(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
2010 年 7 月 1 日(01.07.2010)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2010/073369 A1

(51) 国際特許分類:
F02D 17/02 (2006.01) *F02D 41/04* (2006.01)
F02D 13/02 (2006.01) *F02D 45/00* (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2008/073736

(22) 国際出願日: 2008 年 12 月 26 日(26.12.2008)

(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): 佐野 啓介 (SANO, Keisuke) [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). 若尾 和弘 (WAKAO, Kazuhiro) [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). 錦織 貴志 (NISHIKIORI, Takashi) [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). 渡辺 剛 (WATANABE, Takashi) [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: 高橋 英樹, 外 (TAKAHASHI, Hideki et al.); 〒1600007 東京都新宿区荒木町２０番地 インテック８８ビル５階 特許業務法人 高田・高橋国際特許事務所 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, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, 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, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

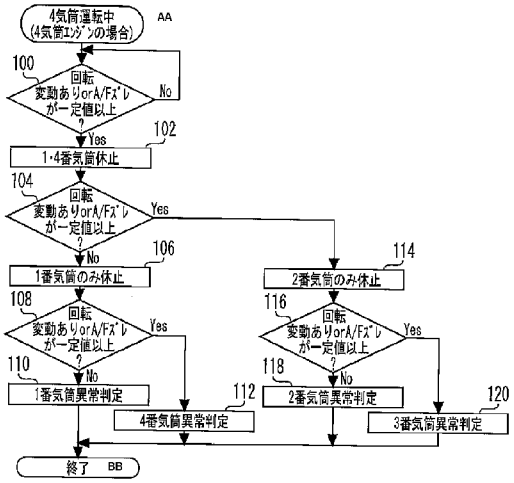
(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ,

[続葉有]

(54) **Title**: DEVICE FOR CONTROLLING INTERNAL COMBUSTION ENGINE USING VARIABLE VALVE MECHANISM

(54) 発明の名称 : 可変動弁機構を有する内燃機関の制御装置

[図13]



AA FOUR CYLINDERS IN OPERATION (IN CASE OF 4-CYLINDER ENGINE)
100 ROTATION CHANGED or A/F SHIFT EXCEEDS A PREDETERMINED VALUE?
102 HALT CYLINDERS 1 AND 4
104 ROTATION CHANGED or A/F SHIFT EXCEEDS A PREDETERMINED VALUE?
106 HALT ONLY CYLINDER 1
114 HALT ONLY CYLINDER 2
108 ROTATION CHANGED or A/F SHIFT EXCEEDS A PREDETERMINED VALUE?
110 JUDGE THAT CYLINDER 1 FAILED
BB END
116 ROTATION CHANGED or A/F SHIFT EXCEEDS A PREDETERMINED VALUE?
118 JUDGE THAT CYLINDER 2 FAILED
112 JUDGE THAT CYLINDER 4 FAILED
120 JUDGE THAT CYLINDER 3 FAILED

(57) **Abstract**: Provided is a control device for controlling an internal combustion engine having a variable valve mechanism which can accurately and effectively identify a cylinder which has failed during an operation while preventing degradation of a catalyst. A fuel injection valve (26) for injecting a fuel is provided in each cylinder. The internal combustion engine includes variable valve mechanisms (18, 20) which can halt operations of an intake valve and an exhaust valve in a valve-closed state for each of the cylinders. The control device acquires a failure evaluation index value during an operation of the internal combustion engine (10) and detects a failure of at least one of the cylinders according to the failure evaluation index value. When a failure is detected, the control device executes a cylinder halt of a first cylinder unit formed by at least two cylinders, i.e., executes the fuel supply stop and the valve operation stop in the valve-closed state. After the cylinder halt, the halted cylinder is modified among a second cylinder unit formed by at least one cylinder and cylinder halt is executed. The cylinder which has failed is identified according to a change of a failure evaluation index value accompanying the modification of the halted cylinder.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2010/073369 A1

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, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, 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)）

この発明は、触媒の劣化を防止しつつ、運転中に異常が生じた気筒を精度良くかつ効率良く特定することのできる可変動弁機構を有する内燃機関の制御装置を提供することを目的とする。　気筒毎に燃料を噴射可能な燃料噴射弁２６を備える。吸気弁および排気弁の動作を気筒毎に閉弁状態で休止可能な可変動弁機構１８、２０を備える。内燃機関１０の運転中に異常評価指標値を取得し、当該異常評価指標値に基づいて内燃機関の少なくとも１つの気筒に生じた異常を検出する。当該異常が検出された場合に、少なくとも２つの気筒からなる第１の一部気筒を対象として、燃料供給の休止および閉弁状態でのバルブの動作の休止を行う気筒休止を実行する。当該気筒休止後に、少なくとも１つの気筒からなる第２の一部気筒を対象として休止気筒を変更したうえで気筒休止を実行する。当該休止気筒の変更に伴う異常評価指標値の変化に基づいて、異常発生気筒を特定する。

明 細 書

可変動弁機構を有する内燃機関の制御装置

技術分野

[0001] この発明は、可変動弁機構を有する内燃機関の制御装置に関する。

背景技術

[0002] 従来、例えば特許文献1には、吸排気弁の動作を閉弁状態で休止可能な可変動弁機構を備える内燃機関の故障判定装置が開示されている。この従来の故障判定装置では、クランクシャフトの回転変動に基づき、内燃機関の失火の発生の有無を気筒毎に判定するようにしている。

[0003] また、例えば特許文献2には、多気筒エンジンにおける特定気筒の失火判別方法が開示されている。この従来の失火判別方法では、所定の失火情報(排気マニホールドの集合部よりも下流側に配置されたO2センサの出力)に基づいて何れかの気筒で失火したと判断した場合に、各気筒への燃料供給を1気筒づつ順次停止するようにしている。そして、そのような燃料供給の順次停止によって失火情報が検出されなくなった時に燃料供給が停止されている気筒に失火が生じていると判断するようにしている。

[0004] 特許文献1:日本特開2003－184626号公報

特許文献2:日本特開昭62－228640号公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0005] 上述した特許文献1には、クランクシャフトの回転変動に基づいて失火の有無を気筒毎に判定する旨が記載されている。しかしながら、現実には、クランクシャフトの回転変動に基づいて、失火が生じている気筒を十分な精度で特定することは困難である。特に、内燃機関が備える気筒数が多いほど、更には、エンジン回転数が高くなるほど、失火に起因して生じたクランクシャフトの回転変動がどの気筒に由来するのかを精度良く判定することは困難である。

[0006] また、上述した特許文献2に記載の手法では、失火が生じた気筒の特定を行う際に、

新気が、燃料供給が停止された気筒から排気通路に配置される触媒に供給されてしまうことになる。その結果、触媒が劣化してしまうことが懸念される。また、一部の気筒の燃焼を休止させることは、異常気筒を特定するうえで有効であるが、車両の走行性能や内燃機関の振動騒音に悪影響を与え得るものである。従って、異常気筒を特定するために一部の気筒が休止される回数をできるだけ少なくし、また、気筒休止時間をできるだけ短くすることが望ましい。

[0007] この発明は、上述のような課題を解決するためになされたもので、触媒の劣化を防止しつつ、運転中に異常が生じた気筒を精度良くかつ効率良く特定することのできる可変動弁機構を有す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

[0008] 第1の発明は、可変動弁機構を有する内燃機関の制御装置であって、

気筒毎に燃料を噴射可能な燃料噴射弁と、 吸気弁および排気弁の少なくとも一方のバルブの動作を気筒毎に独立して閉弁状態で休止可能な可変動弁機構と、内燃機関の運転中に異常評価指標値を取得し、当該異常評価指標値に基づいて内燃機関の少なくとも1つの気筒に生じた異常を検出する異常検出手段と、 前記異常検出手段により異常が検出された場合に、少なくとも2つの気筒からなる第1の一部気筒を対象として、燃料供給の休止および閉弁状態での前記バルブの動作の休止を行う気筒休止を実行する第1気筒休止実行手段と、

前記第1気筒休止実行手段による気筒休止後に、少なくとも1つの気筒からなる第2の一部気筒を対象として休止気筒を変更したうえで気筒休止を実行する第2気筒休止実行手段と、 前記第2気筒休止実行手段による休止気筒の変更に伴う前記異常評価指標値の変化に基づいて、異常発生気筒を特定する異常気筒特定手段と、

を備えることを特徴とする。

[0009] また、第2の発明は、第1の発明において、

前記第2気筒休止実行手段は、異常発生気筒の特定が進行するに従って、休止気筒数を減少させる休止気筒数減少実行手段を含むことを特徴とする。

[0010] また、第3の発明は、第1または第2の発明において、

前記第1気筒休止実行手段は、休止間隔もしくは爆発間隔が等間隔もしくは最も等

間隔に近くなる2つのグループ気筒の一方もしくは双方を前記第1の一部気筒として選択して気筒休止を実行し、

前記異常気筒特定手段は、前記第1の一部気筒を対象とした前記気筒休止時の前記異常評価指標値に基づいて、前記グループ気筒の一方もしくは双方に異常発生気筒が含まれているか否かを判別する異常グループ気筒判別手段を含み、

前記第2気筒休止実行手段は、異常発生気筒が含まれていると判別された前記グループ気筒内の一部気筒を前記第2の一部気筒として選択して気筒休止を実行し、

前記異常気筒特定手段は、前記第2の一部気筒を対象とした前記気筒休止時の前記異常評価指標値に基づいて、異常発生気筒が含まれていると判別された前記グループ気筒内で、異常発生気筒を特定するグループ気筒内異常特定手段を含むことを特徴とする。

[0011] また、第4の発明は、第3の発明において、

前記第2気筒休止実行手段は、異常発生気筒が含まれていると判別された前記グループ気筒内に、休止間隔もしくは爆発間隔が等間隔もしくは最も等間隔に近くなる複数の他のグループ気筒が存在する場合には、当該他のグループ気筒の少なくとも1つを前記第2の一部気筒として選択して気筒休止を実行し、

前記異常気筒特定手段は、前記第2の一部気筒を対象とした前記気筒休止時の前記異常評価指標値に基づいて、前記他のグループ気筒の少なくとも一つに異常発生気筒が含まれているか否かを判別する第2異常グループ気筒判別手段を含み、

前記第2気筒休止実行手段は、異常発生気筒が含まれていると判別された前記他のグループ気筒内の一部気筒を第3の一部気筒として選択して気筒休止を実行し、

前記グループ気筒内異常特定手段は、前記第3の一部気筒を対象とした前記気筒休止時の前記異常評価指標値に基づいて、異常発生気筒が含まれていると判別された前記他のグループ気筒内で異常発生気筒を特定することを特徴とする。

[0012] また、第5の発明は、第1または第2の発明において、

前記内燃機関は、4つの気筒を有する内燃機関であって、

第1気筒休止実行手段は、休止間隔が等間隔もしくは最も等間隔に近くなる2つの気筒からなる2つのグループ気筒の一方を前記第1の一部気筒として選択して気筒

休止を実行し、

前記異常気筒特定手段は、前記第1の一部気筒を対象とした前記気筒休止時の前記異常評価指標値に基づいて、前記グループ気筒のどちらに異常発生気筒が含まれているか否かを判別する異常グループ気筒判別手段を含み、

前記第2気筒休止実行手段は、異常発生気筒が含まれていると判別された前記グループ気筒内の何れか1つの気筒を前記第2の一部気筒として選択して気筒休止を実行し、

前記異常気筒特定手段は、前記第2の一部気筒を対象とした前記気筒休止時の前記異常評価指標値に基づいて、異常発生気筒が含まれていると判別された前記グループ気筒内で、異常発生気筒を特定するグループ気筒内異常特定手段を含むことを特徴とする。

[0013] また、第6の発明は、第1または第2の発明において、

前記内燃機関は、4つの気筒を有する内燃機関であって、

第1気筒休止実行手段は、休止間隔が等間隔もしくは最も等間隔に近くなる2つの気筒からなる2つのグループ気筒を順次前記第1の一部気筒として選択して気筒休止を実行し、

前記異常気筒特定手段は、前記第1の一部気筒を対象とした前記気筒休止時の前記異常評価指標値に基づいて、前記グループ気筒の一方もしくは双方に異常発生気筒が含まれているか否かを判別する異常グループ気筒判別手段を含み、

前記第2気筒休止実行手段は、異常発生気筒が含まれていると判別された前記グループ気筒内の何れか1つの気筒以外の3気筒を前記第2の一部気筒として選択して気筒休止を実行し、

前記異常気筒特定手段は、前記第2の一部気筒を対象とした前記気筒休止時の前記異常評価指標値に基づいて、異常発生気筒が含まれていると判別された前記グループ気筒内で、異常発生気筒を特定するグループ気筒内異常特定手段を含むことを特徴とする。

[0014] また、第7の発明は、第1または第2の発明において、

前記内燃機関は、6つの気筒を有する内燃機関であって、

前記第1気筒休止実行手段は、爆発間隔が等間隔もしくは最も等間隔に近くなる3つの気筒からなる2つのグループ気筒の一方を前記第1の一部気筒として選択して気筒休止を実行し、

前記異常気筒特定手段は、前記第1の一部気筒を対象とした前記気筒休止時の前記異常評価指標値に基づいて、前記グループ気筒のどちらに異常発生気筒が含まれているか否かを判別する異常グループ気筒判別手段を含み、

前記第2気筒休止実行手段は、爆発間隔が等間隔もしくは最も等間隔に近くなる2つの気筒からなる3つの他のグループ気筒の少なくとも1つに対して、当該他のグループ気筒に含まれる2気筒以外の4気筒を前記第2の一部気筒として選択して気筒休止を実行し、

前記異常気筒特定手段は、前記第2の一部気筒を対象とした前記気筒休止時の前記異常評価指標値に基づいて前記他のグループ気筒内に異常発生気筒が含まれているか否かを判別した結果と、前記異常グループ気筒判別手段による判別結果とに基づいて、異常発生気筒を特定するグループ気筒内異常特定手段を含むことを特徴とする。

[0015] また、第8の発明は、第1または第2の発明において、

前記内燃機関は、6つの気筒を有する内燃機関であって、

前記第1気筒休止実行手段は、爆発間隔が等間隔もしくは最も等間隔に近くなる3つの気筒からなる2つのグループ気筒を順次前記第1の一部気筒として選択して気筒休止を実行し、

前記異常気筒特定手段は、前記第1の一部気筒を対象とした前記気筒休止時の前記異常評価指標値に基づいて、前記グループ気筒の一方もしくは双方に異常発生気筒が含まれているか否かを判別する異常グループ気筒判別手段を含み、

前記第2気筒休止実行手段は、爆発間隔が等間隔もしくは最も等間隔に近くなる2つの気筒からなる3つの他のグループ気筒に対して、当該他のグループ気筒に含まれる2気筒以外の4気筒を順次前記第2の一部気筒として選択して気筒休止を実行し、

前記異常気筒特定手段は、前記グループ気筒の一方のみに異常発生気筒が含ま

れていると判断された場合には、前記第2の一部気筒を対象とした前記気筒休止時の前記異常評価指標値に基づいて前記他のグループ気筒内に異常発生気筒が含まれているか否かを判別した結果と、前記異常グループ気筒判別手段による判別結果とに基づいて、異常発生気筒を特定するグループ気筒内異常特定手段を含むことを特徴とする。

[0016] また、第9の発明は、第8の発明において、

前記第2気筒休止実行手段は、異常発生気筒が含まれていると判別された前記他のグループ気筒内の何れか1つの気筒を更に第3の一部気筒として選択して気筒休止を実行し、

前記グループ気筒内異常特定手段は、前記グループ気筒の双方に異常発生気筒が含まれていると判断された場合には、異常発生気筒が含まれていると判別された前記他のグループ気筒内で、前記第3の一部気筒を対象とした前記気筒休止時の前記異常評価指標値に基づいて異常発生気筒を特定することを特徴とする。

[0017] また、第10の発明は、第1または第2の発明において、

前記内燃機関は、8つの気筒を有する内燃機関であって、

前記第1気筒休止実行手段は、休止間隔が等間隔もしくは最も等間隔に近くなる4つの気筒からなる2つのグループ気筒の一方を前記第1の一部気筒として選択して気筒休止を実行し、

前記異常気筒特定手段は、前記第1の一部気筒を対象とした前記気筒休止時の前記異常評価指標値に基づいて、前記グループ気筒のどちらに異常発生気筒が含まれているか否かを判別する異常グループ気筒判別手段を含み、

前記第2気筒休止実行手段は、異常発生気筒が含まれていると判別された前記グループ気筒内で、休止間隔が等間隔もしくは最も等間隔に近くなる2つの気筒からなる2つの他のグループ気筒の一方を前記第2の一部気筒として選択して気筒休止を実行し、

前記異常気筒特定手段は、前記第2の一部気筒を対象とした前記気筒休止時の前記異常評価指標値に基づいて、前記他のグループ気筒のどちらに異常発生気筒が含まれているか否かを判別する第2異常グループ気筒判別手段を含み、

前記第2気筒休止実行手段は、異常発生気筒が含まれていると判別された前記他のグループ気筒内の何れか1つの気筒を更に第3の一部気筒として選択して気筒休止を実行し、

前記異常気筒特定手段は、異常発生気筒が含まれていると判別された前記他のグループ気筒内で、前記第3の一部気筒を対象とした前記気筒休止時の前記異常評価指標値に基づいて異常発生気筒を特定するグループ気筒内異常特定手段を含むことを特徴とする。

[0018] また、第11の発明は、第1または第2の発明において、

前記内燃機関は、8つの気筒を有する内燃機関であって、

前記第1気筒休止実行手段は、休止間隔が等間隔もしくは最も等間隔に近くなる4つの気筒からなる2つのグループ気筒を順次前記第1の一部気筒として選択して気筒休止を実行し、

前記異常気筒特定手段は、前記第1の一部気筒を対象とした前記気筒休止時の前記異常評価指標値に基づいて、前記グループ気筒の一方もしくは双方に異常発生気筒が含まれているか否かを判別する異常グループ気筒判別手段を含み、

前記第2気筒休止実行手段は、異常発生気筒が含まれていると判別された前記グループ気筒内で、休止間隔が等間隔もしくは最も等間隔に近くなる2つの気筒からなる4つの他のグループ気筒の少なくとも2つに対して、当該他のグループ気筒に含まれる2気筒以外の4気筒を順次前記第2の一部気筒として選択して気筒休止を実行し、

前記異常気筒特定手段は、前記第2の一部気筒を対象とした前記気筒休止時の前記異常評価指標値に基づいて、異常発生気筒が含まれていると判別された前記グループ気筒に含まれる2つの前記他のグループ気筒の少なくとも一方に異常発生気筒が含まれているか否かを判別する第2異常グループ気筒判別手段を含み、

前記第2気筒休止実行手段は、異常発生気筒が含まれていると判別された前記他のグループ気筒内の何れか1つの気筒を第3の一部気筒として選択して気筒休止を実行し、

前記異常気筒特定手段は、異常発生気筒が含まれていると判別された前記他のグ

ループ気筒内で、前記第3の一部気筒を対象とした前記気筒休止時の前記異常評価指標値に基づいて異常発生気筒を特定するグループ気筒内異常特定手段を含むことを特徴とする。

[0019] また、第12の発明は、第1乃至第11の発明の何れかにおいて、

燃料カットの実行要求の有無を判別する燃料カット要求判別手段と、

前記燃料カットの実行要求が認められる場合に、所定の1気筒以外の他の気筒を対象とし、かつ、前記所定の1気筒を順次変更しながら気筒休止を実行する第3気筒休止実行手段とを更に備え、

前記異常気筒特定手段は、前記第3気筒休止実行手段による気筒休止時の前記異常評価指標値に基づいて、異常発生気筒を特定する第2異常気筒特定手段を含むことを特徴とする。

[0020] また、第13の発明は、第12の発明において、

前記異常検出手段は、排気通路を流れる排気ガスの空燃比を前記異常評価指標値とし、所定の判定値に対する当該空燃比のずれ量に基づいて、前記異常を検出する手段であって、

前記内燃機関の制御装置は、前記異常検出手段により検出された異常が無くなるように、前記第2異常気筒特定手段によって特定される異常発生気筒から排出される排気ガスの空燃比を補正する空燃比補正手段を更に備えることを特徴とする。

[0021] また、第14の発明は、第1乃至第13の発明の何れかにおいて、

前記異常検出手段は、

クランク軸の回転変動を前記異常評価指標値とし、前記クランク軸の回転変動が所定の判定値以上であるか否かを判定する第1異常評価指標値判定手段と、

排気通路を流れる排気ガスの空燃比を前記異常評価指標値とし、前記空燃比のずれ量が所定の判定値以上であるか否かを判定する第2異常評価指標値判定手段とを含み、

前記内燃機関の制御装置は、前記クランク軸の回転変動が前記判定値以上である場合には、前記異常が失火であると判定し、前記クランク軸の回転変動が前記判定値以上ではないが前記空燃比のずれ量が前記判定値以上である場合に、前記異常

が空燃比インバランスであると判定する異常内容特定手段を更に備えることを特徴とする。

発明の効果

[0022] 第1の発明によれば、異常評価指標値に基づいて内燃機関の少なくとも1つの気筒に生じた異常が検出された場合に、少なくとも2つの気筒からなる第1の一部気筒を対象として、燃料供給の休止および閉弁状態でのバルブの動作の休止を行う気筒休止が実行される。そして、当該気筒休止後に、少なくとも1つの気筒からなる第2の一部気筒を対象として休止気筒を変更したうえで気筒休止が実行される。その結果、休止気筒の変更に伴って異常評価指標値が変化し得る。例えば、異常発生気筒を含む一部気筒が休止された場合には、異常評価指標値は内燃機関の異常を示すものではなくなる。従って、休止気筒の変更に伴う異常評価指標値の変化を判断することで、異常発生気筒を特定することが可能となる。また、本発明では、最初に気筒休止を行う気筒を少なくとも2つの気筒からなる第1の一部気筒とされている。これにより、1気筒づつ順次に気筒休止を行う場合に比して、異常発生気筒の特定に要する気筒休止回数を減らし、また、気筒休止時間を減らすことが可能となる。また、本発明では、休止気筒の変更に伴う異常評価指標値の変化に基づいて異常発生気筒を特定するようにしている。このため、異常検出手段自体は内燃機関のどれかの気筒に異常が生じていることを検出できる程度の精度を有していればよく、異常検出手段に対して高い検出精度を要求せずに異常発生気筒を特定することができるようになる。更に、本発明における気筒休止時には、燃料供給の休止とともにバルブの動作を閉弁状態で休止させるようにしているので、異常気筒特定のための気筒休止時に休止気筒から触媒に空気が供給されるのを防止することができ、触媒の劣化を防止することができる。以上のように、本発明によれば、触媒の劣化を防止しつつ、運転中に異常が生じた気筒を精度良くかつ効率良く特定することが可能となる。

[0023] 内燃機関が有する複数の気筒のうちの1気筒のみを休止気筒とすると、内燃機関の振動騒音が大きくなることが懸念される。第2の発明によれば、異常発生気筒の特定が進行するに従って、休止気筒数を減少させるようにしているので、1気筒のみを休止気筒とする時間を少なくすることが可能となる。これにより、内燃機関の振動騒音

の悪化を抑制しつつ、異常発生気筒を特定することが可能となる。

[0024] 第3の発明によれば、先ず、2つのグループ気筒の一方もしくは双方を対象として気筒休止が行われ、当該グループ気筒単位で異常発生気筒の有無が判断される。そして、異常発生気筒が含まれていると判別されたグループ気筒内で、異常発生気筒が特定されるようになる。このため、本発明によれば、異常発生気筒の特定に要する気筒休止回数を効率良く減らすことが可能となる。また、本発明では、上記グループ気筒は、休止間隔もしくは爆発間隔が等間隔もしくは最も等間隔に近くなる気筒で構成されている。このため、本発明によれば、気筒休止実行時の振動騒音の悪化を好適に抑制しつつ、異常気筒を特定することが可能となる。

[0025] 第4の発明によれば、異常発生気筒が含まれていると判別された上記グループ気筒内に、休止間隔もしくは爆発間隔が等間隔もしくは最も等間隔に近くなる複数の他のグループ気筒が存在する場合には、当該他のグループ気筒の少なくとも1つを対象として気筒休止が実行される。そして、異常発生気筒が含まれていると判別された他のグループ気筒内で、異常発生気筒が特定されるようになる。このため、本発明によれば、6気筒型や8気筒型等の気筒数の多い内燃機関において、気筒休止実行時の振動騒音の悪化を好適に抑制しつつ、効率よく異常気筒を特定することが可能となる。

[0026] 第5の発明によれば、4気筒型の内燃機関における何れか1つの気筒のみに異常が発生することを想定した場合において、気筒休止実行時の振動騒音の悪化を好適に抑制しつつ、効率よく異常気筒を特定することが可能となる。

[0027] 第6の発明によれば、4気筒型の内燃機関の複数の気筒に異常が発生することを想定した場合において、気筒休止実行時の振動騒音の悪化を好適に抑制しつつ、効率よく異常気筒を特定することが可能となる。

[0028] 第7の発明によれば、6気筒型の内燃機関における何れか1つの気筒のみに異常が発生することを想定した場合において、気筒休止実行時の振動騒音の悪化を好適に抑制しつつ、効率よく異常気筒を特定することが可能となる。より具体的には、本発明によれば、他のグループ気筒内に異常発生気筒が含まれているか否かを判別した結果と、異常グループ気筒判別手段による判別結果（つまり、上記グループ気筒のど

