁

54…点火プラグ、60…吸気通路

62…スロットルボディ、70…仕切部

72…タンブル流路（第１吸気流路）

74…主流路（第２吸気流路）

76…第１燃料噴射弁、78…第２燃料噴射弁

90…偏位部、92…仕切本体部

DP…偏向部、M…立体モデル、Ｓ…吸気構造

請求の範囲

[請求項1] 燃焼室(32)に臨むとともに吸気弁(44)によって開閉される吸気弁口(34)を有する吸気通路(60)と、

前記燃焼室(32)に臨むとともに排気弁(46)によって開閉される排気弁口(36)を有する排気通路(64)と、

第１吸気流路(72)を含む複数の吸気流路部に前記吸気通路(60)を分けるように該吸気通路(60)に設けられる仕切部(70)であって、前記第１吸気流路(72)は前記燃焼室(32)でのタンブル流を発生させるためのタンブル流路となり得る、仕切部(70)と、

前記吸気弁口(34)の中心部(34a)及び前記排気弁口(36)の中心部(36a)を通過するとともにシリンダ軸線(C)に平行に延びる仮想面(IS)を定めるとき、前記第１吸気流路(72)から前記燃焼室(32)への吸気を前記仮想面(IS)の一方側に偏らせるように構成されている偏向部(DP)と、

前記燃焼室(32)に設けられる点火手段であって、前記仮想面(IS)の前記一方側に位置付けられている、点火手段(54)と

を備えたことを特徴とする内燃機関(10)。

[請求項2] 前記偏向部(DP)は、前記第１吸気流路(72)からの吸気を前記仮想面(IS)の前記一方側に偏らせるように設けられた壁面(24w)を有している

ことを特徴する請求項１に記載の内燃機関(10)。

[請求項3] 前記偏向部(DP)により、前記第１吸気流路(72)の少なくとも下流側端部分(72d)は、前記吸気弁口(34)に対して前記一方側に偏らせられている

ことを特徴する請求項１又は２に記載の内燃機関(10)。

[請求項4] 前記シリンダ軸線(C)の方向においてクランク軸(12)側からシリンダヘッド(24)側の方向を第１方向と定義するとき、

前記仕切部(70)は、前記第１吸気流路(72)と、該第１吸気流路(72)

の前記第１方向側の第２吸気流路(74)とに分けるように吸気流れ方向に延在する

ことを特徴する請求項１から３のいずれか一項に記載の内燃機関(10)。

[請求項5] 前記第２吸気流路(74)の流路断面積は前記第１吸気流路(72)の流路断面積よりも大きく、燃料噴射弁(78)は、前記第２吸気流路(74)側に設けられている

ことを特徴する請求項４に記載の内燃機関(10)。

[請求項6] 前記燃焼室(32)の一部を区画形成する燃焼室天井面(24t)は凹状の曲面に形成されている

ことを特徴する請求項１から５のいずれか一項に記載の内燃機関(10)。

[請求項7] 前記仕切部(70)の下流側に吸気制御弁(114)が更に設けられている

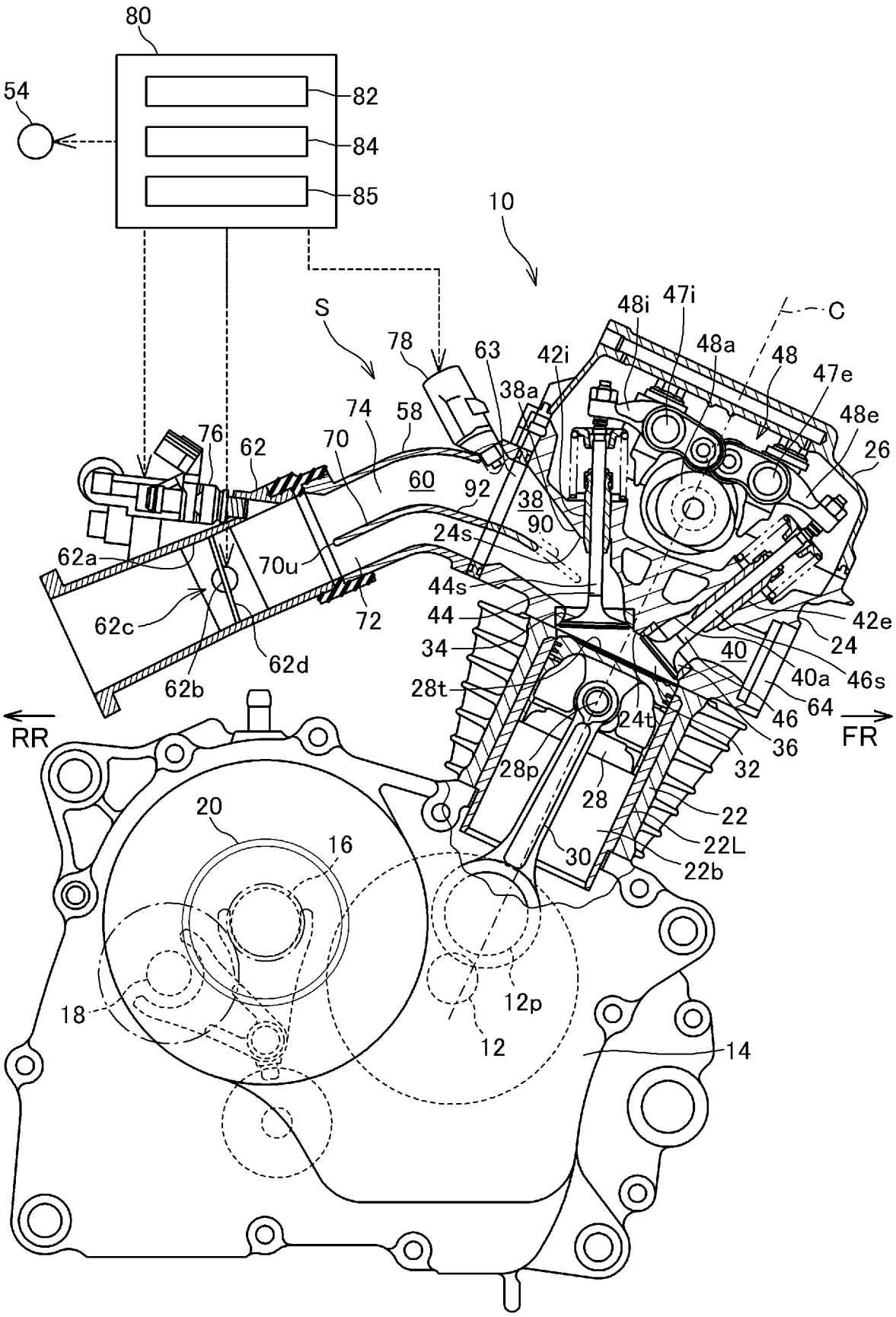
ことを特徴する請求項１から６のいずれか一項に記載の内燃機関。

[請求項8] 前記点火手段(54)は、中央電極(54e)と側方電極(54f)とを備えて構成され、前記側方電極(54f)は基端部(54g)と該基端部(54g)から前記中央電極(54e)を覆うように湾曲する湾曲部(54h)とを有し、

