

(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
2011年10月20日(20.10.2011)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2011/128997 A1

- (51) 国際特許分類:
F02D 13/02 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2010/056704
- (22) 国際出願日: 2010年4月14日(14.04.2010)
- (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(米国を除く全ての指定国について): トヨタ自動車株式会社 (TOYOTA JIDOSHA KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒4718571 愛知県豊田市トヨタ町1番地 Aichi (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 金子 真也 (KANEKO, Naoya) [JP/JP]; 〒4718571 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内 Aichi (JP).
- (74) 代理人: 川口 嘉之, 外(KAWAGUCHI, Yoshiyuki et al.); 〒1030004 東京都中央区東日本橋3丁目4番10号 アクロポリス21ビル6階 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, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, 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, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (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, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- 添付公開書類:
— 国際調査報告(条約第21条(3))

(54) Title: INTAKE AND EXHAUST SYSTEM FOR INTERNAL COMBUSTION ENGINE

(54) 発明の名称: 内燃機関の吸排気システム

[図4]

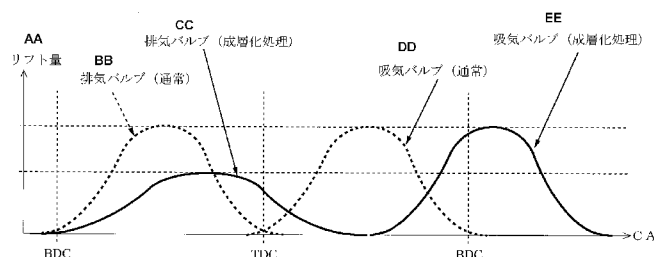
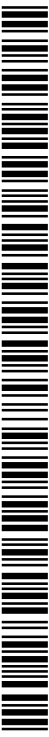


FIG. 4:
AA AMOUNT OF LIFT
BB EXHAUST VALVE (NORMAL STATE)
CC EXHAUST VALVE (STRATIFYING PROCESSING)
DD INTAKE VALVE (NORMAL STATE)
EE INTAKE VALVE (STRATIFYING PROCESSING)

(57) Abstract: An intake and exhaust system for an internal combustion engine, configured to stratify, in the cylinder, fresh air and exhaust gas, wherein the intake and exhaust system stratifies the fresh air and the exhaust gas while minimizing a degradation in the performance of the internal combustion engine. An intake and exhaust system for an internal combustion engine stratifies exhaust gas and fresh air in such a manner that, in the first half of an intake stroke, only the exhaust valve is opened to cause the exhaust gas to flow again into the cylinder, and in the second half of the intake stroke, only the intake valve is opened to cause the fresh air to flow into the cylinder. When stratifying exhaust gas and fresh air, the amount of lift of the exhaust valve is set to be less than that when not stratifying the exhaust gas and the fresh air.

(57) 要約:

[続葉有]



WO 2011/128997 A1



本発明は、気筒内において新気と排気とを成層化させる内燃機関の吸排気システムにおいて、内燃機関の性能低下を抑制しつつ新気と排気を成層化させることを課題とする。この課題を解決するために、本発明は、吸気行程の前半では排気バルブのみを開弁させることにより気筒内へ排気を再流入させ、吸気行程の後半では吸気バルブのみを開弁させることにより気筒に新気を流入させることにより、排気と新気を成層化させる内燃機関の吸排気システムにおいて、排気と新気を成層化させる場合は成層化させない場合に比べ、排気バルブのリフト量を少なくする。

明 細 書

発明の名称： 内燃機関の吸排気システム

技術分野

[0001] 本発明は、内燃機関の吸排気システムに関し、特に気筒内において新気（空気）とEGRガスとを層状化させる吸排気システムに関する。

背景技術

[0002] 特許文献1には、1気筒あたりに吸気バルブ及び排気バルブをそれぞれ2つ備えた内燃機関において、排気行程終了後に一方の排気バルブを開くことにより気筒内に排気（EGRガス）を再吸入させ、排気バルブの閉弁後に一方の吸気バルブを開くことにより気筒内に新気（空気）を吸入させる技術について記載されている。特許文献1には、上記した技術を利用することにより気筒内の新気（空気）と既燃ガス（EGRガス）とを層状化（成層化）することができる」と述べられている。

[0003] 特許文献2には、排気行程終了後に排気バルブを開くことにより気筒内へ排気（EGRガス）を再吸入させる吸排気装置において、吸気ポートと排気ポートとを同一方向のスワール流を発生させるように形成する技術について記載されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特許第4201395号公報

特許文献2：特開平09-144547号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] ところで、吸気行程の途中まで排気バルブが開弁されると、吸気上死点及びその前後において排気バルブのリフト量が比較的多くなる。特に、排気バルブがカムによって開閉駆動される内燃機関においては、吸気上死点及びその前後において排気バルブのリフト量が最大となる可能性もある。そのため

、ピストンが上死点及びその近傍に位置するときに、排気バルブとピストンが干渉（バルブスタンプ）する可能性がある。これに対し、ピストンに設けられるバルブリセスを拡大又は深くする方法も考えられるが、圧縮比の低下や気流の不要な乱れを招き、内燃機関の性能が低下する虞がある。

[0006] 本発明は、上記したような種々の実情に鑑みてなされたものであり、その目的は、気筒内において新気と排気とを成層化させる内燃機関の吸排気システムにおいて、内燃機関の性能低下を抑制しつつ新気と排気を成層化させることにある。

課題を解決するための手段

[0007] 本発明は、上記した課題を解決するために、吸気行程開始から吸気行程途中までの期間は排気バルブのみを開弁させることにより気筒内へ排気を再流入させ、吸気行程途中からは吸気バルブのみを開弁させることにより気筒に新気を流入させることにより、排気と新気を成層化させる内燃機関の吸排気システムにおいて、排気と新気を成層化させる場合は成層化させない場合に比べ、排気バルブのリフト量を少なくするようにした。なお、ここでいう「吸気行程」は、ピストンが吸気上死点から吸気下死点へ移動する期間を示すものとする。

[0008] 詳細には、本発明の内燃機関の吸排気システムは、
吸気バルブ及び排気バルブの開弁特性を変更する可変動弁機構と、
吸気行程の開始から吸気行程の途中まで排気バルブのみが開弁し、吸気行程の途中から吸気バルブのみが開弁するように前記可変動弁機構を制御することにより、気筒内において排気と新気を成層化させる第1制御部と、
前記第1制御部により排気と新気の成層化が図れる場合は、前記第1制御部により排気と新気の成層化が図られない場合に比べ、前記排気バルブのリフト量が少なくなるように前記可変動弁機構を制御する第2制御部と、
を備えるようにした。

[0009] この発明によれば、気筒内において排気と新気を成層化させるために可変動弁機構を制御する処理（以下、「成層化処理」と称する）が実行される場

合は、成層化処理が実行されない場合に比べ、排気バルブのリフト量が少なくなる。よって、ピストンが吸気上死点及びその近傍に位置するときに排気バルブがピストンと干渉（バルブスタンプ）する事態を回避することができる。