ちらに異常発生気筒が含まれているか否かを判別した結果)とに基づいて、異常発生気筒を特定するようにしているので、単気筒運転を必要とせずに異常発生気筒を特定することが可能となる。

[0029] 第8の発明によれば、6気筒型の内燃機関の複数の気筒に異常が発生することを想定した場合において、上記グループ気筒の一方のみに異常発生気筒が含まれていると判断できる場合に、気筒休止実行時の振動騒音の悪化を好適に抑制しつつ、単気筒運転を必要とせずに効率よく異常気筒を特定することが可能となる。

[0030] 第9の発明によれば、6気筒型の内燃機関の複数の気筒に異常が発生することを想定した場合において、上記グループ気筒の双方に異常発生気筒が含まれていると判断できる場合に、気筒休止実行時の振動騒音の悪化を好適に抑制しつつ、効率よく異常気筒を特定することが可能となる。

[0031] 第10の発明によれば、8気筒型の内燃機関における何れか1つの気筒のみに異常が発生することを想定した場合において、気筒休止実行時の振動騒音の悪化を好適に抑制しつつ、効率よく異常気筒を特定することが可能となる。

[0032] 第11の発明によれば、8気筒型の内燃機関の複数の気筒に異常が発生することを想定した場合において、気筒休止実行時の振動騒音の悪化を好適に抑制しつつ、効率よく異常気筒を特定することが可能となる。

[0033] 第12の発明によれば、燃料カットの実行要求のある状況を利用して、触媒の劣化を抑制しつつ、異常気筒の特定を行うことができる。このため、本発明によれば、内燃機関の運転中に異常気筒を検出する機会を十分に確保できるようになる。また、本発明によれば、内燃機関にトルクが要求されない燃料カットの実行要求時に異常気筒の特定を行うことで、一部の気筒の休止が振動騒音に与える影響を十分に排除することができる。

[0034] 第13の発明によれば、燃料カットの実行要求のある状況を利用して、触媒の劣化を抑制しつつ、異常発生が認められる気筒から排出される排気ガスの空燃比を補正することができる。

[0035] 第14の発明によれば、内燃機関の何れかの気筒に発生した異常が、失火であるか空燃比インバランスであるかを特定することが可能となる。その結果、本発明によれ

ば、失火もしくは空燃比インバランスが発生した気筒を精度良く特定することが可能となる。

図面の簡単な説明

[0036] [図1]本発明の実施の形態1の内燃機関システムの構成を説明するための図である。

[図2]本発明の実施の形態1における内燃機関の吸気可変動弁機構の全体構成を概略的に示す図である。

[図3]図2に示す可変機構を、バルブの基端部側から見下ろした図である。

[図4]第1ロッカーアームをロッカーシャフトの軸方向(図3中の矢視Aの方向)から見た図である。

[図5]第2ロッカーアームを図4と同じくロッカーシャフトの軸方向(矢視Aの方向)から見た図である。

[図6]図2に示す切換機構の詳細な構成を説明するための図である。

[図7]切換機構をカムシャフトの軸方向(図6中の矢視Bの方向)から見た図である。

[図8]弁稼動状態時(通常のリフト動作時)の制御状態を示す図である。

[図9]弁停止動作の開始時の制御状態を示す図である。

[図10]スライド動作の完了時の制御状態を示す図である。

[図11]、スライドピンをロックピンによって保持する保持動作時の制御状態を示す図である。

[図12]、スライドピンをロックピンによって保持する保持動作時の制御状態を示す図である。

[図13]本発明の実施の形態1において実行されるルーチンのフローチャートである。

[図14]本発明の実施の形態2において実行されるルーチンのフローチャートである。

[図15]本発明の実施の形態3における内燃機関の各気筒の配置と爆発順序を示す図である。

[図16]本発明の実施の形態3において実行されるルーチンのフローチャートである。

[図17]本発明の実施の形態4において実行されるルーチンのフローチャートである。

[図18]本発明の実施の形態4において実行されるルーチンのフローチャートである。

[図19]本発明の実施の形態4において実行されるルーチンのフローチャートである。

[図20]本発明の実施の形態5における内燃機関の各気筒の配置と爆発順序を示す図である。

[図21]本発明の実施の形態5において実行されるルーチンのフローチャートである。

[図22]本発明の実施の形態6において実行されるルーチンのフローチャートである。

[図23]本発明の実施の形態7において実行されるルーチンのフローチャートである。

[図24]本発明の実施の形態8において実行されるルーチンのフローチャートである。

符号の説明

[0037] 10、120、130 内燃機関

12 排気通路

14 触媒

16 A／Fセンサ

18 吸気可変動弁機構

20 排気可変動弁機構

22 ECU(Electronic Control Unit)

24 クランク角センサ

26 燃料噴射弁

28 バルブ(吸排気バルブ)

52 カムシャフト

54 主カム

56 副カム

60 可変機構

64 切換機構

106 アクチュエータ

120a、120b、130a、130b バンク

発明を実施するための最良の形態

[0038] 実施の形態1.

[システム構成の説明]

図1は、本発明の実施の形態1の内燃機関システムの構成を説明するための図で

ある。本実施形態のシステムは、内燃機関10を備えている。ここでは、図1に示すように、内燃機関10は、4つの気筒(＃1～＃4)を有し、＃1→＃3→＃4→＃2の順(一例)で等間隔に爆発行程が行われる直列4気筒型のエンジンであるものとする。

[0039] 内燃機関10は、その筒内から排出される排気ガスが流れる排気通路12を備えている。排気通路12の途中(より具体的には、各気筒からの排気ガスが合流した後の部位)には、排気ガスを浄化するための触媒14が配置されている。また、排気通路12における触媒14の上流には、その位置で排気ガスの空燃比(A／F)を検出するためのA／Fセンサ16が配置されている。

[0040] 内燃機関10の吸気バルブ(図示省略)および排気バルブ(図示省略)は、それぞれ吸気可変動弁機構18および排気可変動弁機構20により駆動される。これらの可変動弁機構18、20の詳細な構成については、図2乃至図12を参照して後述するものとする。

[0041] 図1に示すシステムは、ECU(Electronic Control Unit)22を備えている。ECU22の入力には、上述したA／Fセンサ16に加え、クランク軸の回転位置や回転速度(エンジン回転数)を検出するためのクランク角センサ24等の内燃機関10の運転状態を検出するための各種センサが接続されている。また、ECU22の出力には、上述した可変動弁機構18、20に加え、内燃機関10の筒内もしくは吸気ポートに燃料を噴射するための燃料噴射弁26等の内燃機関10の運転状態を制御するための各種アクチュエータが接続されている。ECU22は、それらのセンサ出力に基づいて、内燃機関10の運転状態を制御することができる。

[0042] [可変動弁機構の全体構成]

図2は、本発明の実施の形態1における内燃機関10の吸気可変動弁機構18の全体構成を概略的に示す図である。尚、ここでは、吸気可変動弁機構18を例にとって説明を行うが、排気可変動弁機構20についても、吸気可変動弁機構18と同様に構成されているものとする。

[0043] 本実施形態の可変動弁機構18は、カムシャフト52を備えている。カムシャフト52は、図示省略するクランクシャフトに対してタイミングチェーンまたはタイミングベルトによって連結され、クランクシャフトの1／2の速度で回転するように構成されている。カム

シャフト52には、1気筒当たり1つの主カム54と2つの副カム56とが形成されている。主カム54は、2つの副カム56の間に配置されている。

[0044] 主カム54は、カムシャフト52と同軸の円弧状のベース円部54a(図4参照)と、当該ベース円の一部を半径方向外側に向かって膨らませるように形成されたノーズ部54b(図4参照)とを備えている。また、本実施形態では、副カム56は、ベース円部のみを有するカム(ゼロリフトカム)として構成されている(図5参照)。

[0045] 各気筒のカム54、56と吸気バルブ28(以下、単に「バルブ28」と略する)との間には、可変機構60が介在している。すなわち、カム54、56の作用力は、可変機構60を介して2つのバルブ28へ伝達されるようになっている。バルブ28は、カム54、56の作用力とバルブスプリング62の付勢力とを利用して開閉されるようになっている。尚、図2に示す状態は、#1気筒のバルブ28が主カム54の作用力を受けて開弁した状態を表している。

[0046] 可変機構60は、主カム54の作用力をバルブ28へ伝達する状態と副カム56の作用力をバルブ28へ伝達する状態とを切り換えることにより、バルブ28の開弁特性を変更する機構である。尚、本実施形態においては、副カム56はゼロリフトカムであるため、副カム56の作用力がバルブ28へ伝達される状態とは、バルブ28が開閉しない状態(バルブ休止状態)を意味するものとする。

[0047] また、本実施形態の可変動弁機構18は、各可変機構60を駆動して、バルブ28の動作状態を弁稼動状態と弁停止状態との間で切り換えるための切換機構64を気筒毎に備えている。切換機構64は、上述したECU22からの駆動信号に従って駆動されるようになっている。ECU22は、クランク角センサ24等の出力信号に基づいて切換機構64を制御する。

[0048] (可変機構の構成)

次に、図3乃至図5を参照して、可変機構60の詳細な構成を説明する。

図3は、図2に示す可変機構60を、バルブ28の基端部側から見下ろした図である。

可変機構60は、カムシャフト52と平行に配置されたロッカーシャフト70を備えている。図3に示すように、ロッカーシャフト70には、1つの第1ロッカーアーム72と、一対の第2ロッカーアーム74R、74Lとが回転自在に取り付けられている。第1ロッカーア

ーム72は、2つの第2ロッカーアーム74R、74Lの間に配置されている。尚、本明細書では、左右の第2ロッカーアーム74R、74Lを特に区別しないときには、単に第2ロッカーアーム74と表記する場合がある。

[0049] 図4は、第1ロッカーアーム72をロッカーシャフト70の軸方向(図3中の矢視Aの方向)から見た図であり、図5は、第2ロッカーアーム74を図4と同じくロッカーシャフト70の軸方向(矢視Aの方向)から見た図である。

図4に示すように、第1ロッカーアーム72におけるロッカーシャフト70の反対側の端部には、主カム54と接することができる位置に、第1ローラ76が回転可能に取り付けられている。第1ロッカーアーム72は、ロッカーシャフト70に取り付けられたコイルスプリング78によって、第1ローラ76が主カム54と常に当接するように付勢されている。上記のように構成された第1ロッカーアーム72は、主カム54の作用力とコイルスプリング78の付勢力との協働により、ロッカーシャフト70を支点として揺動するようになる。

[0050] 一方、図5に示すように、第2ロッカーアーム74におけるロッカーシャフト70の反対側の端部には、バルブ28の基端部(詳細には、バルブステムの基端部)が当接している。また、第2ロッカーアーム74の中央部位には、第2ローラ80が回転可能に取り付けられている。尚、第2ローラ80の外径は、第1ローラ76の外径と同等である。

[0051] また、第2ロッカーアーム74の他端においては、ロッカーシャフト70がラッシュアジャスタ82を介して内燃機関10の静止部材であるカムキャリア(或いはシリンダヘッド等)に支持されているものとする。このため、第2ロッカーアーム74は、ラッシュアジャスタ82から押し上げ力を受けることによって、副カム56に向けて付勢されている。

[0052] また、第1ローラ76に対する第2ローラ80の位置は、第1ローラ76が主カム54のベース円部54aと当接(図4参照)し、かつ、第2ローラ80が副カム56のベース円部と当接(図5参照)している時に、第2ローラ80の軸心と第1ローラ76の軸心とが図3に示すように、同一直線L上に位置するように定められている。

[0053] (切換機構の構成)

次に、図6乃至図7を参照して、切換機構64の詳細な構成を説明する。

切換機構64は、第1ロッカーアーム72と第2ロッカーアーム74との連結／分離を切り換えるための機構であり、これにより、主カム54の作用力が第2ロッカーアーム74に

伝達される状態と、当該作用力が第2ロッカーアーム74に伝達されない状態とを切り換えて、バルブ28の動作状態を弁稼動状態と弁停止状態（バルブ28を閉弁状態で休止させた状態）との間で切り換えることができるようになっている。

[0054] 図6は、図2に示す切換機構64の詳細な構成を説明するための図である。尚、図6においては、ローラ76、80の軸心位置で切断した断面を用いて可変機構60を表している。また、説明を分かり易くする観点から、可変機構60の搭載位置に対するカムシャフト52の搭載位置を、カムシャフト52の軸方向位置を除き実際の搭載位置と異ならせた状態で表している。

[0055] 図6に示すように、第1ローラの第1支軸84の内部には、その軸方向に貫通するように第1ピン孔86が形成されており、第1ピン孔86の両端は、第1ロッカーアーム72の両側面に開口している。第1ピン孔86には、円柱状の第1切換ピン88が摺動自在に挿入されている。第1切換ピン88の外径は、第1ピン孔86の内径と略同等であり、第1切換ピン88の軸方向の長さは、第1ピン孔86の長さと略同等である。

[0056] 一方、第2ロッカーアーム74L側の第2ローラ80の第2支軸90Lの内部には、第1ロッカーアーム72と反対側の端部が閉塞され、かつ、第1ロッカーアーム72側の端部が開口された第2ピン孔92Lが形成されている。また、第2ロッカーアーム74R側の第2ローラ80の第2支軸90Rの内部には、その軸方向に貫通するように第2ピン孔92Rが形成されており、第2ピン孔92Rの両端は、第2ロッカーアーム74Rの両側面に開口している。第2ピン孔92R、92Lの内径は、第1ピン孔86の内径と同等である。

[0057] 第2ピン孔92Lには、円柱状の第2切換ピン94Lが摺動自在に挿入されている。また、第2ピン孔92Lの内部には、第2切換ピン94Lを第1ロッカーアーム72方向（以下、「切換ピンの進出方向」と称する）に向けて付勢するリターンスプリング96が配置されている。第2切換ピン94Lの外径は、第2ピン孔92Lの内径と略同等である。また、第2切換ピン94Lの軸方向の長さは、第2ピン孔92Lより短くされており、第2切換ピン94Lが第2ピン孔92L内に向けて押された状態で、第2切換ピン94Lの先端が第2ロッカーアーム74Lの側面から僅かに突出するように調整されている。また、リターンスプリング96は、実装された状態において、第1ロッカーアーム72に向けて第2切換ピン94Lを常時付勢するように構成されているものとする。

[0058] 第2ピン孔92Rには、円柱状の第2切換ピン94Rが摺動自在に挿入されている。第2切換ピン94Rの外径は、第2ピン孔92Rの内径と略同等であり、第2切換ピン94Rの軸方向の長さは、第2ピン孔92Rの長さと略同等である。

[0059] 以上の3つのピン孔86、92L、92Rの相対位置は、第1ローラ76が主カム54のベース円部54aと当接(図4参照)し、かつ、第2ローラ80が副カム56のベース円部と当接(図5参照)している時に、3つのピン孔86、92L、92Rの軸心が同一直線上に位置するように決定されている。

[0060] ここで、上記図6とともに新たに図7を参照して、切換機構64の説明を継続する。図7は、切換機構64をカムシャフト52の軸方向(図6中の矢視Bの方向)から見た図である。尚、図7以降の図においては、ロックピン110とソレノイド108との関係を簡略化して図示する場合がある。

切換機構64は、カムの回転力を利用して、切換ピン88、94L、94Rを第2ロッカーアーム74L側に向けて(切換ピンの退出方向に)変位させるためのスライドピン98を備えている。スライドピン98は、図6に示すように、第2切換ピン94Rの端面と当接する端面を有する円柱部98aを備えている。円柱部98aは、カムキャリアに固定された支持部材100によって、軸方向に進退自在であって、周方向に回転自在に支持されている。

[0061] 第2切換ピン94Lの先端は、リターンスプリング96の付勢力(反力)によって第1切換ピン88の一端に押し付けられることになる。それに応じて、上記3つのピン孔86、92L、92Rの軸心が同一直線上に位置している状況下では、第1切換ピン88の他端が第2切換ピン94Rの一端に押し付けられることになる。そして、更に、第2切換ピン94Rの他端がスライドピン98の円柱部98aの端面に押し付けられるようになる。このように、上記特定の状況下では、スライドピン98には、リターンスプリング96の付勢力が作用するようになっている。尚、第2ロッカーアーム74Rが主カム54からの作用力を受けて揺動する際に、第2切換ピン94Rと円柱部98aとの当接が途切れないように各構成要素の形状や寸法が設定されている。

[0062] また、円柱部98aにおける第2切換ピン94Rと反対側の端部には、当該円柱部98aの半径方向外側に向けて突出するように、棒状のアーム部98bが設けられている。

すなわち、当該アーム部98bは、当該円柱部98aの軸心を中心として回転自在に構成されている。アーム部98bの先端部は、図7に示すように、カムシャフト52の周面と対向する位置まで延びるように構成されている。また、アーム部98bの先端部には、カムシャフト52の周面に向けて突出するように突起部98cが設けられている。

[0063] カムシャフト52における突起部98cと対向する外周面には、当該カムシャフト52よりも大きな外径を有する大径部102が形成されている。大径部102の周面には、周方向に延びる螺旋状溝104が形成されている。螺旋状溝104の幅は、突起部98cの外径より若干大きく形成されている。

[0064] また、切換機構64は、突起部98cを螺旋状溝104に挿入させるためのアクチュエータ106を備えている。より具体的には、アクチュエータ106は、ECU22からの指令に基づいてデューティ制御されるソレノイド108と、当該ソレノイド108の駆動軸108aと当接するロックピン110とを備えている。ロックピン110は、円筒状に形成されている。

[0065] ロックピン110には、ソレノイド108の推力に抗する付勢力を発するスプリング112の一端が掛け留められており、当該スプリング112の他端は、静止部材であるカムキャリアに固定された支持部材114に掛け留められている。このような構成によれば、ECU22からの指令に基づくソレノイド108の駆動時には、ソレノイド108の推力がスプリング112の付勢力に打ち勝つことで、ロックピン110を進出させることができ、一方、ソレノイド108の駆動が停止されると、スプリング112の付勢力によってロックピン110および駆動軸108aを速やかに所定位置に退出させられるようになる。また、ロックピン110は、支持部材114によってその半径方向への移動が拘束されている。このため、ロックピン110がその半径方向から力を受けることがあっても、ロックピン110が当該方向に移動しないようにすることができる。

[0066] また、ソレノイド108は、ロックピン110がスライドピン98のアーム部98bの先端部の押圧面(突起部98cが設けられた面と反対側の面)98dを螺旋状溝104に向けて押圧可能な位置において、カムキャリア等の静止部材に固定されているものとする。言い換えれば、押圧面98dは、ロックピン110によって突起部98cが螺旋状溝104に向けて押されることができるような形状および位置に設けられている。

[0067] スライドピン98のアーム部98bは、カムシャフト52側の大径部102とストッパー116とによって拘束された範囲内で、円柱部98aの軸心を中心として回転可能に設定されている。そして、アーム部98bが当該範囲内にあり、かつ、スライドピン98の軸方向位置が後述する変位端Pmax1にある場合には、ソレノイド108により駆動されるロックピン110がアーム部98bの押圧面98dに確実に当接できるように、各構成要素の位置関係が設定されている。また、アーム部98bには、当該アーム部98bをストッパー116に向けて付勢するスプリング118が取り付けられている。尚、このようなスプリング118は、ソレノイド108の非駆動時にスライドピン98の自重によってアーム部98bが螺旋状溝104に嵌まり込むことが想定されない場合等には、必ずしも備えていなくてもよい。

[0068] カムシャフト52の螺旋状溝104における螺旋の向きは、その内部に突起部98cが挿入された状態でカムシャフト52が図7に示す所定の回転方向に回転する場合に、スライドピン98がリターンスプリング96の付勢力に抗して切換ピン88、94L、94Rをその退出方向に押し退けてロッカーアーム72、74に近づく方向に変位するように、設定されている。

[0069] ここで、リターンスプリング96の付勢力によって、第2切換ピン94Lが第2ピン孔92Lおよび第1ピン孔86の双方に挿入された状態となり、かつ、第1切換ピン88が第1ピン孔86および第2ピン孔92Rの双方に挿入された状態となっている時のスライドピン98の位置を、「変位端Pmax1」と称する。この変位端Pmax1にスライドピン98が位置している時には、第1ロッカーアーム72と第2ロッカーアーム74R、74Lとがすべて連結された状態となる。そして、切換ピン88等がスライドピン98からの力を受けることによって、第2切換ピン94L、第1切換ピン88、および第2切換ピン94Rがそれぞれ第2ピン孔92L、第1ピン孔86、および第2ピン孔92Rのみに挿入された状態となっている時のスライドピン98の位置を、「変位端Pmax2」と称する。すなわち、この変位端Pmax2にスライドピン98が位置している時には、第1ロッカーアーム72と第2ロッカーアーム74R、74Lとがすべて分離された状態となる。

[0070] 本実施形態では、カムシャフト52の軸方向における螺旋状溝104の基端104aの位置は、スライドピン98が上記変位端Pmax1に位置する時の突起部98cの位置と

一致するように設定されている。そして、カムシャフト52の軸方向における螺旋状溝104の終端104bの位置は、スライドピン98が上記変位端Pmax2に位置する時の突起部98cの位置と一致するように設定されている。つまり、本実施形態では、螺旋状溝104によって突起部98cが案内される範囲内で、スライドピン98が変位端Pmax1からPmax2の間で変位可能となるように構成されている。

[0071] 更に、本実施形態の螺旋状溝104には、図7に示すように、スライドピン98が変位端Pmax2に達した後における終端104b側の所定区間として、カムシャフト52の回転に伴って螺旋状溝104が徐々に浅くなる浅溝部104cが設けられている。尚、螺旋状溝104における浅溝部104c以外の部位の深さは一定である。

[0072] また、本実施形態のアーム部98bには、押圧面98dの一部を切り欠いて凹状に形成された切欠部98eが設けられている。押圧面98dは、スライドピン98が変位端Pmax1からPmax2に変位する間、ロックピン110と当接した状態が維持されるように設けられている。そして、切欠部98eは、スライドピン98が上記変位端Pmax2に位置している状態において、上記浅溝部104cの作用によって突起部98cが大径部102の表面に取り出された時に、ロックピン110と係合可能な部位に設けられている。

[0073] また、切欠部98eは、突起部98cが螺旋状溝104に挿入される方向にアーム部98bが回転するのを規制可能であって、スライドピン98が切換ピンの進出方向に移動するのを規制可能な態様で、ロックピン110と係合するように形成されている。より具体的には、切欠部98eには、ロックピン110が当該切欠部98e内に入り込んでいくにつれ、スライドピン98が大径部102から離れるように案内する案内面98fが備えられている。

[0074] [可変動弁機構の動作]

次に、図8乃至図12を参照して、可変動弁機構18の動作について説明する。

(弁稼動状態時)

図8は、弁稼動状態時(通常のリフト動作時)の制御状態を示す図である。

この場合には、図8(B)に示すように、ソレノイド108の駆動がOFFとされており、これにより、スライドピン98は、カムシャフト52から離れた状態で、リターンスプリング96の付勢力を受けて、変位端Pmax1に位置している。この状態では、図8(A)に示す

ように、第1ロッカーアーム72と2つの第2ロッカーアーム74とが切換ピン88、94Lを介して連結されている。その結果、主カム54の作用力が第1ロッカーアーム72から左右の第2ロッカーアーム74R、74Lを介して双方のバルブ28に伝達されるようになる。このため、主カム54のプロフィールに従って、通常のバルブ28のリフト動作が行われるようになる。

[0075] (弁停止動作開始時(スライド動作の開始時))

図9は、弁停止動作の開始時の制御状態を示す図である。

弁停止動作は、例えば、内燃機関10のフューエルカット要求等の所定の弁停止動作の実行要求がECU22によって検知された際に行われる。このような弁停止動作は、カムシャフト52の回転力を利用してスライドピン98によって切換ピン88、94L、94Rをその退出方向に変位させる動作であるため、これらの切換ピン88、94L、94Rの軸心が同一直線状に位置する時、すなわち、第1ロッカーアーム72が揺動していない時に行われる必要がある。

[0076] 本実施形態では、切換ピンの退出方向にスライドピン98がスライド動作を行う区間が主カム54のベース円区間内と対応するように、螺旋状溝104が設定されている。このため、ECU22が所定の弁停止動作の実行要求を検知した場合において、最初にベース円区間が到来する気筒から順にソレノイド108を駆動することによって、図9(B)に示すように、突起部98cが螺旋状溝104に挿入され、各気筒の弁停止動作が順に開始するようになる。そして、螺旋状溝104に挿入された突起部98cが当該螺旋状溝104によって案内されることで、カムシャフト52の回転力を利用して、図9(A)に示すように、変位端Pmax2側に向けて、スライドピン98のスライド動作が開始するようになる。

[0077] (スライド動作の完了時)

図10は、スライド動作の完了時の制御状態を示す図である。

スライド動作の実行中には、螺旋状溝104の側面に突起部98cが当接することによって、リターンスプリング96の付勢力が受け止められた状態で、スライドピン98が変位端Pmax2に向けて移動していく。図10(A)は、スライドピン98が変位端Pmax2に到達して弁停止要求時のスライド動作が完了したタイミング、すなわち、第1切換ピン

88および第2切換ピン94Lがそれぞれ第1ピン孔86および第2ピン孔92L内に収まるようになったことで、第1ロッカーアーム72と第2ロッカーアーム74R、74Lとの連結が解除されたタイミングを示している。また、このタイミングでは、図10(B)に示すように、螺旋状溝104内における突起部98cの位置は、未だ浅溝部104cに達していない。