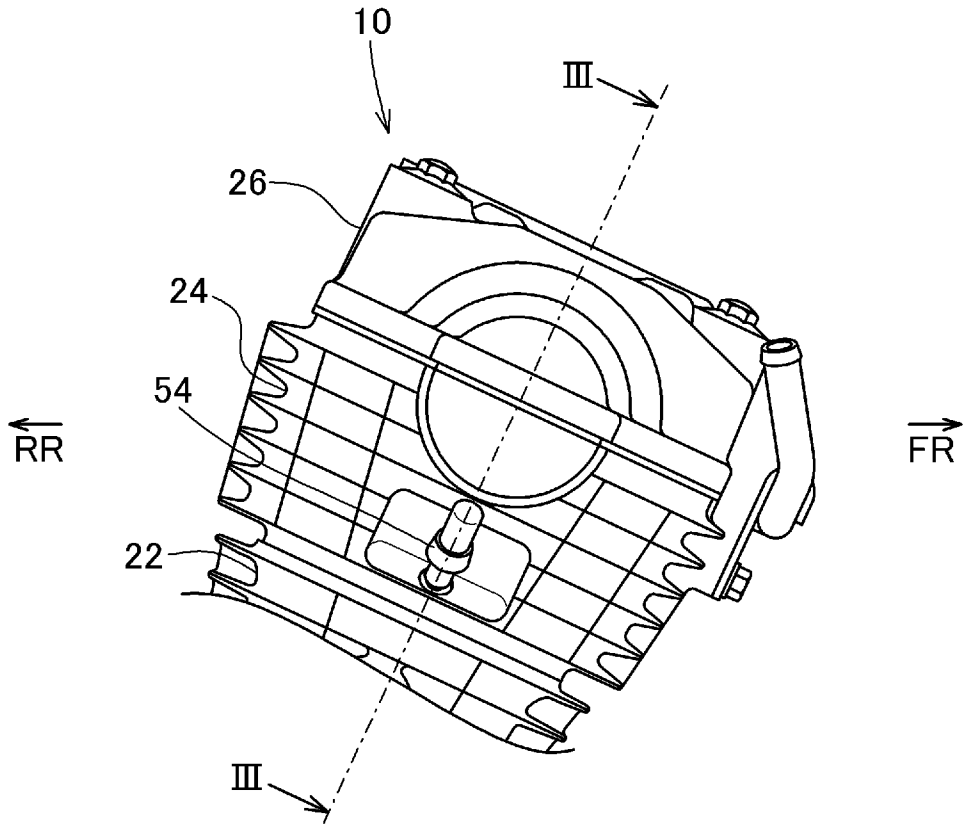
前記側方電極(54f)の前記基端部(54g)は、前記シリンダ軸線(C)に交差する幅方向において前記中央電極(54e)からずれて配置されている、

ことを特徴とする請求項１から７のいずれか一項に記載の内燃機関(10)。

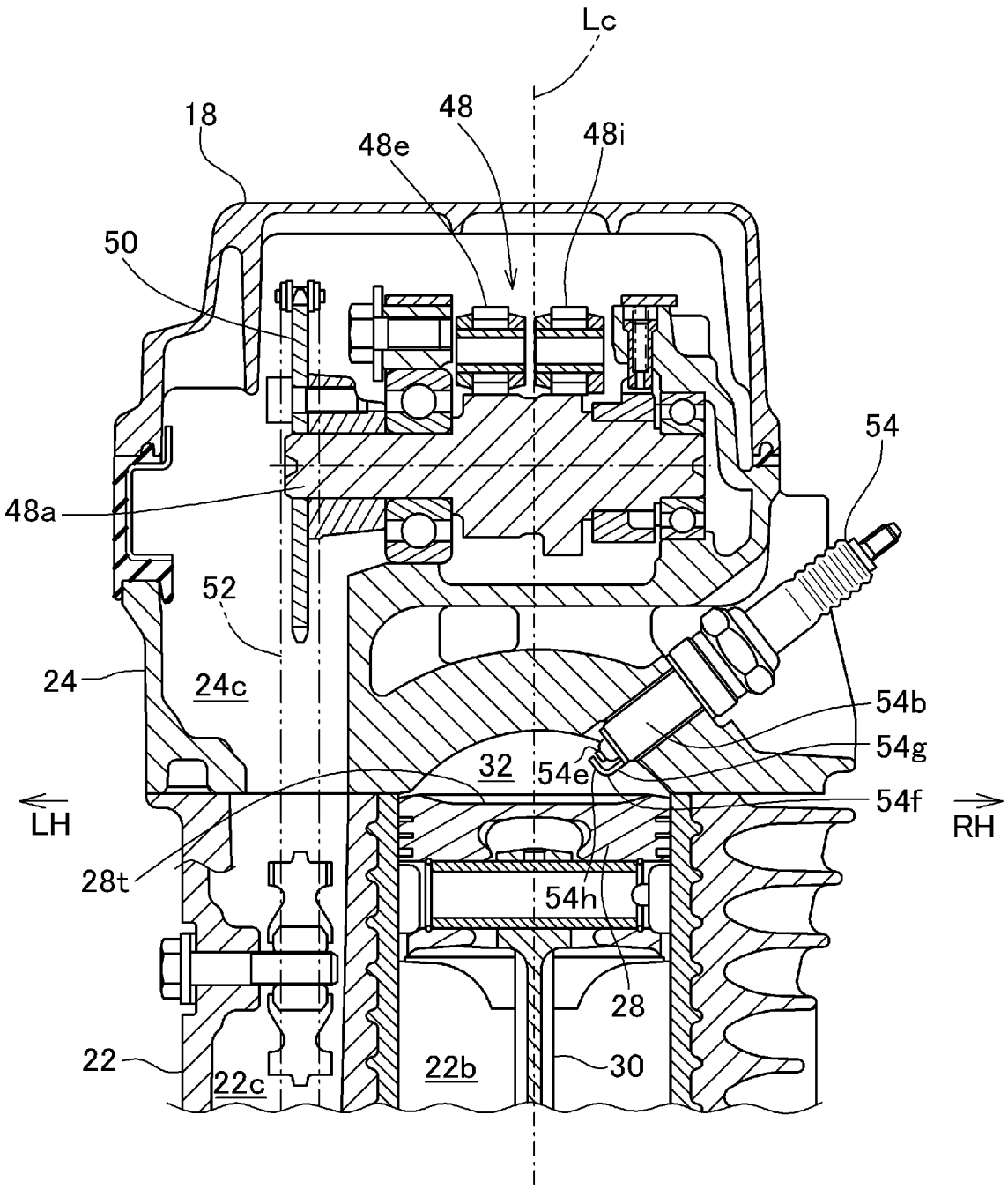
[図1]


80
54
82
84
85
10
S
78
63
42i
48i
47i
C
48a
48
47e
48e
26
38a
74
58
76
62
70
60
92
38
90
24s
62a
70u
44s
44
72
62c
62d
62b
34
28t
42e
24
40
40a
46s
64
46
36
32
24t
28p
28
22
22L
22b
30
RR
FR
20
16
18
12p
12
14