[0010] 気筒内において排気と新気を成層化させる場合にバルブスタンプが防止されると、ピストンのバルブリセスを拡大又は深くする必要がなくなる。その結果、内燃機関の性能低下を回避しつつ、排気と新気を成層化させることができる。

[0011] 本発明において、可変動弁機構は、排気バルブの作用角を変更する機構を含む可変動弁機構であってもよい。その場合、第1制御部は、成層化処理を実行する際に、排気バルブが排気行程から吸気行程の途中まで連続して開弁するように可変動弁機構を制御してもよい。すなわち、第1制御部は、成層化処理を実行する際に、排気バルブの作用角が拡大するように可変動弁機構を制御することにより、排気バルブの閉弁タイミングを吸気行程の途中まで遅角させてもよい。

[0012] このように可変動弁機構が制御されると、排気行程から吸気行程途中までの期間において排気バルブは少リフト量で開弁することになる。これは、成層化処理が実行される場合は、成層化処理が実行されない場合に比べ、排気行程における排気バルブのリフト量が少なくなることを意味する。その結果、排気行程中に気筒内から排出されない既燃ガス（以下、「残留既燃ガス」と称する）が増加する。

[0013] 残留既燃ガスは、吸気行程時に再吸入される排気と同様の性状を有する。よって、排気バルブのリフト量の減少により気筒内へ再吸入される排気量が不足する場合であっても、その減少分を残留既燃ガスによって補うことができるうえ、気筒内に最終的に存在するEGRガス（再吸入された排気と残留既燃ガスとを合わせたガス）の量を増加させることも可能となる。

[0014] 本発明において、内燃機関の吸気ポートと排気ポートは、互いに同一方向のスワール流を発生するように配置又は形状とされてもよい。このような構

成によると、可変動弁機構により複数の吸気バルブ又は排気バルブの１つを休止させるための機構や制御ロジックが不要になる。また、吸気ポートや排気ポートに気流制御弁などを設ける必要もなくなる。さらに、吸気ポートと排気ポートは同一方向のスワール流を形成するように配置又は形成されるため、新気の流れと排気の流れが互いに干渉してスワール流が減衰したり、新気と既燃ガスが互いに混ざり合ったりする事態を回避することもできる。

[0015] ここで、吸気ポート及び排気ポートの具体的な構成としては、互いに同等の形状を有するヘリカルポートやタンジェンシャルポートを用いることができる。その際、吸気ポートと排気ポートは、成層化処理実行時における新気のスワール比と排気のスワール比が同等になるように配置及び形成されてもよい。新気のスワール比と排気のスワール比が同等になると、気筒内における排気と新気の混合が一層抑制される。

[0016] ここで、本発明が過給機を備えた内燃機関に適用される場合は、第２制御部は、成層化処理が実行されるときは成層化処理が実行されないときに比べ、過給圧が高くなるように過給機を制御してもよい。このように過給圧が制御されると、吸気バルブが開弁したときに気筒内の排気が吸気系へ逆流する事態や、気筒内に吸入される空気量が過少となる事態を回避することができる。

発明の効果

[0017] 本発明によれば、吸気行程時に先ず排気バルブのみを開弁させ、次いで吸気バルブのみを開弁させることにより、気筒内において新気と排気とを成層化させる内燃機関の吸排気システムにおいて、内燃機関の性能低下を抑制しつつ、排気と新気の成層化を図ることができる。

図面の簡単な説明

[0018] [図１]第１の実施例において本発明を適用する内燃機関の概略構成を示す図である。

[図２]吸気ポート及び排気ポートの第１の構成例を示す図である。

[図３]成層化処理における吸気バルブ及び排気バルブの第１の動作例を示す図

である。

[図4]成層化処理における吸気バルブ及び排気バルブの第2の動作例を示す図である。

[図5]吸気ポート及び排気ポートの第2の構成例を示す図である。

[図6]吸気ポート及び排気ポートの第3の構成例を示す図である。

[図7]吸気ポート及び排気ポートの第4の構成例を示す図である。

[図8]第2の実施例において本発明を適用する内燃機関の概略構成を示す図である。

発明を実施するための形態

[0019] 以下、本発明の具体的な実施形態について図面に基づいて説明する。本実施形態に記載される構成部品の寸法、材質、形状、相対配置などは、特に記載がない限り発明の技術的範囲をそれらのみに限定する趣旨のものではない。

[0020] <実施例1>

先ず、本発明の第1の実施例について図1乃至図7に基づいて説明する。図1は、本発明を適用する内燃機関の概略構成を示す図である。図1に示す内燃機関1は、4ストローク・サイクルの火花点火式の内燃機関（ガソリンエンジン）である。

[0021] 内燃機関1は、複数の気筒2を有している。ただし、図1においては、複数の気筒2のうち1つの気筒2のみが図示されている。気筒2内には、ピストン3が摺動自在に挿入されている。ピストン3は、コネクティングロッド4を介してクランクシャフト5に連結されている。

[0022] 内燃機関1は、吸気通路60内の新気（空気）を気筒2内へ導くための吸気ポート6と、気筒2内の既燃ガスを排気通路70へ導くための排気ポート7と、を備えている。吸気ポート6と排気ポート7は、図2に示すように、各ポートの開口端が気筒2の接線方向に向くように形成されたタンジェンシャルポートである。吸気ポート6の開口端と排気ポート7の開口端は、気筒2の周方向において同一方向（図2中の反時計回り）に向くように形成され

ている。

[0023] ここで図 1 に戻り、内燃機関 1 は、吸気ポート 6 の開口端を開閉するための吸気バルブ 8 と、排気ポート 7 の開口端を開閉するための排気バルブ 9 と、を備えている。吸気バルブ 8 と排気バルブ 9 は、内燃機関 1 に回転自在に支持された吸気カム 10 と排気カム 11 によりそれぞれ開閉駆動される。吸気カム 10 と排気カム 11 は、クランクシャフト 5 の回転エネルギーを利用して回転駆動される。また、内燃機関 1 には、吸気ポート 6 内へ向けて燃料を噴射する燃料噴射弁 12 と、気筒 2 内に火花を発生させる点火プラグ 13 が取り付けられている。

[0024] 内燃機関 1 は、吸気バルブ 8 の開弁特性を変更する第 1 可変動弁機構 100 と、排気バルブ 9 の開弁特性を変更する第 2 可変動弁機構 200 と、を備えている。第 1 可変動弁機構 100 は、少なくとも吸気バルブ 8 の開閉タイミングを変更可能な機構である。第 1 可変動弁機構 100 としては、たとえば、クランクシャフト 5 に対する吸気カム 10 の位相を進角又は遅角させる機構を用いることができる。