[0078] 上記のようにスライド動作が完了し、第1ロッカーアーム72と第2ロッカーアーム74R、74Lとが分離された状態になると、主カム54の回転に伴って、コイルスプリング78によって主カム54に向けて付勢された第1ロッカーアーム72が単独で揺動することになる。このため、2つの第2ロッカーアーム74には、主カム54の作用力が伝達されなくなる。また、第2ロッカーアーム74が当接する副カム56は、ゼロリフトカムであるため、主カム54の作用力が伝達されなくなった第2ロッカーアーム74には、バルブ28を駆動するための力が与えられなくなる。その結果、主カム54の回転に関係なく、第2ロッカーアーム74が静止状態となるので、バルブ28のリフト動作が停止状態となる。

[0079] 尚、第1ロッカーアーム72のみが揺動する場合には、第1切換ピン88と第2切換ピン94L、94Rとの軸心がずれることになる。第1ロッカーアーム72と第2ロッカーアーム74との円滑な動作を確保するためには、そのようなずれが生ずる際に、第1切換ピン88の端面の一部と第2切換ピン94L、94Rの端面の一部とが互いに当接している必要がある。このため、本実施形態では、第1切換ピン88および第2切換ピン94L、94Rの端面の形状や寸法は、上記条件を満たすように定められている。

[0080] (変位部材の保持動作時)

図11および図12は、スライドピン98をロックピン110によって保持する保持動作時の制御状態を示す図である。より具体的には、図11は、第1ロッカーアーム72が揺動動作(リフト動作)を行っていない場合の状態を示しており、図12は、当該第1ロッカーアーム72が揺動動作(リフト動作)を行っている場合の状態を示している。

[0081] 上記図10に示すスライド動作完了時から更にカムシャフト52が回転すると、突起部98cは、溝が徐々に浅くなる浅溝部104cに差し掛かる。その結果、浅溝部104cの作用によって、スライドピン98がカムシャフト52から離れる方向に回転させられるよう

になる。そして、浅溝部104cによって溝が浅くなるにつれ、ロックピン110がその退出方向に少し変位する。その後、ソレノイド108によって駆動され続けているロックピン110が切欠部98eに一致するようになるまでスライドピン98が更に回転すると、ロックピン110と当接するスライドピン98側の部位が押圧面98dから切欠部98eへと切り替わる。

[0082] その結果、ロックピン110が切欠部98eに係合するようになる。これにより、図11(B)および図12(B)に示すように、スライドピン98は、突起部98cがカムシャフト52から離れた状態で、かつ、ロックピン110によってリターンスプリング96の付勢力を受け止める状態で保持されるようになる。このため、この保持動作中において、図11(A)および図12(A)に示すように、第1ロッカーアーム72と第2ロッカーアーム74とが分離された状態、すなわち、弁停止状態が維持されるようになる。

[0083] (弁復帰動作時)

弁停止状態から通常のリフト動作が行われる弁稼動状態に戻すための弁復帰動作は、例えば、フューエルカットからの復帰要求等の所定の弁復帰動作の実行要求がECU22によって検知された際に行われる。このような弁復帰動作は、図11、12に示す制御状態において、ECU22が所定のタイミング(切換ピン88等が移動可能となるベース円区間の開始タイミングよりもソレノイド108の動作に要する所定時間分だけ早いタイミング)でソレノイド108への通電をOFFとすることが開始される。ソレノイド108への通電がOFFとされると、スライドピン98の切欠部98eとロックピン110との係合が解かれることになる。その結果、リターンスプリング96の付勢力に抗して第1切換ピン88および第2切換ピン94Lをそれぞれ第1ピン孔86および第2ピン孔92Lに留めておく力が消滅することになる。

[0084] このため、切換ピン88、94L、94Rの位置が一致するベース円区間が到来すると、リターンスプリング96の付勢力によって、切換ピン88、94Lが進出方向に移動し、第1ロッカーアーム72と2つの第2ロッカーアーム74とが切換ピン88、94Lを介して連結された状態、すなわち、主カム54の作用力によってバルブ28のリフト動作が可能な状態に復帰することになる。また、リターンスプリング96の付勢力によって切換ピン88、94Lが進出方向に移動するのに伴って、第2切換ピン94Rを介して、スライドピ

ン98が変位端Pmax2から変位端Pmax1に戻されるようになる。

[0085] （まとめ）

以上のように構成された本実施形態の可変動弁機構18によれば、ソレノイド108の通電のON、OFFとカムシャフト52の回転力とリターンスプリング96の付勢力とを利用して、スライドピン98の軸方向位置を変位端Pmax1からPmax2の間で移動させることで、弁稼動状態と弁停止状態との間でバルブ28の動作状態を切り換えることが可能となる。

[0086] より具体的には、弁停止要求が出された際に、ソレノイド108の通電をONとして突起部98cを螺旋状溝104に挿入することで、カムシャフト52の回転力を利用するスライドピン98によって、切換ピン88等を切換ピンの退出方向に移動させることができる。その結果、一度のベース円区間中に、第1ロッカーアーム72と2つの第2ロッカーアーム74とを連結状態から分離状態に速やかに切り換えることが可能となる。これにより、弁停止状態とすることができる。また、弁復帰要求が出された際に、ソレノイドの通電をOFFとしてスライドピン98とロックピン110との係合を解除することで、リターンスプリング96の付勢力を利用して、切換ピン88等やスライドピン98を切換ピンの進出方向に移動させることができる。その結果、一度のベース円区間中に、第1ロッカーアーム72と2つの第2ロッカーアーム74とを分離状態から連結状態に速やかに切り換えることが可能となるとともに、弁停止動作を開始させられる元の位置（Pmax1）にスライドピン98を戻すことができる。これにより、バルブ28の動作状態を弁停止状態に復帰させることができる。

[0087] ［実施の形態1の異常気筒特定手法］

内燃機関10には、失火や他の気筒に対する空燃比のインバランス等の異常が生じ得る。そのような異常が生じた気筒を特定すべく、各気筒の燃焼を順次休止させる技術が知られている。しかしながら、一部の気筒の燃焼を休止させることは、異常気筒を特定するうえで有効であるが、車両の走行性能や内燃機関の振動騒音に悪影響を与え得るものである。従って、異常気筒を特定するために一部の気筒が休止される回数をできるだけ少なくし、また、気筒休止時間をできるだけ短くすることが望ましい。また、一部の気筒で燃焼が休止された場合に何らの配慮がなされていないと、当該

休止気筒に吸入された空気がそのまま触媒に向けて排出され、触媒が劣化してしまうことが懸念される。

[0088] 上述した可変動弁機構18、20によれば、各気筒のソレノイド108の通電を個別に制御することで、気筒毎に独立してバルブ28(吸排気バルブ)を閉弁状態で休止させておくことが可能となる。そこで、本実施形態では、そのように構成された可変動弁機構18、20を利用して、異常気筒の特定のために一部の気筒で燃焼(燃料供給)を休止させる際には、対象となる休止気筒において、吸排気バルブの動作を閉弁状態で休止させるようにした。

[0089] そのうえで、本実施形態では、所定の異常評価指標値(クランク軸の回転変動や空燃比のずれ量)に基づいて内燃機関10の運転中に何れかの気筒に異常が発生していることが認められる場合には、先ず、単気筒ではなく2つの気筒からなる(第1の)一部気筒を対象として、気筒休止(具体的には、燃料供給の休止および閉弁状態での吸排気バルブの動作の休止)を実行するようにした。そして、当該気筒休止後に、1つの気筒からなる(第2の)一部気筒を対象として休止気筒を変更したうえで気筒休止を実行するようにした。そのうえで、そのような休止気筒の変更に伴う異常評価指標値の変化に基づいて、異常発生気筒を特定するようにした。

[0090] より具体的には、本実施形態では、所定の異常評価指標値に基づいて内燃機関10の運転中に何れかの気筒に異常が発生していることが認められる場合には、休止間隔(爆発間隔)が等間隔となる2つのグループ気筒(#1、#4気筒、もしくは#2、#3気筒)のうちの一方を上記(第1の)一部の気筒として選択して気筒休止を行うようにした。そして、この気筒休止時の異常評価指標値に基づいて、当該気筒休止に伴って異常現象が無くなるかどうかを上記グループ気筒毎に判定するようにした。そして、異常発生気筒を含むと判断できるグループ気筒内の一方の気筒のみを休止したうえで、当該気筒休止時の異常評価指標値に基づいて異常発生気筒を特定するようにした。

[0091] 図13は、本発明の実施の形態1における異常気筒特定手法を実現するためにECU22が実行するルーチンのフローチャートである。尚、本ルーチンは、4気筒エンジンである内燃機関10が4気筒(全気筒)運転を行っている場合に実行されるものとする

。また、本実施形態では、内燃機関10が有する4つの気筒のうちの何れか1つの気筒のみに異常が生ずるケースを想定した処理について説明を行う。

[0092] 図13に示すルーチンでは、先ず、クランク角センサ24によって検出されるクランク軸の回転変動が所定値以上になっているか否か、或いは、A／Fセンサ16によって検出される排気マニホールドの集合部での空燃比が所定の制御目標空燃比（例えば、理論空燃比）に対して所定値以上ずれているか否かが判別される（ステップ100）。内燃機関10の何れかの気筒に異常（失火）が生じた場合には、そのような異常の発生に伴ってクランク軸の回転変動が発生する。このため、クランク軸の回転変動が失火判定のための所定値以上になっているか否かを判別することで、現在運転中の何れかの気筒に失火等の異常が生じたか否かを判断することができる。また、内燃機関10の何れかの気筒に異常（失火や空燃比のインバランス）が生じた場合には、そのような異常の発生に伴ってA／Fセンサ16の検出値に制御目標空燃比に対するずれが発生する。このため、制御目標空燃比に対するA／Fセンサ16の検出値のずれが異常検出のための所定値以上になっているか否かを判別することで、現在運転中の何れかの気筒に失火や空燃比のインバランス等の異常が生じたか否かを判断することができる。尚、本ステップ100における異常検出手法自体は、現在運転中の何れかの気筒に何らかの異常が生じたことを検出できるものであれば、上述したクランク軸の回転変動や空燃比のずれを利用した手法に限らない。

[0093] 上記ステップ100の判定が成立する場合、つまり、現在運転中の4気筒の何れかに異常が生じていると認められる場合には、＃1および＃4気筒が休止される（ステップ102）。より具体的には、＃1、＃4気筒に対する燃料供給が休止されるように燃料噴射弁26が制御されるとともに、これらの気筒の吸気バルブおよび排気バルブの動作が閉弁状態で休止されるように可変動弁機構18、20が制御される。

[0094] 次に、＃1、＃4気筒が休止された状態で、上記ステップ100と同様の異常検出処理が実行される（ステップ104）。その結果、本ステップ104の判定が不成立となる場合、つまり、＃1、＃4気筒の休止に伴って異常が検出されなくなった場合には、現在運転中の＃2、＃3気筒ではなく、現在休止中の＃1、＃4気筒のどちらかが異常であると判断することができる。このため、この場合には、＃1、＃4気筒のどちらが異常であ

るかを特定すべく、＃1気筒のみが休止される(ステップ106)。

[0095] 次に、＃1気筒のみが休止された状態で、上記ステップ100と同様の異常検出処理が実行される(ステップ108)。その結果、本ステップ108の判定が不成立となる場合、つまり、＃1気筒の休止に伴って異常が検出されなくなった場合には、今回休止された＃1気筒が異常であると判定される(ステップ110)。一方、本ステップ108の判定が成立する場合、つまり、＃1気筒が休止された状態で依然として異常が検出される場合には、現在運転中の＃4気筒が異常であると判定される(ステップ112)。

[0096] 一方、上記ステップ104における判定が成立する場合、つまり、＃1、＃4気筒が休止された状態で依然として異常が検出される場合には、現在運転中の＃2、＃3気筒のどちらかが異常であると判断することができる。このため、この場合には、＃2、＃3気筒のどちらが異常であるかを特定すべく、＃2気筒のみが休止される(ステップ114)。

[0097] 次に、＃2気筒のみが休止された状態で、上記ステップ100と同様の異常検出処理が実行される(ステップ116)。その結果、本ステップ116の判定が不成立となる場合、つまり、＃2気筒の休止に伴って異常が検出されなくなった場合には、今回休止された＃2気筒が異常であると判定される(ステップ118)。一方、本ステップ116の判定が成立する場合、つまり、＃2気筒が休止された状態で依然として異常が検出される場合には、現在運転中の＃3気筒が異常であると判定される(ステップ120)。

[0098] 以上説明した図13に示すルーチンの処理によれば、＃1、＃4気筒からなるグループ気筒と、＃2、＃3気筒からなるグループ気筒のどちらのグループ気筒内に異常気筒が含まれているかどうかが判定されたうえで、異常気筒を含むと判断されるグループ気筒内の一方の気筒を休止して異常気筒が特定される。このような異常気筒特定手法によれば、気筒休止を行う回数を効果的に少なくし、また、気筒休止時間を効果的に短くすることができる。このため、車両の走行性能や内燃機関の振動騒音への悪影響を抑制しつつ、異常気筒を正確に特定することが可能となる。また、気筒休止時には、燃料供給の休止とともに弁休止を行っているので、休止気筒から空気が排出されないようにすることができ、触媒14の劣化を防止しつつ、異常気筒を特定することが可能となる。

[0099] また、上記ルーチンの処理では、異常気筒の特定時に、休止間隔(爆発間隔)が等間隔となるグループ気筒を選択して最初の気筒休止を行うようにし、その後に、休止気筒を2気筒から1気筒に変更するようにしている。このような手法によれば、気筒休止に伴う振動騒音の悪化を最小限に抑えながら、異常気筒を特定することが可能となる。より具体的には、振動騒音の悪化を最小限に抑えるべく選択された上記グループ気筒の一回の休止と、一方のグループ気筒内の1気筒のみの一回の休止のみで、異常気筒を正確に特定することが可能となる。つまり、振動騒音の悪化が懸念される単気筒休止運転の実施回数およびその運転時間を最短にしつつ、異常気筒を正確に特定することが可能となる。

[0100] また、クランク軸の回転変動や排気マニホールドの集合部で検出されるA/Fのずれに基づき、異常に起因して生じたクランク軸の回転変動やA/Fのずれがどの気筒に由来するのかを精度良く判定することは、現実には困難である。しかしながら、本実施形態の異常気筒特定手法によれば、クランク軸の回転変動やA/Fのずれ等の検出自体に対しては、内燃機関10の何れかの気筒に何らかの異常が発生したかどうかを判定できる程度の精度が確保されていればよく、異常気筒を特定することのできる程度の精度までは必要とせずに、上述した休止気筒の変更を適宜行うことで正確に異常気筒を特定できるようになる。

[0101] また、本実施形態において異常気筒を特定するために実施される上記気筒休止は、内燃機関10の低負荷時に行うことが好適である。これにより、車両の走行性能や内燃機関10の振動騒音への悪影響を十分に低減することができる。

[0102] ところで、上述した実施の形態1においては、全気筒(4気筒)運転時に異常発生が認められた場合には、#1、#4気筒を休止するようにしているが、この場合に休止されるグループ気筒は、#2、#3気筒であってもよい。また、#1、#4気筒の休止時に異常発生の有無に応じて、#2気筒のみ(ステップ114)または#1気筒のみ(ステップ106)を休止するようにしているが、これに代え、ステップ114では#3気筒のみを休止し、ステップ106では#4気筒のみを休止するようにしてもよい。

[0103] また、上述した実施の形態1においては、#1→#3→#4→#2の順で等間隔に爆発行程が行われる内燃機関10において、異常気筒の特定時に、休止間隔(爆発

間隔）が等間隔となるグループ気筒を選択して最初の気筒休止を行うようにしている。しかしながら、多気筒を有する内燃機関では、各気筒の爆発間隔は、意図的に或いは結果的に必ずしも等間隔でない場合が存在する。このような不等間隔で爆発行程が行われる内燃機関においても、本発明の異常気筒の特定時には、振動騒音の悪化を抑制するために、爆発順序を考慮して休止間隔（もしくは爆発間隔）が最も等間隔に近くなる（略等間隔の）グループ気筒を選択して気筒休止を行うことが好適である。

[0104] また、上述した実施の形態1においては、気筒休止を行う際に吸気バルブおよび排気バルブの双方の動作が閉弁状態で休止される例について説明を行っている。しかしながら、本発明において気筒休止時に閉弁状態で休止されるバルブは、吸気バルブおよび排気バルブの何れか一方でもよい。

[0105] 尚、上述した実施の形態1においては、ECU22が、上記ステップ100、104、108、または116の処理を実行することにより前記第1の発明における「異常検出手段」が、上記ステップ102の処理を実行することにより前記第1、第3、または第5の発明における「第1気筒休止実行手段」が、上記ステップ106または114の処理を実行することにより前記第1、第3、または第5の発明における「第2気筒休止実行手段」が、そして、上記ステップ108～112、または116～120の処理を実行することにより前記第1の発明における「異常気筒特定手段」が、それぞれ実現されている。

また、上述した実施の形態1においては、ECU22が上記ステップ102～106（または102、104、および114）の処理を実行することにより前記第2の発明における「休止気筒数減少実行手段」が実現されている。

また、上述した実施の形態1においては、ECU22が、上記ステップ104の処理を実行することにより前記第3または第5の発明における「異常グループ気筒判別手段」が、そして、上記ステップ108～112、または116～120の処理を実行することにより前記第3または第5の発明における「グループ気筒内異常特定手段」が、それぞれ実現されている。

[0106] 実施の形態2.

次に、図14を参照して、本発明の実施の形態2について説明する。

本実施形態のシステムは、図1乃至図12に示すハードウェア構成を用いて、ECU22に図13に示すルーチンに代えて後述する図14に示すルーチンを実行させることにより実現することができるものである。

[0107] [実施の形態2の異常気筒特定手法]

上述した実施の形態1においては、4気筒型の内燃機関10における何れか1つの気筒のみに異常が生ずることを想定した場合の異常気筒特定手法について説明を行った。これに対し、本実施形態では、内燃機関10の複数の気筒に異常が生ずることを想定した場合の異常気筒特定手法について説明を行う。

[0108] 図14は、本発明の実施の形態2における異常気筒特定手法を実現するためにECU22が実行するルーチンのフローチャートである。

図14に示すルーチンでは、先ず、全気筒運転中に、上記ステップ100と同様の異常検出処理が実行される(ステップ200)。その結果、本ステップ200の判定が成立する場合、つまり、現在運転中の4気筒の何れかに異常が生じていると認められる場合には、#1および#4気筒が休止される(ステップ202)。

[0109] 次に、#1、#4気筒が休止された状態で、上記ステップ100と同様の異常検出処理が実行される(ステップ204)。その結果、本ステップ204の判定が成立する場合、つまり、#1、#4気筒が休止された状態で依然として異常が検出される場合には、現在運転中の#2、#3気筒の少なくとも一方が異常であり、また、現在休止中の#1、#4気筒にも異常の可能性があると判断することができる。このため、この場合には、異常気筒の特定を更に進めるべく、#1、#4気筒に加えて#3気筒が更に休止される(ステップ206)。尚、本ステップ206では、#3気筒に代え、#2気筒を休止するようにしてもよい。

[0110] 次に、#1、#3、#4気筒が休止された状態(つまり、#2気筒のみが運転された状態)で、上記ステップ100と同様の異常検出処理が実行される(ステップ208)。その結果、本ステップ208の判定が不成立となる場合、つまり、#1、#3、#4気筒の休止に伴って異常が検出されなくなった場合には、今回追加的に休止された#3気筒が異常であると判定される(ステップ210)。一方、本ステップ208の判定が成立する場合、つまり、#1、#3、#4気筒が休止された状態で依然として異常が検出される

場合には、現在運転中の＃2気筒が異常であると判定されるとともに、今回追加的に休止された＃3気筒は異常の可能性ありと判定される(ステップ212)。

[0111] また、図14に示すルーチンでは、上記ステップ206～212の処理によって＃2、＃3気筒に関する異常気筒の特定が行われた場合、或いは、上記ステップ204の判定が不成立となることで(＃1、＃4気筒の休止に伴って異常が検出されなくなったことで)、現在運転中の＃2、＃3気筒ではなく現在休止中の＃1、＃4気筒の少なくとも一方のみが異常であると判断することができる場合には、次いで、＃2および＃3気筒が休止される(ステップ214)。

[0112] 次に、＃2、＃3気筒が休止された状態で、上記ステップ100と同様の異常検出処理が実行される(ステップ216)。その結果、本ステップ216の判定が不成立となる場合には、＃1、＃4気筒の休止中に異常発生が認められる状況下(上記ステップ204の判定が成立する状況下)において、＃1、＃4気筒には異常がなく、＃2、＃3気筒の少なくとも一方のみが異常であると判断することができる。この場合には、上記ステップ206～212の処理によって＃2、＃3気筒に関する異常気筒の特定が既に行われているので、＃2、＃3気筒に関する異常気筒の特定は行わない。

[0113] 一方、上記ステップ216の判定が成立する場合には、つまり、＃2、＃3気筒が休止された状態で依然として異常が検出される場合には、現在運転中の＃1、＃4気筒の少なくとも一方が異常であると判断することができる。このため、この場合には、異常気筒の特定を更に進めるべく、＃2、＃3気筒に加えて＃4気筒が更に休止される(ステップ218)。尚、本ステップ218では、＃4気筒に代え、＃1気筒を休止するようにしてもよい。

[0114] 次に、＃2、＃3、＃4気筒が休止された状態(つまり、＃1気筒のみが運転された状態)で、上記ステップ100と同様の異常検出処理が実行される(ステップ220)。その結果、本ステップ220の判定が不成立となる場合、つまり、＃2、＃3、＃4気筒の休止に伴って異常が検出されなくなった場合には、今回追加的に休止された＃4気筒が異常であると判定される(ステップ222)。一方、本ステップ220の判定が成立する場合、つまり、＃2、＃3、＃4気筒が休止された状態で依然として異常が検出される場合には、現在運転中の＃1気筒が異常であると判定されるとともに、今回追加的に

休止された＃4気筒は異常の可能性ありと判定される(ステップ224)。

[0115] 以上説明した図14に示すルーチンの処理によれば、内燃機関10の複数の気筒に異常が発生することを想定した場合においても、触媒14の劣化を抑制しつつ、異常気筒を実用上十分なレベルで特定することが可能となる。

[0116] また、上記ルーチンでは、グループ気筒(＃1と＃4、或いは＃2と＃3)の一方を最初に選択して気筒休止をしたうえで異常現象の有無を判定するようにしているため、単気筒運転を全気筒に対して順次実行しながら異常気筒を特定する手法と比べ、一方のグループ気筒内にのみ異常があると判断できるケースを抽出することが可能となる。これにより、異常気筒の特定のために不必要な単気筒運転が実施されるのを回避できる場合が得られる。具体的には、上記ステップ204の判定が不成立となるケース(つまり、＃1、＃4気筒の少なくとも一方にのみ異常があると判断できるケース)において、＃2、＃3気筒に関する異常気筒の特定を目的とした不必要な単気筒運転の実施を回避することができる。更に、本実施形態においても、休止間隔(爆発間隔)が等間隔となる気筒で休止気筒をグループ分けしているので、異常気筒の特定時の内燃機関10の振動騒音の悪化を良好に防止することができる。

[0117] 尚、上述した実施の形態2においては、ECU22が、上記ステップ202または214の処理を実行することにより前記第1、第3、または第6の発明における「第1気筒休止実行手段」が、上記ステップ206または218の処理を実行することにより前記第1、第3、または第6の発明における「第2気筒休止実行手段」が、上記ステップ204および216の処理を実行することにより前記第3または第6の発明における「異常グループ気筒判別手段」が、そして、上記ステップ208～212、または220～224の処理を実行することにより前記第3または第6の発明における「グループ気筒内異常特定手段」が、それぞれ実現されている。

[0118] 実施の形態3.