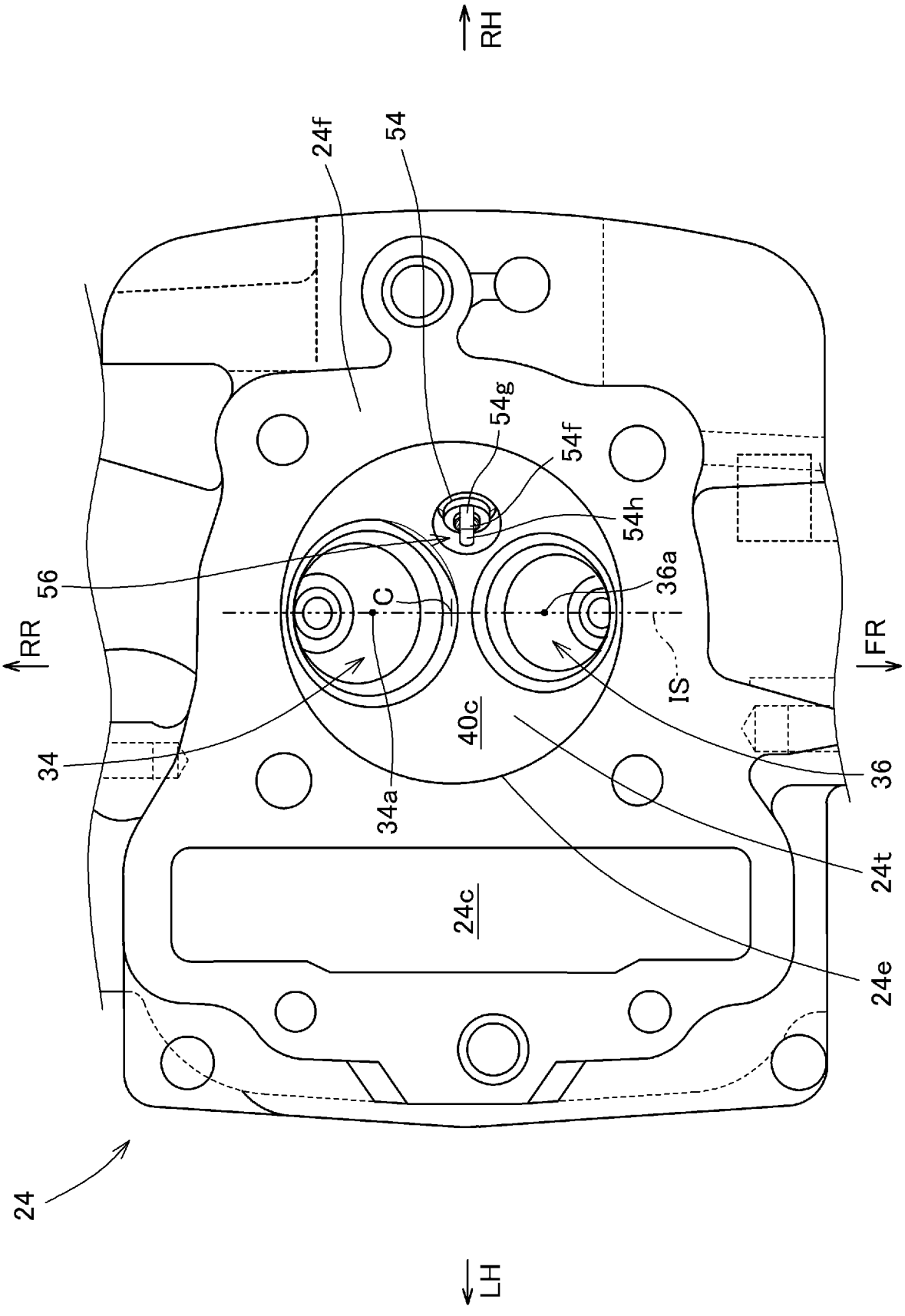
[図2]



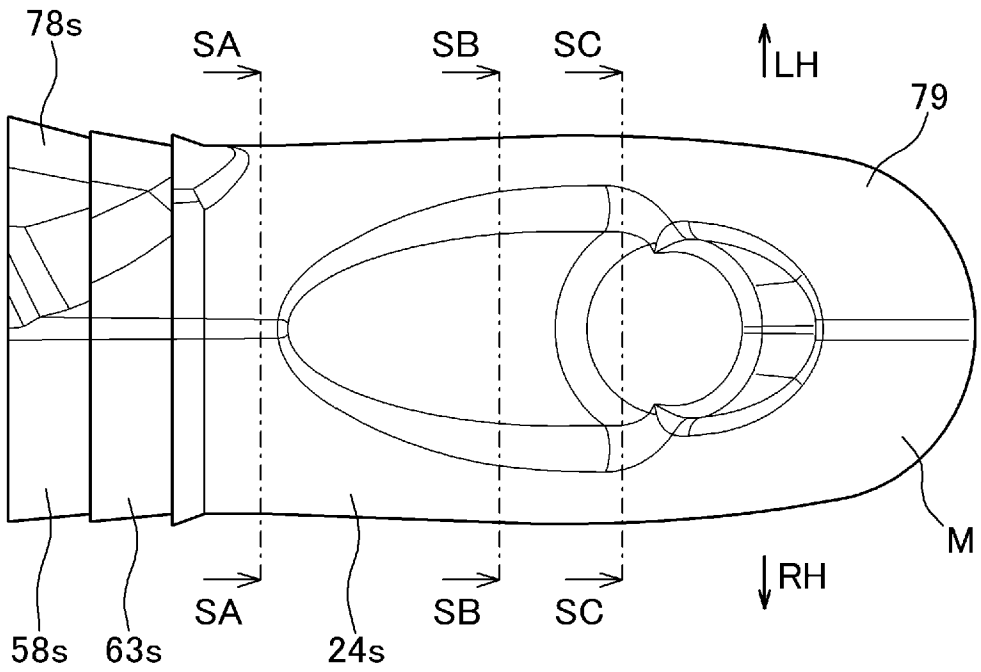
[図3]


Lc
18
48
48e
48i
50
54
48a
52
24
24c
54b
54g
32
54e
54f
LH
RH
28t
54h
28
22
22c
22b
30

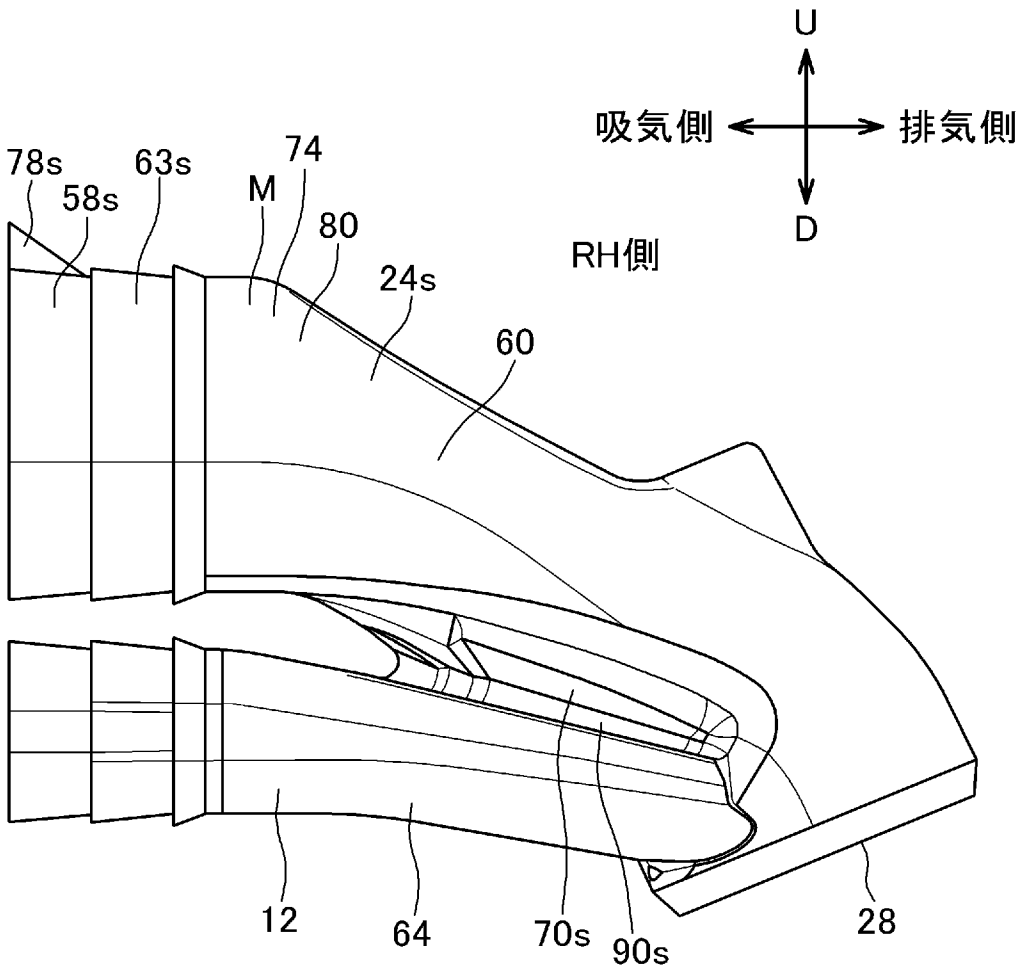
[図4]


