

(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
2014 年 8 月 28 日(28.08.2014)



(10) 国際公開番号
WO 2014/128974 A1

- (51) 国際特許分類:
F02D 17/00 (2006.01) *F02D 29/02* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/054817
- (22) 国際出願日: 2013 年 2 月 25 日(25.02.2013)
- (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: 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: 藍川 嗣史 (AIKAWA, Hidefumi); 〒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: 山本 晃司, 外(YAMAMOTO, Koji et al.); 〒1040031 東京都中央区京橋一丁目 1 6 番 1 0 号 オークビル京橋 3 階 東京セントラル特許事務所内 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, 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, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, 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.

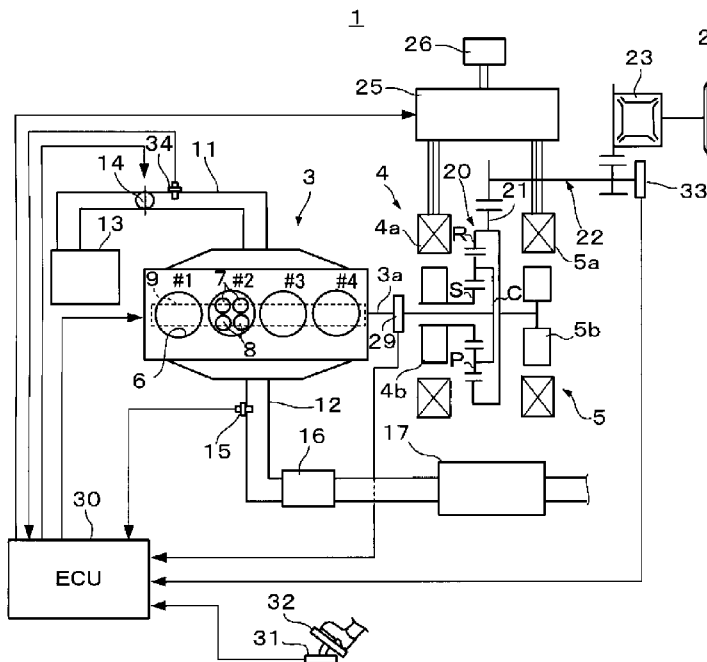
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM,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

(54) 発明の名称: 内燃機関の制御装置



(57) Abstract: This control device is applied to an internal combustion engine (3) that is capable of implementing a reduced-cylinder operation and an all-cylinder operation. During implementation of the reduced-cylinder operation, when the internal combustion engine (3) stops and the internal combustion engine (3) is restarted with the reduced-cylinder operation and with common cylinders as idle cylinders, the initial crank angle when cranking begins is controlled such that the piston position is near the top dead center in at least one of the idle cylinders.

(57) 要約: 本発明の制御装置は、減筒運転と全筒運転とを実施可能な内燃機関 (3) に適用される。減筒運転の実施中に内燃機関 (3) が停止され、共通の気筒を休止気筒として内燃機関 (3) が減筒運転で再始動される場合、休止気筒のうち、少なくとも一つの気筒でピストン位置が上死点付近となるようにクランキング開始時の初期クランク角を制御する。

WO 2014/128974 A1

明 細 書

発明の名称： 内燃機関の制御装置

技術分野

[0001] 本発明は、減筒運転が実施可能な内燃機関に適用される内燃機関の制御装置に関する。

背景技術

[0002] 内燃機関の停止時のピストン位置を圧縮上死点に制御し、再始動時のクランキングに要するトルクを低減する内燃機関の制御装置が知られている（特許文献1）。その他、本発明に関連する先行技術文献として特許文献2及び3が存在する。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特許第4075508号公報

特許文献2：特開2010-71188号公報

特許文献3：特開2004-225561号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 燃費向上のために複数の気筒のうちの一部の気筒を吸気弁及び排気弁を閉じ状態で停止することによって休止し、残りの気筒を稼働する減筒運転と、複数の気筒の全ての気筒を稼働する全筒運転とを実施可能な内燃機関が知られている。このような内燃機関は、減筒運転の実施中に停止してから減筒運転で再始動する場合、休止気筒は吸気弁及び排気弁が閉じ状態であるためクランキング開始時のピストン位置で定まる容積の空気に対する圧縮と膨張とがクランキング中に繰り返される。

[0005] このような内燃機関に対して特許文献1の制御装置を適用し、内燃機関の停止時に稼働気筒のピストン位置を圧縮上死点に制御すると、休止気筒のピストン位置が下死点に位置する場合がある。休止気筒のピストン位置が下死

点に位置する場合は気筒内容積が最大となるので、再始動時には最大の容積の空気を圧縮しながらクランキングすることが必要になる。そのため、下死点から離れた位置でクランキングを開始する場合に比べて、クランキングの抵抗となるトルク（フリクショントルク）が大きく、かつ圧縮反力によるトルク変動も大きくなるので振動が大きくなる。

[0006] そこで、本発明は、再始動時の振動を抑制できる内燃機関の制御装置を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0007] 本発明の内燃機関の制御装置は、4以上の複数の気筒を有し、前記複数の気筒のうちの一部の気筒を吸気弁及び排気弁を閉じ状態で停止することによって休止し、残りの気筒を稼働する減筒運転と、前記複数の気筒の全ての気筒を稼働する全筒運転とを実施でき、かつ電動機によるクランキングにて始動される内燃機関に適用される内燃機関の制御装置であって、前記電動機の制御によって前記クランキングの開始時における初期クランク角を制御するクランク角制御手段を備え、前記クランク角制御手段は、前記減筒運転の実施中に前記内燃機関が停止され、共通の前記気筒を休止気筒として前記内燃機関が前記減筒運転で再始動される場合、前記休止気筒のうち、少なくとも一つの気筒でピストン位置が上死点付近となるように前記初期クランク角を制御するものである。

[0008] この制御装置によれば、減筒運転での再始動時に少なくとも一つの休止気筒の気筒内容積が最大容積よりも十分に小さい状態でクランキングが開始される。つまり、少なくとも一つの休止気筒は気筒内容積が最小容積又はそれに近い容積でクランキングが開始される。したがって、気筒内容積が最大容積の状態でクランキングが開始される場合と比べてフリクショントルク及びトルク変動が小さくなる。これにより、減筒運転での再始動時に発生する振動を抑制できる。なお、休止気筒は完璧に密封されている訳ではないので、減筒運転中に内燃機関が停止すると再始動までの時間が極めて短時間でない限り休止気筒内の圧力は大気圧へ変化する。

[0009] 本発明の制御装置の一態様として、前記内燃機関は、前記減筒運転時において前記休止気筒と運転気筒との間でピストン位置が同じであり、前記クランク角制御手段は、前記クランキングを開始した場合に、前記休止気筒のピストン位置が始めに上死点に到達した後に前記運転気筒のピストン位置が吸気行程を経て下死点に至るように前記初期クランク角を制御してもよい。運転気筒のトルク変動が大きくなるタイミングは吸気下死点を経た後の圧縮行程である。この態様によれば、クランキングの開始後に休止気筒のピストン位置が始めに上死点に到達するタイミングと、運転気筒のトルク変動が大きくなるタイミングとが一致する場合に比べて、運転気筒のトルク変動が大きくなるタイミングが遅れる。したがって、クランキング開始から共振帯通過までの期間を長くすることができるので、共振帯通過までに必要なトルクを少なくできる。

[0010] 本発明の制御装置の一態様として、前記内燃機関は、前記減筒運転時において前記休止気筒と運転気筒との間でピストン位置が異なっており、前記クランク角制御手段は、前記運転気筒のピストン位置が下死点付近となるように前記初期クランク角を制御してもよい。この態様によれば、休止気筒と運転気筒との間でピストン位置がずれているため、運転気筒のピストン位置が下死点付近となるように初期クランク角を制御することによって休止気筒のピストンが下死点から離れて位置することになる。これにより、休止気筒の気筒内容積が最大容積よりも小さくなる。

[0011] 本発明の制御装置の一態様として、前記クランキング開始後に、前記休止気筒の前記吸気弁を開閉させることにより前記休止気筒に対して少なくとも一回吸気行程を実施させる弁制御手段を更に備えてもよい。この態様によれば、クランキング開始後に休止気筒に対して吸気行程を実施させることにより、大気圧からの膨張と圧縮とが繰り返される負圧のサイクルから、大気圧からの圧縮と膨張とが繰り返される正圧のサイクルに変化する。このため、内燃機関の再始動後に休止気筒内を正圧に維持できるので、休止気筒内にオイルが吸引されることを抑制できる。

[0012] 本発明の制御装置の一態様として、前記内燃機関が停止する過程で、前記休止気筒の前記排気弁を開閉させることにより前記休止気筒に対して少なくとも一回排気行程を実施させる弁制御手段を更に備えてもよい。この態様によれば、内燃機関が停止する過程で休止気筒に対して排気行程を実施させることにより、大気圧からの圧縮と膨張とが繰り返される正圧のサイクルから、大気圧からの膨張と圧縮とが繰り返される負圧のサイクルに変化する。このため、休止気筒のピストン位置が下死点から離れた位置にあるときのフリクショントルクの変化が正圧のサイクルの場合よりも小さくなる。したがって、休止気筒のピストン位置を下死点から離れた位置で停止させる制御が容易になる。

[0013] この態様において、前記弁制御手段は、燃料噴射停止後に前記休止気筒に対して少なくとも一回排気行程を実施させてもよい。燃料噴射停止前に排気行程を実施させると、運転気筒から排出された燃焼後の排気と休止気筒から排出された空気とが混合して排気の酸素濃度が増加し、排気浄化触媒による浄化が有効に機能しないおそれがある。したがって、燃料噴射停止後に休止気筒に対して排気行程を実施させることによりこのような問題を回避することができる。

[0014] なお、本発明において、上死点付近とは上死点側に偏った上死点を含むピストン位置の範囲を意味し、下死点付近とは下死点側に偏った下死点を含むピストン位置の範囲を意味する。

図面の簡単な説明

[0015] [図1]本発明の一形態に係る制御装置が適用された内燃機関を含む車両の全体構成を示した図。

[図2]本発明の一形態に係る制御ルーチンの一例を示したフローチャート。

[図3]図2の制御ルーチンで定義された機関停止処理の一例を示したフローチャート。

[図4]図2の制御ルーチンで定義された機関始動処理の一例を示したフローチャート。

[図5]機関停止処理でモータトルクを算出するために参照される算出マップの一例を示した図。

[図6]機関停止処理でスロットル開度を算出するために参照される算出マップの一例を示した図。

[図7]機関始動処理でモータトルクを算出するために参照される算出マップの一例を示した図。

[図8]機関始動処理でスロットル開度を算出するために参照される算出マップの一例を示した図。

[図9]機関始動処理で燃料噴射量を算出するために参照される算出マップの一例を示した図。

[図10]機関始動処理で点火時期を算出するために参照される算出マップの一例を示した図。

[図11]再始動時のクランキング中における筒内圧の時間的变化を示した図。

[図12]再始動時のクランキング中におけるフリクシントルクの時間的变化を示した図。

[図13]比較例の筒内圧の時間的变化を示した図。

[図14]比較例のフリクシントルクの時間的变化を示した図。

[図15]第2の形態に係る筒内圧の時間的变化を示した図。

[図16]第2の形態に係るフリクシントルクの時間的变化を示した図。

[図17]比較例の筒内圧の時間的变化を示した図。

[図18]比較例のフリクシントルクの時間的变化を示した図。

[図19]第3の形態に係る筒内圧の時間的变化を示した図。

[図20]第3の形態に係る制御ルーチンの一例を示したフローチャート。

[図21]第4の形態に係る筒内圧の時間的变化を示した図。

[図22]第4の形態に係るフリクシントルクの時間的变化を示した図。

[図23]第4の形態に係る制御ルーチンの一例を示したフローチャート。

[図24]第5の形態に係る制御ルーチンの一例を示したフローチャート。

[図25]第6の形態に係る制御ルーチンの一例を示したフローチャート。

[図26]第6の形態の制御を実施した場合のエンジン回転数及びトルク変動周波数の時間的变化を示した図。

発明を実施するための形態

[0016] (第1の形態)

図1に示すように、車両1は複数の動力源を組み合わせたハイブリッド車両として構成されている。車両1は、内燃機関3と、2つのモータ・ジェネレータ4、5とを走行用の動力源として備えている。内燃機関3は4つの気筒6を備えた直列4気筒型の火花点火型内燃機関である。内燃機関3の点火は、一般的な直列4気筒型の内燃機関と同様に、1番気筒、3番気筒、4番気筒、2番気筒の順番で実施される。各気筒6には吸気弁7及び排気弁8がそれぞれ2つずつ設けられており、これらの弁7、8は動弁機構9にて操作される。動弁機構9は気筒休止機能を有している。内燃機関3は、動弁機構9の操作により、4つの気筒6のうち、1番気筒と4番気筒とを休止し、残りの2番気筒と3番気筒とを稼働する減筒運転と、4つの気筒6の全ての気筒を稼働する全筒運転とを実施できる。減筒運転を実施する場合は動弁機構9が休止気筒となる1番気筒及び4番気筒のそれぞれに設けられた吸気弁7及び排気弁8を閉じ状態で停止させる。動弁機構9のこのような機能を実現する機械的な構成は周知であるので詳細な説明を省略する。各気筒6には吸気通路11と排気通路12とがそれぞれ接続されている。吸気通路11には、空気濾過用のエアクリーナ13及び空気流量を調整可能なスロットルバルブ14がそれぞれ設けられている。排気通路12には、内燃機関3の空燃比(A/F)に対応した信号を出力するA/Fセンサ15が設けられている。また、排気通路12には、排気中の有害成分を浄化する三元触媒16及びNOx触媒17が設けられている。