次に、図15および図16を参照して、本発明の実施の形態3について説明する。

図15は、本発明の実施の形態3における内燃機関120の各気筒の配置と爆発順序を示す図である。図15に示すように、本実施形態の内燃機関120は、6気筒型エンジン、より具体的には、2つのバンク120a、120bに合計6つの気筒(＃1～＃6)を

有するV型6気筒エンジンであるものとする。また、ここでは、一方のバンク120aに配置される3つの気筒を＃1、＃3、＃5と称し、他方のバンク120bに配置される3つの気筒を＃2、＃4、＃6気筒と称する。また、内燃機関120の爆発順序は、一例として＃1→＃2→＃3→＃4→＃5→＃6の順であるものとし、この順番で等間隔に各気筒の爆発行程が行われるものとする。

[0119] 本実施形態の内燃機関120は、エンジン形式が異なる点を除き、基本的には内燃機関10と同様に構成されている。すなわち、図示は省略しているが、気筒毎に燃料噴射弁が備えられているとともに、気筒毎に吸排気バルブを閉弁状態で休止可能な可変動弁機構が備えられているものとする。また、排気通路には、適切な数の触媒が配置されているものとする。更に、各バンク120a、120bの排気マニホールドの集合部よりも下流側の部位、および両バンク120a、120bから排出される排気ガスの合流後の部位には、それらの位置で空燃比を検出するためのA／Fセンサ(もしくはO2センサ)が配置されているものとする。

[0120] [実施の形態3の異常気筒特定手法]

図16は、本発明の実施の形態3における異常気筒特定手法を実現するためにECU22が実行するルーチンのフローチャートである。尚、本ルーチンは、6気筒エンジンである内燃機関120が6気筒(全気筒)運転を行っている場合に実行されるものとする。また、本実施形態では、内燃機関120が有する6つの気筒のうちの何れか1つの気筒のみに異常が生ずるケースを想定した処理について説明を行う。

[0121] 図16に示すルーチンでは、先ず、全気筒運転中に、上記ステップ100と同様の異常検出処理が実行される(ステップ300)。その結果、本ステップ300の判定が成立する場合、つまり、現在運転中の6気筒の何れかに異常が生じていると認められる場合には、＃1、＃3、＃5気筒を用いた減筒運転が実行される(ステップ302)。すなわち、＃2、＃4、＃6気筒が休止される。

[0122] 次に、＃1、＃3、＃5気筒が運転された状態で、上記ステップ100と同様の手法で、異常の有無が判定される(ステップ304)。次いで、＃1、＃4気筒を用いた減筒運転が実行される(ステップ306)。次いで、＃1、＃4気筒を用いた減筒運転が行われている状態で、上記ステップ100と同様の異常検出処理が実行される(ステップ308)

。

[0123] 上記ステップ308の判定が成立する場合、つまり、＃1、＃4気筒を用いた減筒運転中に異常が検出された場合には、現在運転中の＃1、＃4気筒のどちらかが異常であると判断することができる。この場合には、次いで、上記ステップ304における＃1、＃3、＃5気筒を用いた減筒運転下での異常判定時に異常が認められていたか否かが判別される(ステップ310)。その結果、本ステップ310の判定が成立する場合は、＃1、＃4気筒のどちらかが異常であると判断でき、かつ、＃1、＃3、＃5気筒の何れかが異常であると判断できる場合に相当するので、＃1気筒が異常であると判定される(ステップ312)。一方、本ステップ310の判定が不成立となる場合は、＃1、＃4気筒のどちらかが異常であると判断でき、かつ、＃2、＃4、＃6気筒の何れかが異常であると判断できる場合に相当するので、＃4気筒が異常であると判定される(ステップ314)。

[0124] また、上記ステップ308の判定が不成立となる場合、つまり、＃1、＃4気筒を用いた減筒運転中に異常が検出されなくなった場合には、＃3、＃6気筒を用いた減筒運転が実行される(ステップ316)。次いで、＃3、＃6気筒を用いた減筒運転が行われている状態で、上記ステップ100と同様の異常検出処理が実行される(ステップ318)。

[0125] 上記ステップ318の判定が成立する場合、つまり、＃3、＃6気筒を用いた減筒運転中に異常が検出された場合には、現在運転中の＃3、＃6気筒のどちらかが異常であると判断することができる。この場合には、次いで、上記ステップ304における＃1、＃3、＃5気筒を用いた減筒運転下での異常判定時に異常が認められていたか否かが判別される(ステップ320)。その結果、本ステップ320の判定が成立する場合は、＃3、＃6気筒のどちらかが異常であると判断でき、かつ、＃1、＃3、＃5気筒の何れかが異常であると判断できる場合に相当するので、＃3気筒が異常であると判定される(ステップ322)。一方、本ステップ320の判定が不成立となる場合は、＃3、＃6気筒のどちらかが異常であると判断でき、かつ、＃2、＃4、＃6気筒の何れかが異常であると判断できる場合に相当するので、＃6気筒が異常であると判定される(ステップ324)。

[0126] また、上記ステップ318の判定が不成立となる場合、つまり、＃3、＃6気筒を用いた減筒運転中に異常が検出されなかった場合には、残された＃2、＃5気筒のどちらかが異常であると判断することができる。この場合には、次いで、上記ステップ304における＃1、＃3、＃5気筒を用いた減筒運転下での異常判定時に異常が認められていたか否かが判別される(ステップ326)。その結果、本ステップ326の判定が成立する場合は、＃2、＃5気筒のどちらかが異常であると判断でき、かつ、＃1、＃3、＃5気筒の何れかが異常であると判断できる場合に相当するので、＃5気筒が異常であると判定される(ステップ328)。一方、本ステップ326の判定が不成立となる場合は、＃2、＃5気筒のどちらかが異常であると判断でき、かつ、＃2、＃4、＃6気筒の何れかが異常であると判断できる場合に相当するので、＃2気筒が異常であると判定される(ステップ330)。

[0127] 以上説明した図16に示すルーチンの処理によれば、6気筒型エンジンである内燃機関120の何れか1つの気筒のみに異常が発生することを想定した場合において、排気通路に配置される触媒の劣化を抑制しつつ、異常気筒を正確に特定することが可能となる。

[0128] また、上記ルーチンの処理では、何れかの気筒に異常が認められる場合に、先ず、半数の気筒(3気筒)からなる2つのグループ気筒の一方(例えば、＃1、＃3、＃5)に異常が認められるか否かを判断したうえで、グループ気筒のそれぞれの中から1気筒づつを集めて構成した他のグループ気筒内に異常が認められるか否かを順次判断するようにしている。このような手法によれば、異常気筒の特定のために一部の気筒が休止される回数は、2回もしくは3回で済むようになる。このように、上記ルーチンの処理によれば、異常気筒の特定のために一部の気筒が休止される回数および休止時間を十分に減らして、異常気筒を正確に特定することができるようになる。更に付け加えると、振動騒音の悪化が懸念される単気筒運転を不要としながら異常気筒を特定することが可能となる。

[0129] また、上記ルーチンの処理においても、一部気筒の休止運転時の振動騒音の低減を図るべく、爆発間隔が等間隔となるグループ気筒を運転気筒に選択して、気筒休止が行われるように配慮されている。具体的には、最初に選択されるグループ気筒(

＃1、＃3、＃5)、そしてその後に選択される他のグループ気筒(＃1と＃4、および＃3と＃6)の何れについても、爆発間隔が等間隔となる3気筒或いは2気筒が選択されている。このため、6気筒型エンジンである内燃機関120において、振動騒音を十分に抑制しながら、異常気筒の特定を行うことが可能となる。

[0130] ところで、上述した実施の形態3においては、全気筒(6気筒)運転時に異常発生が認められた場合には、爆発間隔が等間隔となる3気筒として、＃1、＃3、＃5気筒を運転するようにしているが、この3気筒運転に用いられるグループ気筒は、＃2、＃4、＃6気筒であってもよい。また、その後に爆発間隔が等間隔となる2気筒として、＃1、＃4気筒、次いで、＃3、＃6気筒を運転するようにしているが、これらの2気筒運転に用いられるグループ気筒は、＃1、＃4気筒からなるグループ気筒、＃3、＃6気筒からなるグループ気筒、および、＃2、＃5気筒からなるグループ気筒のうちの任意の何れか2つであればよい。

[0131] 尚、上述した実施の形態3においては、ECU22が、上記ステップ302の処理を実行することにより前記第1または第7の発明における「第1気筒休止実行手段」が、上記ステップ306または316の処理を実行することにより前記第1または第7の発明における「第2気筒休止実行手段」が、上記ステップ304、310、320、または326の処理を実行することにより前記第7の発明における「異常グループ気筒判別手段」が、そして、上記ステップ308または318の処理を実行することにより前記第7の発明における「グループ気筒内異常特定手段」が、それぞれ実現されている。

[0132] 実施の形態4.

次に、図17乃至図19を参照して、本発明の実施の形態4について説明する。

本実施形態のシステムは、図2乃至図12、および図15に示すハードウェア構成を用いて、ECU22に図16に示すルーチンに代えて後述する図17乃至図19に示すルーチンを実行させることにより実現することができるものである。

[0133] [実施の形態4の異常気筒特定手法]

上述した実施の形態3においては、6気筒型の内燃機関120における何れか1つの気筒のみに異常が生ずることを想定した場合の異常気筒特定手法について説明を行った。これに対し、本実施形態では、内燃機関120の複数の気筒に異常が生ずる

ことを想定した場合の異常気筒特定手法について説明を行う。

[0134] 図17乃至図19は、本発明の実施の形態4における異常気筒特定手法を実現するためにECU22が実行するルーチンのフローチャートである。尚、図17乃至図19は、それらが合わさって一連の完成された処理、すなわち、本実施形態の異常気筒特定手法のルーチンを示すものである。

[0135] 本ルーチンでは、先ず、図17に示すように、全気筒運転中に、上記ステップ100と同様の異常検出処理が実行される(ステップ400)。その結果、本ステップ400の判定が成立する場合、つまり、現在運転中の6気筒の何れかに異常が生じていると認められる場合には、#1、#3、#5気筒を用いた減筒運転が実行される(ステップ402)。すなわち、#2、#4、#6気筒が休止される。

[0136] 次に、#1、#3、#5気筒が運転された状態で、上記ステップ100と同様の異常検出処理が実行される(ステップ404)。次いで、#2、#4、#6気筒を用いた減筒運転が実行される(ステップ406)。すなわち、#1、#3、#5気筒が休止される。そのうえで、#2、#4、#6気筒が運転された状態で、上記ステップ100と同様の異常検出処理が実行される(ステップ408)。

[0137] 次に、上記ステップ404および408の異常検出処理の結果に基づいて、#1、#3、#5気筒運転時と#2、#4、#6気筒運転時の双方で異常が検出されたか否かが判別される(ステップ410)。その結果、本ステップ410の判定が不成立となる場合、つまり、#1、#3、#5気筒運転時と#2、#4、#6気筒運転時の何れか一方のみで異常が検出された場合には、次いで、図18中に示す「＊1」より後の一連の処理が実行される。

[0138] すなわち、図18に示すように、先ず、#1、#4気筒を用いた減筒運転が実行される(ステップ412)。次いで、#1、#4気筒を用いた減筒運転が行われている状態で、上記ステップ100と同様の異常検出処理が実行される(ステップ414)。その結果、本ステップ414の判定が成立する場合、つまり、#1、#4気筒のどちらか一方が異常であると判断できる場合には、上記ステップ402における#1、#3、#5気筒を用いた減筒運転下での異常判定時に異常が認められていたか否かが判別される(ステップ416)。その結果、本ステップ416の判定が成立する場合は、#1、#4気筒のど

ちらかが異常であると判断でき、かつ、＃1、＃3、＃5気筒の何れかが異常であると判断できる場合に相当するので、＃1気筒が異常であると判定される（ステップ418）。一方、本ステップ416の判定が不成立となる場合は、＃1、＃4気筒のどちらかが異常であると判断でき、かつ、＃2、＃4、＃6気筒の何れかが異常であると判断できる場合に相当するので、＃4気筒が異常であると判定される（ステップ420）。

[0139] また、上記ステップ414の判定が不成立となる場合（つまり、＃1、＃4気筒を用いた減筒運転中に異常が検出されなかった場合）、或いは＃1、＃4気筒に関する異常特定（上記ステップ416～420）が完了した場合には、次いで、＃3、＃6気筒を用いた減筒運転が実行される（ステップ422）。そのうえで、＃3、＃6気筒を用いた減筒運転が行われている状態で、上記ステップ100と同様の異常検出処理が実行される（ステップ424）。その結果、本ステップ424の判定が成立する場合（つまり、＃3、＃6気筒のどちらか一方が異常であると判断できる場合）には、以下、上記＃1、＃4気筒の場合と同様のステップ426～430の処理によって、異常発生気筒が＃3、＃6気筒のどちらであるかが特定される。

[0140] 更に、上記ステップ424の判定が不成立となる場合（つまり、＃3、＃6気筒を用いた減筒運転中に異常が検出されなかった場合）、或いは＃3、＃6気筒に関する異常特定（上記ステップ426～430）が完了した場合には、次いで、＃5、＃2気筒を用いた減筒運転が実行される（ステップ432）。そのうえで、＃5、＃2気筒を用いた減筒運転が行われている状態で、上記ステップ100と同様の異常検出処理が実行される（ステップ434）。その結果、本ステップ434の判定が成立する場合（つまり、＃5、＃2気筒のどちらか一方が異常であると判断できる場合）には、以下、上記＃1、＃4気筒の場合等と同様のステップ436～440の処理によって、異常発生気筒が＃5、＃2気筒のどちらであるかが特定される。

[0141] 一方、上記ステップ410（図17参照）の判定が成立する場合、つまり、＃1、＃3、＃5気筒運転時と＃2、＃4、＃6気筒運転時の双方で異常が検出された場合には、次いで、図19中に示す「＊2」より後の一連の処理が実行される。

[0142] すなわち、図19に示すように、先ず、＃1、＃4気筒を用いた減筒運転が実行される（ステップ442）。次いで、＃1、＃4気筒を用いた減筒運転が行われている状態で

、上記ステップ100と同様の異常検出処理が実行される(ステップ444)。その結果、本ステップ444の判定が成立する場合、つまり、＃1、＃4気筒の少なくとも一方が異常であると判断できる場合には、異常気筒の特定を更に進めるべく、＃1気筒のみで運転が行われる(ステップ446)。尚、本ステップ446では、＃1気筒に代え、＃4気筒のみで運転するようにしてもよい。

[0143] 次に、＃1気筒のみが運転された状態で、上記ステップ100と同様の異常検出処理が実行される(ステップ448)。その結果、本ステップ448の判定が不成立となる場合、つまり、＃4気筒の休止に伴って異常が検出されなくなった場合には、今回追加的に休止された＃4気筒が異常であると判定される(ステップ450)。一方、本ステップ448の判定が成立する場合、つまり、＃1気筒のみが運転された状態で依然として異常が検出される場合には、現在運転中の＃1気筒が異常であると判定されるとともに、今回追加的に休止された＃4気筒は異常の可能性ありと判定される(ステップ452)。

[0144] また、上記ステップ444の判定が不成立となる場合(つまり、＃1、＃4気筒を用いた減筒運転中に異常が検出されなかった場合)、或いは＃1、＃4気筒に関する異常特定(上記ステップ446～452)が完了した場合には、次いで、＃3、＃6気筒を用いた減筒運転が実行される(ステップ454)。そのうえで、＃3、＃6気筒を用いた減筒運転が行われている状態で、上記ステップ100と同様の異常検出処理が実行される(ステップ456)。その結果、本ステップ456の判定が成立する場合(つまり、＃3、＃6気筒の少なくとも一方が異常であると判断できる場合)には、＃3、＃6気筒に関して異常気筒の特定を更に進めるべく、以下、上記＃1、＃4気筒の場合と同様のステップ458～464の処理が実行される。

[0145] また、上記ステップ456の判定が不成立となる場合(つまり、＃3、＃6気筒を用いた減筒運転中に異常が検出されなかった場合)、或いは＃3、＃6気筒に関する異常特定(上記ステップ458～464)が完了した場合には、次いで、＃5、＃2気筒を用いた減筒運転が実行される(ステップ466)。そのうえで、＃5、＃2気筒を用いた減筒運転が行われている状態で、上記ステップ100と同様の異常検出処理が実行される(ステップ468)。その結果、本ステップ468の判定が成立する場合(つまり、＃5、＃2気

筒の少なくとも一方が異常であると判断できる場合）には、＃5、＃2気筒に関して異常気筒の特定を更に進めるべく、以下、上記＃1、＃4気筒の場合と同様のステップ470～476の処理が実行される。

[0146] 以上説明した図17乃至図19に示すルーチンの処理によれば、6気筒エンジンである内燃機関120の複数の気筒に異常が発生することを想定した場合においても、触媒の劣化を抑制しつつ、異常気筒を実用上十分なレベルで特定することが可能となる。

[0147] また、上記ルーチンの処理では、半数の気筒（3気筒）からなるグループ気筒のそれぞれについて異常検出処理を実行したうえで、グループ気筒のそれぞれの中から1気筒づつを集めて構成した他のグループ気筒内に異常が認められるか否かを順次判断するようにしている。このような手法によれば、2つのグループ気筒のうちの何れか一方にのみ異常が存在する場合には、単気筒運転を実施する必要なしに異常気筒を効率良く特定することが可能となる（図18参照）。また、グループ気筒の双方に異常が認められる場合であっても、単気筒運転の実施に先立って他のグループ気筒を選択した運転時に異常判定が行われる。これにより、そのような減筒運転を行った段階で当該他のグループ気筒内に異常が存在していないと判断できる場合には、当該他のグループ気筒に関する異常気筒の特定を省略することができる（図19参照）。このため、減筒運転の実施が必要最小限に抑制され、その結果、最大でも3つの気筒に対して単気筒運転を行うだけで、実用上十分なレベルで異常気筒を良好に特定することが可能となる。

[0148] また、上記ルーチンの処理においても、一部気筒の休止運転時の振動騒音の低減を図るべく、爆発間隔が等間隔となるグループ気筒を運転気筒に選択して、気筒休止が行われるように配慮されている。具体的には、最初に選択されるグループ気筒（＃1、＃3、＃5）、そしてその後に選択される他のグループ気筒（＃1と＃4、＃3と＃6、および＃5、＃2気筒）の何れについても、爆発間隔が等間隔となる3気筒或いは2気筒が選択されている。このため、6気筒型エンジンである内燃機関120において、振動騒音を十分に抑制しながら、異常気筒の特定を行うことが可能となる。

[0149] 尚、上述した実施の形態4においては、ECU22が、上記ステップ402および406

の処理を実行することにより前記第1または第8の発明における「第1気筒休止実行手段」が、上記ステップ412、422、432、442、454、または466の処理を実行することにより前記第1または第8の発明における「第2気筒休止実行手段」が、上記ステップ410の処理を実行することにより前記第8の発明における「異常グループ気筒判別手段」が、そして、上記ステップ412～440、または442～476の処理を実行することにより前記第8または第9の発明における「グループ気筒内異常特定手段」が、それぞれ実現されている。

[0150] 実施の形態5.

次に、図20および図21を参照して、本発明の実施の形態5について説明する。

図20は、本発明の実施の形態5における内燃機関130の各気筒の配置と爆発順序を示す図である。図20に示すように、本実施形態の内燃機関120は、8気筒型エンジン、より具体的には、2つのバンク130a、130bに合計8つの気筒(＃1～＃8)を有するV型8気筒エンジンであるものとする。また、ここでは、一方のバンク130aに配置される4つの気筒を＃1、＃3、＃5、＃7と称し、他方のバンク130bに配置される4つの気筒を＃2、＃4、＃6、＃8気筒と称する。また、内燃機関130の爆発順序は、一例として＃1→＃8→＃4→＃3→＃6→＃5→＃7→＃2の順であるものとし、この順番で等間隔に爆発行程が行われるものとする。

[0151] 本実施形態の内燃機関130は、エンジン形式が異なる点を除き、基本的には内燃機関10と同様に構成されている。すなわち、図示は省略しているが、気筒毎に燃料噴射弁が備えられているとともに、気筒毎に吸排気バルブを閉弁状態で休止可能な可変動弁機構が備えられているものとする。また、排気通路には、適切な数の触媒が配置されているものとする。更に、各バンク130a、130bの排気マニホールドの集合部よりも下流側の部位、および両バンク130a、130bから排出される排気ガスの合流後の部位には、それらの位置で空燃比を検出するためのA／Fセンサ(もしくはO2センサ)が配置されているものとする。

[0152] [実施の形態5の異常気筒特定手法]

図21は、本発明の実施の形態5における異常気筒特定手法を実現するためにECU22が実行するルーチンのフローチャートである。尚、本ルーチンは、8気筒エンジ

ンである内燃機関130が8気筒（全気筒）運転を行っている場合に実行されるものとする。また、本実施形態では、内燃機関130が有する8つの気筒のうちの何れか1つの気筒のみに異常が生ずるケースを想定した処理について説明を行う。

[0153] 図21に示すルーチンでは、先ず、全気筒運転中に、上記ステップ100と同様の異常検出処理が実行される（ステップ500）。その結果、本ステップ500の判定が成立する場合、つまり、現在運転中の8気筒の何れかに異常が生じていると認められる場合には、＃1、＃4、＃6、＃7気筒が休止される（ステップ502）。すなわち、＃8、＃3、＃5、＃2気筒を用いた減筒運転が実行される。

[0154] 次に、＃1、＃4、＃6、＃7気筒が休止された状態で、上記ステップ100と同様の異常検出処理が実行される（ステップ504）。その結果、本ステップ504の判定が不成立となる場合、つまり、＃1、＃4、＃6、＃7気筒の休止に伴って異常が検出されなくなった場合には、現在運転中の＃8、3、＃5、＃2気筒ではなく、現在休止中の＃1、＃4、＃6、＃7気筒の何れか1つが異常であると判断することができる。このため、この場合には、＃1、＃4、＃6、＃7気筒のうちのどの気筒が異常であるかを特定すべく、以下のステップ506～524の一連の処理が実行される。以下のステップ506～524の処理は、対象となる気筒が＃1、＃4、＃6、＃7気筒である点を除き、上記図13に示すルーチンにおけるステップ102～120の処理と同様である。このため、ここではその詳細な説明を省略する。

[0155] 一方、上記ステップ504の判定が成立する場合、つまり、＃1、＃4、＃6、＃7気筒が休止された状態で依然として異常が検出される場合には、現在運転中の＃8、＃3、＃5、＃2気筒の何れか1つが異常であると判断することができる。このため、この場合には、＃8、＃3、＃5、＃2気筒のうちのどの気筒が異常であるかを特定すべく、以下のステップ526～544の一連の処理が実行される。以下のステップ526～544の処理は、対象となる気筒が＃8、＃3、＃5、＃2気筒である点を除き、上記図13に示すルーチンにおけるステップ102～120の処理と同様である。このため、ここではその詳細な説明を省略する。

[0156] 以上説明した図21に示すルーチンの処理によれば、8気筒型エンジンである内燃機関130の何れか1つの気筒に異常が発生することを想定した場合において、排気

通路に配置される触媒の劣化を抑制しつつ、異常気筒を正確に特定することが可能となる。

[0157] また、上記ルーチンの処理では、何れかの気筒に異常が認められる場合に、先ず、半数の気筒(4気筒)からなるグループ気筒の一方(例えば#1、#4、#6、#7)に異常が認められるか否かを判断したうえで、その後に異常気筒の特定処理が進むにつれ、休止気筒数を4気筒から2気筒(例えば、#1、#4気筒からなる他のグループ気筒)、更には1気筒に順序減少させている。これにより、単気筒休止が行われる回数を効果的に少なくし、また、気筒休止時間を効果的に短くすることができる。このため、車両の走行性能や内燃機関の振動騒音への悪影響を抑制しつつ、異常気筒を正確に特定することが可能となる。

[0158] また、上記ルーチンの処理では、異常気筒の特定時に選択されるグループ気筒および他のグループ気筒は、ともに、休止間隔が等間隔となる気筒とされている。このような手法によれば、気筒休止に伴う振動騒音の悪化を最小限に抑えながら、異常気筒を特定することが可能となる。より具体的には、振動騒音の悪化を最小限に抑えるべく選択された上記グループ気筒および他のグループ気筒のそれぞれ一回の休止と、他のグループ気筒内の1気筒のみの一回の休止の合計三回の休止のみで、異常気筒を正確に特定することが可能となる。つまり、振動騒音の悪化が懸念される単気筒休止運転の実施回数およびその運転時間を最短にしつつ、異常気筒を正確に特定することが可能となる。

[0159] 尚、上述した実施の形態5においては、ECU22が、上記ステップ502の処理を実行することにより前記第1、第3、または第10の発明における「第1気筒休止実行手段」が、上記ステップ506(もしくは526)、または510(518、530、もしくは538)の処理を実行することにより前記第1、第3、または第10の発明における「第2気筒休止実行手段」が、上記ステップ504の処理を実行することにより前記第3または第10の発明における「異常グループ気筒判別手段」が、上記ステップ508または528の処理を実行することにより前記第4または第10の発明における「第2異常グループ気筒判別手段」が、そして、上記ステップ512～516、520～524、532～536、または540～544の処理を実行することにより前記第3または第10の発明における「グループ気筒内

異常特定手段」が、それぞれ実現されている。

[0160] 実施の形態6.