RH
24f
54
54g
54f
54h
56
C
36a
RR
FR
IS
34
40c
36
34a
24t
24c
24e
24
LH

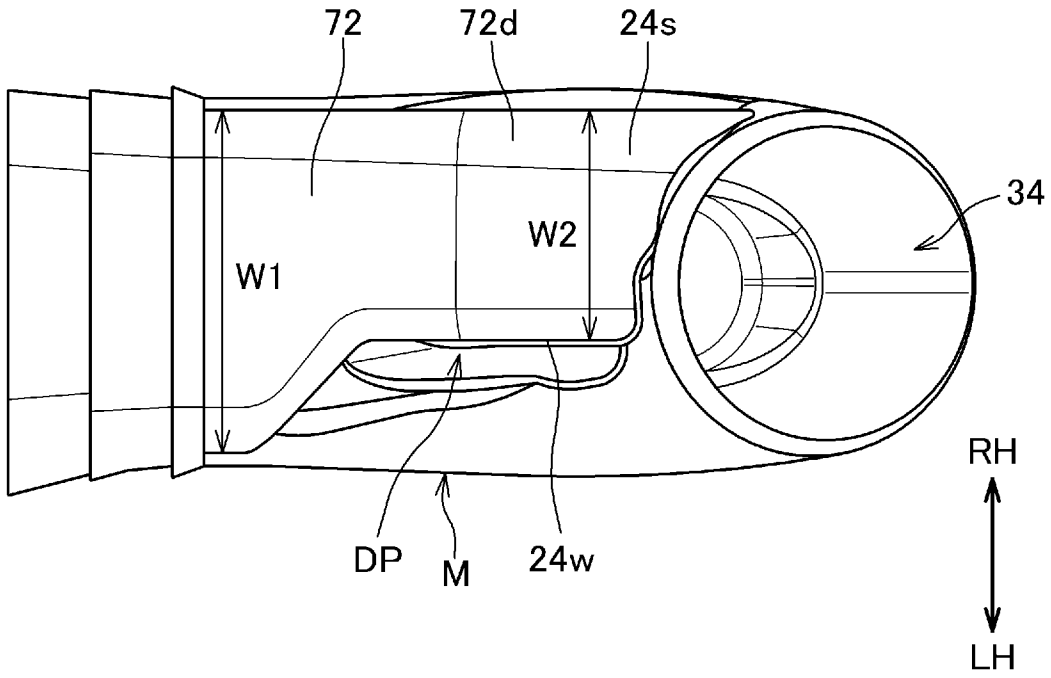
[図5]


78s
SA
SB
SC
LH
79
M
RH
58s
63s
24s

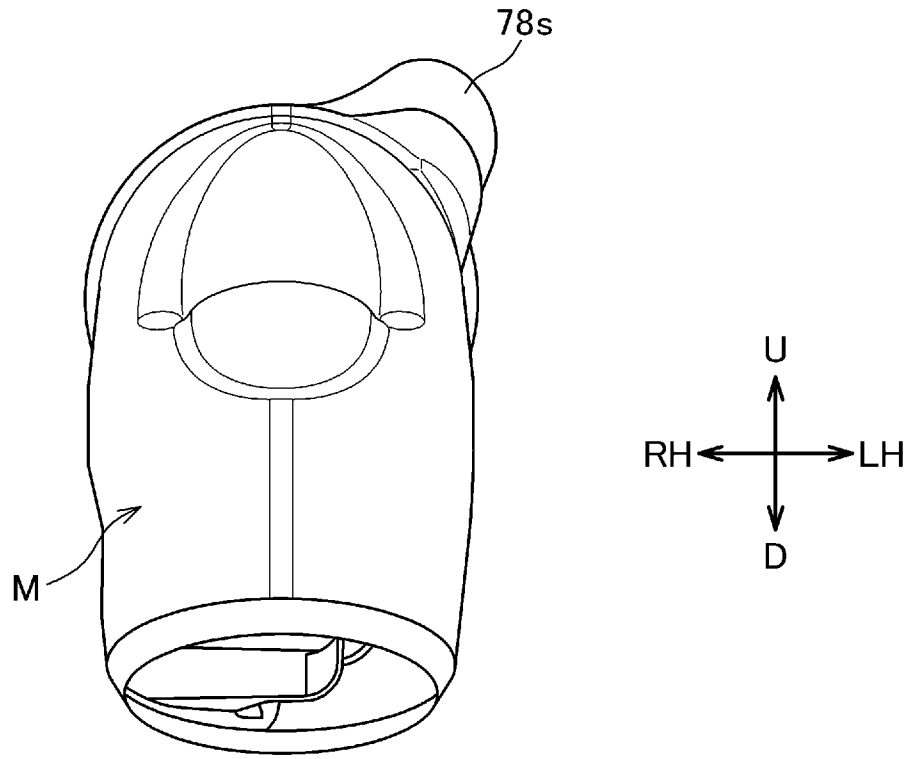
[図6]


U
吸気側
排気側
D
RH側
78s
58s
63s
74
M
80
24s
60
12
64
70s
90s
28

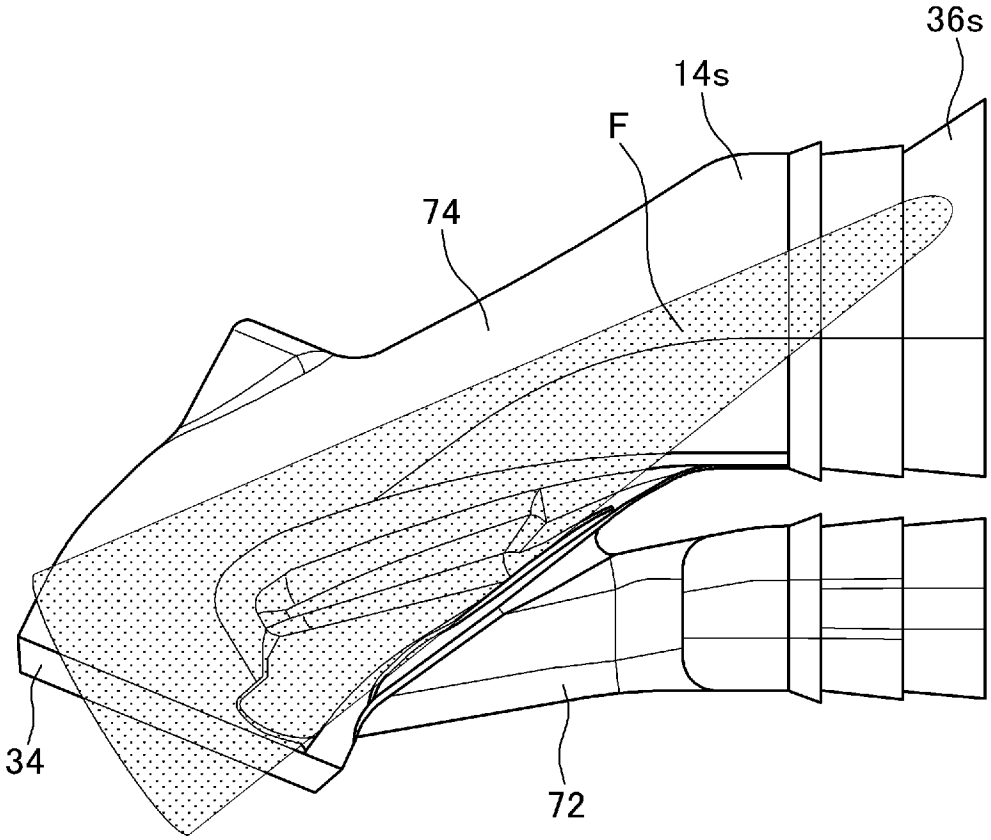
[図7]