[0017] 内燃機関3と第1モータ・ジェネレータ4とは動力分割機構20に接続されている。動力分割機構20の出力は出力ギア21に伝達される。出力ギア21と第2モータ・ジェネレータ5とは互いに連結されていて一体回転する。出力ギア21から出力した動力は減速装置22及び差動装置23を介して

駆動輪 24 に伝達される。第 1 モータ・ジェネレータ 4 はステータ 4a とロータ 4b とを有する。第 1 モータ・ジェネレータ 4 は、動力分割機構 20 にて分割された内燃機関 3 の動力を受けて発電する発電機として機能するとともに、交流電力にて駆動される電動機としても機能する。同様に、第 2 モータ・ジェネレータ 5 はステータ 5a とロータ 5b とを有し、電動機及び発電機としてそれぞれ機能する。各モータ・ジェネレータ 4、5 はモータ用制御装置 25 を介してバッテリー 26 に接続される。モータ用制御装置 25 は各モータ・ジェネレータ 4、5 が発電した電力を直流変換してバッテリー 26 に蓄電するとともにバッテリー 26 の電力を交流変換して各モータ・ジェネレータ 4、5 に供給する。詳細は後述するが、第 1 モータ・ジェネレータ 4 を駆動することによって、内燃機関 3 をクランキングして始動できる。また、第 1 モータ・ジェネレータ 4 を制御することによって、クランキングの開始時における初期クランク角を制御することができる。したがって、第 1 モータ・ジェネレータ 4 は本発明に係る電動機として機能する。

[0018] 動力分割機構 20 はシングルピニオン型の遊星歯車機構として構成されており、サンギア S と、リングギア R と、これらのギア S、R に噛み合うピニオン P を自転及び公転可能な状態で保持するプラネタリキャリア C とを有している。サンギア S は第 1 モータ・ジェネレータ 4 のロータ 4a に連結され、リングギア R は出力ギア 21 に連結され、プラネタリキャリア C は内燃機関 3 のクランク軸 3a に連結される。クランク軸 3a にはクランク角に対応した信号を出力するクランク角センサ 29 が設けられている。

[0019] 車両 1 の制御は電子制御装置 (ECU) 30 にて制御される。ECU 30 は内燃機関 3 及び各モータ・ジェネレータ 4、5 に対して各種の制御を行う。ECU 30 には、上述したクランク角センサ 29 が電氣的に接続されるとともに、アクセルペダル 32 の踏み込み量に応じた信号を出力するアクセル開度センサ 31 や車速に応じた信号を出力する車速センサ 33 等の各種センサが電氣的に接続される。以下、本発明に関連して ECU 30 が行う主要な制御について説明する。ECU 30 は、運転者が要求する要求パワーに対す

るシステム効率が最適となるように各種のモードを切り替えながら車両 1 を制御する。例えば、内燃機関 3 の熱効率が低下する低負荷領域では内燃機関 3 の燃焼を停止して第 2 モータ・ジェネレータ 5 を駆動する EV モードが選択される。また、内燃機関 3 だけではトルクが不足する場合は、内燃機関 3 とともに第 1 モータ・ジェネレータ 4 及び第 2 モータ・ジェネレータ 5 の少なくとも一方を走行用駆動源とするハイブリッドモードが選択される。ハイブリッドモードが選択された場合には要求パワーに応じて内燃機関 3 の運転を減筒運転と全筒運転との間で切り替える。

[0020] 図 2～図 4 は ECU 30 が本発明に関連して実施する制御ルーチンの一例を示している。図 2 の制御ルーチンはメインルーチンであり、このルーチンのプログラムは ECU 30 に記憶されており適時に読み出されて所定間隔で繰り返し実行される。ステップ S 1 において、ECU 30 は車両情報を取得する。ECU 30 が取得する車両情報としては、車速、アクセル開度及びバッテリー残量等がある。なお、バッテリー残量は不図示の SOC センサの出力信号に基づいて取得される。ステップ S 2 において、ECU 30 は機関運転中か否か、すなわち内燃機関 3 が運転中か否かを判定する。機関運転中の場合はステップ S 3 に進み、機関運転中でない場合、つまり EV モード中はステップ S 6 に進む。

[0021] ステップ S 3 において、ECU 30 は機関停止条件の成否を判定する。機関停止条件は要求パワーやバッテリー残量等の各種パラメータ毎に設定された条件が肯定された場合に成立する。機関停止条件が成立した場合は内燃機関 3 の運転を停止するためステップ S 4 に進んで後述する機関停止処理を実行する。一方、機関停止条件が成立しない場合はステップ S 5 に進んで内燃機関 3 の運転を継続する。すなわちハイブリッドモードを続行する。

[0022] ステップ S 6 において、ECU 30 は機関始動条件の成否を判定する。機関始動条件は機関停止条件と同様に要求パワーやバッテリー残量等の各種パラメータ毎に設定された条件が肯定された場合に成立する。機関始動条件が成立した場合は内燃機関 3 を始動するためステップ S 7 に進んで後述する機関

始動処理を実行する。一方、機関始動条件が成立しない場合はステップS 8に進んで内燃機関3の停止を継続する。すなわちEVモードを続行する。

[0023] 機関停止処理は、第1モータ・ジェネレータ4を制御することによって、所望のクランク角で内燃機関3のクランク軸3aを停止させて、再始動のクランキングの開始時における初期クランク角を制御するものである。このような機関停止処理は従来から種々提案されており、例えば図3に示す制御ルーチンにて実施される。このルーチンのプログラムはECU30に記憶されており機関停止処理の実行時に読み出されて実行される。

[0024] ステップS 41において、ECU30はエンジン回転数等の車両情報を取得する。ステップS 42において、ECU30はエンジン回転数に応じたモータトルクを算出し、そのモータトルクをモータ用制御装置25に指示することにより第1モータ・ジェネレータ4を制御する。このモータトルクの算出は図5に示すようなデータ構造を持つ算出マップM1を参照し、現在のエンジン回転数に応じたモータトルクを特定することにより実施される。なお、負のモータトルクは内燃機関3から第1モータ・ジェネレータ4に向かう方向のトルクである。換言すれば、負のモータトルクはエンジン回転数を引き下げる方向に働くトルクである。

[0025] ステップS 43において、ECU30はエンジン回転数に応じたスロットル開度を算出し、そのスロットル開度となるようにスロットル弁14を制御する。このスロットル開度の算出は図6に示すようなデータ構造を持つ算出マップM2を参照し、現在のエンジン回転数に応じたスロットル開度を特定することにより実施される。ステップS 44において、ECU30は内燃機関3の燃料噴射を停止させる。ステップS 45において、ECU30は内燃機関3の点火を停止させる。ステップS 42～ステップS 45の処理を実施することにより、エンジン回転数は次第に低下し、最終的にクランク軸3aは停止する。

[0026] ステップS 46において、ECU30はクランク軸3aの停止時のピストン位置が所定の位置に制御されて機関停止処理が完了したか否かを判定する

。停止処理が完了していない場合はステップS 4 1 に処理を戻し、停止処理が完了するまでステップS 4 1 ～ステップS 4 5 の処理を繰り返し実行する。ここで、クランク軸3 a の停止時のピストン位置は減筒運転の場合と全筒運転の場合とで異なる。減筒運転の場合は、クランク軸3 a の停止時に休止気筒である1 番気筒及び4 番気筒の各ピストン位置が上死点付近にある場合に停止処理が完了したものと判断する。休止気筒と運転気筒とは位相が1 8 0 ° ずれているので、この時の運転気筒のピストン位置は下死点付近にある。一方、全筒運転の場合は、クランク軸3 a の停止時に運転気筒である2 番気筒及び3 番気筒の各ピストン位置が上死点付近にある場合に停止制御が完了したものと判断する。このように機関停止処理が行われてから内燃機関3 が再始動する場合は、所定の位置にピストンが位置する状態でクランキングが開始されるので、この状態でのクランク角が初期クランク角に相当する。

[0027] 機関始動処理は、第1 モータ・ジェネレータ4 を制御して内燃機関3 をクランキングして始動させるものであり、例えば図4 に示す制御ルーチンにて実施される。このルーチンのプログラムはECU 3 0 に記憶されており機関始動処理の実行時に読み出されて実行される。

[0028] ステップS 7 1 において、ECU 3 0 は車両情報を取得する。ここで取得する車両情報としては、エンジン回転数や大気圧がある。なお、大気圧は不図示の圧力センサの出力信号に基づいて取得される。ステップS 7 2 において、ECU 3 0 はエンジン回転数に応じたモータトルクを算出し、そのモータトルクをモータ用制御装置2 5 に指示することにより第1 モータ・ジェネレータ4 を制御する。このモータトルクの算出は図7 に示すようなデータ構造を持つ算出マップM 3 を参照し、現在のエンジン回転数に応じたモータトルクを特定することにより実施される。

[0029] ステップS 7 3 において、ECU 3 0 は大気圧に応じたスロットル開度を算出し、そのスロットル開度となるようにスロットル弁1 4 を制御する。このスロットル開度の算出は図8 に示すようなデータ構造を持つ算出マップM 4 を参照し、現在の大気圧に応じたスロットル開度を特定することにより実

施される。ステップS 7 4において、E C U 3 0はエンジン回転数に応じた燃料噴射量を算出し、その燃料噴射量の燃料が噴射されるように内燃機関3を制御する。燃料噴射量の算出は図9に示すようなデータ構造を持つ算出マップM 5を参照し、現在のエンジン回転数に応じた燃料噴射量を特定することにより実施される。ステップS 7 5において、E C U 3 0はエンジン回転数に応じた点火時期を算出し、その点火時期に点火されるように内燃機関3を制御する。点火時期の算出は図10に示すようなデータ構造を持つ算出マップM 6を参照し、現在のエンジン回転数に応じた点火時期を特定することにより実施される。

[0030] ステップS 7 6において、E C U 3 0は始動処理が完了したか否かを判定し、始動処理が完了していない場合はステップS 7 1に処理を戻し、始動処理が完了するまでステップS 7 1～ステップS 7 5の処理を繰り返し実行する。始動処理が完了したか否かは、エンジン回転数が自律運転可能となる判定閾値に到達したか否かによって判定される。

[0031] 上述した図2～図4の制御をE C U 3 0が実行することにより、E C U 3 0は本発明に係るクランク角制御手段として機能し、以下に説明する効果が得られる。減筒運転中に内燃機関3を停止し、その後、減筒運転で再始動した場合、各気筒6のクランキング時の筒内圧力及びフリクシントルクのそれぞれの時間的变化は図11及び図12に示すようになる。これらの図並びに図13及び図14において、細線の曲線は全筒運転で始動した場合の筒内圧力とフリクシントルクとを示している。上述したように、機関停止処理は各休止気筒のピストン位置を上死点付近に制御している。したがって、図11に示すように各休止気筒の筒内圧の変動が小さく、かつ図12に示すように各休止気筒のフリクシントルクの変動も小さい。そして、図12に示すように、各気筒6のフリクシントルクを合成した合成フリクシントルクについて全筒運転で始動した場合と比較すると合成フリクシントルクのピーク値及び変動幅は変らない。

[0032] これに対して、図13及び図14に示した比較例は機関停止処理で各休止

気筒のピストン位置を下死点付近に制御している。そのため、休止気筒内の容積が大きい状態からクランキングが開始されるので、クランキング時の休止気筒の筒内圧力及びフリクシントルクの変動がいずれも大きい。そして、図14に示すように、合成フリクシントルクについて全筒運転で始動した場合と比較すると、合成フリクシントルクのピーク値は大きくなりその変動幅も大きくなる。

[0033] このように、本形態の制御によれば、合成フリクシントルクのピーク値及びその変動幅のいずれも比較例と比べて小さくなるので、減筒運転での再始動時に発生する振動を抑制できる。

[0034] (第2の形態)

次に、図15～図18を参照しながら本発明の第2の形態を説明する。第2の形態はバンク角60°のV型6気筒の内燃機関に本発明を適用したものである。この内燃機関の点火は、1番気筒、2番気筒、3番気筒、4番気筒、5番気筒、6番気筒の順番で実施される。その他の事項は第1の形態と共通するので重複する説明を省略する。第2の形態に係る内燃機関は減筒運転と全筒運転とが実施可能であり、減筒運転時の休止気筒と運転気筒との間でピストン位置が同じである。すなわち、図15に示すように、減筒運転時には1番気筒、3番気筒及び5番気筒がそれぞれ休止気筒となり、残りは運転気筒となる。休止気筒と運転気筒とはピストン位置で運動する。第2の形態の制御では、ECU30は休止気筒である1番気筒のピストン位置が圧縮上死点付近となるように初期クランク角を制御する。これにより、休止気筒である3番気筒及び5番気筒のそれぞれのピストン位置は下死点に近いが下死点とは一致しない。したがって、休止気筒である3番気筒及び5番気筒のそれぞれの筒内容積は最大容積よりも小さい。第2の形態は、停止時のピストン位置がこのような状態となるように初期クランク角が制御されるため、減筒運転で再始動する際に、クランキングを開始した場合に、休止気筒である3番気筒のピストン位置が始めに上死点に到達した後に、3番気筒と同じピストン位置の6番気筒のピストン位置が吸気行程を経て下死点に至る。これ