次に、図22を参照して、本発明の実施の形態6について説明する。

本実施形態のシステムは、図2乃至図12、および図20に示すハードウェア構成を用いて、ECU22に図21に示すルーチンに代えて後述する図22に示すルーチンを実行させることにより実現することができるものである。

[0161] [実施の形態6の異常気筒特定手法]

上述した実施の形態5においては、8気筒型の内燃機関130における何れか1つの気筒のみに異常が生ずることを想定した場合の異常気筒特定手法について説明を行った。これに対し、本実施形態では、内燃機関130の複数の気筒に異常が生ずることを想定した場合の異常気筒特定手法について説明を行う。

[0162] 図22は、本発明の実施の形態6における異常気筒特定手法を実現するためにECU22が実行するルーチンのフローチャートである。

図22に示すルーチンでは、先ず、全気筒運転中に、上記ステップ100と同様の異常検出処理が実行される(ステップ600)。その結果、本ステップ600の判定が成立する場合、つまり、現在運転中の8気筒の何れかに異常が生じていると認められる場合には、#1、#4、#6、#7気筒が休止される(ステップ602)。すなわち、#8、#3、#5、#2気筒を用いた減筒運転が実行される。

[0163] 次に、#1、#4、#6、#7気筒が休止された状態で、上記ステップ100と同様の異常検出処理が実行される(ステップ604)。次いで、#8、#3、#5、#2気筒が休止される(ステップ606)。すなわち、#1、#4、#6、#7気筒を用いた減筒運転が実行される。そのうえで、#8、#3、#5、#2気筒が休止された状態で、上記ステップ100と同様の異常検出処理が実行される(ステップ608)。

[0164] 次に、上記ステップ604および608の異常検出処理の結果に基づいて、#1、#4、#6、#7気筒休止時と#8、#3、#5、#2気筒休止時の双方で異常が検出されたか否かが判別される(ステップ610)。その結果、本ステップ610の判定が不成立となる場合、つまり、#1、#4、#6、#7気筒休止時と#8、#3、#5、#2気筒休止時の何れか一方のみで異常が検出された場合には、次いで、#1、#4、#6、#7

気筒休止時にのみ異常が検出されたか否かが判別される(ステップ612)。

[0165] 上記ステップ612の判定が成立する場合、つまり、#1、#4、#6、#7気筒休止時にのみ異常が検出されたと判断できる場合には、#1、#4、#6、#7気筒の中の少なくとも1つが異常であると判断することができる。このため、この場合には、#1、#4、#6、#7気筒に関して異常気筒の特定を更に進めるべく、上記図14に示すルーチンのステップ202～224と同様の処理が実行される(ステップ614)。本ステップ614の処理は、#1、#4、#6、#7気筒が処理の対象となる点を除き、上記ステップ202～224の処理と同様であるため、ここではその詳細な説明を省略する。

[0166] 一方、上記ステップ612の判定が不成立となる場合、つまり、#8、#3、#5、#2気筒休止時にのみ異常が検出されたと判断できる場合には、#8、#3、#5、#2気筒の中の少なくとも1つが異常であると判断することができる。このため、この場合には、#8、#3、#5、#2気筒に関して異常気筒の特定を更に進めるべく、上記図14に示すルーチンのステップ202～224と同様の処理が実行される(ステップ616)。本ステップ616の処理は、#8、#3、#5、#2気筒が処理の対象となる点を除き、上記ステップ202～224の処理と同様であるため、ここではその詳細な説明を省略する。

[0167] また、上記ステップ610の判定が成立する場合、つまり、#1、#4、#6、#7気筒休止時と#8、#3、#5、#2気筒休止時の双方で異常が検出された場合には、次いで、#1、#4、#6、#7気筒に関して異常気筒を特定するための処理(ステップ618)と、#8、#3、#5、#2気筒に関して異常気筒を特定するための処理(ステップ620)とが順に実行される。尚、ステップ618の処理は、上記ステップ614の処理と同じであり、ステップ620の処理は、上記ステップ616の処理と同じである。

[0168] 以上説明した図22に示すルーチンによれば、8気筒エンジンである内燃機関130の複数の気筒に異常が発生することを想定した場合においても、触媒の劣化を抑制しつつ、異常気筒を実用上十分なレベルで特定することが可能となる。

[0169] また、上記ルーチンの処理では、先ず、半数の気筒(4気筒)からなる2つのグループ気筒のそれぞれについて異常検出処理を実行し、更に、異常発生気筒がグループ気筒のうちのどちらか一方に含まれるのか或いはその双方に含まれるのかを明らかにしたうえで、各グループ気筒に含まれる気筒に対して必要に応じて異常気筒の

特定を行うようにしている。このような手法によれば、異常気筒を特定するための一部気筒の休止回数を少なくしながら異常気筒を効率良く特定することが可能となる。また、グループ気筒内の異常気筒を特定する際に、単気筒運転の実施に先立って他のグループ気筒を休止気筒として選択した運転時に異常判定が行われる。これにより、そのような減筒運転を行った段階で当該他のグループ気筒内に異常が存在していないと判断できる場合には、当該他のグループ気筒に関する異常気筒の特定を省略することができる。このため、単気筒運転の実施が必要最小限に抑制され、その結果、最大でも4つの気筒に対して単気筒運転を行うだけで、実用上十分なレベルで異常気筒を良好に特定することが可能となる。

[0170] また、上記ルーチンの処理においても、一部気筒の休止運転時の振動騒音の低減を図るべく、休止間隔が等間隔となるグループ気筒を選択して、気筒休止が行われるように配慮されている。具体的には、最初に選択されるグループ気筒(＃1、＃4、＃6、＃7、もしくは＃8、＃3、＃5、＃2)、そしてその後に選択される他のグループ気筒(＃1と＃6、＃4と＃7、＃8と＃5、もしくは＃3と＃2)の何れについても、休止間隔が等間隔となる4気筒或いは2気筒が選択されている。このため、8気筒型エンジンである内燃機関130において、振動騒音を十分に抑制しながら、異常気筒の特定を行うことが可能となる。

[0171] 尚、上述した実施の形態6においては、ECU22が、上記ステップ602および606の処理を実行することにより前記第1、第3、または第11の発明における「第1気筒休止実行手段」が、上記ステップ614、616、または、618および620の処理を実行することにより前記第1、第3、または第11の発明における「第2気筒休止実行手段」が、上記ステップ610および612の処理を実行することにより前記第3または第11の発明における「異常グループ気筒判別手段」が、上記ステップ614、616、または、618および620の処理を実行することにより前記第4または第11の発明における「第2異常グループ気筒判別手段」が、そして、上記ステップ614、616、または、618および620の処理を実行することにより前記第3または第11の発明における「グループ気筒内異常特定手段」が、それぞれ実現されている。

[0172] 実施の形態7.

次に、図23を参照して、本発明の実施の形態7について説明する。

本実施形態のシステムは、例えば図1、および図2乃至図12に示すハードウェア構成を用いて、ECU22に図13に示すルーチンとともに後述する図23に示すルーチンを実行させることにより実現することができるものである。

[0173] [実施の形態7の異常気筒特定手法]

内燃機関10の減速時等のトルクを減らす要求がある場合には、所定の実施条件が成立すると、各気筒への燃料供給を停止する処理、つまり、燃料カットが実行される。本実施形態の異常気筒特定手法は、そのような燃料カットの実行要求時に実行されるものである。

[0174] 図23は、本発明の実施の形態7における異常気筒特定手法を実現するためにECU22が実行するルーチンのフローチャートである。

図23に示すルーチンでは、先ず、内燃機関10が備えるスロットル開度センサ等の出力に基づいて、減速中であるか否かが判別される(ステップ700)。

[0175] その結果、減速中であると判定された場合、言い換えれば、燃料カットの実行要求があると判断できる場合には、所定のN番気筒以外の3気筒が休止される(ステップ702)。より具体的には、休止対象気筒において燃料供給が休止されるとともに、吸排気バルブの動作が閉弁状態で休止される。

[0176] 次に、上記N番気筒のみが運転されている状況下で、A/Fセンサ16の出力に基づいて、当該N番気筒から排出される排気ガスの空燃比が所定の制御目標空燃比に対して所定値以上ずれているか否かが判別される(ステップ704)。その結果、一定値以上のA/Fのずれがあると判定された場合には、N番気筒に異常が認められるので、検出されたA/Fのずれが無くなるように、N番気筒へのフィードバックが行われる(ステップ706)。より具体的には、内燃機関10では、A/Fセンサ16等の出力に従って、触媒14に供給される排気ガスの空燃比が所定の制御目標空燃比に維持されるように、各気筒への燃料噴射量を補正する空燃比フィードバック制御が行われている。本ステップ706では、上記のA/Fのずれが無くなるように、N番気筒に対する燃料噴射量が補正される。

[0177] 次に、上記ステップ706による補正の実施後において、N番気筒に上記一定値以

上のA／Fのずれが存在しているか否かが判別される(ステップ708)。その結果、上記一定値以上のA／Fのずれが未だ存在していると判定された場合には、N番気筒が異常であると最終的に判定される(ステップ710)。

[0178] 本ルーチンでは、上記ステップ700において減速中と判定された場合には、上記ステップ702～710の処理が、内燃機関10が有する＃1～＃4気筒に対して順番に実施される。

[0179] 以上説明した図23に示すルーチンの処理によれば、減速時に燃料カットが実行される状況を利用して、触媒14の劣化を抑制しつつ、異常気筒の特定を行うことができる。このため、本ルーチンを上記図13等に示す実施の形態1～6の処理とともに実行させるようにすることで、内燃機関10の運転中に異常気筒を検出する機会を十分に確保できるようになる。また、上記ルーチンの処理によれば、何れかの気筒に異常が認められる場合に、異常判定に先立って異常が検出されたN番気筒の燃料噴射量の補正を行うことができる。また、上記ルーチンの処理によれば、内燃機関10にトルクが要求されていない減速時に異常気筒の検出を行うことで、一部の気筒の休止が振動騒音に与える影響を十分に排除することができる。

[0180] 尚、上述した実施の形態7においては、ECU22が、上記ステップ700の処理を実行することにより前記第12の発明における「燃料カット要求判別手段」が、上記ステップ702の処理を実行することにより前記第12の発明における「第3気筒休止実行手段」が、そして、上記ステップ708および710の処理を実行することにより前記第12の発明における「第2異常気筒特定手段」が、それぞれ実現されている。

また、上述した実施の形態7においては、ECU22が上記ステップ706の処理を実行することにより前記第13の発明における「空燃比補正手段」が実現されている。

[0181] 実施の形態8.

次に、図24を参照して、本発明の実施の形態8について説明する。

本実施形態のシステムは、例えば図1、および図2乃至図12に示すハードウェア構成を用いて、ECU22に図13に示すルーチンとともに後述する図24に示すルーチンを実行させることにより実現することができるものである。

[0182] [実施の形態8の異常内容特定手法]

既述したように、内燃機関10の各気筒に生じ得る異常には、失火やA／Fインバランス等が含まれる。本実施形態では、内燃機関10に生じた異常が失火とA／Fインバランスのうちのどちらであるかを特定する手法について説明を行う。

[0183] 図24は、本発明の実施の形態8の異常内容特定手法を実現するためにECU22が実行するルーチンのフローチャートである。

図24に示すルーチンでは、先ず、上記ステップ100で行われる処理と同様の手法で、制御目標空燃比に対するA／Fセンサ16の検出値のずれが異常検出のための所定値以上になっているか否かが判別される(ステップ800)。その結果、上記所定値以上のA／Fのずれが認められる場合には、次いで、クランク軸の回転変動が失火判定のための所定値以上になっているか否かが判別される(ステップ802)。

[0184] 上記ステップ802の判定が成立する場合、つまり、A／Fのずれとクランク軸の回転変動の双方が異常なレベルにあると判断できる場合には、今回検出された内燃機関10の異常が失火であると判定される(ステップ804)。一方、上記ステップ802の判定が不成立である場合、つまり、異常なレベルのA／Fのずれは認められるが異常なレベルのクランク軸の回転変動は認められないと判断できる場合には、今回検出された内燃機関10の異常がA／Fインバランスであると判定される(ステップ806)。

[0185] 何れかの気筒で失火が生じた場合には、その失火発生気筒では燃焼が行われないため、当該失火発生気筒からの排気ガスの空燃比は大きくリーン側にずれることになる。また、失火発生気筒ではトルクを発生させないため、異常なレベルでクランク軸の回転変動が生ずることになる。一方、A／Fインバランスの場合には、インバランスが生じた気筒から排出される排気ガスの空燃比がリッチ側或いはリーン側にずれるが、当該気筒においても燃焼が行われているため、失火発生時と比べてクランク軸が大きく回転変動することはない。

[0186] 従って、以上説明した図24に示すルーチンの処理によれば、所定値以上のA／Fのずれの有無と所定値以上のクランク軸の回転変動の有無とに基づいて、内燃機関10の何れかの気筒に発生した異常が、失火であるかA／Fインバランスであるかを特定することが可能となる。このような上記ルーチンの処理を、上述した実施の形態1～7の異常気筒特定手法と組み合わせて実行することで、失火もしくはA／Fインバラン

スが発生した気筒を精度良く特定することが可能となる。

[0187] 尚、上述した実施の形態8においては、ECU22が、上記ステップ802の処理を実行することにより前記第14の発明における「第1異常評価指標値判定手段」が、上記ステップ800の処理を実行することにより前記第14の発明における「第2異常評価指標値判定手段」が、上記ステップ800～806の処理を実行することにより前記第14の発明における「異常内容特定手段」が、それぞれ実現されている。

請求の範囲

[1] 気筒毎に燃料を噴射可能な燃料噴射弁と、 吸気弁および排気弁の少なくとも一方のバルブの動作を気筒毎に独立して閉弁状態で休止可能な可変動弁機構と、内燃機関の運転中に異常評価指標値を取得し、当該異常評価指標値に基づいて内燃機関の少なくとも1つの気筒に生じた異常を検出する異常検出手段と、 前記異常検出手段により異常が検出された場合に、少なくとも2つの気筒からなる第1の一部気筒を対象として、燃料供給の休止および閉弁状態での前記バルブの動作の休止を行う気筒休止を実行する第1気筒休止実行手段と、

前記第1気筒休止実行手段による気筒休止後に、少なくとも1つの気筒からなる第2の一部気筒を対象として休止気筒を変更したうえで気筒休止を実行する第2気筒休止実行手段と、 前記第2気筒休止実行手段による休止気筒の変更に伴う前記異常評価指標値の変化に基づいて、異常発生気筒を特定する異常気筒特定手段と、

を備えることを特徴とする可変動弁機構を有する内燃機関の制御装置。

[2] 前記第2気筒休止実行手段は、異常発生気筒の特定が進行するに従って、休止気筒数を減少させる休止気筒数減少実行手段を含むことを特徴とする請求項1記載の可変動弁機構を有する内燃機関の制御装置。

[3] 前記第1気筒休止実行手段は、休止間隔もしくは爆発間隔が等間隔もしくは最も等間隔に近くなる2つのグループ気筒の一方もしくは双方を前記第1の一部気筒として選択して気筒休止を実行し、

前記異常気筒特定手段は、前記第1の一部気筒を対象とした前記気筒休止時の前記異常評価指標値に基づいて、前記グループ気筒の一方もしくは双方に異常発生気筒が含まれているか否かを判別する異常グループ気筒判別手段を含み、

前記第2気筒休止実行手段は、異常発生気筒が含まれていると判別された前記グループ気筒内の一部気筒を前記第2の一部気筒として選択して気筒休止を実行し、

前記異常気筒特定手段は、前記第2の一部気筒を対象とした前記気筒休止時の前記異常評価指標値に基づいて、異常発生気筒が含まれていると判別された前記グループ気筒内で、異常発生気筒を特定するグループ気筒内異常特定手段を含むことを特徴とする請求項1または2記載の可変動弁機構を有する内燃機関の制御装

置。

[4] 前記第2気筒休止実行手段は、異常発生気筒が含まれていると判別された前記グループ気筒内に、休止間隔もしくは爆発間隔が等間隔もしくは最も等間隔に近くなる複数の他のグループ気筒が存在する場合には、当該他のグループ気筒の少なくとも1つを前記第2の一部気筒として選択して気筒休止を実行し、

前記異常気筒特定手段は、前記第2の一部気筒を対象とした前記気筒休止時の前記異常評価指標値に基づいて、前記他のグループ気筒の少なくとも一つに異常発生気筒が含まれているか否かを判別する第2異常グループ気筒判別手段を含み、

前記第2気筒休止実行手段は、異常発生気筒が含まれていると判別された前記他のグループ気筒内の一部気筒を第3の一部気筒として選択して気筒休止を実行し、

前記グループ気筒内異常特定手段は、前記第3の一部気筒を対象とした前記気筒休止時の前記異常評価指標値に基づいて、異常発生気筒が含まれていると判別された前記他のグループ気筒内で異常発生気筒を特定することを特徴とする請求項3記載の可変動弁機構を有する内燃機関の制御装置。

[5] 前記内燃機関は、4つの気筒を有する内燃機関であって、

第1気筒休止実行手段は、休止間隔が等間隔もしくは最も等間隔に近くなる2つの気筒からなる2つのグループ気筒の一方を前記第1の一部気筒として選択して気筒休止を実行し、

前記異常気筒特定手段は、前記第1の一部気筒を対象とした前記気筒休止時の前記異常評価指標値に基づいて、前記グループ気筒のどちらに異常発生気筒が含まれているか否かを判別する異常グループ気筒判別手段を含み、

前記第2気筒休止実行手段は、異常発生気筒が含まれていると判別された前記グループ気筒内の何れか1つの気筒を前記第2の一部気筒として選択して気筒休止を実行し、

前記異常気筒特定手段は、前記第2の一部気筒を対象とした前記気筒休止時の前記異常評価指標値に基づいて、異常発生気筒が含まれていると判別された前記グループ気筒内で、異常発生気筒を特定するグループ気筒内異常特定手段を含むことを特徴とする請求項1または2記載の可変動弁機構を有する内燃機関の制御装

置。

[6] 前記内燃機関は、4つの気筒を有する内燃機関であって、

第1気筒休止実行手段は、休止間隔が等間隔もしくは最も等間隔に近くなる2つの気筒からなる2つのグループ気筒を順次前記第1の一部気筒として選択して気筒休止を実行し、

前記異常気筒特定手段は、前記第1の一部気筒を対象とした前記気筒休止時の前記異常評価指標値に基づいて、前記グループ気筒の一方もしくは双方に異常発生気筒が含まれているか否かを判別する異常グループ気筒判別手段を含み、

前記第2気筒休止実行手段は、異常発生気筒が含まれていると判別された前記グループ気筒内の何れか1つの気筒以外の3気筒を前記第2の一部気筒として選択して気筒休止を実行し、

前記異常気筒特定手段は、前記第2の一部気筒を対象とした前記気筒休止時の前記異常評価指標値に基づいて、異常発生気筒が含まれていると判別された前記グループ気筒内で、異常発生気筒を特定するグループ気筒内異常特定手段を含むことを特徴とする請求項1または2記載の可変動弁機構を有する内燃機関の制御装置。

[7] 前記内燃機関は、6つの気筒を有する内燃機関であって、

前記第1気筒休止実行手段は、爆発間隔が等間隔もしくは最も等間隔に近くなる3つの気筒からなる2つのグループ気筒の一方を前記第1の一部気筒として選択して気筒休止を実行し、

前記異常気筒特定手段は、前記第1の一部気筒を対象とした前記気筒休止時の前記異常評価指標値に基づいて、前記グループ気筒のどちらに異常発生気筒が含まれているか否かを判別する異常グループ気筒判別手段を含み、

前記第2気筒休止実行手段は、爆発間隔が等間隔もしくは最も等間隔に近くなる2つの気筒からなる3つの他のグループ気筒の少なくとも1つに対して、当該他のグループ気筒に含まれる2気筒以外の4気筒を前記第2の一部気筒として選択して気筒休止を実行し、

前記異常気筒特定手段は、前記第2の一部気筒を対象とした前記気筒休止時の

前記異常評価指標値に基づいて前記他のグループ気筒内に異常発生気筒が含まれているか否かを判別した結果と、前記異常グループ気筒判別手段による判別結果とに基づいて、異常発生気筒を特定するグループ気筒内異常特定手段を含むことを特徴とする請求項1または2記載の可変動弁機構を有する内燃機関の制御装置。

[8] 前記内燃機関は、6つの気筒を有する内燃機関であって、

前記第1気筒休止実行手段は、爆発間隔が等間隔もしくは最も等間隔に近くなる3つの気筒からなる2つのグループ気筒を順次前記第1の一部気筒として選択して気筒休止を実行し、

前記異常気筒特定手段は、前記第1の一部気筒を対象とした前記気筒休止時の前記異常評価指標値に基づいて、前記グループ気筒の一方もしくは双方に異常発生気筒が含まれているか否かを判別する異常グループ気筒判別手段を含み、

前記第2気筒休止実行手段は、爆発間隔が等間隔もしくは最も等間隔に近くなる2つの気筒からなる3つの他のグループ気筒に対して、当該他のグループ気筒に含まれる2気筒以外の4気筒を順次前記第2の一部気筒として選択して気筒休止を実行し、

前記異常気筒特定手段は、前記グループ気筒の一方のみに異常発生気筒が含まれていると判断された場合には、前記第2の一部気筒を対象とした前記気筒休止時の前記異常評価指標値に基づいて前記他のグループ気筒内に異常発生気筒が含まれているか否かを判別した結果と、前記異常グループ気筒判別手段による判別結果とに基づいて、異常発生気筒を特定するグループ気筒内異常特定手段を含むことを特徴とする請求項1または2記載の可変動弁機構を有する内燃機関の制御装置。

[9] 前記第2気筒休止実行手段は、異常発生気筒が含まれていると判別された前記他のグループ気筒内の何れか1つの気筒を更に第3の一部気筒として選択して気筒休止を実行し、

前記グループ気筒内異常特定手段は、前記グループ気筒の双方に異常発生気筒が含まれていると判断された場合には、異常発生気筒が含まれていると判別された前記他のグループ気筒内で、前記第3の一部気筒を対象とした前記気筒休止時の前記異常評価指標値に基づいて異常発生気筒を特定することを特徴とする請求項8

記載の可変動弁機構を有する内燃機関の制御装置。

[10] 前記内燃機関は、8つの気筒を有する内燃機関であって、

前記第1気筒休止実行手段は、休止間隔が等間隔もしくは最も等間隔に近くなる4つの気筒からなる2つのグループ気筒の一方を前記第1の一部気筒として選択して気筒休止を実行し、

前記異常気筒特定手段は、前記第1の一部気筒を対象とした前記気筒休止時の前記異常評価指標値に基づいて、前記グループ気筒のどちらに異常発生気筒が含まれているか否かを判別する異常グループ気筒判別手段を含み、

前記第2気筒休止実行手段は、異常発生気筒が含まれていると判別された前記グループ気筒内で、休止間隔が等間隔もしくは最も等間隔に近くなる2つの気筒からなる2つの他のグループ気筒の一方を前記第2の一部気筒として選択して気筒休止を実行し、

前記異常気筒特定手段は、前記第2の一部気筒を対象とした前記気筒休止時の前記異常評価指標値に基づいて、前記他のグループ気筒のどちらに異常発生気筒が含まれているか否かを判別する第2異常グループ気筒判別手段を含み、

前記第2気筒休止実行手段は、異常発生気筒が含まれていると判別された前記他のグループ気筒内の何れか1つの気筒を更に第3の一部気筒として選択して気筒休止を実行し、

前記異常気筒特定手段は、異常発生気筒が含まれていると判別された前記他のグループ気筒内で、前記第3の一部気筒を対象とした前記気筒休止時の前記異常評価指標値に基づいて異常発生気筒を特定するグループ気筒内異常特定手段を含むことを特徴とする請求項1または2記載の可変動弁機構を有する内燃機関の制御装置。

[11] 前記内燃機関は、8つの気筒を有する内燃機関であって、

前記第1気筒休止実行手段は、休止間隔が等間隔もしくは最も等間隔に近くなる4つの気筒からなる2つのグループ気筒を順次前記第1の一部気筒として選択して気筒休止を実行し、

前記異常気筒特定手段は、前記第1の一部気筒を対象とした前記気筒休止時の

前記異常評価指標値に基づいて、前記グループ気筒の一方もしくは双方に異常発生気筒が含まれているか否かを判別する異常グループ気筒判別手段を含み、

前記第2気筒休止実行手段は、異常発生気筒が含まれていると判別された前記グループ気筒内で、休止間隔が等間隔もしくは最も等間隔に近くなる2つの気筒からなる4つの他のグループ気筒の少なくとも2つに対して、当該他のグループ気筒に含まれる2気筒以外の4気筒を順次前記第2の一部気筒として選択して気筒休止を実行し、

前記異常気筒特定手段は、前記第2の一部気筒を対象とした前記気筒休止時の前記異常評価指標値に基づいて、異常発生気筒が含まれていると判別された前記グループ気筒に含まれる2つの前記他のグループ気筒の少なくとも一方に異常発生気筒が含まれているか否かを判別する第2異常グループ気筒判別手段を含み、

前記第2気筒休止実行手段は、異常発生気筒が含まれていると判別された前記他のグループ気筒内の何れか1つの気筒を第3の一部気筒として選択して気筒休止を実行し、

前記異常気筒特定手段は、異常発生気筒が含まれていると判別された前記他のグループ気筒内で、前記第3の一部気筒を対象とした前記気筒休止時の前記異常評価指標値に基づいて異常発生気筒を特定するグループ気筒内異常特定手段を含むことを特徴とする請求項1または2記載の可変動弁機構を有する内燃機関の制御装置。

[12] 燃料カットの実行要求の有無を判別する燃料カット要求判別手段と、

前記燃料カットの実行要求が認められる場合に、所定の1気筒以外の他の気筒を対象とし、かつ、前記所定の1気筒を順次変更しながら気筒休止を実行する第3気筒休止実行手段とを更に備え、

前記異常気筒特定手段は、前記第3気筒休止実行手段による気筒休止時の前記異常評価指標値に基づいて、異常発生気筒を特定する第2異常気筒特定手段を含むことを特徴とする請求項1乃至11の何れか1項記載の可変動弁機構を有する内燃機関の制御装置。

[13] 前記異常検出手段は、排気通路を流れる排気ガスの空燃比を前記異常評価指標

値とし、所定の判定値に対する当該空燃比のずれ量に基づいて、前記異常を検出する手段であって、

前記内燃機関の制御装置は、前記異常検出手段により検出された異常が無くなるように、前記第2異常気筒特定手段によって特定される異常発生気筒から排出される排気ガスの空燃比を補正する空燃比補正手段を更に備えることを特徴とする請求項12記載の可変動弁機構を有する内燃機関の制御装置。