[0025] 第 2 可変動弁機構 200 は、少なくとも排気バルブ 9 の作用角とリフト量を変更可能な機構である。第 2 可変動弁機構 200 としては、たとえば、リフト量及び作用角が相異なる複数の排気カムとそれら複数の排気カムのうち 1 つの動力を選択的に排気バルブ 9 に伝達する動力伝達機構と、を備えた機構を用いることができる。また、第 2 可変動弁機構 200 としては、排気カム 11 と排気バルブ 9 との間に介在し、排気カム 11 から排気バルブ 9 へ動力が伝達されるタイミング及び動力伝達量を変更する機構を用いることもできる。

[0026] このように構成された内燃機関 1 には、内燃機関 1 の運転状態を制御するための ECU 14 が併設されている。ECU 14 は、CPU、ROM、RAM、バックアップ RAM などから構成される電子制御ユニットである。

[0027] ECU 14 には、クランクポジションセンサ 15 やアクセルポジションセンサ 16 などの各種センサが電氣的に接続されている。クランクポジション

センサ 15 は、クランクシャフト 5 の回転角度に相関する電気信号を出力するセンサである。アクセルポジションセンサ 16 は、図示しないアクセルペダルの操作量（アクセル開度）に相関する電気信号を出力するセンサである。

[0028] ECU 14 には、燃料噴射弁 12、点火プラグ 13、第 1 可変動弁機構 100、及び第 2 可変動弁機構 200 などの各種機器が電氣的に接続されている。ECU 14 は、上記した各種センサの出力信号をパラメータとして、上記した各種機器を電氣的に制御する。たとえば、ECU 14 は、クランクポジションセンサ 15 の出力信号やアクセルポジションセンサ 16 の出力信号（アクセル開度）に基づいて、燃料噴射弁 12 や点火プラグ 13 を制御する。また、ECU 14 は、本発明の要旨となる成層化処理を実行する。

[0029] 以下、本実施例における成層化処理の実行方法について説明する。成層化処理では、ECU 14 は、排気バルブ 9 の閉弁タイミングが吸気行程の途中まで遅角されるように第 2 可変動弁機構 200 を制御するとともに、吸気バルブ 8 の開弁タイミングが吸気行程における排気バルブ 9 の閉弁直後まで遅角されるように第 1 可変動弁機構 100 を制御する。すなわち、ECU 14 は、吸気行程の前半は排気バルブ 9 のみが開き、吸気行程の後半は吸気バルブ 8 のみが開くように第 1 可変動弁機構 100 及び第 2 可変動弁機構 200 を制御する。

[0030] このように第 1 可変動弁機構 100 及び第 2 可変動弁機構 200 が制御されると、吸気行程の前半では排気ポート 7 から気筒 2 内へ排気が逆流（再流入）する。続いて、吸気行程の後半では、燃料噴射弁 12 から噴射された燃料を含む新気（空気）が吸気ポート 6 から気筒 2 内へ流入する。

[0031] 吸気行程の前半に気筒 2 内へ流入した排気は、気筒 2 の周方向へ旋回するスワール流を形成する。さらに、気筒 2 内に流入した排気は、ピストン 3 の下降動作（上死点側から下死点側へ移動する動作）に伴って上死点側から下死点側へ移動する。つまり、吸気行程の前半に気筒 2 内へ流入した排気は、気筒 2 内を上死点側から下死点側へ向かって螺旋状に流れる。

[0032] 吸気行程の後半に気筒 2 内へ流入した新気は、上記した排気と同様にスワール流を形成する。吸気ポート 6 と排気ポート 7 は同一方向のスワール流を形成するように構成されている。さらに、排気は、前述したように気筒 2 内の下死点寄りの領域へ移動している。そのため、気筒 2 内に流入した新気の大部分は、排気と干渉することなくスワール流を形成する。その結果、排気の大部分は気筒 2 内の下死点寄りの領域に集まり、新気の大部分が気筒 2 内の上死点寄りの領域に集まる。つまり、気筒 2 内において排気と新気とが成層化される。

[0033] 上記したように排気と新気の成層化が図れると、燃料を含む新気（混合気）が点火プラグ 13 の周囲に集まることになる。そのため、気筒 2 内に存在する排気の量が多い場合であっても、燃料の着火性を高く保つことができる。混合気が着火された後は、排気が EGR ガスとして機能するため、窒素酸化物（ NO_x ）の発生量を少なく抑えることができる。

[0034] ところで、上記したような成層化処理が実施されると、ピストン 3 が吸気上死点の近傍に位置する時点の排気バルブ 9 のリフト量が多くなる可能性がある。そのような場合は、排気バルブ 9 がピストン 3 と干渉（バルブスタンプ）する可能性もある。これに対し、ピストン 3 に設けられるバルブリセスを拡大又は深くする方法が考えられる。この方法によれば、排気バルブ 9 のバルブスタンプを回避することは可能になるが、機械圧縮比の低下や気流の乱れなどを誘発する可能性がある。その結果、内燃機関 1 の性能が低下したり、排気エミッションが増加したりする可能性もある。

[0035] そこで、本実施例の成層化処理では、ECU 14 は、成層化処理を実行する場合は成層化処理が実行されない場合に比べ、排気バルブ 9 のリフト量が少なくなるように第 2 可変動弁機構 200 を制御するようにした。なお、ここでいうリフト量は、排気バルブが開弁し始めてから閉弁し終わるまでの期間における最大のリフト量である。

[0036] 成層化処理が実行される場合の排気バルブ 9 のリフト量が成層化処理が実行されない場合の排気バルブ 9 のリフト量より少なくされると、バルブリセ

スを拡大又は深くするといったピストン 3 形状の変更を施すことなく、バルブスタンプを回避することができる。その結果、内燃機関 1 の性能低下や排気エミッションの増加を招くことなく、成層化処理を実行することができる。

[0037] また、排気バルブ 9 のリフト量が少なくされると、排気ポート 7 から気筒 2 内へ再流入する際の排気の流速が高められる。そのため、排気は集束性の高いスワール流を形成することができる。その結果、ピストン 3 の下降動作により発生する吸引力（気筒 2 内のガスを上死点側から下死点側へ吸引する力）が排気に作用しても、スワール流が減衰又は乱される事態を回避することもできる。

[0038] なお、排気バルブ 9 の閉弁タイミングを吸気行程の途中まで遅角させる方法としては、図 3 に示すように、作用角を変更せずに開閉タイミングを遅角させる方法が考えられる。図 3 中の破線は成層化処理が実行されないとき（通常）の開閉タイミングを示し、実線は成層化処理が実行されたときの開閉タイミングを示す。

[0039] 図 3 に示した方法により排気バルブ 9 の閉弁タイミングが遅角された場合は、排気行程中に排気バルブ 9 が開弁する期間が短くなる。そのような条件下で排気バルブ 9 のリフト量が通常よりも少なくされると、排気行程中のポンプ損失が増大する。