により、ECU30は本発明に係るクランク角制御手段として機能する。

[0035] これにより、休止気筒である3番気筒が上死点に到達する時期と運転気筒である6番気筒が圧縮上死点に到達する時期とが重なる時期 t が、3番気筒が始めに上死点に到達する時期 t_0 よりも1サイクル後になる。換言すれば、運転気筒である6番気筒が吸気行程を経て下死点に至る時期 t' が3番気筒が始めに上死点に到達する時期 t_0 の後になる。したがって、図16に示した合成フリクシントルクの変動が大きくなる時期 t が遅くなる。これに対して、図17及び図18に示した比較例の場合は、休止気筒が始めに上死点に到達する時期 t_0 と運転気筒が圧縮上死点に到達する時期 t とが重なるため、図18に示した合成フリクシントルクの変動が大きくなる時期が早くなる。なお、図17及び図18に示した比較例は、減筒運転時に2番気筒、4番気筒及び6番気筒が休止気筒となり、残りが運転気筒となる形態である。

[0036] 第2の形態によれば、クランキングの開始後に休止気筒のピストン位置が始めに上死点に到達するタイミングと、運転気筒のトルク変動が大きくなるタイミングとが一致する場合に比べて、運転気筒のトルク変動が大きくなるタイミングが遅れる。したがって、再始動時のクランキング開始から共振帯通過までの期間を長くすることができるので、共振帯通過までに必要なトルクを少なくできる。

[0037] (第3の形態)

次に、図19及び図20を参照しながら本発明の第3の形態を説明する。第3の形態は第1の形態の制御とともに実施する制御に特徴を持つ。すなわち、第3の形態の制御は、内燃機関3の再始動時のクランキング開始後に、休止気筒の吸気弁7を開閉させることにより休止気筒に対して少なくとも一回吸気行程を実施させるものである。

[0038] 図19に示したように、ECU30は休止気筒である1番気筒の吸気弁7を $t_{a1} \sim t_{a2}$ の間に、休止気筒である4番気筒の吸気弁7を $t_{b1} \sim t_{b2}$ の間にそれぞれ開閉させ、各休止気筒に吸気行程を実施させる。クラン

キング開始後に休止気筒に対して吸気行程を実施させることにより、大気圧からの膨張と圧縮とが繰り返される負圧のサイクルから、大気圧からの圧縮と膨張とが繰り返される正圧のサイクルに変化する。これにより、内燃機関 3 の再始動後に休止気筒内を正圧に維持できるので、休止気筒内にオイルが吸引されることを抑制できる。なお、休止気筒に対する吸気行程の実施は 2 回以上実施してもよい。

[0039] ECU 30 は図 20 の制御ルーチンを実施することにより本発明に係る弁制御手段として機能する。図 20 の制御ルーチンのプログラムは ECU 30 に記憶されており、適時に読み出されて所定間隔で繰り返し実行される。ステップ S 101 において、ECU 30 は休止気筒が負圧のサイクルで運転されているか否かを判定する。この判定は筒内圧センサを設けて筒内圧を測定し、その測定値に基づいて実施される。なお、この判定はフリクシントルクや筒内圧に相関する他のパラメータから筒内圧を推定し、その推定値に基づいて実施することもできる。休止気筒が負圧のサイクルで動作している場合はステップ S 102 に進み、休止気筒が負圧のサイクルで動作していない場合は以後の処理をスキップして今回のルーチンを終える。

[0040] ステップ S 102 において、ECU 30 はクランク角センサ 29 の信号を参照してエンジン回転数を取得する。ステップ S 103 において、ECU 30 はエンジン回転数が共振帯を通過したか否かを判定する。なお、この共振帯は正圧のサイクルで運転されている状態で共振を励起するエンジン回転数の回転域を意味し、負圧のサイクルで運転されている状態で共振を励起するエンジン回転数の回転域ではない。共振帯を通過した場合はステップ S 104 に進み、共振帯を通過していない場合は以後の処理をスキップして今回のルーチンを終える。ステップ S 104 において、ECU 30 は吸気通路 11 に設けられた圧力センサ 34 (図 1 参照) の出力信号を参照して吸気圧を取得する。ステップ S 105 において、ECU 30 は吸気圧が所定値以上か否か、すなわち、吸気圧が所定値と同一又は所定値よりも大気圧に近い値か否かを判定する。吸気弁 7 を開いた場合に休止気筒に空気が確実に取り込まれ

る値として設定されている。吸気圧が所定値以上の場合はステップS 1 0 6に進み、吸気圧が所定値未満の場合は以後の処理をスキップして今回のルーチンを終了する。ステップS 1 0 6において、E C U 3 0は休止気筒の吸気弁7を開閉する。より詳しくは吸気弁7を開き、吸気弁7が開かれてから所定時間後に吸気弁7を閉じる。これにより、休止気筒に対して吸気行程を実施させることができる。

[0041] 第3の形態によれば、上述のように負圧のサイクルから正圧のサイクルに切り替えられるので再始動後のオイルの吸引を抑制できる。特に、図20の制御ルーチンでは、正圧のサイクル時の共振帯を通過してから休止気筒に吸気行程を実施させるので、負圧のサイクルから正圧のサイクルに切り替わった後に共振することを回避できる。

[0042] (第4の形態)

次に、図21～図23を参照しながら本発明の第4の形態を説明する。第4の形態は第1の形態又は第3の制御とともに実施する制御に特徴を持つ。すなわち、第4の形態の制御は、内燃機関3が停止する過程で、休止気筒の排気弁8を開閉させることにより休止気筒に対して少なくとも一回排気行程を実施させるものである。

[0043] 図21に示したように、E C U 3 0は休止気筒である1番気筒の排気弁8を t_{c1} ～ t_{c2} の間に、休止気筒である4番気筒の排気弁8を t_{d1} ～ t_{d2} の間にそれぞれ開閉させ、各休止気筒に排気行程を実施させる。内燃機関が停止する過程で休止気筒に対して排気行程を実施させることにより、大気圧からの膨張と圧縮とが繰り返される負圧のサイクルから、大気圧からの圧縮と膨張とが繰り返される正圧のサイクルに変化する。

[0044] 第1の形態で説明したように、休止気筒のピストン位置を上死点付近で停止させるには、休止気筒のピストン位置が圧縮行程の終了直前から膨張行程の開始直後の期間でクランク軸3aを停止させる必要がある。図22に示したように、休止気筒が正圧のサイクルで運転している場合、例えば、期間T1でクランク軸3aを停止させようとしても、合成フリクシントルクの変

動が大きいので、上死点通過後に休止気筒のピストンが加速してしまう。そのため、期間T1でクランク軸3aを停止させることが困難である。これに対して、休止気筒が負圧のサイクルで運転している場合は、休止気筒のピストン位置が圧縮行程の終了直前から膨張行程の開始直後の期間における合成フリクシントルクの変動が小さいため、例えば期間T2でクランク軸3aを容易に停止させることができる。したがって、第4の形態の制御を第1の形態の機関停止処理とともに実施することにより、当該処理が容易になる利点がある。なお、休止気筒に対する排気行程の実施は2回以上実施してもよい。

[0045] ECU30は図23の制御ルーチンを実施することにより本発明に係る弁制御手段として機能する。図23の制御ルーチンのプログラムはECU30に記憶されており、適時に読み出されて所定間隔で繰り返し実行される。ステップS111において、ECU30は機関停止条件の成否を判定する。この処理は図2のステップS3と同じ処理である。機関停止条件が成立した場合はステップS112に進み、機関停止条件が成立しない場合はステップS112をスキップして今回のルーチンを終える。ステップS112において、ECU30は休止気筒の排気弁8を開閉する。すなわち、排気弁8を開き、排気弁8が開かれてから所定時間後に排気弁8を閉じる。これにより、休止気筒に対して排気行程を実施させることができる。

[0046] (第5の形態)

次に、図24を参照しながら本発明の第5の形態を説明する。第5の形態の制御は第4の形態の改良に相当する。すなわち、第5の形態の制御は排気弁8の開閉を内燃機関3の燃料噴射停止後に実施するものである。図24の制御ルーチンのプログラムはECU30に記憶されており適時に読み出されて繰り返し実行される。ステップS121において、ECU30は機関停止条件の成否を判定する。この処理は図23のステップS111と同じである。機関停止条件が成立した場合はステップS122に進み、機関停止条件が成立しない場合は以後の処理をスキップして今回のルーチンを終える。ステ

ップS 1 2 2において、ECU 30は内燃機関3の燃料噴射が停止されたか否かを判定する。燃料噴射が停止された場合はステップS 1 2 3に進み、燃料噴射が停止されていない場合は以後の処理をスキップして今回のルーチンを終了する。ステップS 1 2 3において、ECU 30は休止気筒の排気弁8を開閉し、休止気筒に対して排気行程を実施させる。

[0047] 第5の形態によれば第4の形態と同じ効果が得られる。燃料噴射停止前に排気行程を実施させると、運転気筒から排出された燃焼後の排気と休止気筒から排出された空気とが混合して排気の酸素濃度が増加し、図1に示した三元触媒16及びNO_x触媒17等の排気浄化触媒が有効に機能しないおそれがある。第5の形態によれば、燃料噴射停止後に排気弁8を開閉して休止気筒に対して排気行程を実施させるため、このような問題を回避することができる。

[0048] (第6の形態)

次に、図25及び図26を参照しながら本発明の第6の形態を説明する。第6の形態の制御は第4の形態の改良に相当する。第6の形態の制御は排気弁8を開閉させるタイミングに特徴がある。図25の制御ルーチンのプログラムはECU 30に記憶されており適時に読み出されて繰り返し実行される。ステップS 1 3 1において、ECU 30は機関停止条件の成否を判定する。この処理は図23のステップS 1 1 1と同じである。機関停止条件が成立した場合はステップS 1 3 2に進み、機関停止条件が成立しない場合は以後の処理をスキップして今回のルーチンを終える。ステップS 1 3 2において、ECU 30はエンジン回転数が正圧のサイクルで共振を励起する回転域の上限値 α 未満か、又はエンジン回転数が負圧のサイクルで共振を励起する回転域の下限値 β 未満かを判定する。ステップS 1 3 2が肯定判定された場合はステップS 1 3 3に進んで排気弁8を開閉し、休止気筒に対して排気行程を実施させる。一方、ステップS 1 3 2が否定判定された場合はステップS 1 3 2をスキップして今回のルーチンを終了する。

[0049] 第6の形態によれば、エンジン回転数が正圧のサイクルで共振を励起する

回転域の上限値 α 未満の場合、又はエンジン回転数が負圧のサイクルで共振を励起する回転域の下限値 β 未満の場合に休止気筒に対して排気行程が実施される。このため、トルク変動の周波数が実線に沿って変化する。すなわち、共振帯を通過する前はトルク変動の周波数が正圧のサイクルでの周波数 f_p に従って変化する。そして、共振帯に進入すると負圧のサイクルに切り替えられるため、トルク変動の周波数が負圧のサイクルでのトルク変動の周波数 f_n に従って変化してトルク変動の振幅及び周波数が下がる。これにより、共振帯を通過する通過期間 T が、正圧のサイクルのままで共振帯を通過する場合の通過期間 T_p に比べて短縮される。その結果、共振を抑制できるので振動が低減する。

[0050] 本発明は上記各形態に限定されず、本発明の要旨の範囲内において種々の形態にて実施できる。上記各形態では機関停止処理によって休止気筒を所定のピストン位置に設定しているが、クランク軸3aの停止後再始動前の期間内に第1モータ・ジェネレータ4を制御してクランク軸3aを回転させて休止気筒が所定のピストン位置で停止するように制御して初期クランク角を制御することも可能である。

[0051] 第1の形態等では、休止気筒のピストン位置が上死点付近となるように制御するが、休止気筒の筒内容積が最大容積よりも小さくなれば休止気筒のピストン位置が上死点付近でなくてもよい。すなわち、休止気筒のピストン位置を上死点から離れたピストン位置に制御できればよい。

[0052] 本発明を適用する内燃機関が、機関停止中に減筒運転から全筒運転に切り替え可能な内燃機関である場合は、上記各形態の機関停止処理が適切に実施されなかった場合に、全筒運転で内燃機関を始動してもよい。また、本発明を適用する内燃機関が、機関停止中に休止気筒を変更できる内燃機関である場合は、上記各形態の機関停止処理が適切に実施されなかった場合に全筒運転で内燃機関を始動してもよい。内燃機関の気筒数は4以上であればよく、本発明を適用可能な内燃機関の気筒数に制限はない。

[0053] 本発明は、内燃機関と一つの電動機とを組み合わせたハイブリッド車両と

して実施することも可能である。

請求の範囲

[請求項1] 4以上の複数の気筒を有し、前記複数の気筒のうちの一部の気筒を吸気弁及び排気弁を閉じ状態で停止することによって休止し、残りの気筒を稼働する減筒運転と、前記複数の気筒の全ての気筒を稼働する全筒運転とを実施でき、かつ電動機によるクランキングにて始動される内燃機関に適用される内燃機関の制御装置であって、

前記電動機の制御によって前記クランキングの開始時における初期クランク角を制御するクランク角制御手段を備え、

前記クランク角制御手段は、前記減筒運転の実施中に前記内燃機関が停止され、共通の前記気筒を休止気筒として前記内燃機関が前記減筒運転で再始動される場合、前記休止気筒のうち、少なくとも一つの気筒でピストン位置が上死点付近となるように前記初期クランク角を制御する内燃機関の制御装置。

[請求項2] 前記内燃機関は、前記減筒運転時において前記休止気筒と運転気筒との間でピストン位置が同じであり、

前記クランク角制御手段は、前記クランキングを開始した場合に、前記休止気筒のピストン位置が始めに上死点に到達した後に前記運転気筒のピストン位置が吸気行程を経て下死点に至るように前記初期クランク角を制御する請求項1の制御装置。