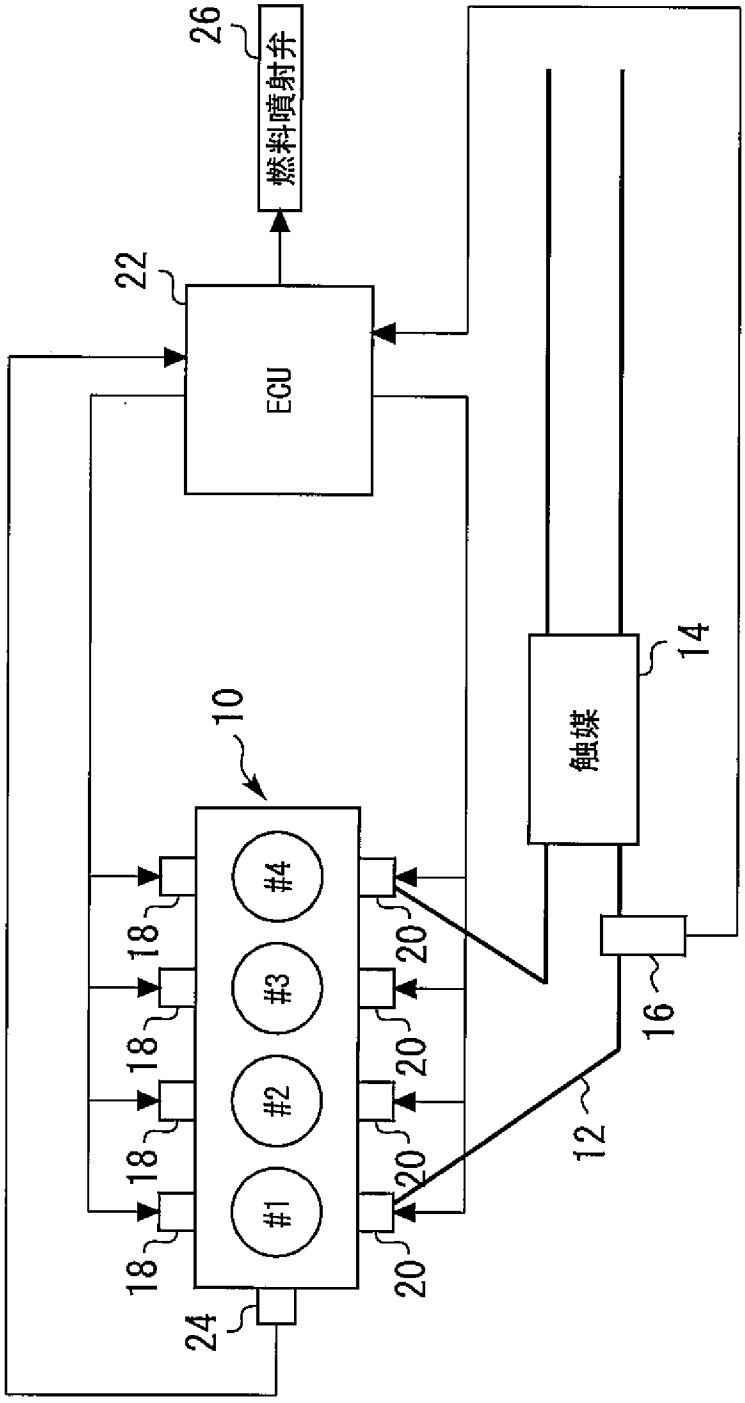
[14] 前記異常検出手段は、

クランク軸の回転変動を前記異常評価指標値とし、前記クランク軸の回転変動が所定の判定値以上であるか否かを判定する第1異常評価指標値判定手段と、

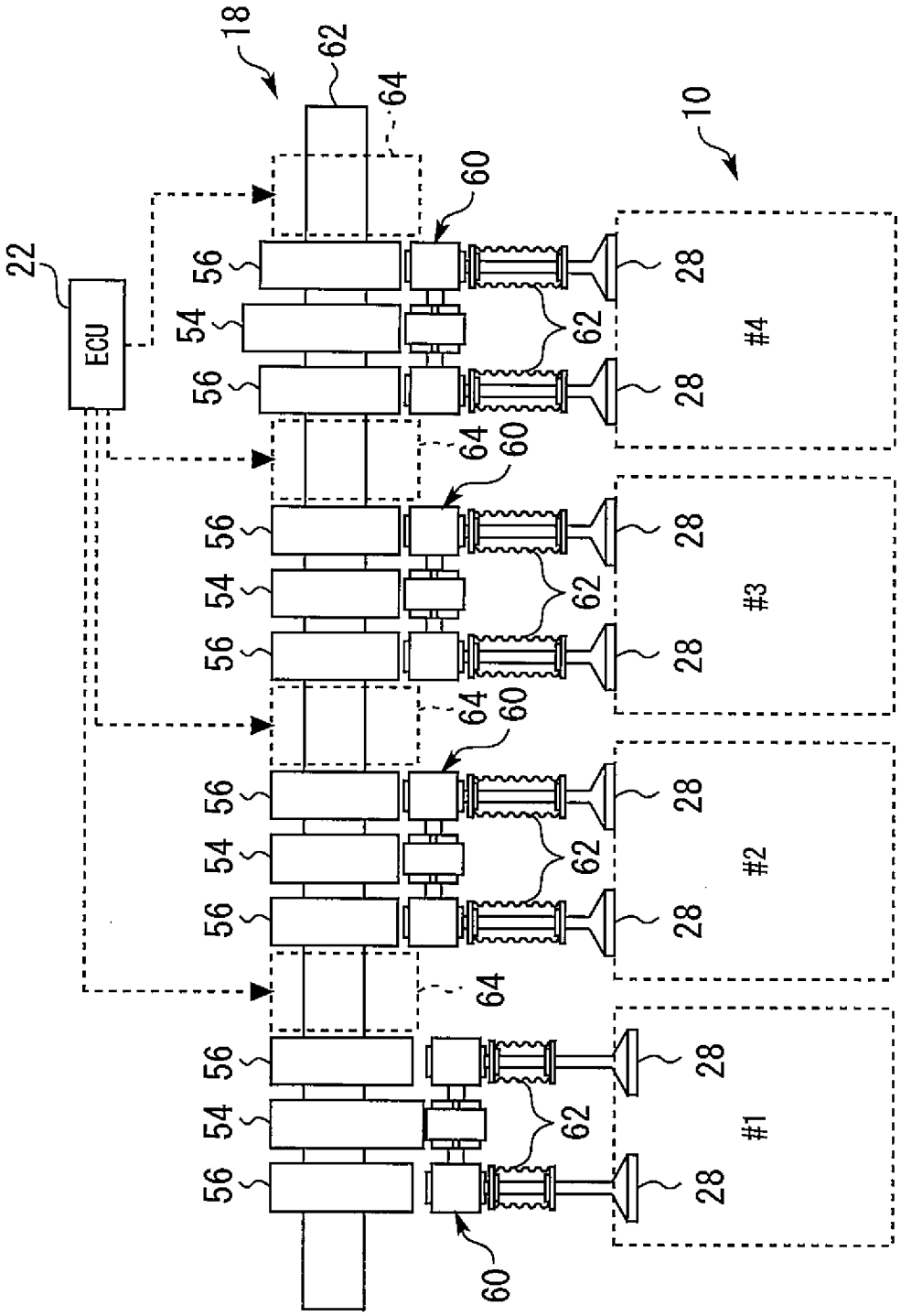
排気通路を流れる排気ガスの空燃比を前記異常評価指標値とし、前記空燃比のずれ量が所定の判定値以上であるか否かを判定する第2異常評価指標値判定手段とを含み、

前記内燃機関の制御装置は、前記クランク軸の回転変動が前記判定値以上である場合には、前記異常が失火であると判定し、前記クランク軸の回転変動が前記判定値以上ではないが前記空燃比のずれ量が前記判定値以上である場合に、前記異常が空燃比インバランスであると判定する異常内容特定手段を更に備えることを特徴とする請求項1乃至13の何れか1項記載の可変動弁機構を有する内燃機関の制御装置。

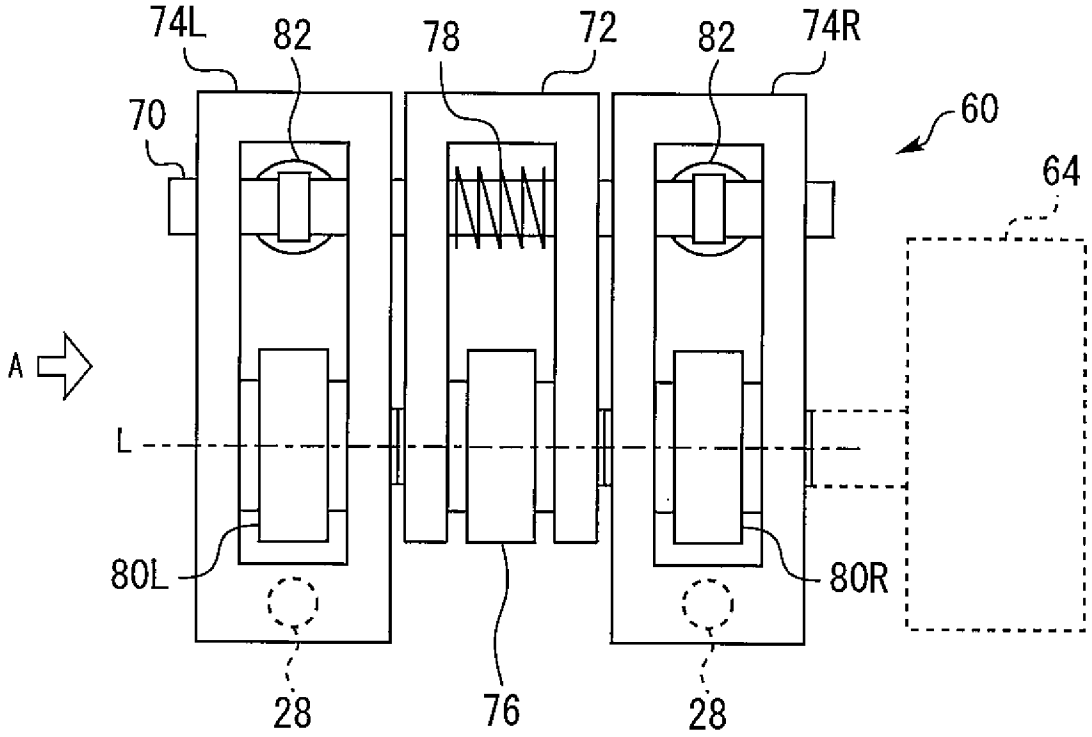
[図1]



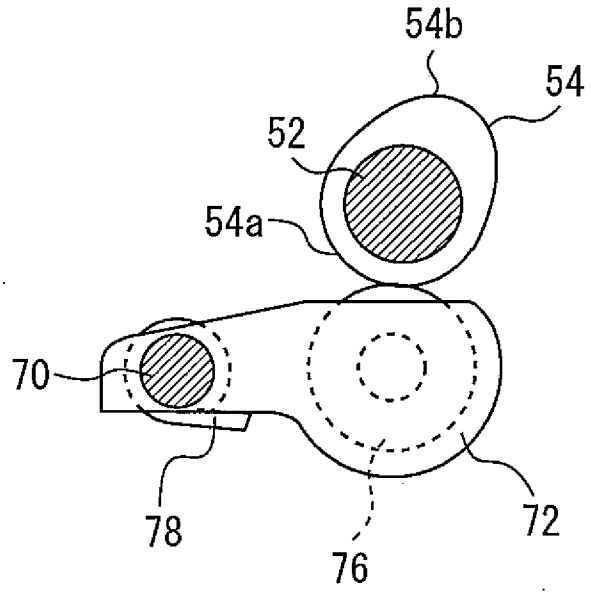
[図2]


18
62
64
10
60
22
ECU
56
54
56
62
28
28
#4
64
60
56
54
56
62
28
28
#3
64
60
56
54
56
62
28
28
#2
64
56
54
56
62
28
28
#1
60

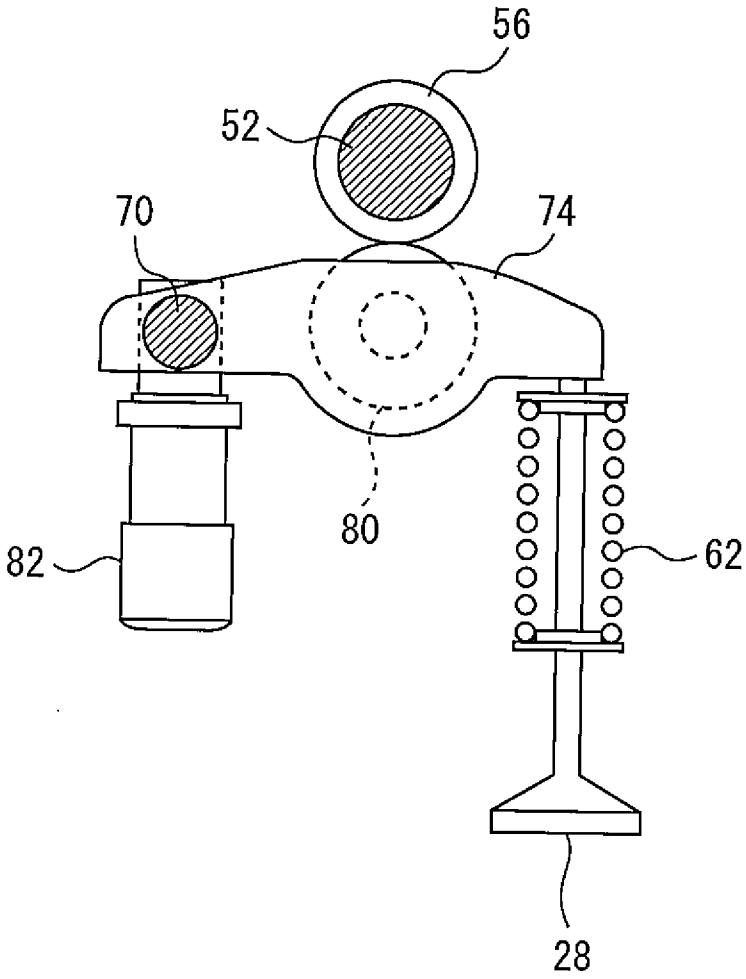
[図3]


74L
82
78
72
82
74R
70
60
64
A
L
80L
80R
28
76
28

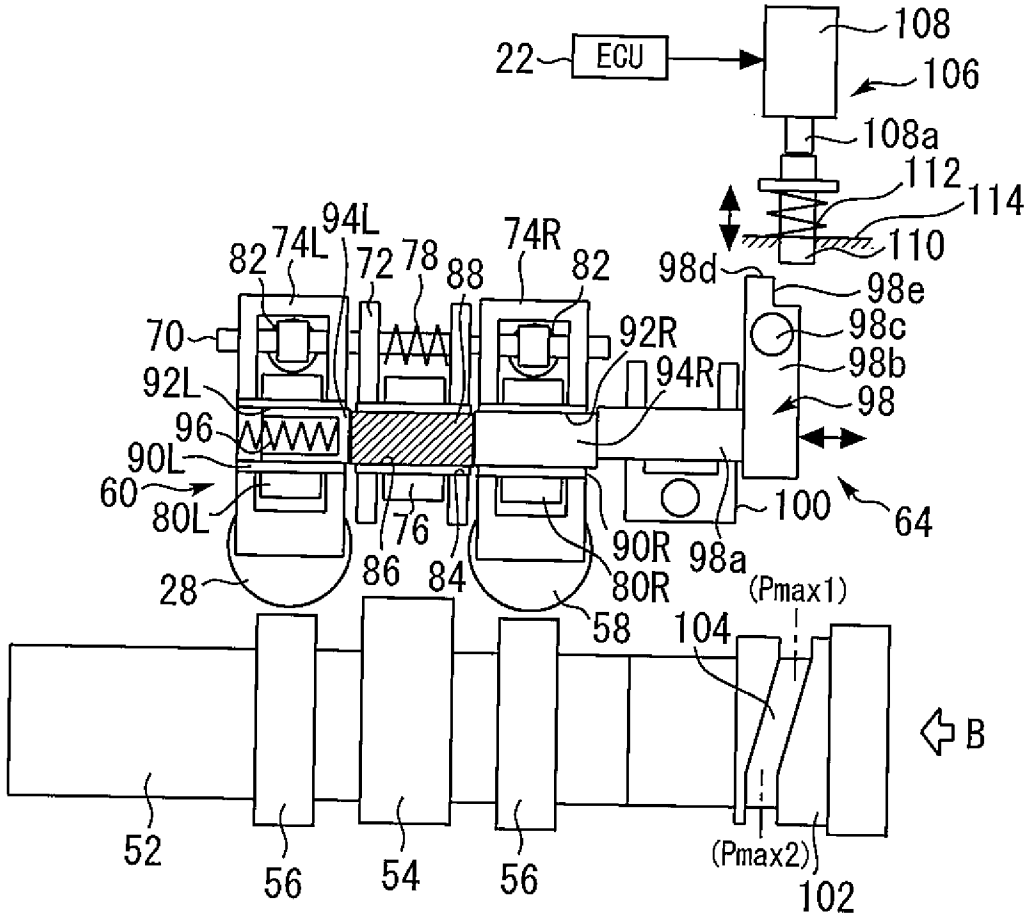
[図4]


54b
54
52
54a
70
78
76
72

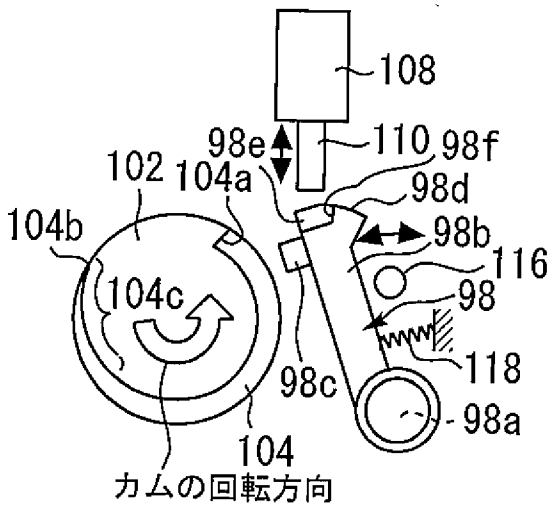
[図5]



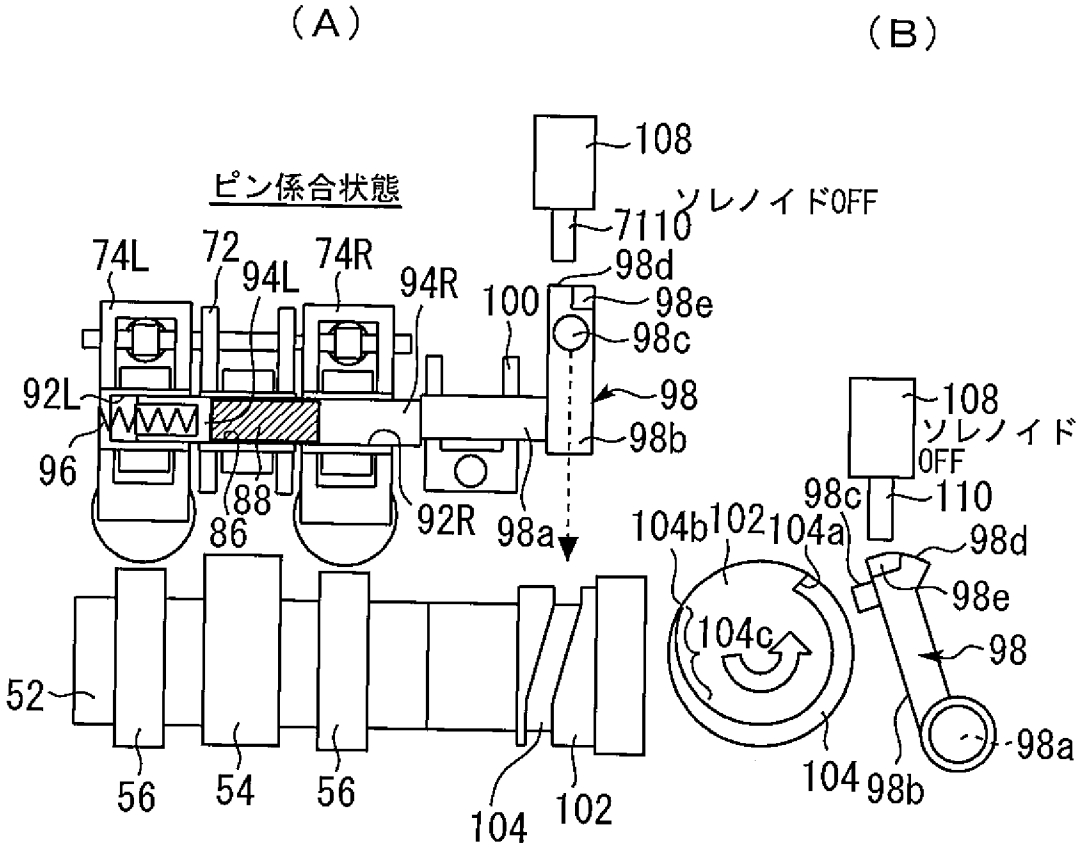
[図6]


22
ECU
108
106
108a
112
114
110
98d
98e
98c
98b
98
92R
94R
100
64
74L
94L
72
78
88
74R
82
70
92L
96
90L
60
80L
76
86
84
90R
80R
98a
(Pmax1)
28
58
104
B
52
56
54
56
(Pmax2)
102

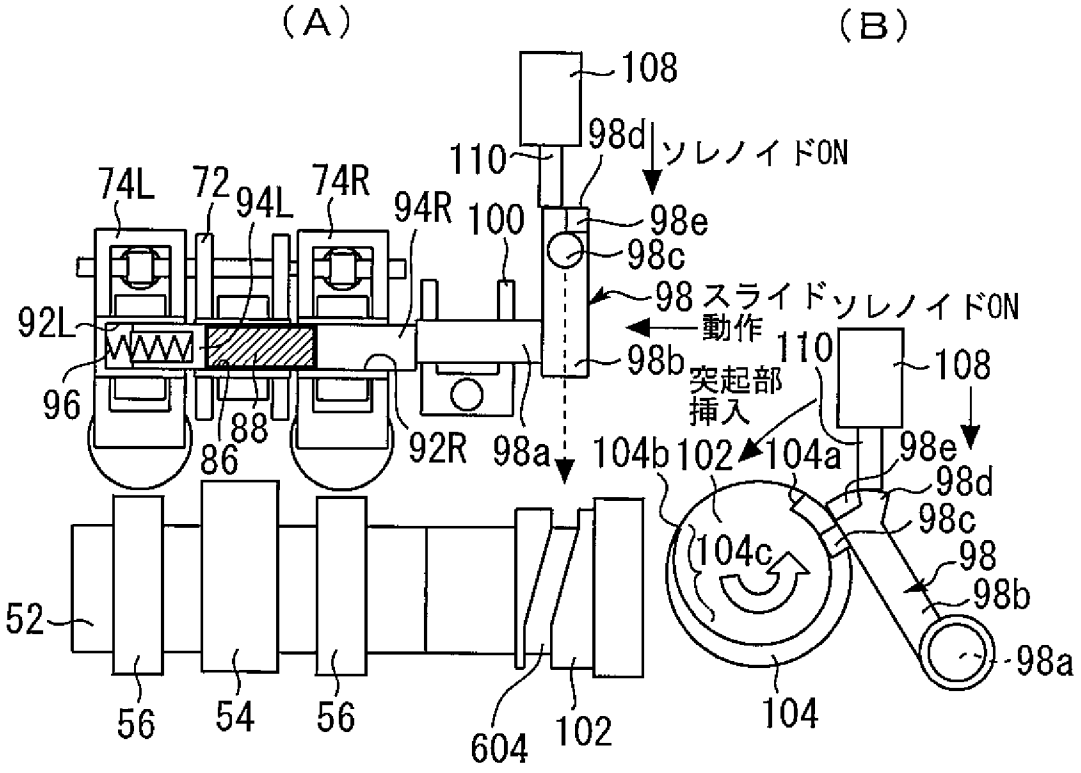
[図7]


108
98e
110
98f
102
104a
98d
104b
98b
116
104c
98
118
98c
98a
104
カムの回転方向

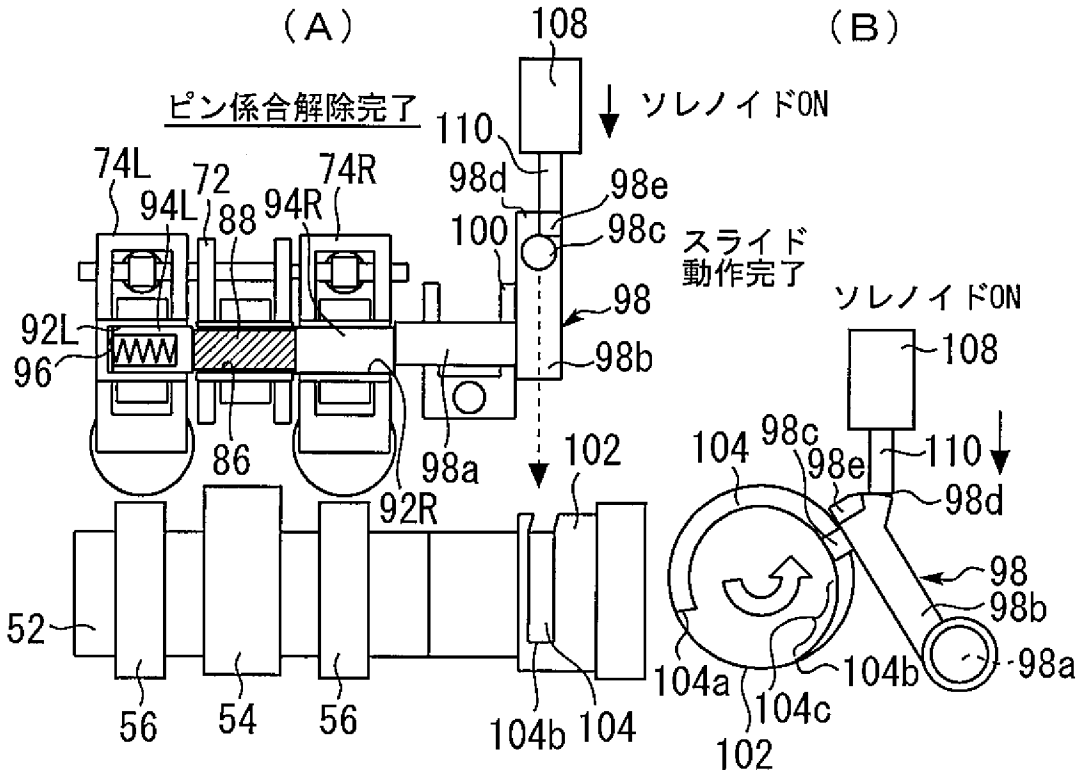
[図8]