[0040] これに対し、本実施例では、図 4 に示すように、排気バルブ 9 の開弁タイミングを略固定しつつ作用角を拡大させることで閉弁タイミングを遅角させるようにした。図 4 中の破線は通常の開閉タイミングを示し、実線は成層化処理が実行されたときの開閉タイミングを示す。

[0041] 図 4 に示した方法により排気バルブ 9 の開閉タイミングが遅角されると、排気行程中に排気バルブ 9 が開弁する期間は通常と略同等になる。そのため、排気バルブ 9 のリフト量が少なくされてもポンプ損失の増加を少なく抑えることができる。

[0042] なお、図 4 に示した方法によると、吸気行程中に気筒 2 内へ再吸入される

排気が少なくなる可能性がある。ただし、排気行程中の排気バルブ 9 のリフト量が通常より少なくなるため、排気行程中に気筒 2 内から排気ポート 7 へ排出される既燃ガスの量が通常より少なくなる。言い換えれば、排気行程が終了する時点（吸気上死点）において気筒 2 内に残留する既燃ガス（残留既燃ガス）の量は、通常より多くなる。残留既燃ガスは、吸気行程中に再流入される排気と同等の性状を有する。そのため、吸気行程中に気筒 2 内へ再流入する排気が減少しても、その減少分は残留既燃ガスの増加分によって補われることになる。

[0043] 従って、本実施例の内燃機関の吸排気システムによれば、内燃機関 1 の性能低下や排気エミッションの低下を回避しつつ、気筒 2 内において排気と新気の成層化を図ることができる。

[0044] 本実施例では、新気と排気が同一方向のスワール流を形成するように吸気ポート 6 及び排気ポート 7 を構成する例について述べたが、スワール流の方向に加えスワール比も略同等になるように構成されてもよい。気筒 2 内に新気が流入する時点で新気のスワール比と排気のスワール比との差が大きくなると、新気の層と排気の層との境界部分において両者が混合する可能性がある。よって、気筒 2 内に新気が流入する時点で新気のスワール比と排気のスワール比が略同等であれば、前記した境界部分において新気と排気との混合を抑制することができる。

[0045] なお、成層化処理実行時における排気バルブ 9 の閉弁タイミング及び吸気バルブ 8 の開弁タイミングは、目標吸入空気量によって変更される場合がある。排気バルブ 9 の閉弁タイミング及び吸気バルブ 8 の開弁タイミングが変更されると、新気のスワール比と排気のスワール比との相対関係も変化する可能性がある。

[0046] そこで、吸気バルブ 8 のリフト量を変更することにより、排気のスワール比と新気のスワール比との差が許容範囲内に収まるようにしてもよい。たとえば、排気バルブ 9 の閉弁タイミング及び吸気バルブ 8 の開弁タイミングが遅い場合は早い場合に比べ、排気のスワール比が低くなるとともに吸気のス

ワール比が高くなると考えられる。そのため、排気バルブ 9 の閉弁タイミング及び吸気バルブ 8 の開弁タイミングが遅い場合は早い場合に比べ、吸気バルブ 8 のリフト量を多くしてもよい。

[0047] また、本実施例では、吸気ポート 6 及び排気ポート 7 がタンジェンシャルポートである例について述べたが、図 5 に示すようなヘリカルポートであってもよい。さらに、吸気ポート 6 及び排気ポート 7 の個数は 1 つに限られるものではなく、吸気ポート 6 及び排気ポート 7 がそれぞれ複数設けられてもよい。たとえば、図 6 に示すように、吸気ポート 6 及び排気ポート 7 がそれぞれ 2 つ設けられ、それらのポートがタンジェンシャルポートで構成されてもよい。また、図 7 に示すように、吸気ポート 6 及び排気ポート 7 がそれぞれ 2 つ設けられ、それらのポートがヘリカルポートで構成されてもよい。

[0048] 要するに、吸気ポート 6 から気筒 2 内へ流入する新気と排気ポート 7 から気筒 2 内へ再流入する排気とが互いに同一方向のスワール流を形成することができる限り、ポートの形状や個数は如何なる形状及び個数であってもよい。

[0049] <実施例 2>

次に、本発明の第 2 の実施例について図 8 に基づいて説明する。ここでは、前述した第 1 の実施例と異なる構成について説明し、同様の構成については説明を省略する。

[0050] 前述した第 1 の実施例と本実施例との相違点は、内燃機関の吸気通路に過給機が設けられている点にある。図 8 は、本実施例における内燃機関の概略構成を示す図である。図 8 において、前述した第 1 の実施例（図 1 を参照）と同様の構成要素には、同一の符号が付されている。

[0051] 図 8 において、内燃機関 1 の吸気通路 60 には、該吸気通路 60 を流れる新気を圧縮する過給機 17 が設けられている。過給機 17 は、過給圧を変更可能な過給機である。過給圧を変更可能な過給機としては、過給機を迂回するガス量を調整可能な機械式圧縮比、コンプレッサとタービンを備えたターボチャージャであってタービンを迂回する排気量を調整可能なターボチャー

ジャ、又はコンプレッサとタービンを備えたターボチャージャであってタービンの容量を調整可能な可変容量型ターボチャージャなどを用いることができる。

[0052] 過給圧を変更可能な過給機 17 を備えた内燃機関 1 において成層化処理が実行される場合は、ECU 14 は、成層化処理が実行されない場合に比べ、過給圧が高くなるように前記過給機 17 を制御する。成層化処理が実行されると、吸気バルブ 8 が開弁する前に気筒 2 内に既に排気が吸入されている。そのため、吸気バルブ 8 が開弁したときの筒内圧は、排気が吸入されていない場合より高くなる（筒内負圧が小さくなる）。よって、気筒 2 内に吸入される新気の量が過少となったり、気筒 2 内の排気や残留既燃ガスが吸気ポート 6 へ逆流したりする可能性がある。

[0053] 気筒 2 内に吸入される空気量が少なくなると、内燃機関 1 の出力が低下する。また、気筒 2 内の排気や残留既燃ガスが吸気ポート 6 へ逆流すると、逆流したガスが新気と混合しながら気筒 2 内へ流入するため、新気と排気の成層化を図ることが困難となる。

[0054] これに対し、成層化処理が実行されないときに比して成層化処理が実行されたときの過給圧が高くされると、吸気バルブ 8 が開弁したときに気筒 2 内の排気や残留既燃ガスが吸気ポート 6 へ逆流する事態や、気筒 2 内に吸入される空気量が過少となる事態を回避することができる。その結果、内燃機関 1 の出力低下を抑制しつつ、新気と排気の成層化を図ることが可能となる。

[0055] 前述した第 1 及び第 2 の実施例では、本発明を適用する内燃機関として火花点火式の内燃機関（ガソリンエンジン）を例に挙げたが、圧縮着火式の内燃機関（ディーゼルエンジン）に本発明を適用することも可能である。