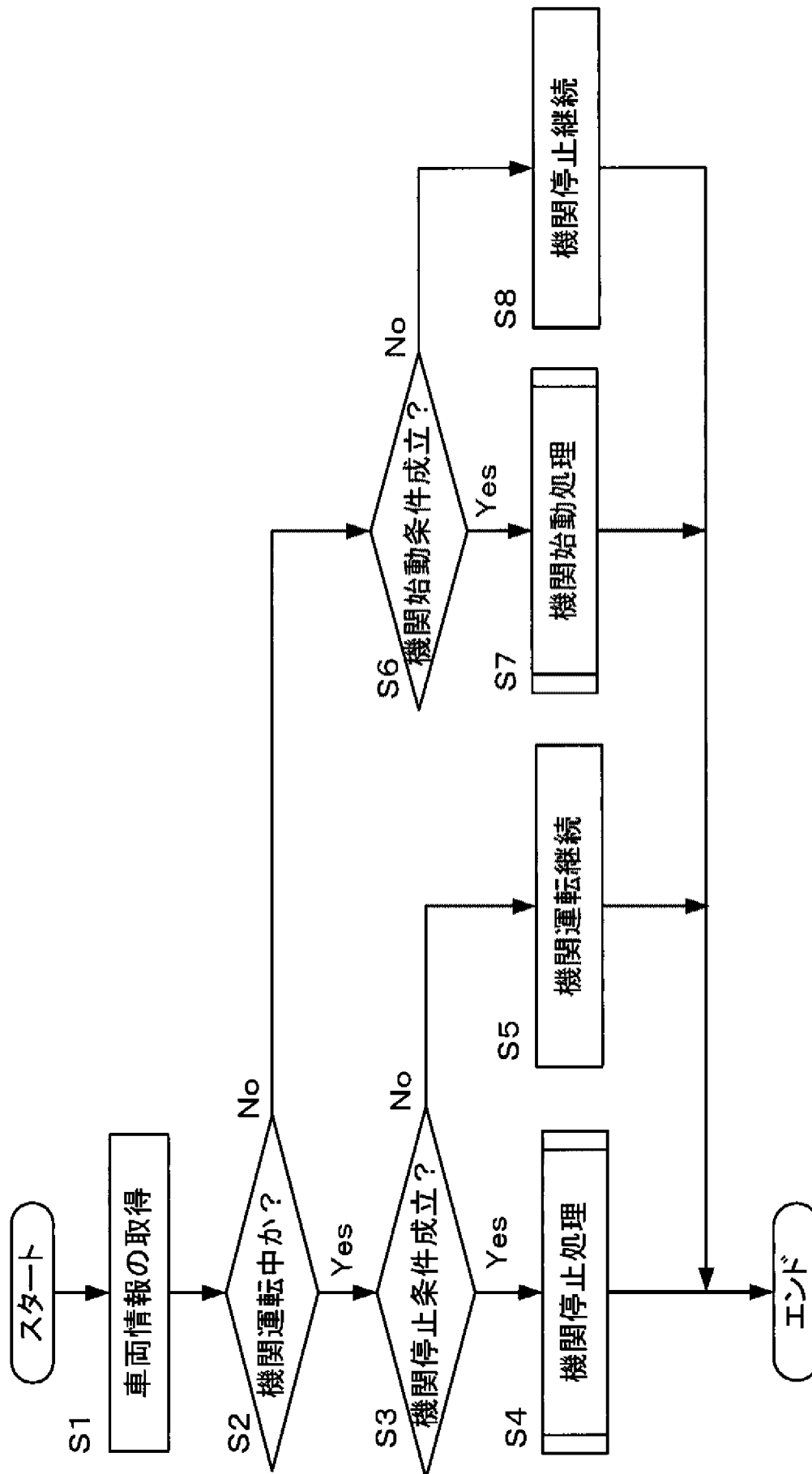
[請求項3] 前記内燃機関は、前記減筒運転時において前記休止気筒と運転気筒との間でピストン位置が異なっており、

前記クランク角制御手段は、前記運転気筒のピストン位置が下死点付近となるように前記初期クランク角を制御する請求項1の制御装置。

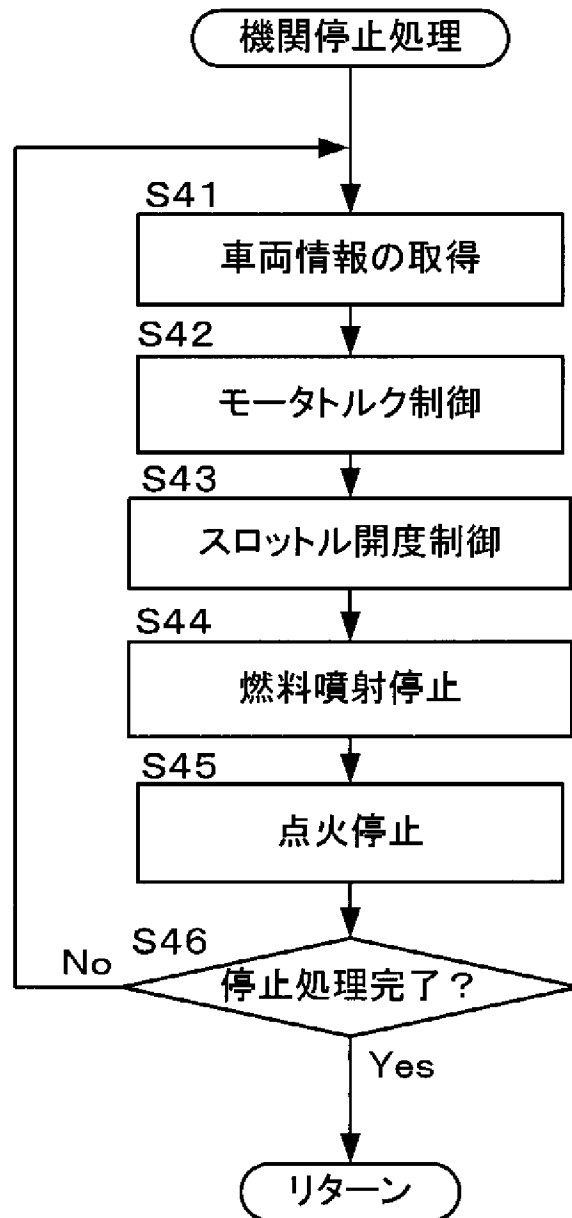
[請求項4] 前記クランキング開始後に、前記休止気筒の前記吸気弁を開閉させることにより前記休止気筒に対して少なくとも一回吸気行程を実施させる弁制御手段を更に備える請求項1～3のいずれか一項の制御装置。

- [請求項5] 前記内燃機関が停止する過程で、前記休止気筒の前記排気弁を開閉させることにより前記休止気筒に対して少なくとも一回排気行程を実施させる弁制御手段を更に備える請求項 1 ～ 3 のいずれか一項の制御装置。
- [請求項6] 前記弁制御手段は、燃料噴射停止後に前記休止気筒に対して少なくとも一回排気行程を実施させる請求項 5 の制御装置。

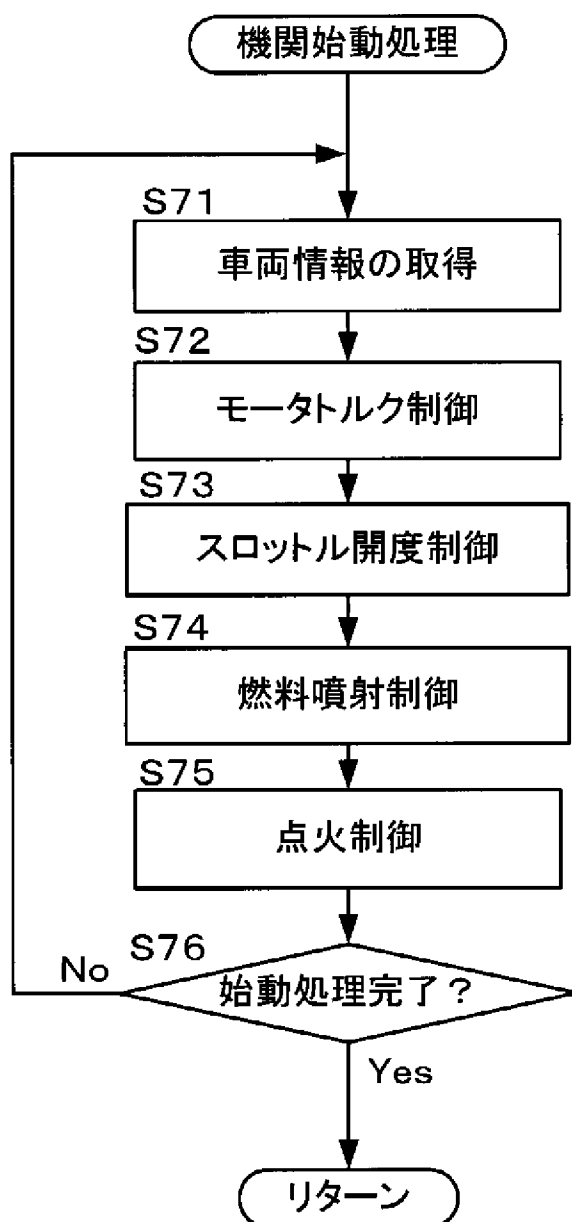
[図2]



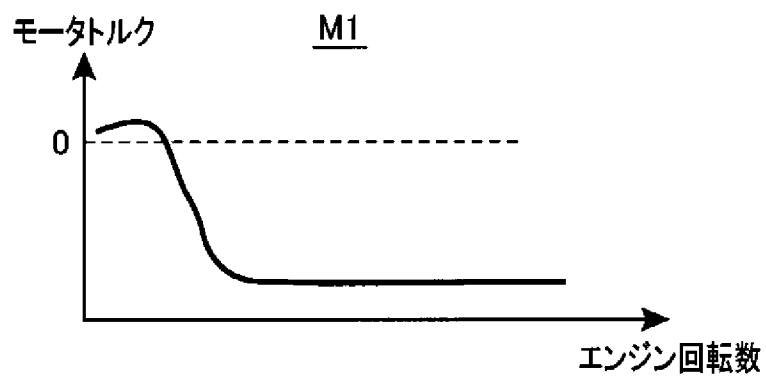
[図3]



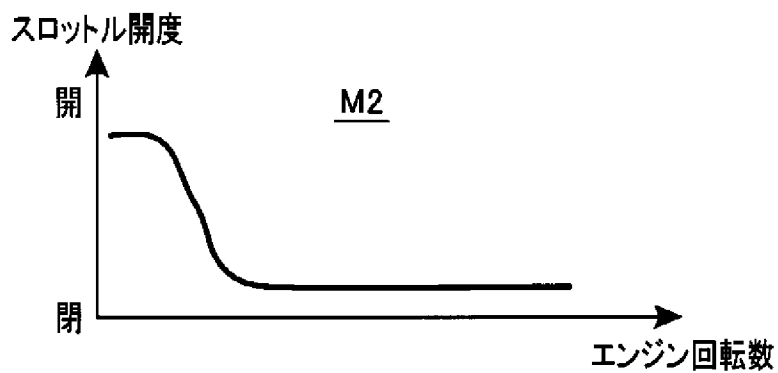
[図4]



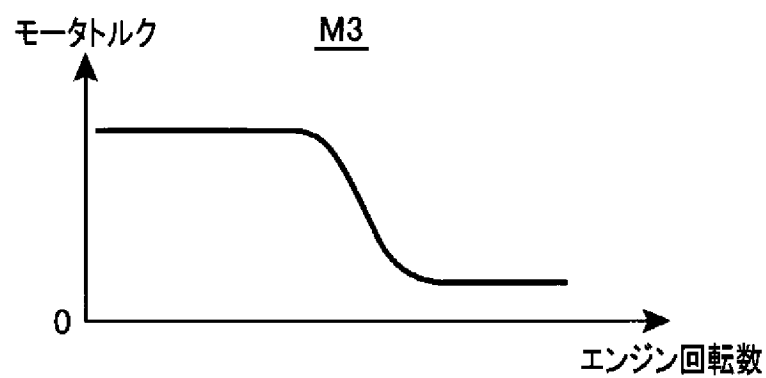
[図5]



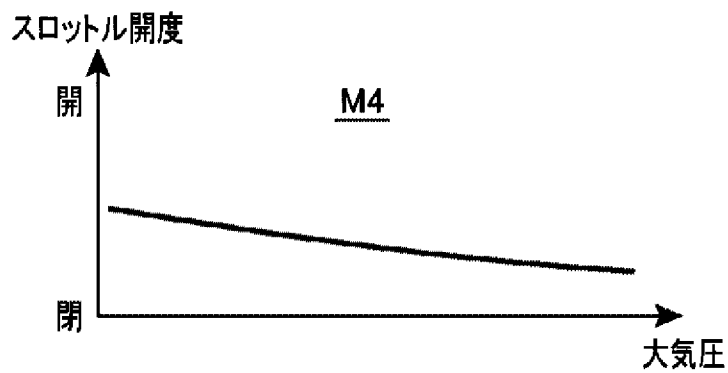
[図6]