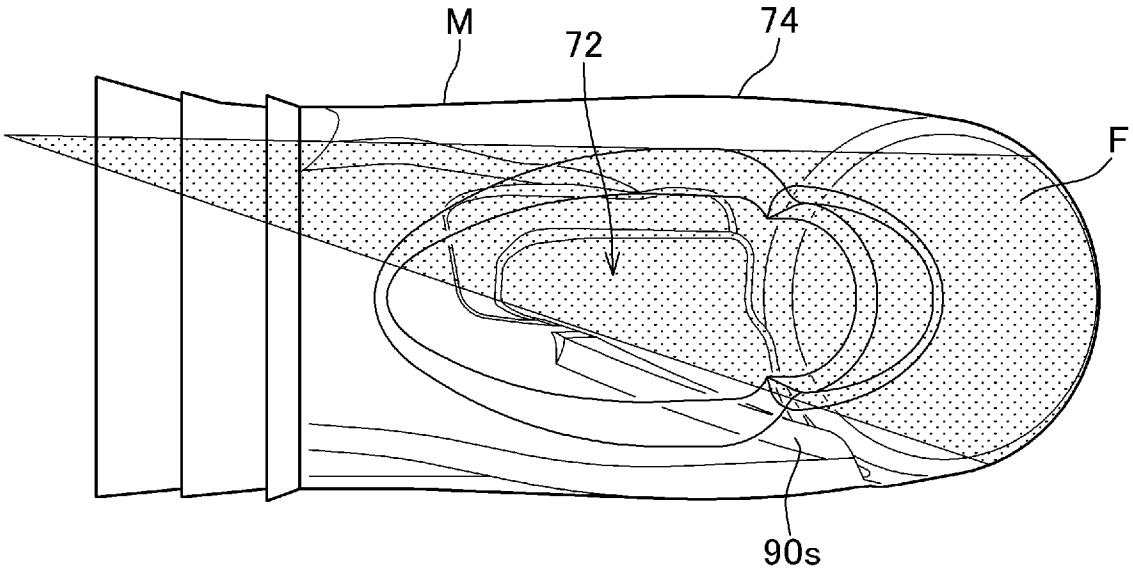
[図8]



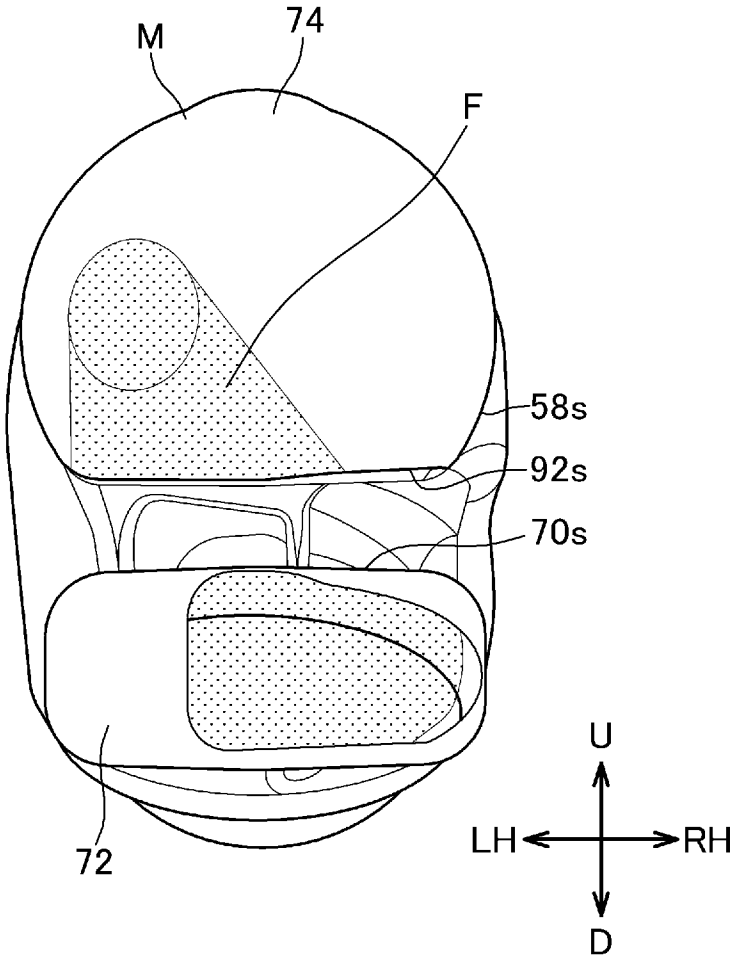
[図9]



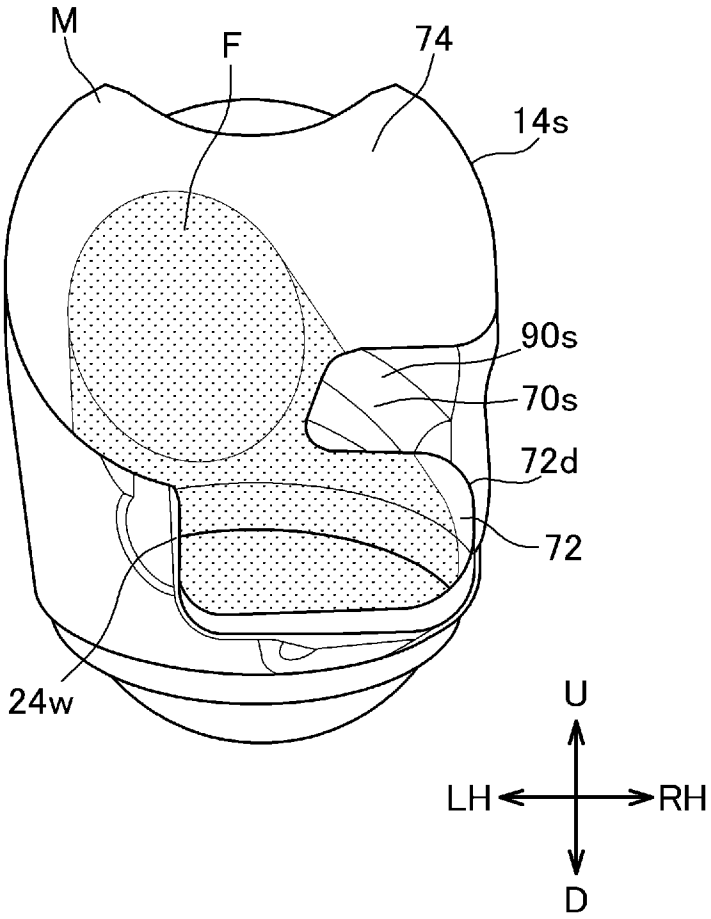
[図10]



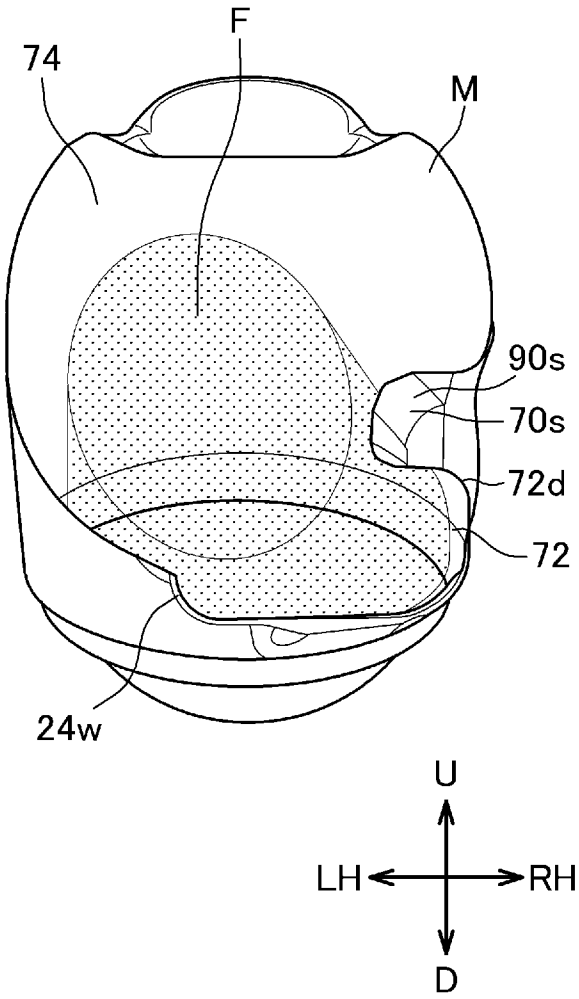
[図11A]