符号の説明

- [0056] 1 内燃機関
2 気筒
3 ピストン
4 コネクティングロッド

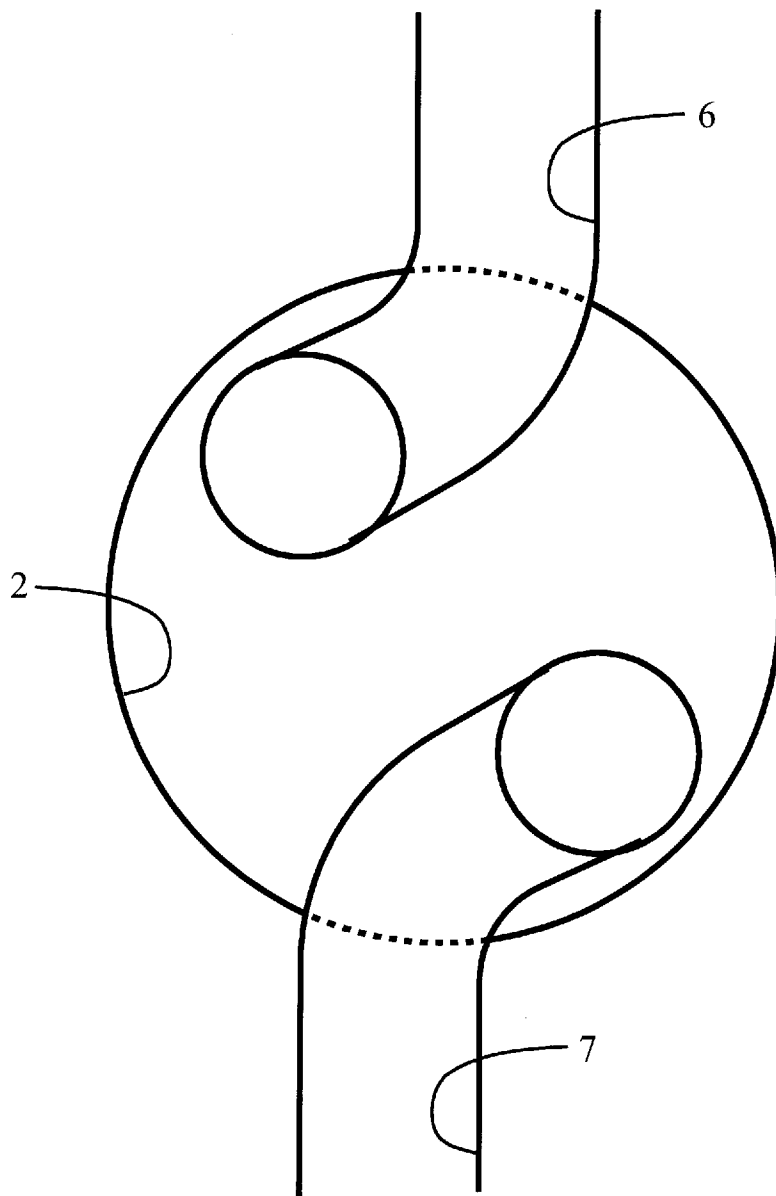
- 5 クランクシャフト
- 6 吸気ポート
- 7 排気ポート
- 8 吸気バルブ
- 9 排気バルブ
- 10 吸気カム
- 11 排気カム
- 12 燃料噴射弁
- 13 点火プラグ
- 14 ECU
- 15 クランクポジションセンサ
- 16 アクセルポジションセンサ
- 17 過給機
- 60 吸気通路
- 70 排気通路
- 100 第1可変動弁機構
- 200 第2可変動弁機構

請求の範囲

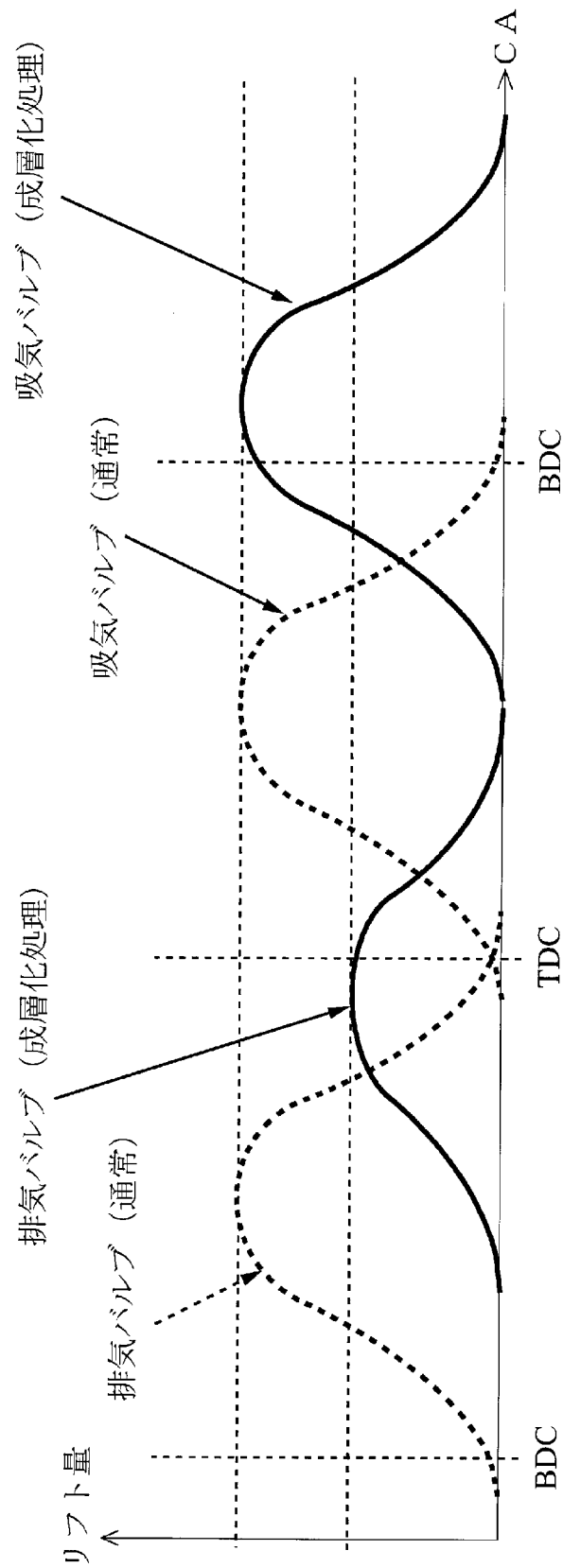
- [請求項1] 吸気バルブ及び排気バルブの開弁特性を変更する可変動弁機構と、
吸気行程の開始から吸気行程の途中まで排気バルブのみが開弁し、
吸気行程の途中から吸気バルブのみが開弁するように前記可変動弁機構を制御することにより、気筒内において排気と新気を成層化させる第1制御部と、
前記第1制御部により排気と新気が成層化されるときは、前記第1制御部により排気と新気が成層化されないときに比べ、前記排気バルブのリフト量が少なくなるように前記可変動弁機構を制御する第2制御部と、
を備える内燃機関の吸排気システム。
- [請求項2] 請求項1において、前記可変動弁機構は、前記排気バルブの作用角を変更可能な機構を含み、
前記第1制御部は、気筒内において排気と新気を成層化させるときは、前記排気バルブが排気行程から吸気行程の途中まで連続して開弁するように前記可変動弁機構を制御する内燃機関の吸排気システム。
- [請求項3] 請求項2において、前記吸気弁により開閉される吸気ポートと前記排気バルブにより開閉される排気ポートは、前記排気ポートから気筒内へ再流入する排気と前記吸気ポートから気筒内へ流入する新気とが互いに同一方向のスワール流を発生するように構成される内燃機関の吸排気システム。
- [請求項4] 請求項3において、前記吸気ポート及び前記排気ポートは、前記第1制御部により排気と新気が成層化されるときに、排気のスワール比と新気のスワール比が同等となるように構成される内燃機関の吸排気システム。
- [請求項5] 請求項3又は4において、内燃機関に対して吸気を過給する過給機をさらに備え、
前記第2制御部は、前記第1制御部により排気と新気が成層化され