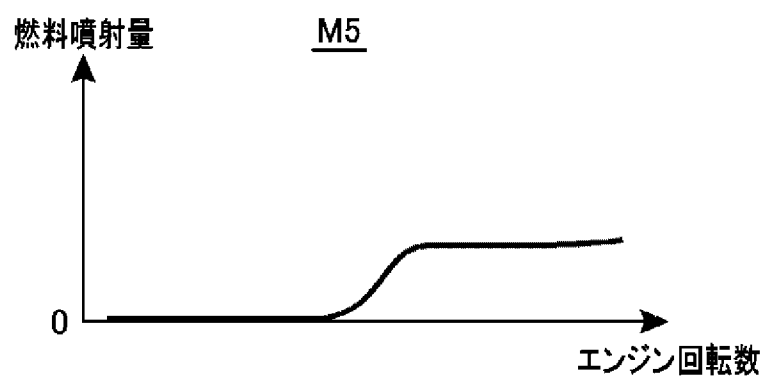
[図7]



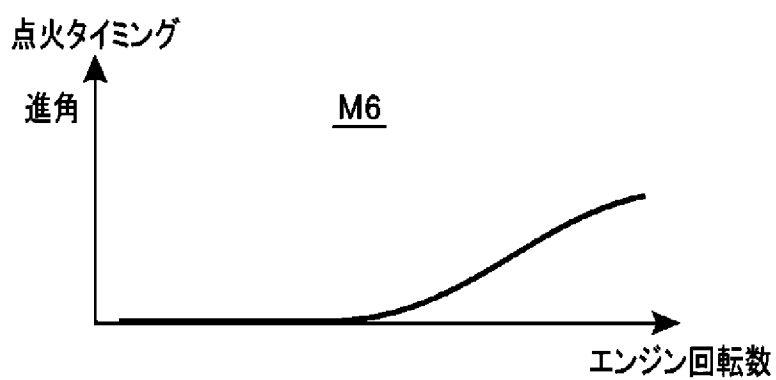
[図8]



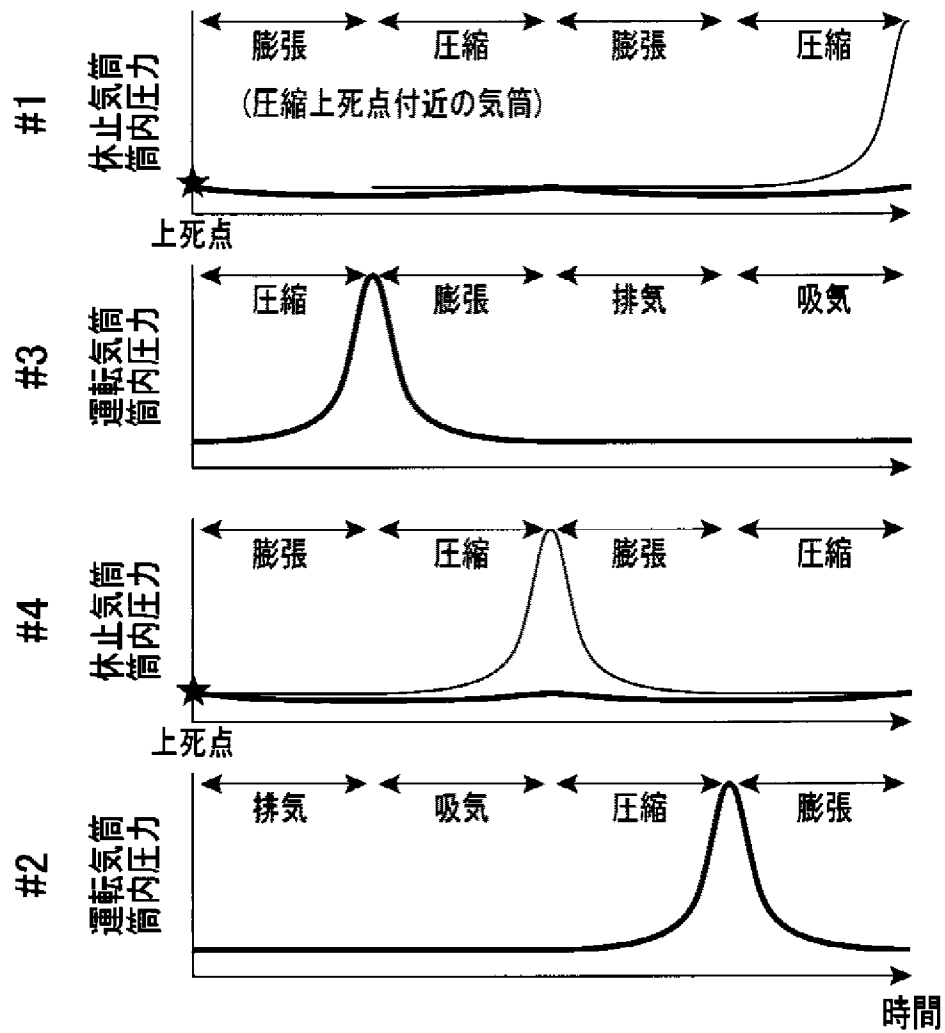
[図9]



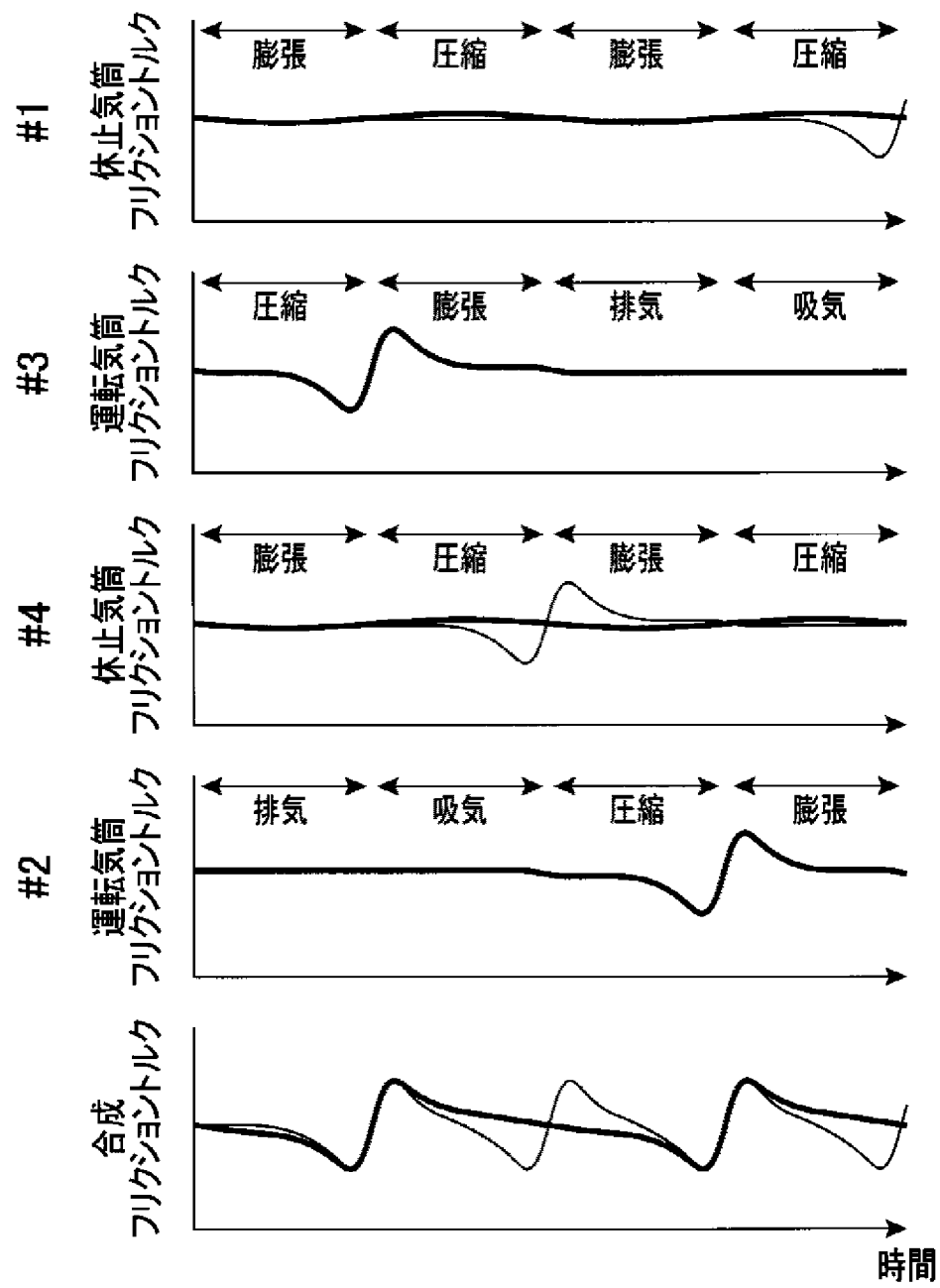
[図10]



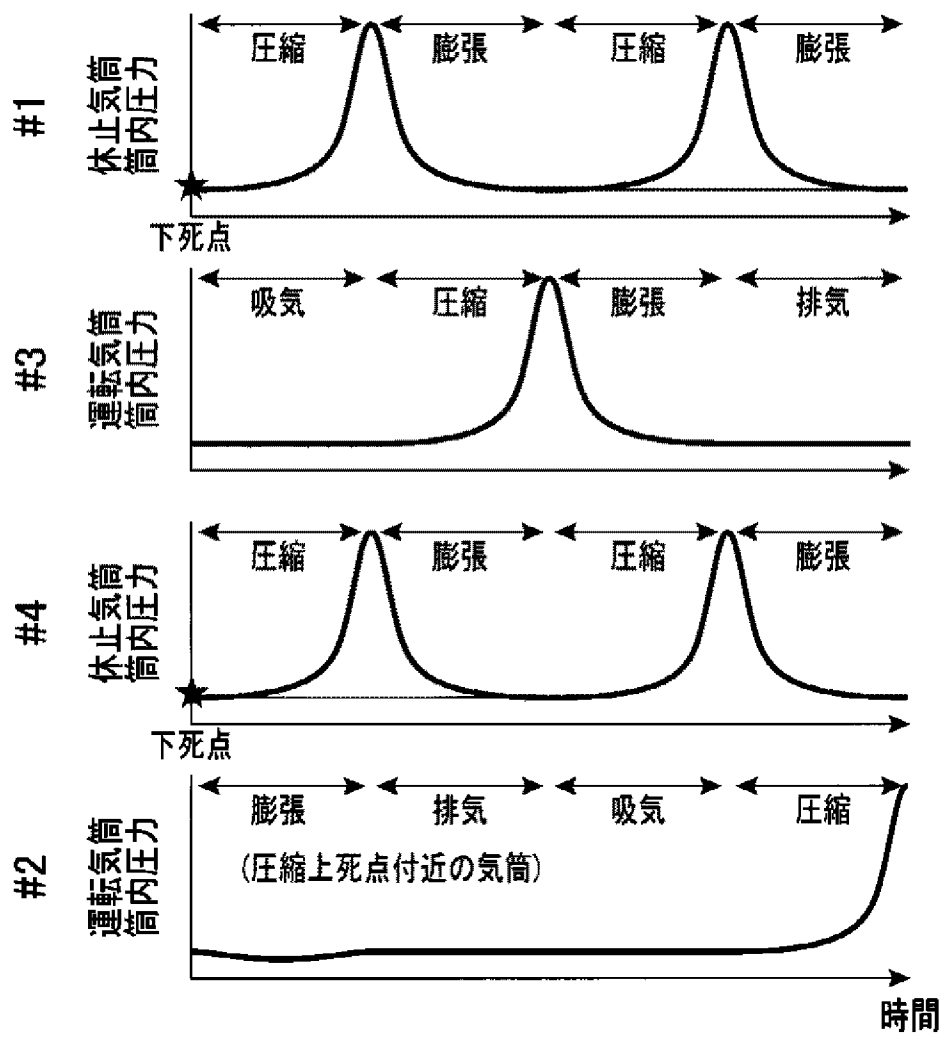
[図11]