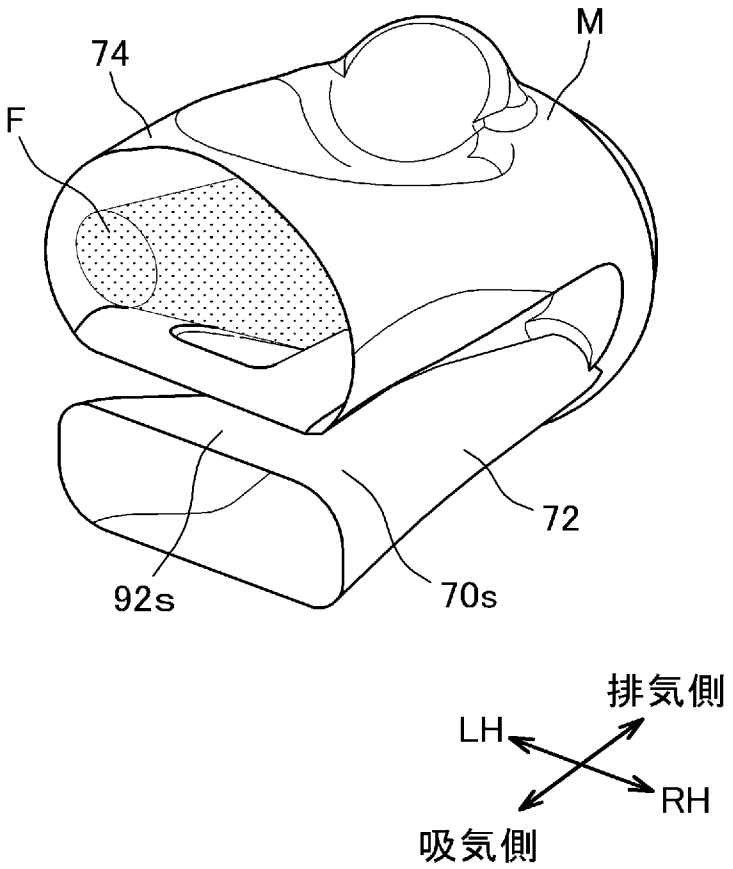
[図11B]



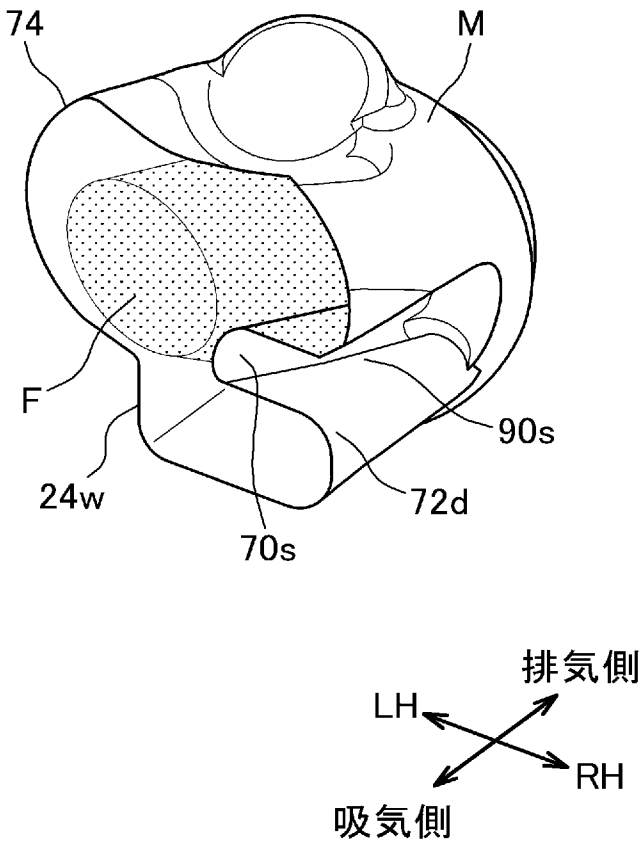
[図11C]



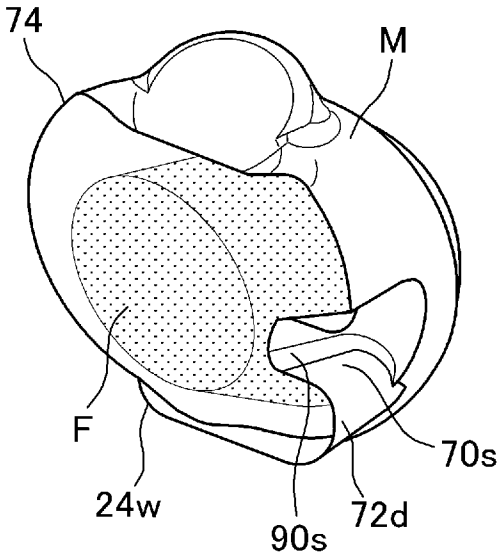
[図12A]

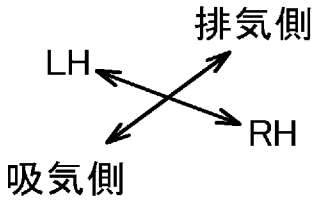


[図12B]