（A）
（B）
ピン係合状態
108
ソレノイドOFF
7110
74L
72
94L
74R
94R
100
98d
98e
98c
98
98b
92L
96
88
86
92R
98a
52
56
54
56
104
102
104b
102
104a
104c
108
ソレノイド
OFF
98c
110
98d
98e
98
98a
104
98b

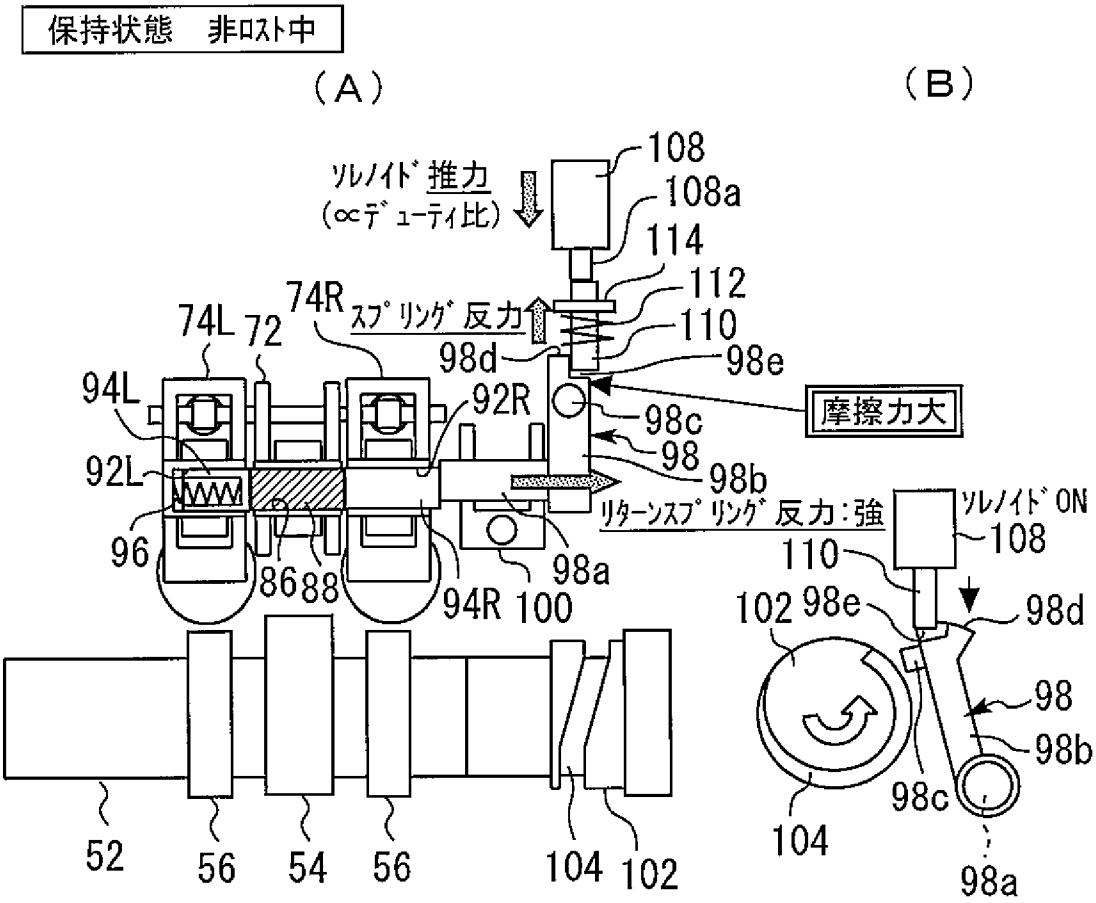
[図9]


（A）
（B）
108
110
98d
ソレノイドON
74L
72
94L
74R
94R
100
98e
98c
98
スライドソレノイドON
92L
動作
98b
110
108
96
突起部
挿入
88
86
92R
98a
104b
102
104a
98e
98d
98c
98
98b
52
104c
98a
56
54
56
604
102
104

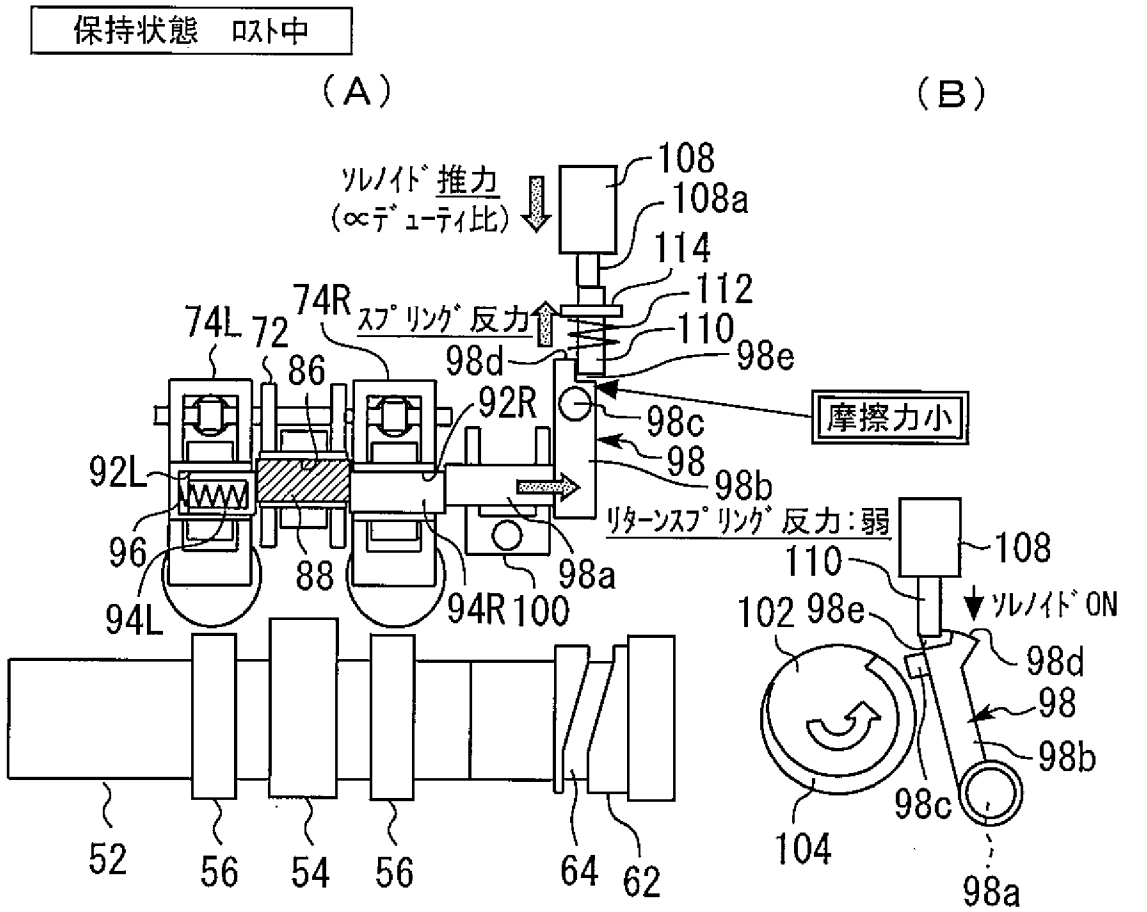
[図10]


（A）
（B）
108
ピン係合解除完了
ソレノイドON
110
74L
72
74R
94L
88
94R
98d
98e
100
98c
スライド
動作完了
98
92L
96
98b
ソレノイドON
108
86
98a
102
104
98c
98e
110
92R
98d
52
98
98b
104a
104b
98a
104c
56
54
56
104b
104
102

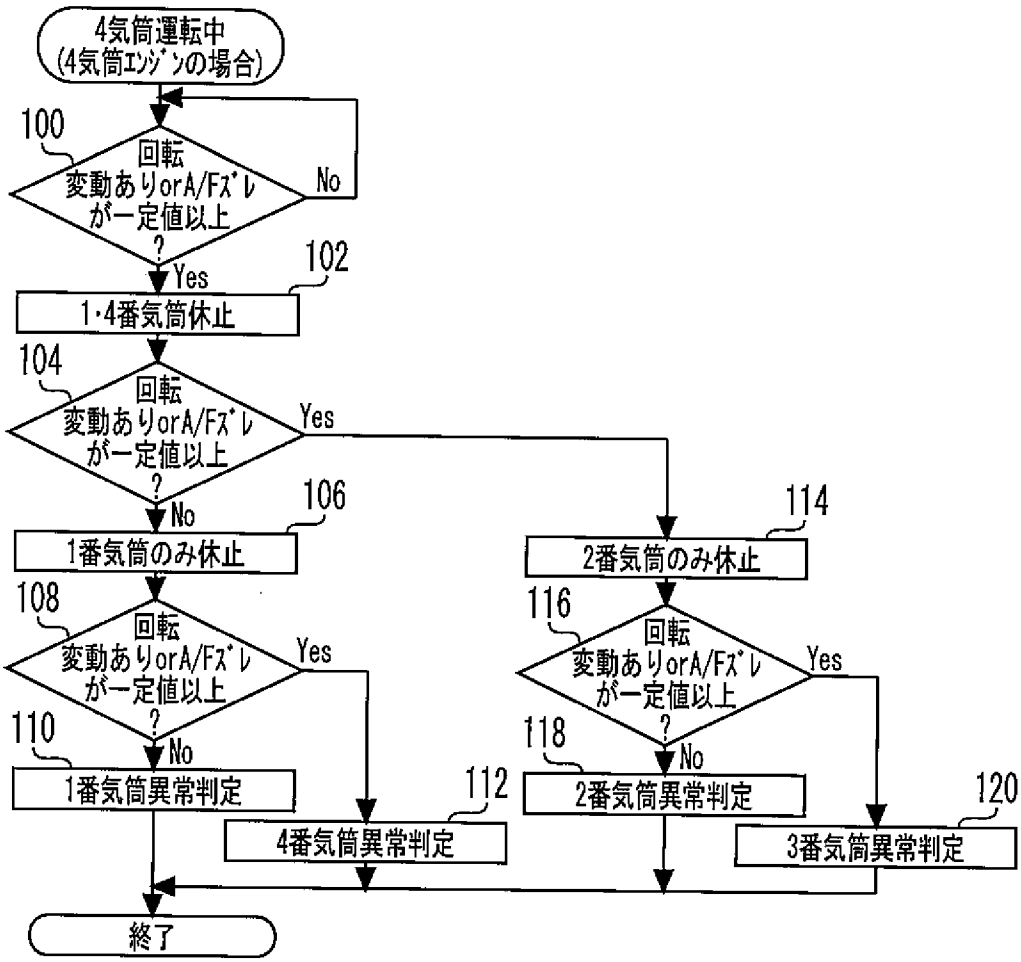
[図11]


保持状態　非ロスト中
（A）
（B）
ソレノイド推力
(∝デューティ比)
108
108a
114
112
74R
スプリング反力
74L
72
110
98d
98e
94L
92R
摩擦力大
98c
98
92L
98b
リターンスプリング反力：強
ソレノイドON
108
96
86
88
98a
94R
100
110
102
98e
98d
98
98b
98c
104
98a
52
56
54
56
104
102

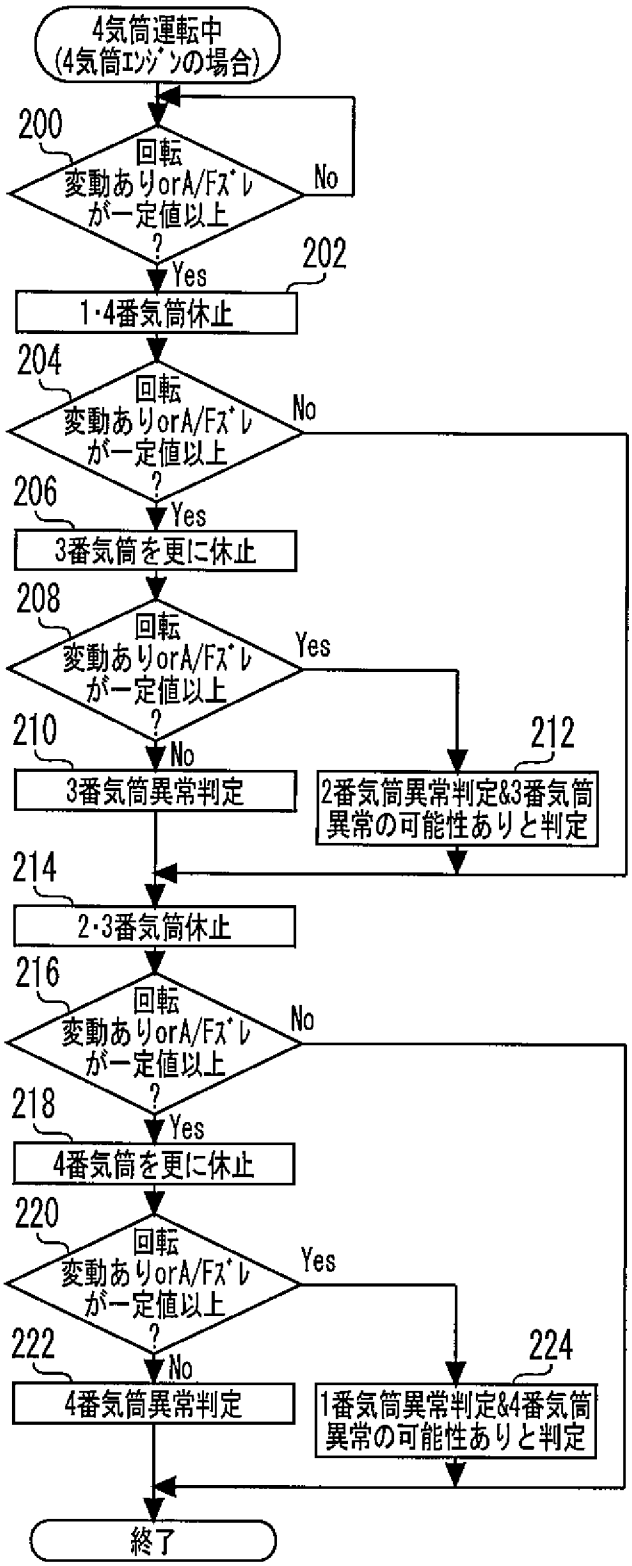
[図12]


保持状態　ロスト中
（A）
（B）
ソレノイド 推力
(∝デューティ比)
108
108a
114
112
110
98e
74R
スプリング 反力
74L
72
86
98d
92R
98c
摩擦力小
98
98b
92L
96
88
94R
100
98a
94L
リターンスプリング 反力：弱
108
110
ソレノイド ON
102
98e
98d
98
98b
98c
104
98a
52
56
54
56
64
62

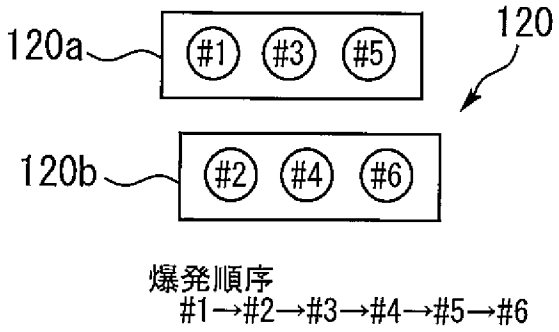
[図13]


4気筒運転中
(4気筒ｴﾝｼﾞﾝの場合)
100
回転
変動ありorA/Fｽﾞﾚ
が一定値以上
?
No
Yes
102
1･4番気筒休止
104
回転
変動ありorA/Fｽﾞﾚ
が一定値以上
?
Yes
No
106
1番気筒のみ休止
108
回転
変動ありorA/Fｽﾞﾚ
が一定値以上
?
Yes
No
110
1番気筒異常判定
112
4番気筒異常判定
114
2番気筒のみ休止
116
回転
変動ありorA/Fｽﾞﾚ
が一定値以上
?
Yes
No
118
2番気筒異常判定
120
3番気筒異常判定
終了

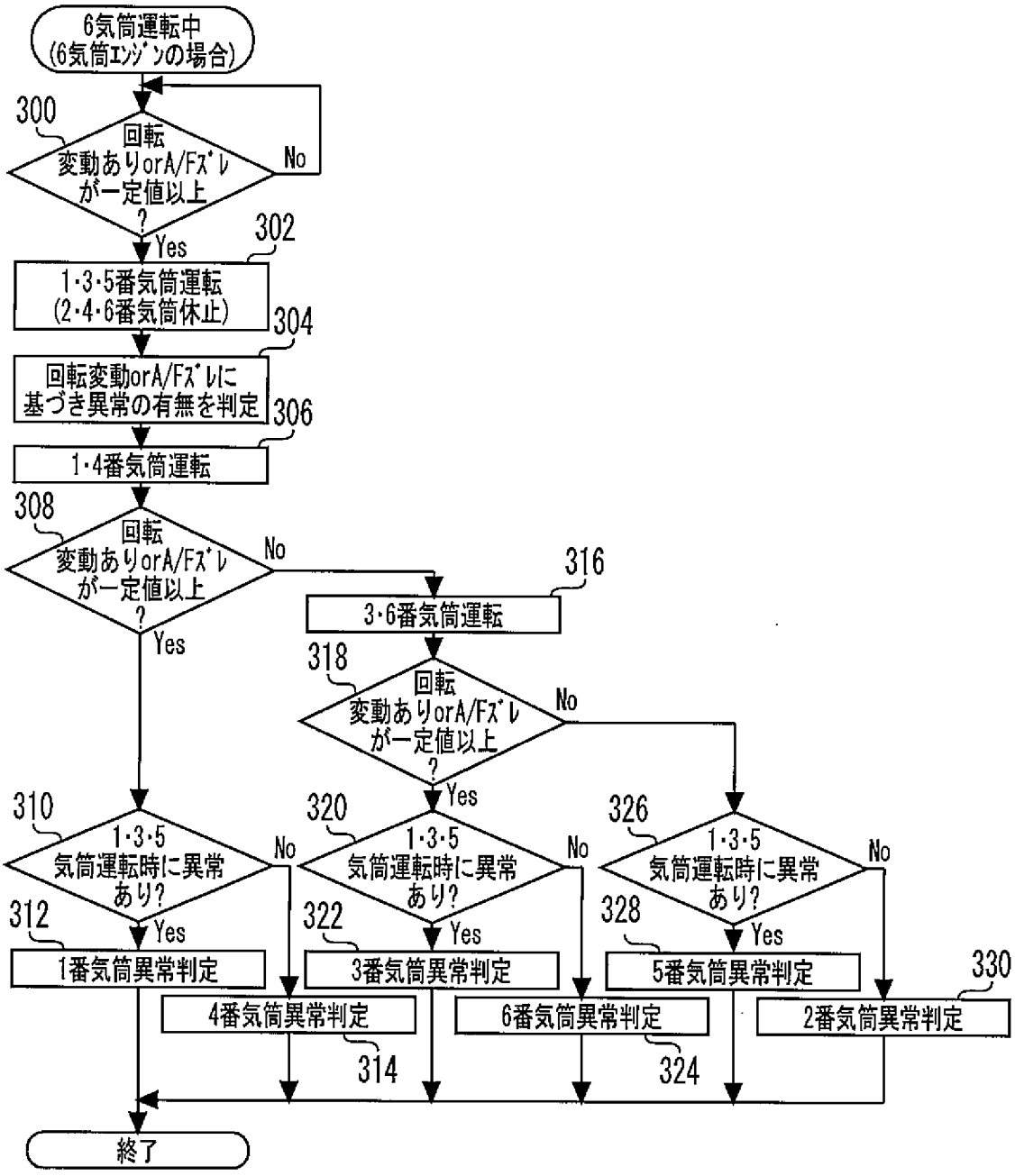
[図14]


4気筒運転中
(4気筒ｴﾝｼﾞﾝの場合)
200
回転変動ありorA/Fｽﾞﾚが一定値以上?
No
Yes
202
1・4番気筒休止
204
回転変動ありorA/Fｽﾞﾚが一定値以上?
No
Yes
206
3番気筒を更に休止
208
回転変動ありorA/Fｽﾞﾚが一定値以上?
Yes
No
210
3番気筒異常判定
212
2番気筒異常判定&3番気筒異常の可能性ありと判定
214
2・3番気筒休止
216
回転変動ありorA/Fｽﾞﾚが一定値以上?
No
Yes
218
4番気筒を更に休止
220
回転変動ありorA/Fｽﾞﾚが一定値以上?
Yes
No
222
4番気筒異常判定
224
1番気筒異常判定&4番気筒異常の可能性ありと判定
終了

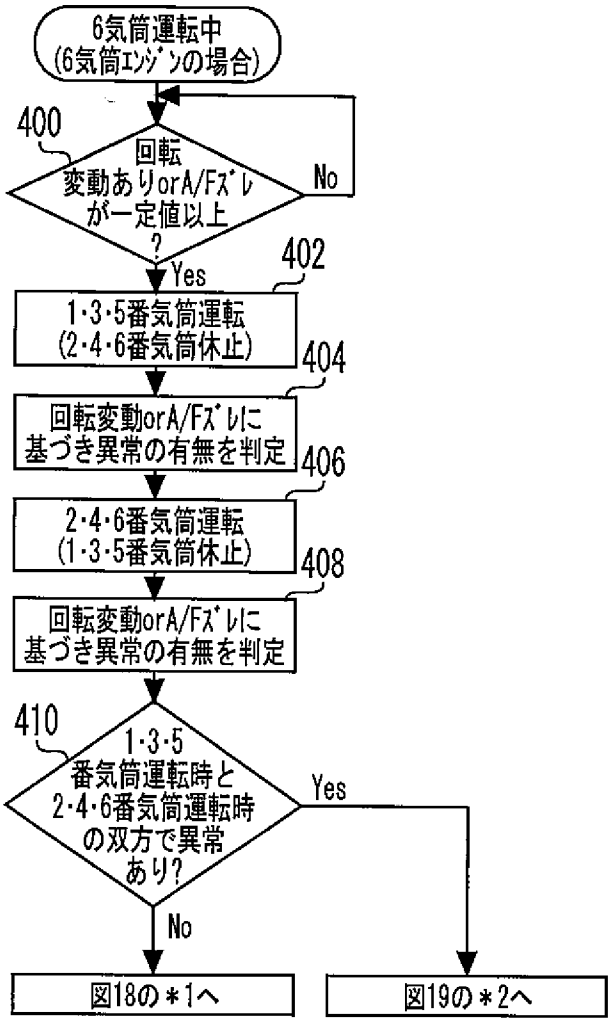
[図15]


120a
#1
#3
#5
120
120b
#2
#4
#6
爆発順序
#1→#2→#3→#4→#5→#6

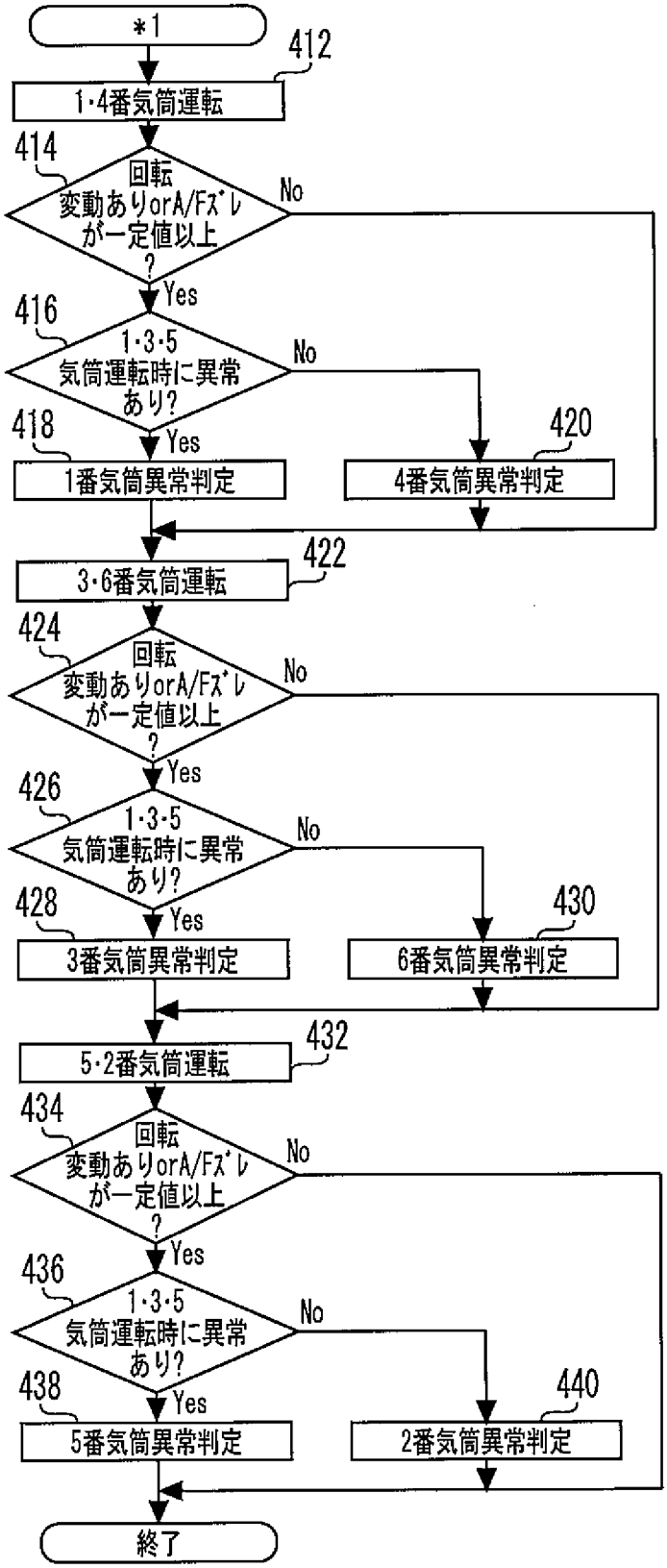
[図16]