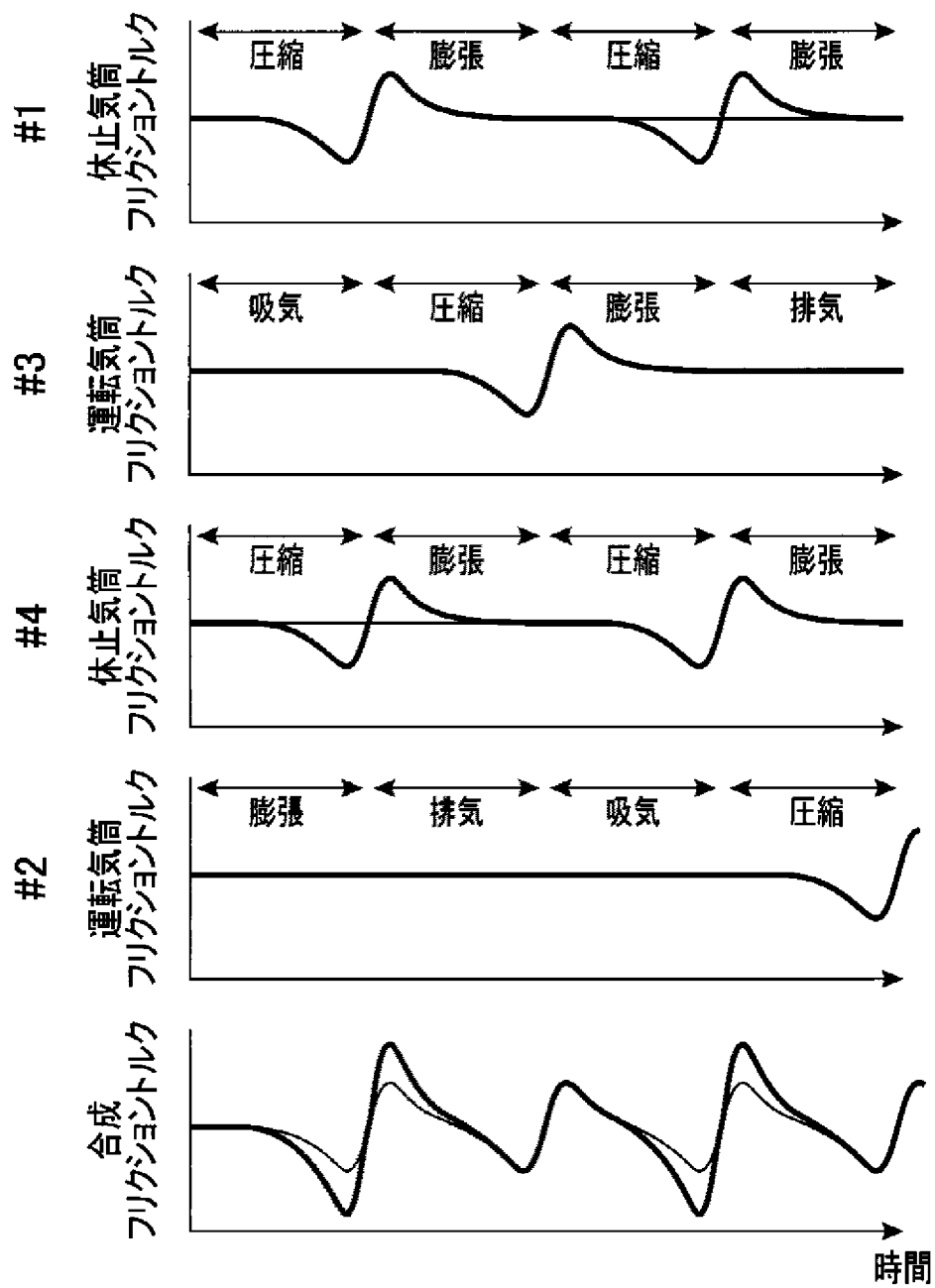
[図12]



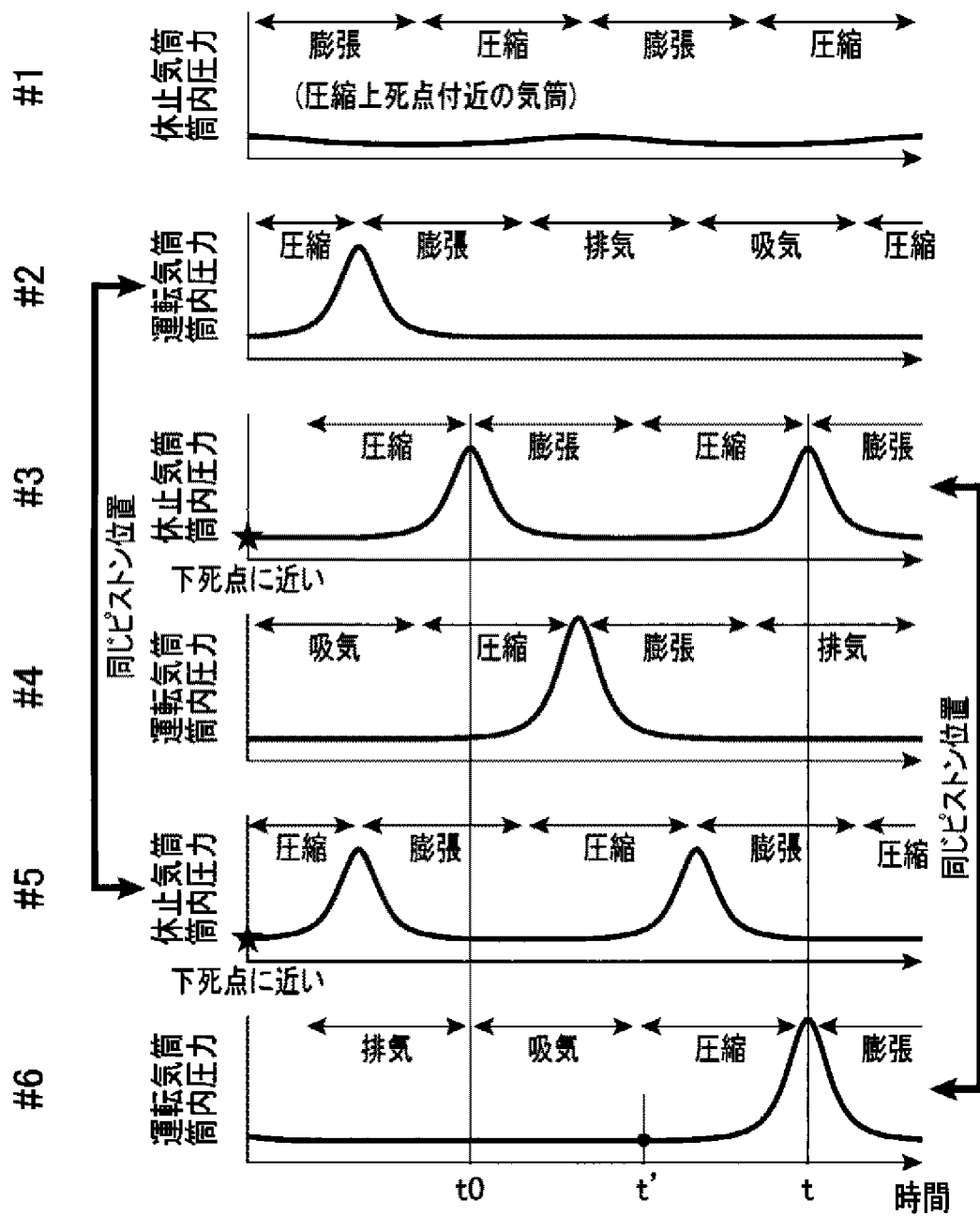
[図13]

比較例

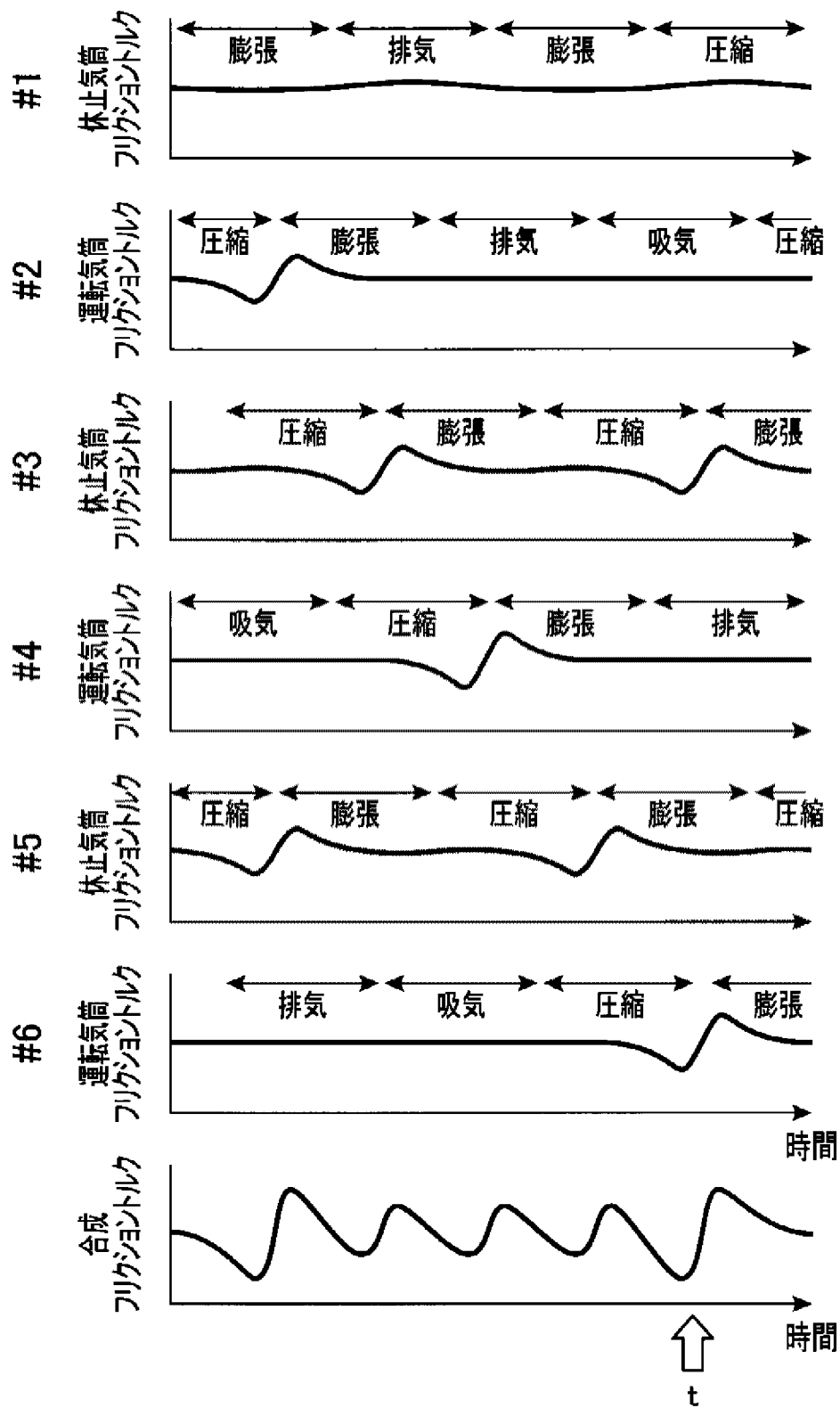
[図14]

比較例

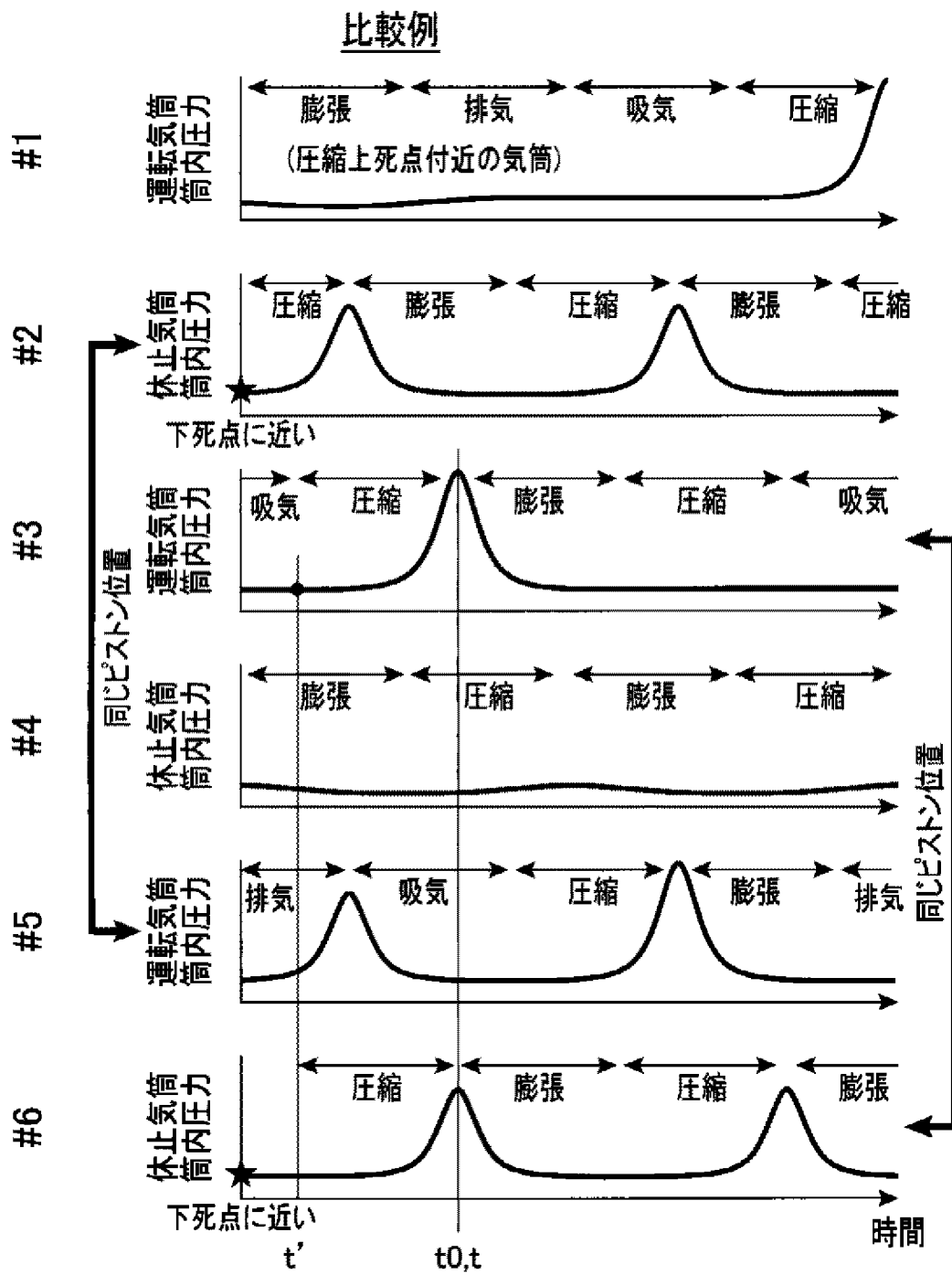
[図15]