るときは、前記第 1 制御部により排気と新気が成層化されないときに
比べ、前記過給機の過給圧を高める内燃機関の吸排気システム。

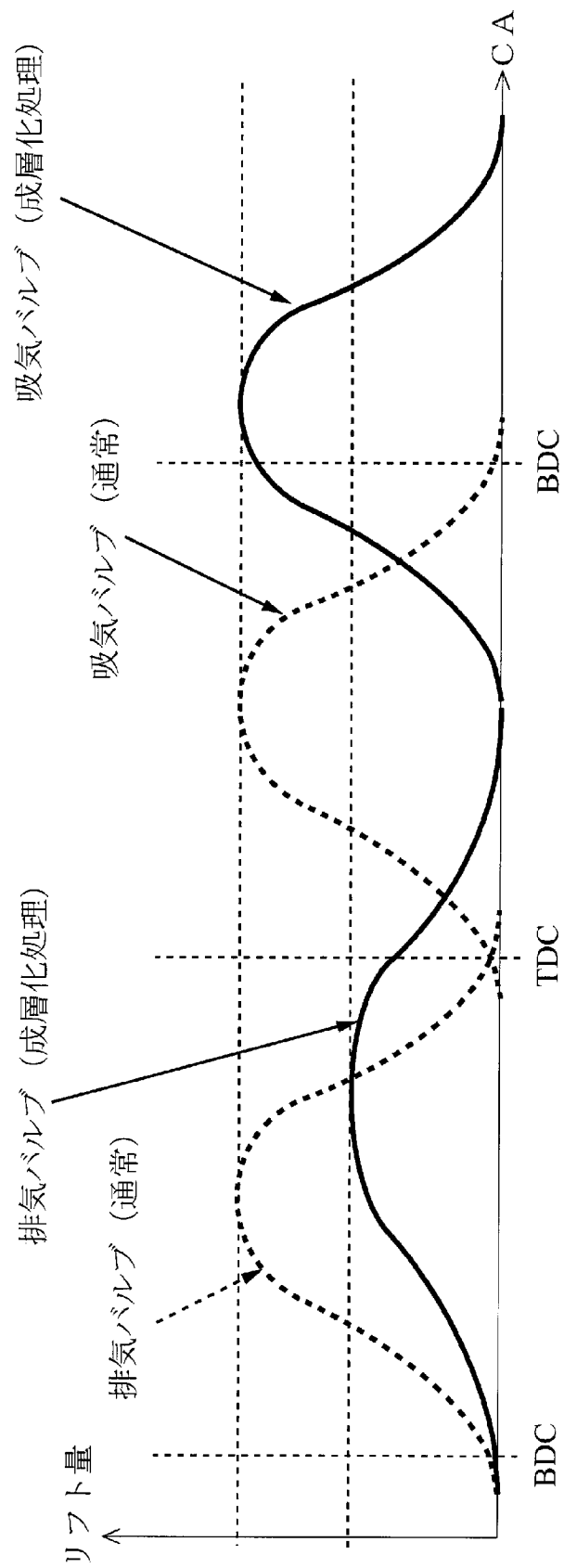
[図2]



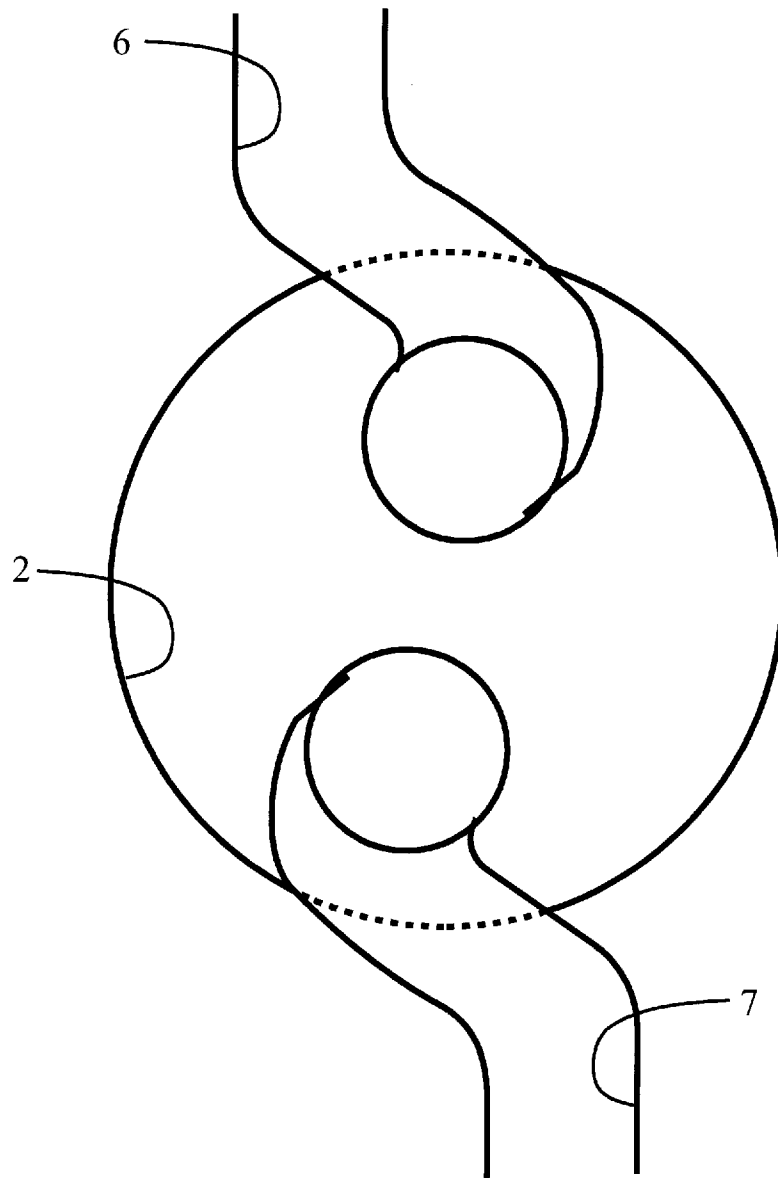
[図3]