6気筒運転中
(6気筒エンジンの場合)
300
回転変動ありorA/Fズレが一定値以上?
No
Yes
302
1・3・5番気筒運転
(2・4・6番気筒休止)
304
回転変動orA/Fズレに基づき異常の有無を判定
306
1・4番気筒運転
308
回転変動ありorA/Fズレが一定値以上?
No
Yes
316
3・6番気筒運転
318
回転変動ありorA/Fズレが一定値以上?
No
Yes
310
1・3・5気筒運転時に異常あり?
No
Yes
312
1番気筒異常判定
320
1・3・5気筒運転時に異常あり?
No
Yes
322
3番気筒異常判定
326
1・3・5気筒運転時に異常あり?
No
Yes
328
5番気筒異常判定
330
2番気筒異常判定
4番気筒異常判定
314
6番気筒異常判定
324
終了

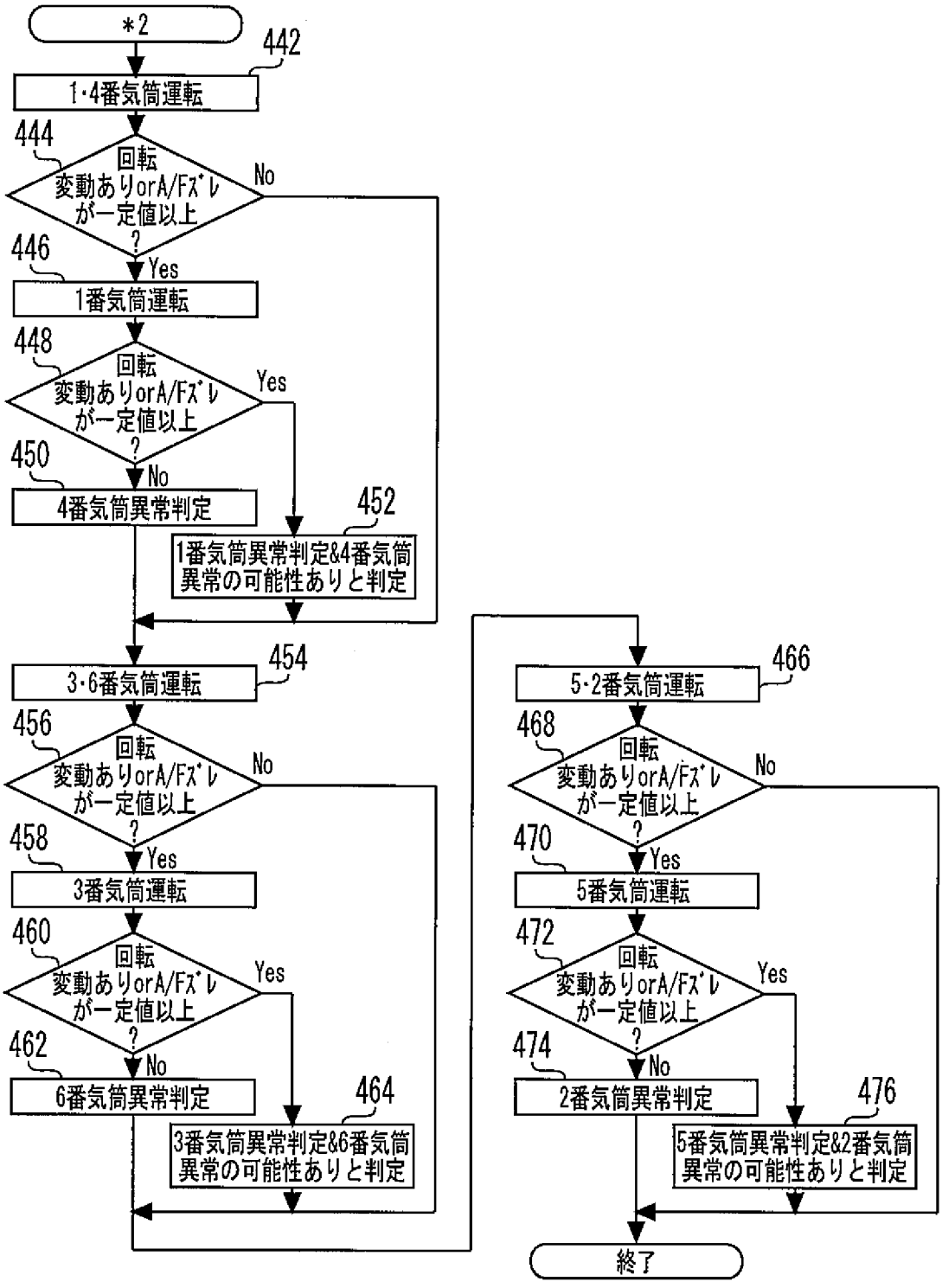
[図17]


6気筒運転中
(6気筒ｴﾝｼﾞﾝの場合)
400
回転
変動ありorA/Fｽﾞﾚ
が一定値以上
?
No
Yes
402
1・3・5番気筒運転
(2・4・6番気筒休止)
404
回転変動orA/Fｽﾞﾚに
基づき異常の有無を判定
406
2・4・6番気筒運転
(1・3・5番気筒休止)
408
回転変動orA/Fｽﾞﾚに
基づき異常の有無を判定
410
1・3・5
番気筒運転時と
2・4・6番気筒運転時
の双方で異常
あり?
Yes
No
図18の＊1へ
図19の＊2へ

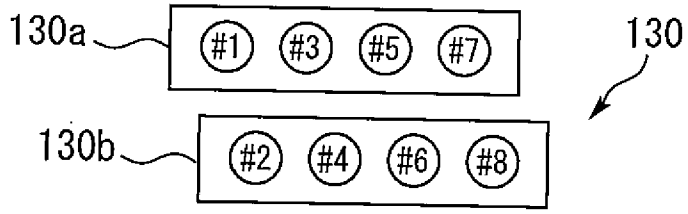
[図18]


*1
412
1・4番気筒運転
414
回転変動ありorA/Fズレが一定値以上？
No
Yes
416
1・3・5気筒運転時に異常あり?
No
Yes
418
1番気筒異常判定
420
4番気筒異常判定
422
3・6番気筒運転
424
回転変動ありorA/Fズレが一定値以上？
No
Yes
426
1・3・5気筒運転時に異常あり?
No
Yes
428
3番気筒異常判定
430
6番気筒異常判定
432
5・2番気筒運転
434
回転変動ありorA/Fズレが一定値以上？
No
Yes
436
1・3・5気筒運転時に異常あり?
No
Yes
438
5番気筒異常判定
440
2番気筒異常判定
終了

[図19]

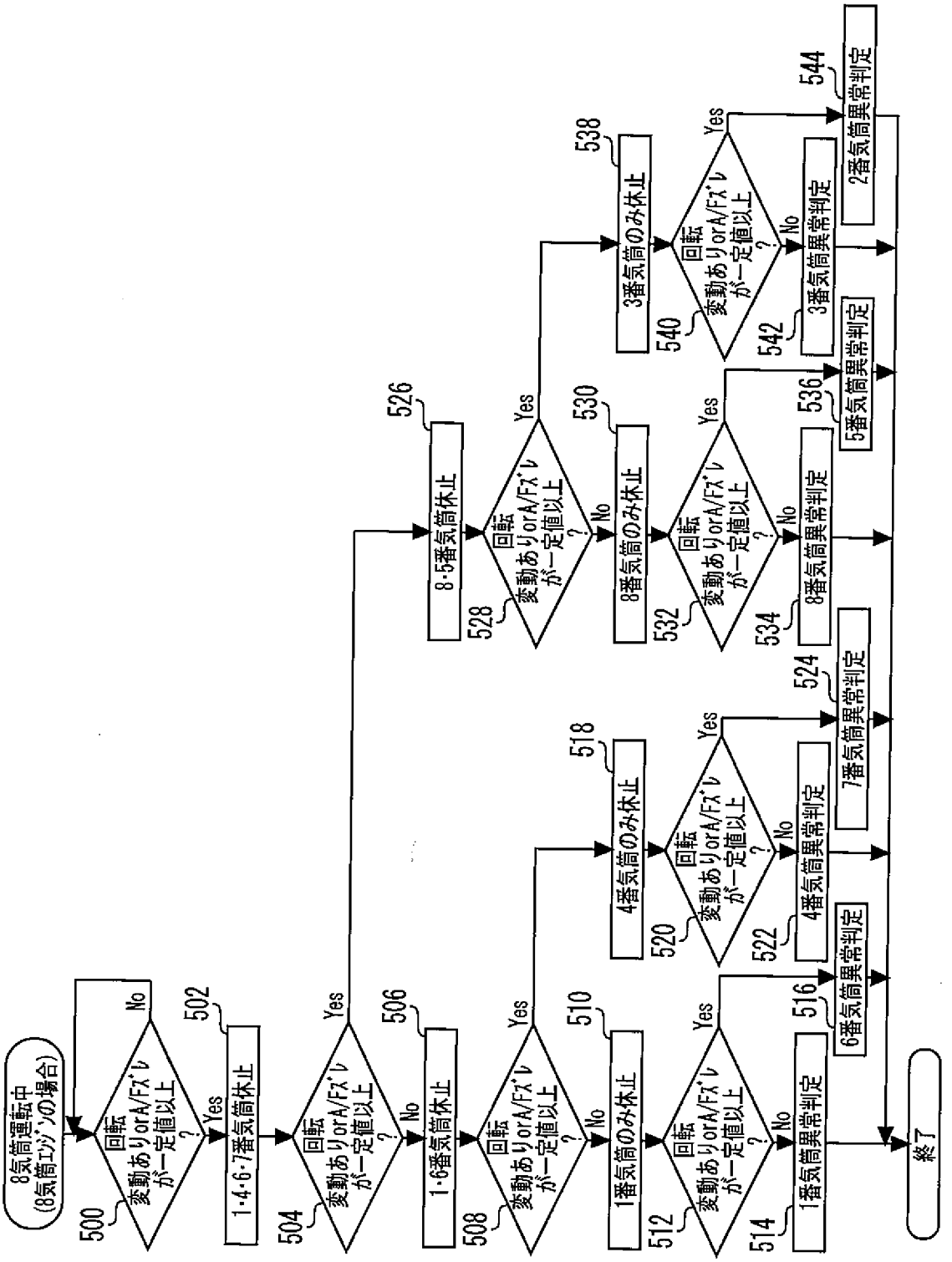

*2
442
1・4番気筒運転
444
回転変動ありorA/Fズレが一定値以上？
No
Yes
446
1番気筒運転
448
回転変動ありorA/Fズレが一定値以上？
Yes
No
450
4番気筒異常判定
452
1番気筒異常判定&4番気筒異常の可能性ありと判定
454
3・6番気筒運転
456
回転変動ありorA/Fズレが一定値以上？
No
Yes
458
3番気筒運転
460
回転変動ありorA/Fズレが一定値以上？
Yes
No
462
6番気筒異常判定
464
3番気筒異常判定&6番気筒異常の可能性ありと判定
466
5・2番気筒運転
468
回転変動ありorA/Fズレが一定値以上？
No
Yes
470
5番気筒運転
472
回転変動ありorA/Fズレが一定値以上？
Yes
No
474
2番気筒異常判定
476
5番気筒異常判定&2番気筒異常の可能性ありと判定
終了

[図20]

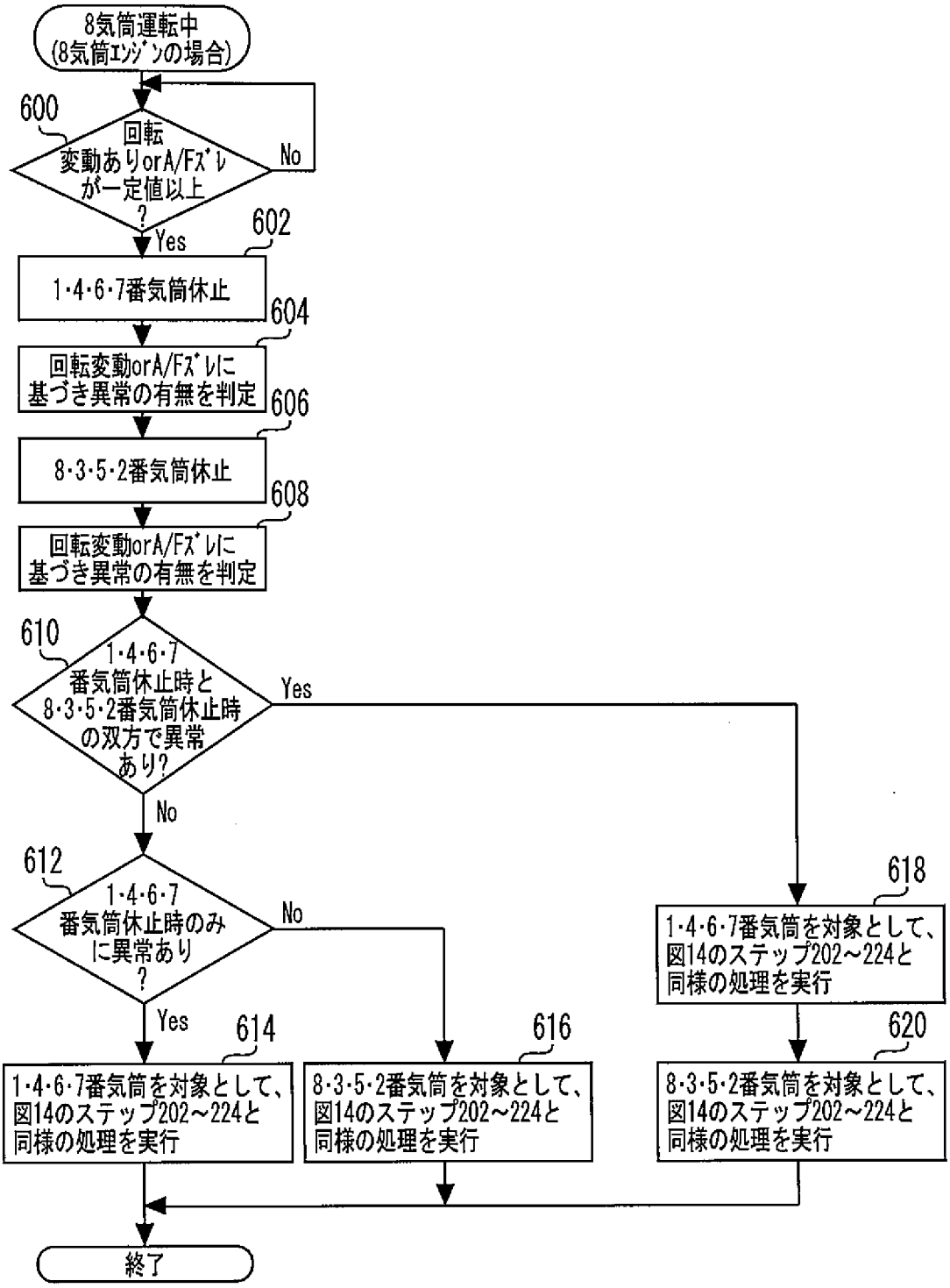


爆発順序
#1→#8→#4→#3→#6→#5→#7→#2

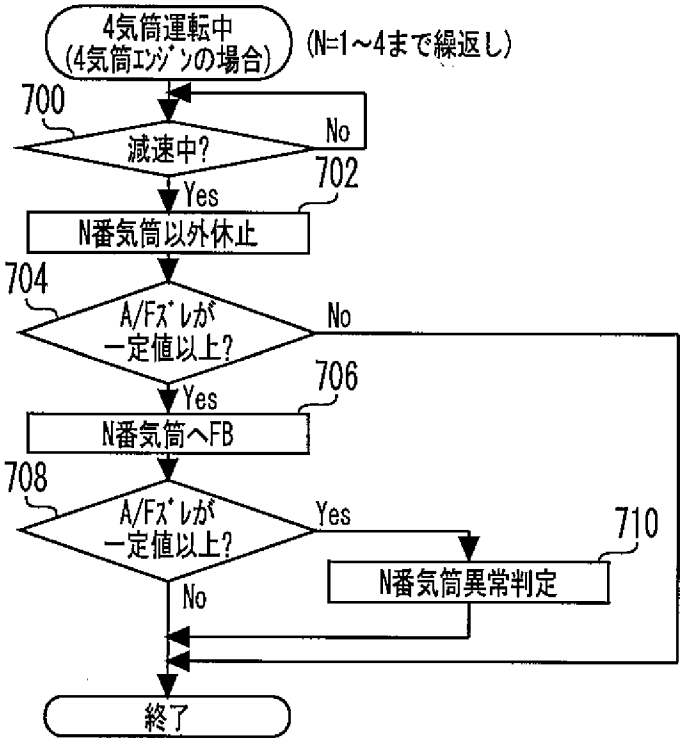
[図21]


8気筒運転中
(8気筒ｴﾘｱ)の場合
500
回転
変動ありorA/Fｽﾞﾚ
が一定値以上
?
No
Yes
502
1・4・6・7番気筒休止
504
回転
変動ありorA/Fｽﾞﾚ
が一定値以上
?
Yes
No
506
1・6番気筒休止
508
回転
変動ありorA/Fｽﾞﾚ
が一定値以上
?
Yes
No
510
1番気筒のみ休止
512
回転
変動ありorA/Fｽﾞﾚ
が一定値以上
?
Yes
No
514
1番気筒異常判定
516
6番気筒異常判定
518
4番気筒のみ休止
520
回転
変動ありorA/Fｽﾞﾚ
が一定値以上
?
Yes
No
522
4番気筒異常判定
524
7番気筒異常判定
526
8・5番気筒休止
528
回転
変動ありorA/Fｽﾞﾚ
が一定値以上
?
Yes
No
530
8番気筒のみ休止
532
回転
変動ありorA/Fｽﾞﾚ
が一定値以上
?
Yes
No
534
8番気筒異常判定
536
5番気筒異常判定
538
3番気筒のみ休止
540
回転
変動ありorA/Fｽﾞﾚ
が一定値以上
?
Yes
No
542
3番気筒異常判定
544
2番気筒異常判定
終了

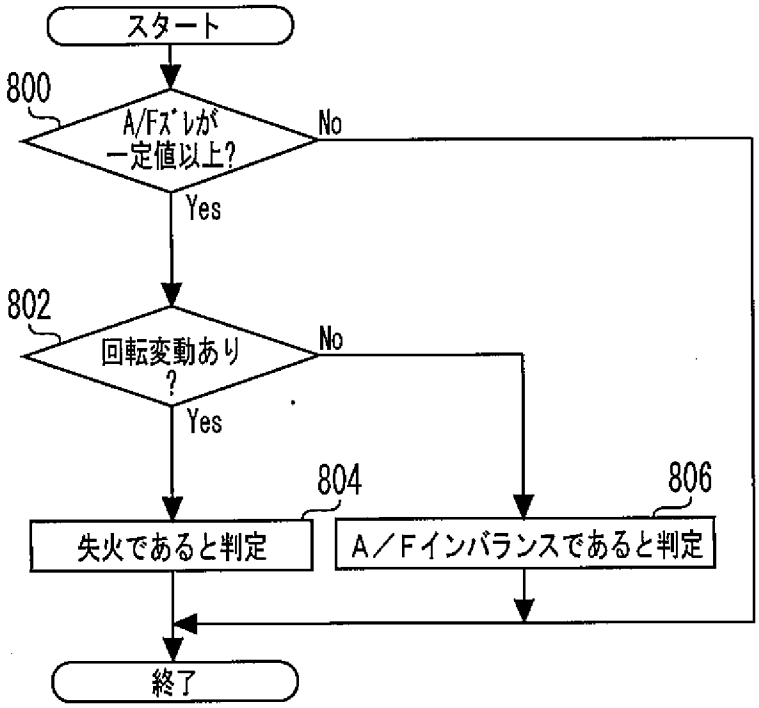
[図22]


8気筒運転中
(8気筒ｴﾝｼﾞﾝの場合)
600
回転変動ありorA/Fｽﾞﾚが一定値以上?
No
Yes
602
1・4・6・7番気筒休止
604
回転変動orA/Fｽﾞﾚに基づき異常の有無を判定
606
8・3・5・2番気筒休止
608
回転変動orA/Fｽﾞﾚに基づき異常の有無を判定
610
1・4・6・7番気筒休止時と8・3・5・2番気筒休止時の双方で異常あり?
Yes
No
612
1・4・6・7番気筒休止時のみに異常あり?
No
Yes
614
1・4・6・7番気筒を対象として、図14のステップ202～224と同様の処理を実行
616
8・3・5・2番気筒を対象として、図14のステップ202～224と同様の処理を実行
618
1・4・6・7番気筒を対象として、図14のステップ202～224と同様の処理を実行
620
8・3・5・2番気筒を対象として、図14のステップ202～224と同様の処理を実行
終了

[図23]


4気筒運転中
(4気筒ｴﾝｼﾞﾝの場合)
(N=1～4まで繰返し)
700
減速中?
No
Yes
702
N番気筒以外休止
704
A/Fｽﾞﾚが
一定値以上?
No
Yes
706
N番気筒へFB
708
A/Fｽﾞﾚが
一定値以上?
Yes
710
N番気筒異常判定
No
終了

[図24]


スタート
800
A/Fｽﾞﾚが
一定値以上?
No
Yes
802
回転変動あり
?
No
Yes
804
失火であると判定
806
A／Fインバランスであると判定
終了

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2008/073736

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
F02D17/02(2006.01)i, ***F02D13/02***(2006.01)i, ***F02D41/04***(2006.01)i, ***F02D45/00***(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)
F02D17/02, F02D13/02, F02D41/04, F02D45/00

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 1996-2009
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2009 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2009

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 6-229881 A (Mazda Motor Corp.), 19 August, 1994 (19.08.94), Full text (Family: none)	1-14
A	JP 2007-085176 A (Hitachi, Ltd.), 05 April, 2007 (05.04.07), Full text; all drawings (Family: none)	1-14
A	JP 2008-064077 A (Denso Corp.), 21 March, 2008 (21.03.08), Par. Nos. [0029] to [0035] & US 2008/0035132 A1	1-14

☒ 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
19 January, 2009 (19.01.09)	27 January, 2009 (27.01.09)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office Facsimile No.	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2008/073736

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2006/098133 A1 (Toyota Motor Corp.), 21 September, 2006 (21.09.06), Full text & EP 1860287 A1 & CN 101128650 A	1-14
A	JP 2002-201972 A (Honda Motor Co., Ltd.), 19 July, 2002 (19.07.02), Full text; all drawings & US 2004/0026928 A1 & EP 1329620 A1 & WO 2002/035074 A1	1-14
A	JP 63-097855 A (Nippondenso Co., Ltd.), 28 April, 1988 (28.04.88), Full text (Family: none)	1-14
A	JP 62-118031 A (Nissan Motor Co., Ltd.), 29 May, 1987 (29.05.87), Full text (Family: none)	1-14

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２００８／０７３７３６

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　*F02D17/02*(2006.01)i，*F02D13/02*(2006.01)i，*F02D41/04*(2006.01)i，*F02D45/00*(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（ＩＰＣ））

Int.Cl.　F02D17/02，F02D13/02，F02D41/04，F02D45/00

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	１９７１－２００９年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２００９年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２００９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	関連する請求の範囲の番号
A	JP 6-229881 A（マツダ株式会社）1994.08.19，全文（ファミリーなし）	1-14
A	JP 2007-085176 A（株式会社日立製作所）2007.04.05，全文、全図（ファミリーなし）	1-14
A	JP 2008-064077 A（株式会社デンソー）2008.03.21，段落【００２９】－【００３５】 & US 2008/0035132 A1	1-14

☑　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 １９．０１．２００９	国際調査報告の発送日 ２７．０１．２００９
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ） 郵便番号１００－８９１５ 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）　３Ｚ　３７２４ 鹿角　剛二 電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３３５５

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	関連する請求の範囲の番号
A	WO 2006/098133 A1（トヨタ自動車株式会社）2006.09.21，全文 & EP 1860287 A1 & CN 101128650 A	1-14
A	JP 2002-201972 A（本田技研工業株式会社）2002.07.19，全文、全図 & US 2004/0026928 A1 & EP 1329620 A1 & WO 2002/035074 A1	1-14
A	JP 63-097855 A（日本電装株式会社）1988.04.28，全文（ファミリーなし）	1-14
A	JP 62-118031 A（日産自動車株式会社）1987.05.29，全文（ファミリーなし）	1-14