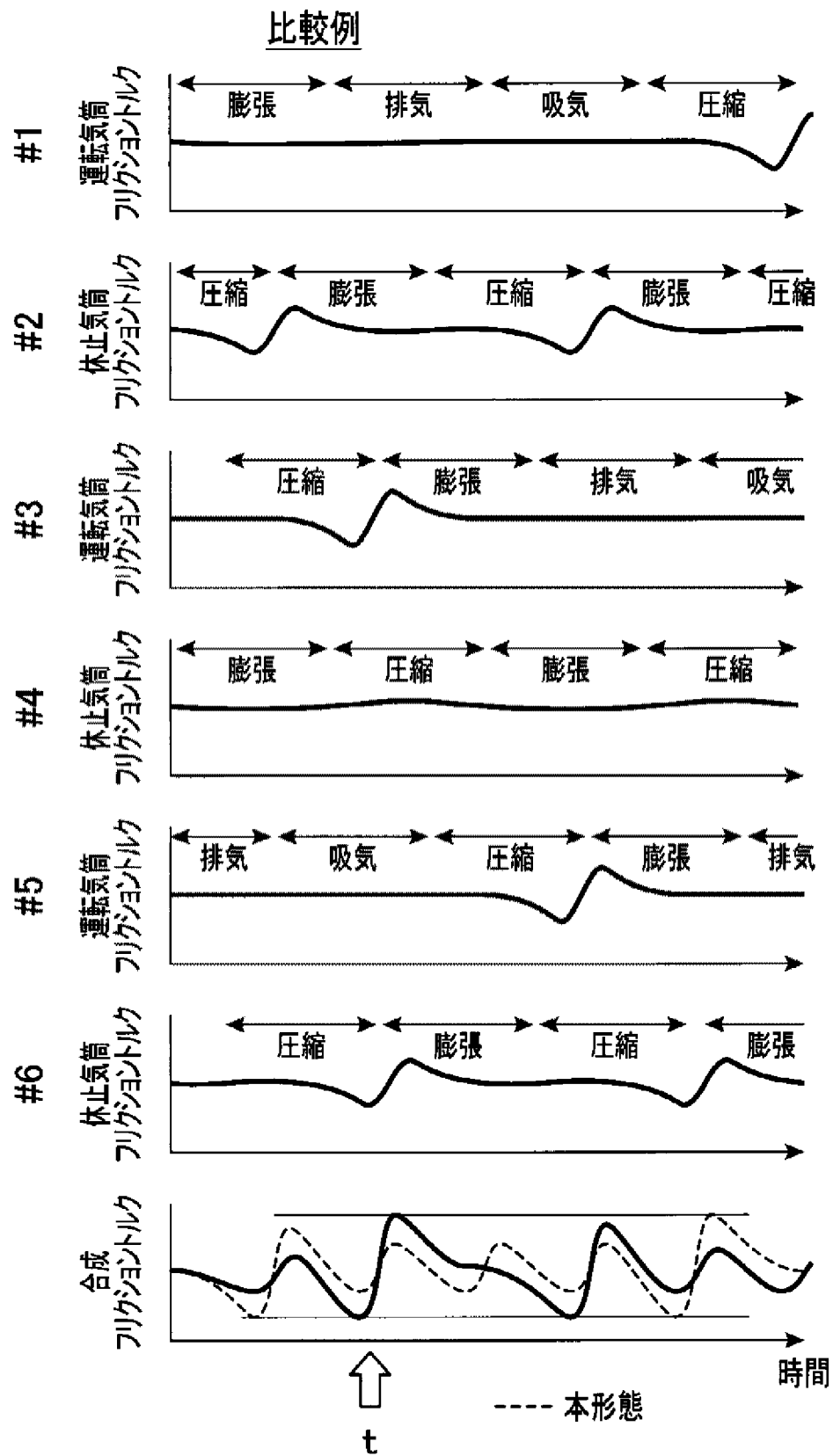
[図16]



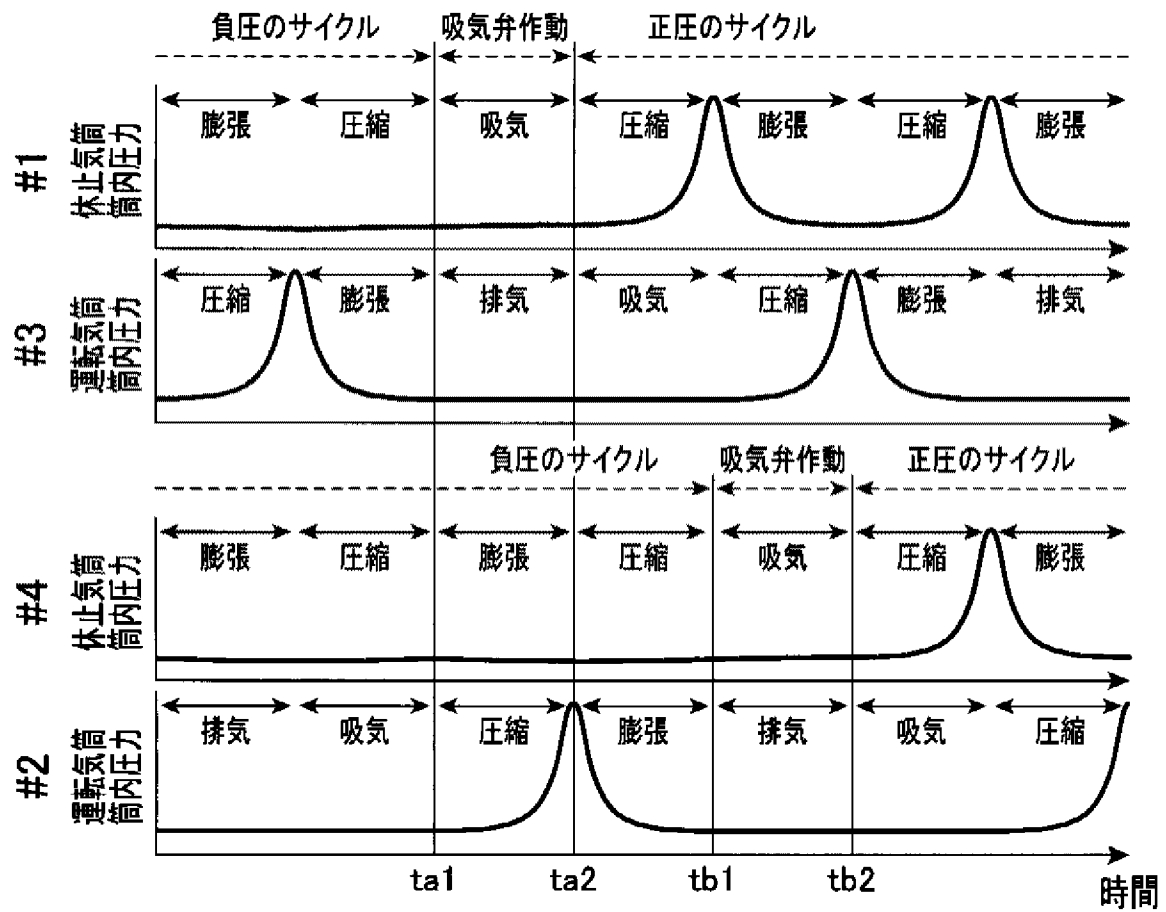
[図17]



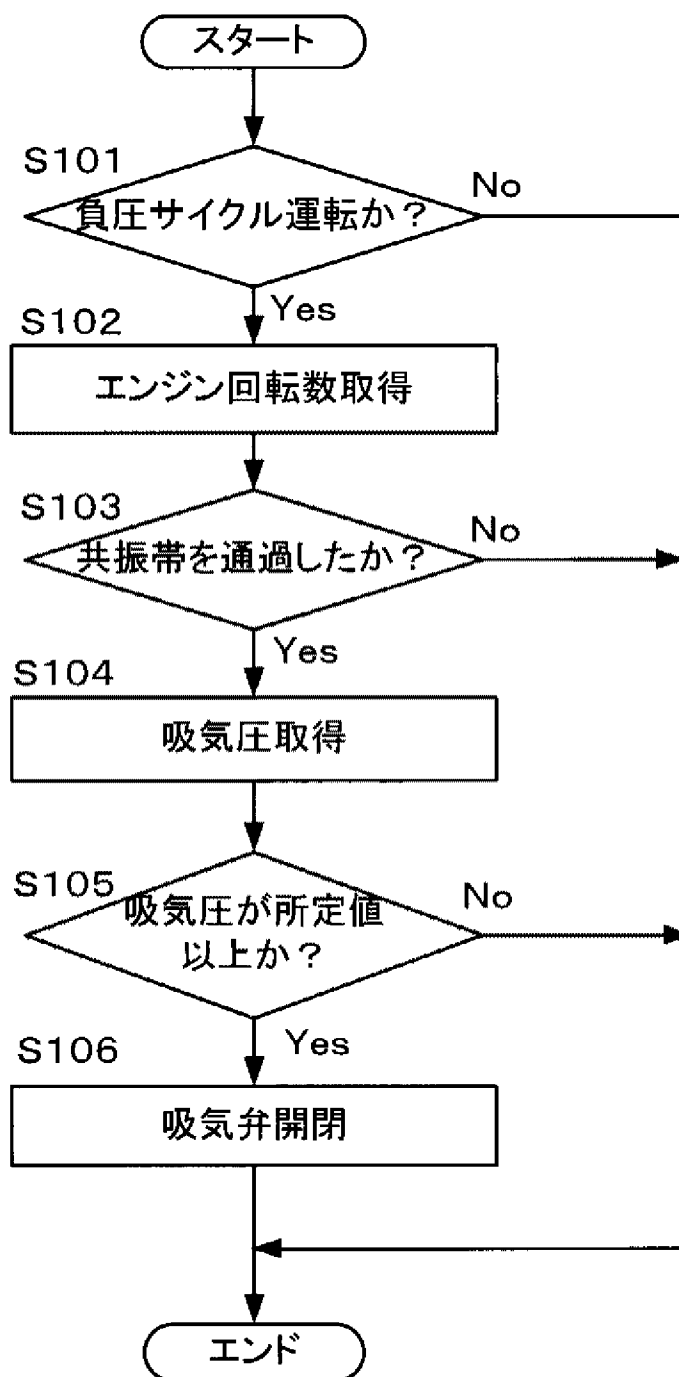
[図18]



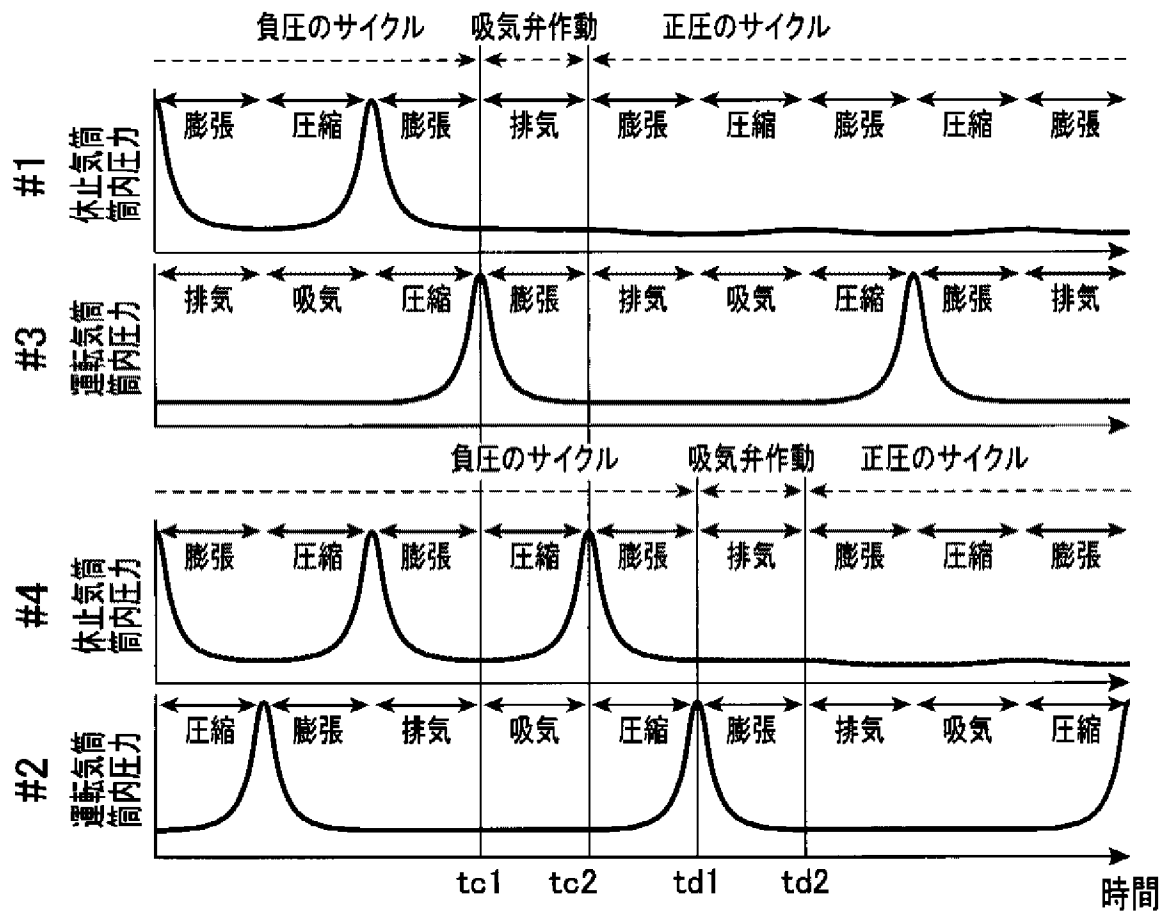
[図19]