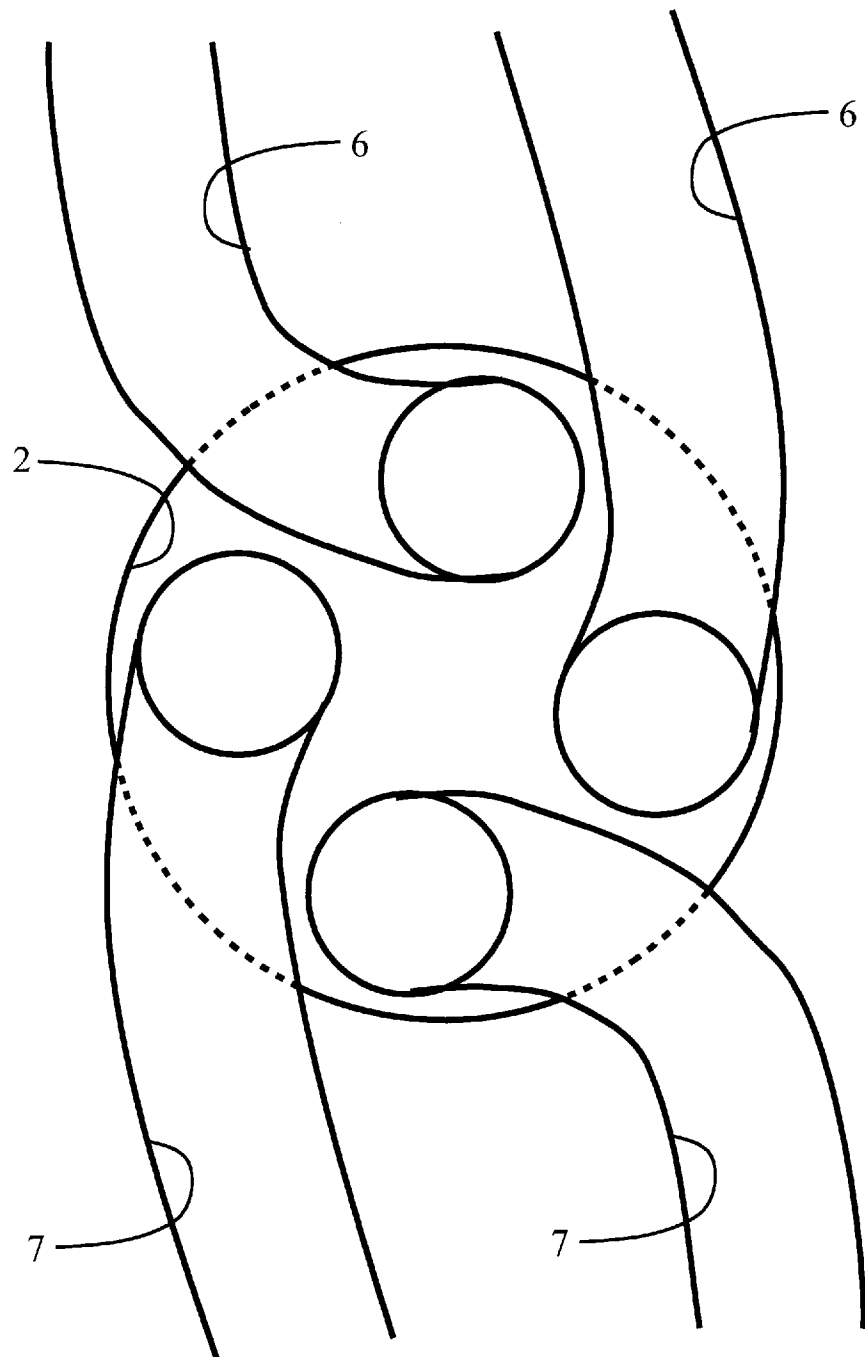
[図4]



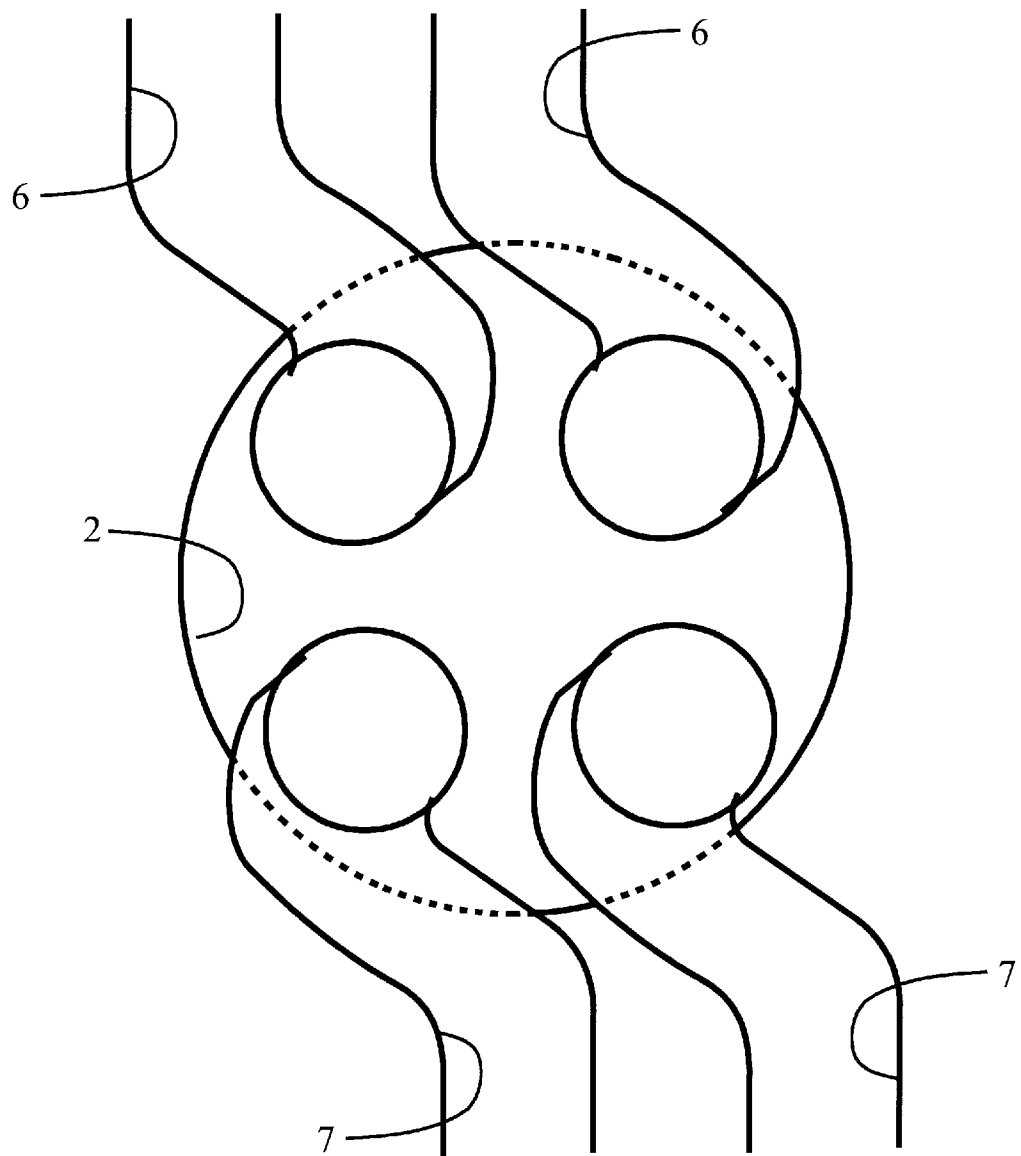
[図5]