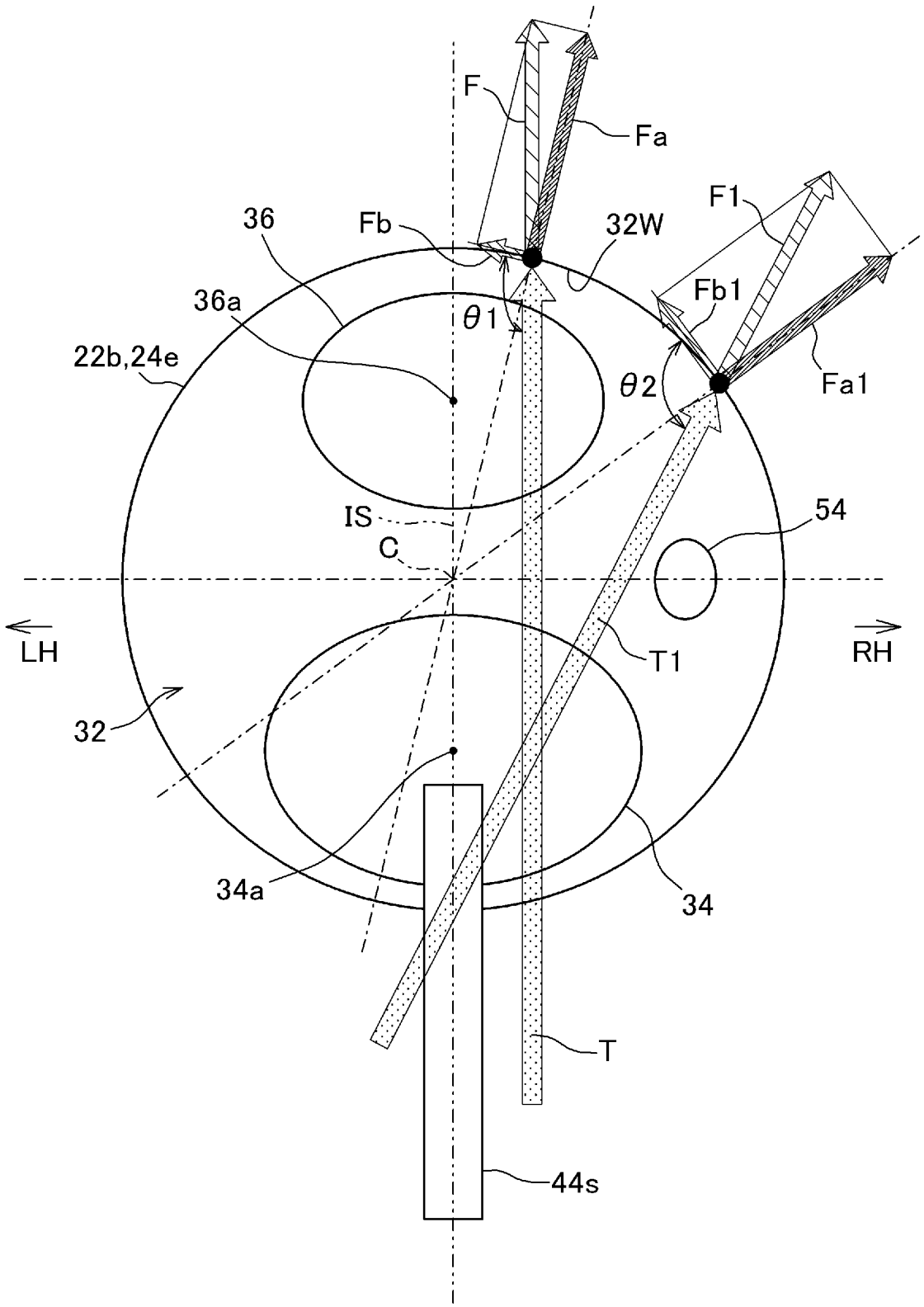


[図12C]

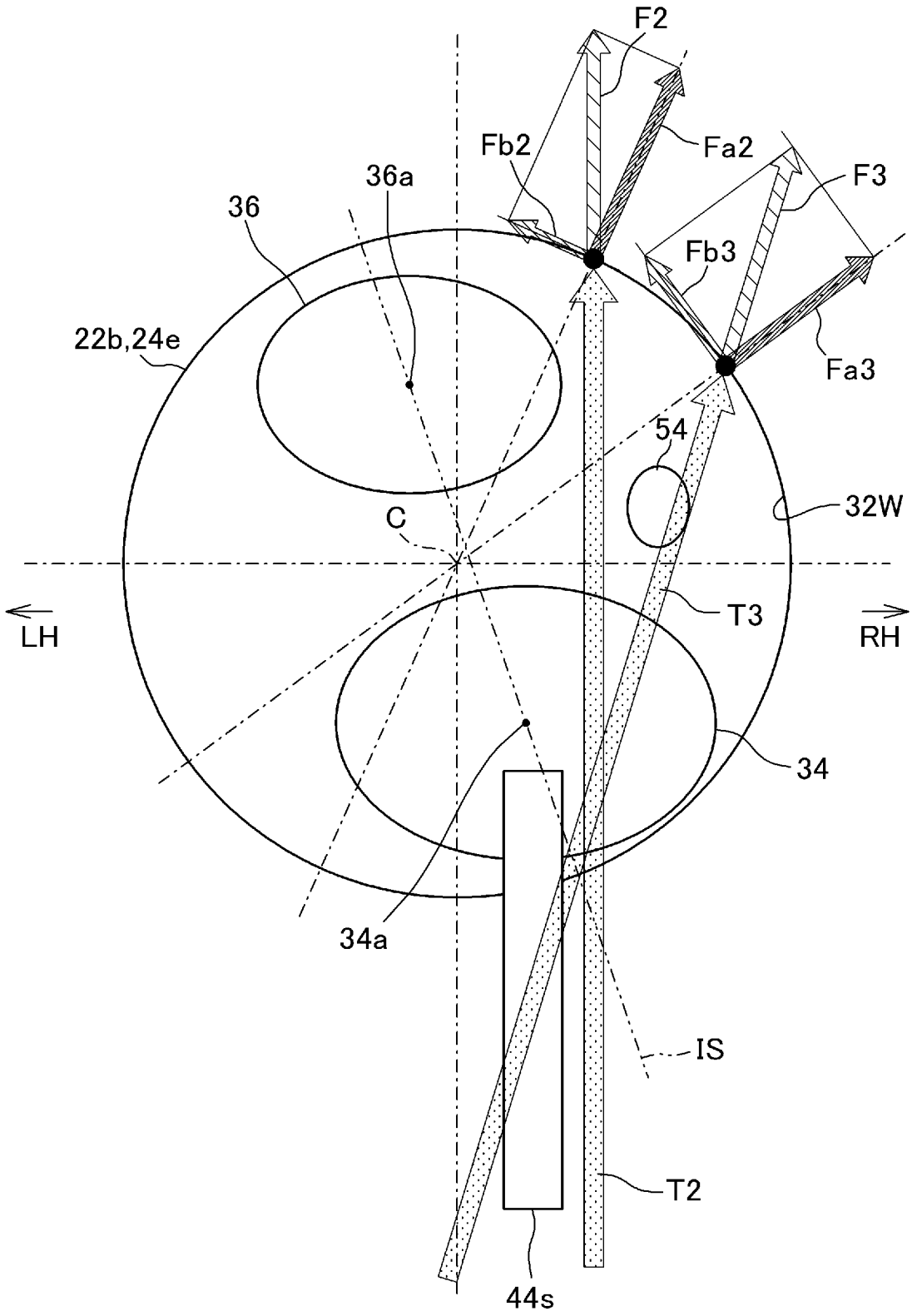




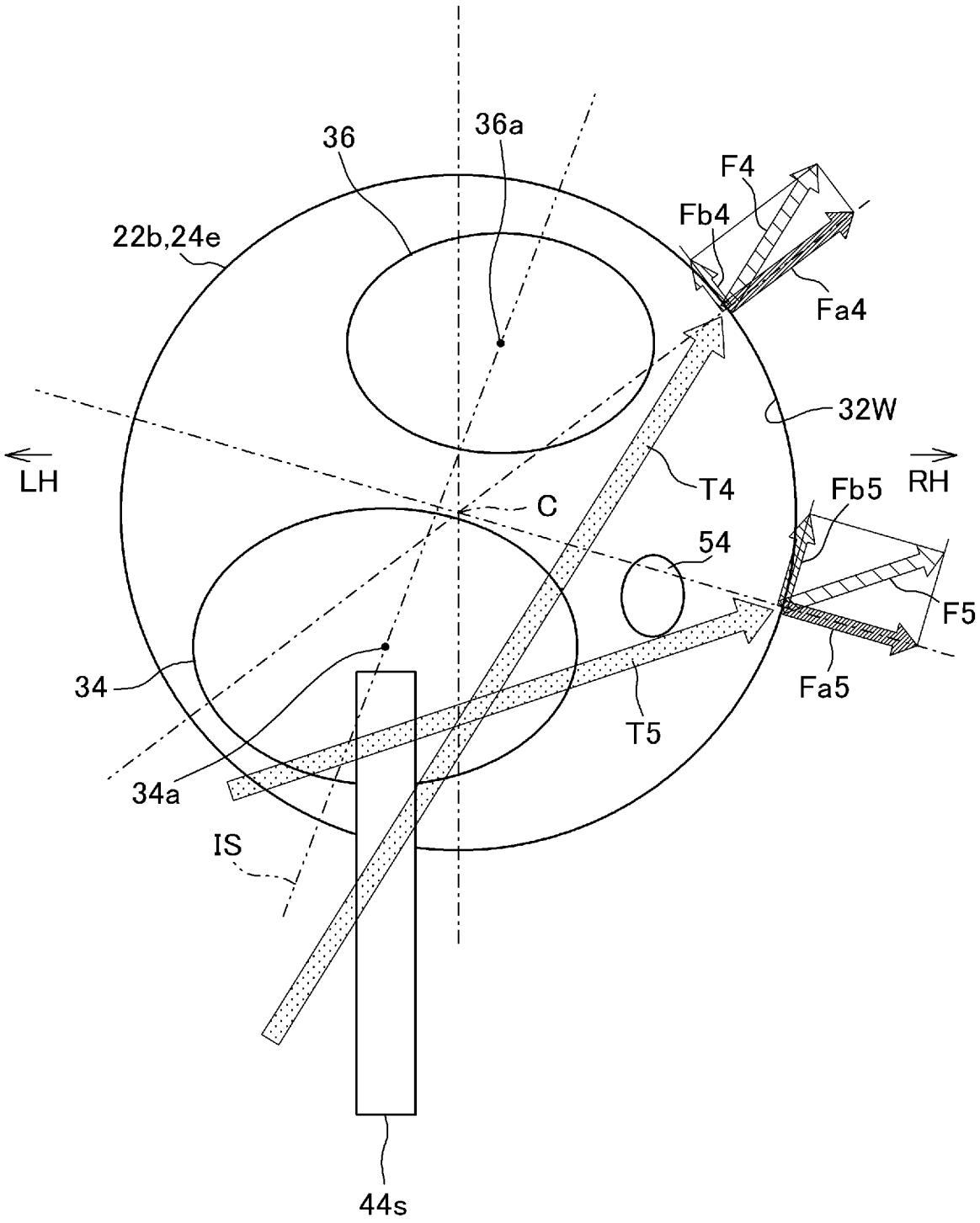
[図13]