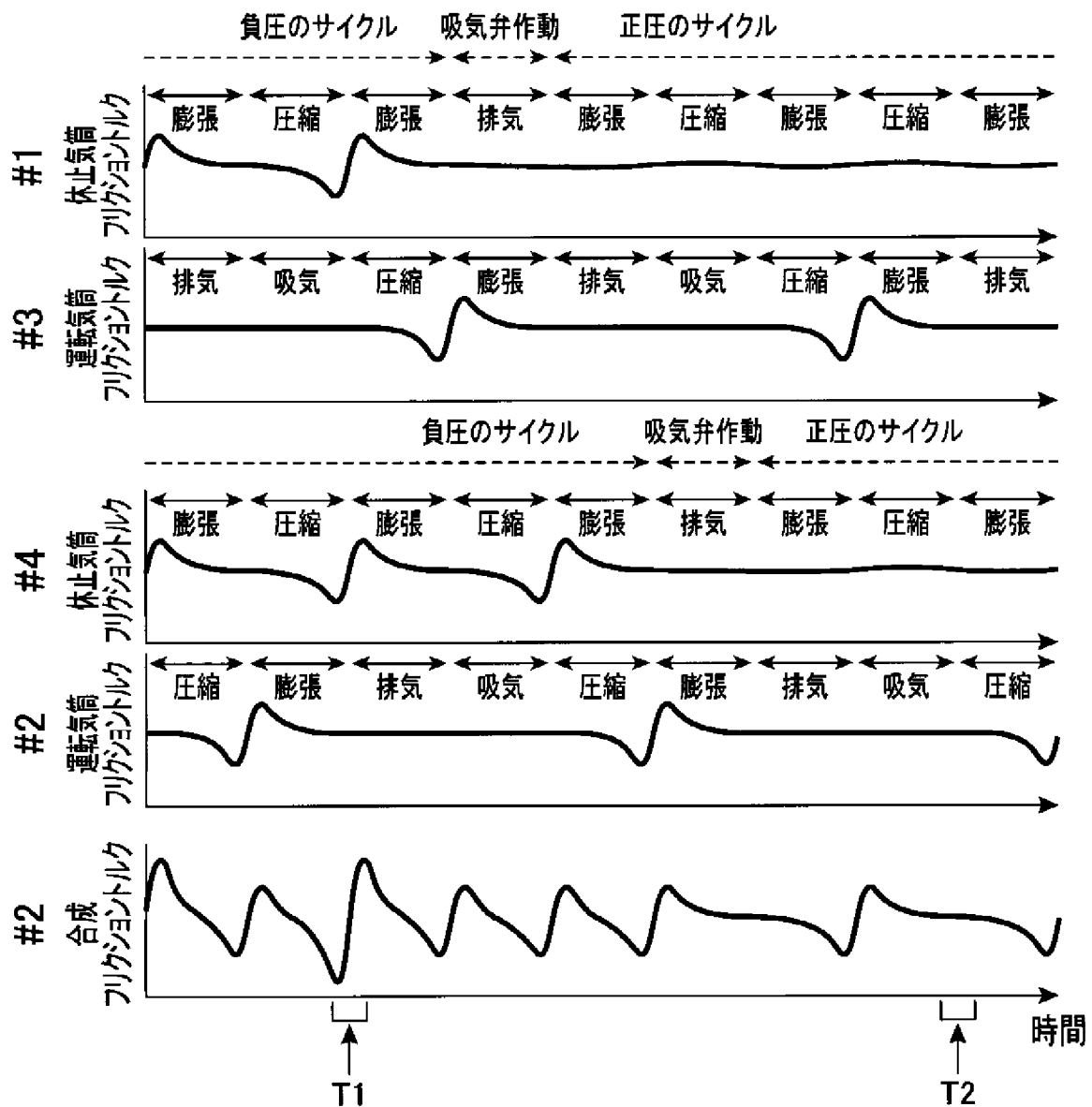
[図20]



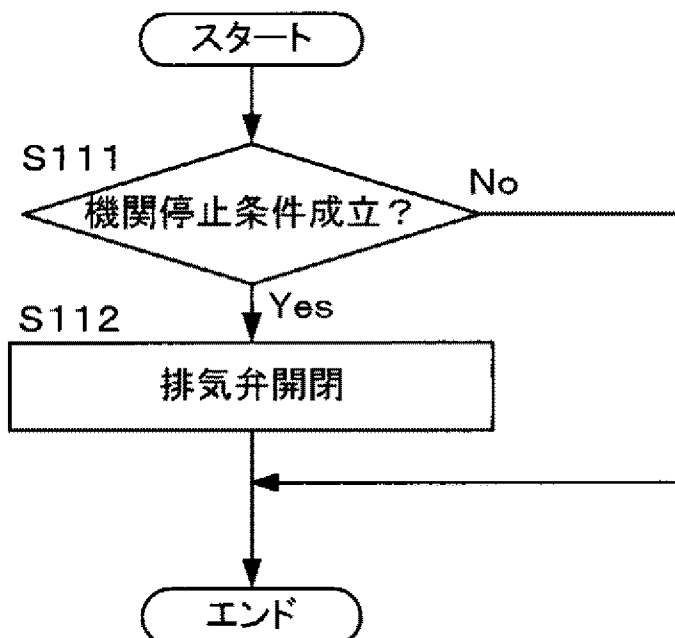
[図21]



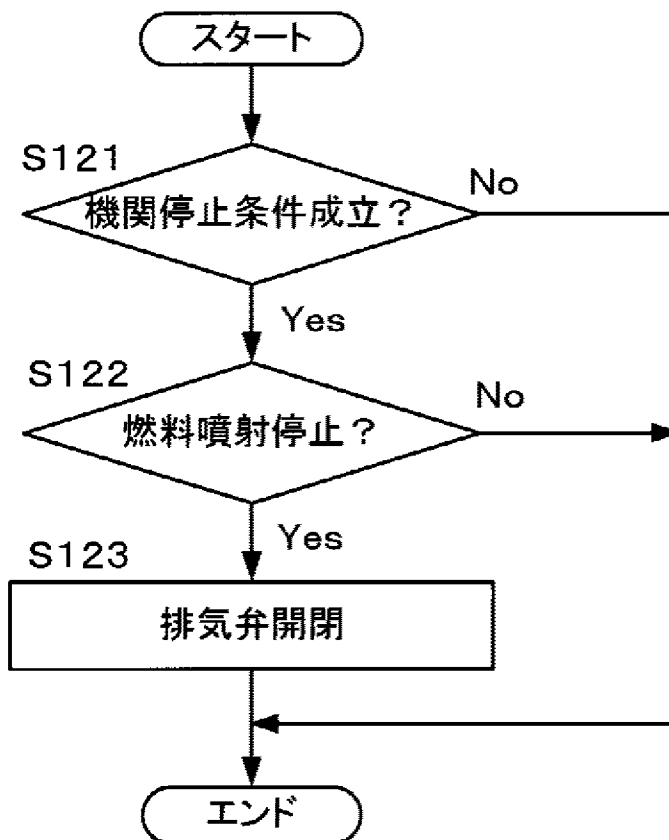
[図22]



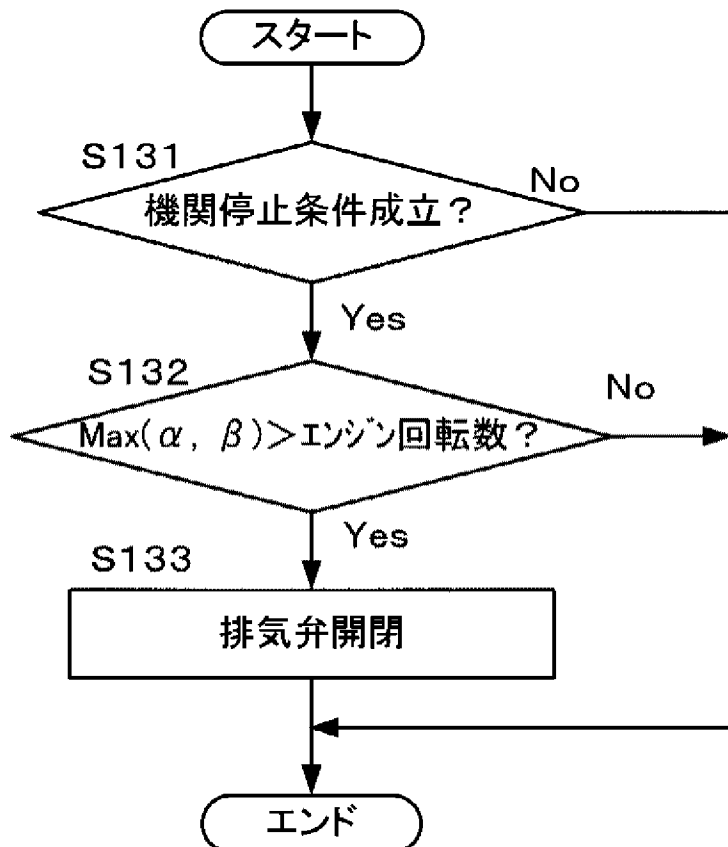
[図23]



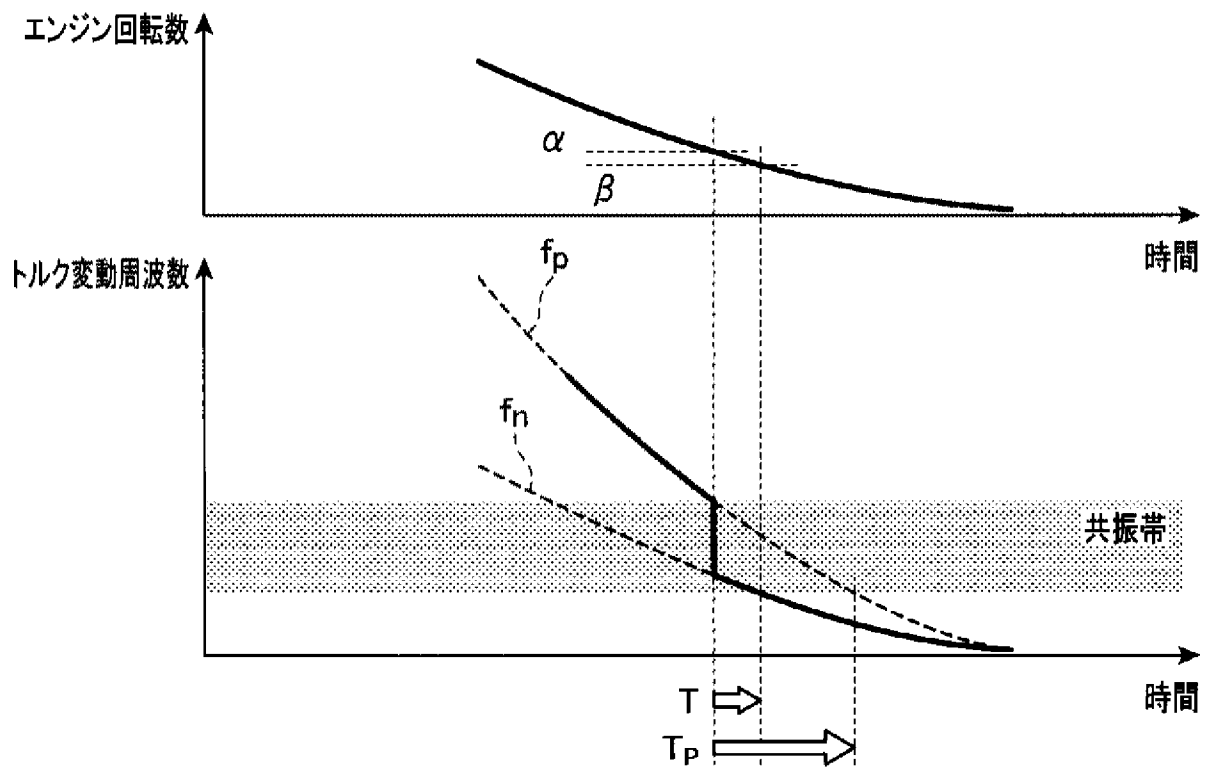
[図24]



[図25]



[図26]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/054817

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F02D17/00 (2006.01) i, F02D29/02 (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)

F02D17/00, F02D29/02

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	1996-2013
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2013	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2013

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.
A	JP 2004-278382 A (Toyota Motor Corp.), 07 October 2004 (07.10.2004), entire text; all drawings (Family: none)	1-6
A	JP 2000-283010 A (Honda Motor Co., Ltd.), 10 October 2000 (10.10.2000), entire text; all drawings & CN 1269466 A	1-6
A	JP 2006-348862 A (Toyota Motor Corp.), 28 December 2006 (28.12.2006), entire text; all drawings (Family: none)	1-6

☐

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
28 March, 2013 (28.03.13)

Date of mailing of the international search report
09 April, 2013 (09.04.13)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））
Int.Cl. F02D17/00(2006.01)i, F02D29/02(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. F02D17/00, F02D29/02

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 3 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 3 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 3 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
A	JP 2004-278382 A（トヨタ自動車株式会社）2004. 10. 07, 全文、全図（ファミリーなし）	1-6
A	JP 2000-283010 A（本田技研工業株式会社）2000. 10. 10, 全文、全図 & CN 1269466 A	1-6
A	JP 2006-348862 A（トヨタ自動車株式会社）2006. 12. 28, 全文、全図（ファミリーなし）	1-6

☐ 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

2 8 . 0 3 . 2 0 1 3

国際調査報告の発送日

0 9 . 0 4 . 2 0 1 3

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）

星名 真幸

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

3 Z

3 6 1 7