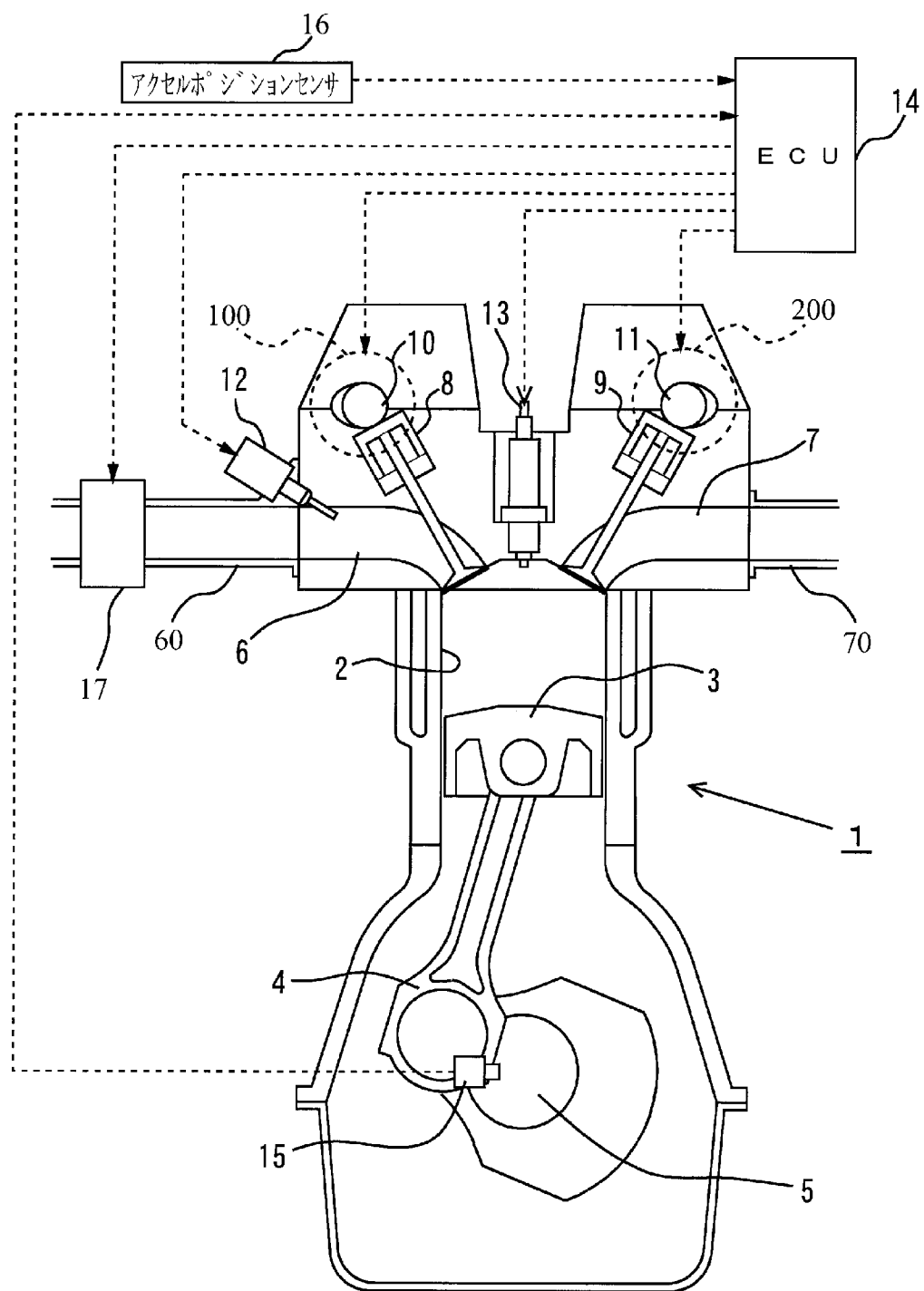
[図6]



[図7]



[図8]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/056704

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F02D13/02 (2006.01) i

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)

F02D13/02

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2010
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2010	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2010

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 4201395 B1 (Nissan Motor Co., Ltd.), 17 October 2008 (17.10.2008), paragraphs [0020] to [0026]; fig. 5, 6 (Family: none)	1-5
Y	JP 2002-276395 A (Nissan Motor Co., Ltd.), 25 September 2002 (25.09.2002), paragraphs [0049] to [0054]; fig. 6 & US 2002/0129780 A1 & EP 1241345 A2	1-5
Y	JP 2008-2404 A (Toyota Motor Corp.), 10 January 2008 (10.01.2008), paragraphs [0005] to [0008] (Family: none)	1-5

☒ 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
10 May, 2010 (10.05.10)

Date of mailing of the international search report
18 May, 2010 (18.05.10)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/056704

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2005-325818 A (Koichi HATAMURA), 24 November 2005 (24.11.2005), paragraphs [0043] to [0051] (Family: none)	5

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. F02D13/02 (2006.01)i

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（I P C））

Int.Cl. F02D13/02

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 0 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 0 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 0 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 4201395 B1（日産自動車株式会社）2008. 10. 17, 【0020】 - 【0026】、【図5】、【図6】（ファミリーなし）	1-5
Y	JP 2002-276395 A（日産自動車株式会社）2002. 09. 25, 【0049】 - 【0054】、【図6】 & US 2002/0129780 A1 & EP 1241345 A2	1-5
Y	JP 2008-2404 A（トヨタ自動車株式会社）2008. 01. 10, 【0005】 - 【0008】（ファミリーなし）	1-5

☒ 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矛盾するものではなく、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

1 0 . 0 5 . 2 0 1 0

国際調査報告の発送日

1 8 . 0 5 . 2 0 1 0

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

寺川 ゆりか

3 Z

3 2 1 9

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 3 5 5

C (続き) . 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 2005-325818 A (畑村 耕一) 2005. 11. 24, 【0043】 - 【0051】 (ファミリーなし)	5