F
Fa
F1
36
Fb
32W
Fb1
36a
θ1
22b,24e
θ2
Fa1
IS
54
C
LH
RH
T1
32
34a
34
T
44s

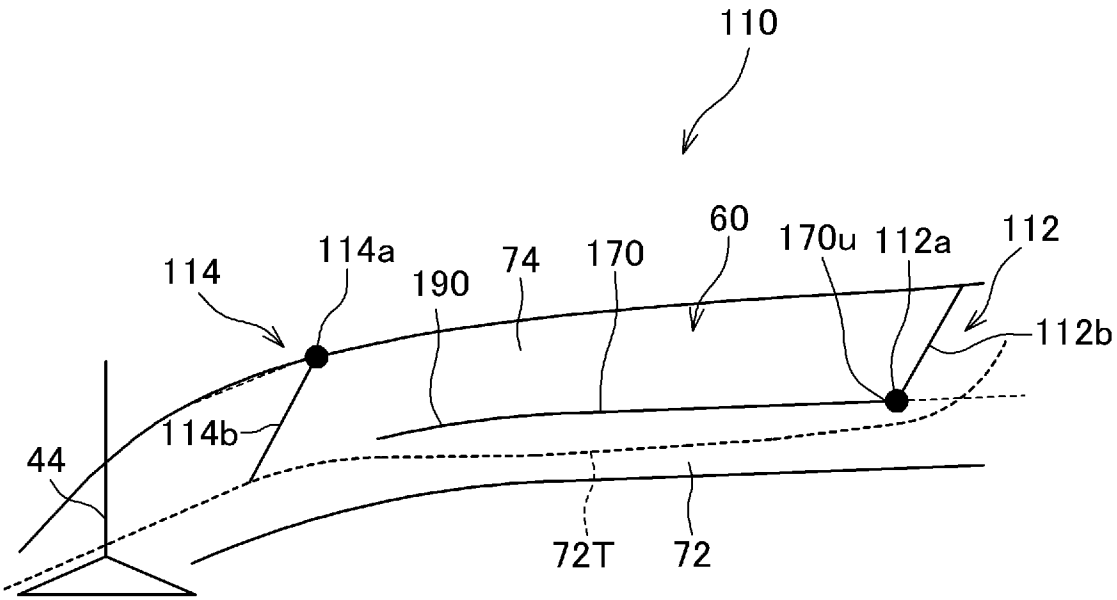
[図14]


F2
Fb2
Fa2
F3
36a
36
Fb3
22b,24e
Fa3
54
32W
C
LH
T3
RH
34
34a
IS
T2
44s

[図15]


36
36a
F4
Fb4
22b,24e
Fa4
32W
LH
RH
T4
C
Fb5
54
F5
34
Fa5
T5
34a
IS
44s

[図16]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2022/013253

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F02B 23/08(2006.01)i; ***F02F 1/42***(2006.01)i; ***F02B 5/00***(2006.01)i; ***F02B 31/00***(2006.01)i; ***F02B 31/04***(2006.01)i
FI: F02B23/08 C; F02B31/00 500A; F02B31/04 500A; F02F1/42 F; F02B5/00; F02B23/08 U; F02B23/08 Z

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)

F02B23/08; F02F1/42; F02B5/00; F02B31/00; F02B31/04

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 1971-2022
Registered utility model specifications of Japan 1996-2022
Published registered utility model applications of Japan 1994-2022

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.
X	JP 2000-329016 A (YAMAHA MOTOR CO., LTD.) 28 November 2000 (2000-11-28) paragraphs [0014]-[0023], fig. 1-5	1-3, 6
Y	paragraphs [0014]-[0023], fig. 1-5	1-8
Y	JP 10-231729 A (NISSAN MOTOR CO., LTD.) 02 September 1998 (1998-09-02) paragraphs [0036]-[0065], fig. 1-4	1-8
Y	JP 2020-51364 A (SUBARU CORP.) 02 April 2020 (2020-04-02) paragraphs [0040]-[0046], fig. 3	7
Y	JP 2018-131921 A (YAMAHA MOTOR CO., LTD.) 23 August 2018 (2018-08-23) paragraph [0029], fig. 2	8
A	JP 11-210478 A (YAMAHA MOTOR CO., LTD.) 03 August 1999 (1999-08-03) entire text, all drawings	1-8

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☑ 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	Date of mailing of the international search report
27 May 2022	**07 June 2022**
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/JP2022/013253

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP 2000-329016 A	28 November 2000	(Family: none)	
JP 10-231729 A	02 September 1998	(Family: none)	
JP 2020-51364 A	02 April 2020	(Family: none)	
JP 2018-131921 A	23 August 2018	EP 3361065 A1 paragraph [0040], fig. 2	
JP 11-210478 A	03 August 1999	(Family: none)	

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2022/013253

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

F02B 23/08(2006.01)i; F02F 1/42(2006.01)i; F02B 5/00(2006.01)i; F02B 31/00(2006.01)i; F02B 31/04(2006.01)i
FI: F02B23/08 C; F02B31/00 500A; F02B31/04 500A; F02F1/42 F; F02B5/00; F02B23/08 U; F02B23/08 Z

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））

F02B23/08; F02F1/42; F02B5/00; F02B31/00; F02B31/04

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	１９７１－２０２２年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０２２年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０２２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
X	JP 2000-329016 A (ヤマハ発動機株式会社) 28.11.2000 (2000-11-28) 段落0014-0023,図1-5	1-3,6
Y	段落0014-0023,図1-5	1-8
Y	JP 10-231729 A (日産自動車株式会社) 02.09.1998 (1998-09-02) 段落0036-0065,図1-4	1-8
Y	JP 2020-51364 A (株式会社ＳＵＢＡＲＵ) 02.04.2020 (2020-04-02) 段落0040-0046,図3	7
Y	JP 2018-131921 A (ヤマハ発動機株式会社) 23.08.2018 (2018-08-23) 段落0029,図2	8
A	JP 11-210478 A (ヤマハ発動機株式会社) 03.08.1999 (1999-08-03) 全文,全図	1-8

☐ Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。

☑ 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、一般的技術水準を示すもの
"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	国際調査報告の発送日
27.05.2022	07.06.2022

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）
齊藤　彬 3G 5072
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/JP2022/013253

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2000-329016 A	28.11.2000	（ファミリーなし）	
JP 10-231729 A	02.09.1998	（ファミリーなし）	
JP 2020-51364 A	02.04.2020	（ファミリーなし）	
JP 2018-131921 A	23.08.2018	EP 3361065 A1 段落0040,図2	
JP 11-210478 A	03.08.1999	（ファミリーなし）	