

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2010-84774
(P2010-84774A)

(43) 公開日 平成22年4月15日(2010.4.15)

(51) Int.Cl. F I テーマコード(参考)
F O 2 D 45/00 (2006.01) F O 2 D 45/00 3 6 8 Z 3 G 3 8 4
 F O 2 D 45/00 3 6 2 J

審査請求 有 請求項の数 10 O L (全 29 頁)

(21) 出願番号	特願2010-11536 (P2010-11536)	(71) 出願人	000003207 トヨタ自動車株式会社
(22) 出願日	平成22年1月22日 (2010.1.22)		愛知県豊田市トヨタ町1番地
(62) 分割の表示	特願2005-48445 (P2005-48445) の分割	(74) 代理人	110000017 特許業務法人アイテック国際特許事務所
原出願日	平成17年2月24日 (2005.2.24)	(72) 発明者	秋本 彦和 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
(31) 優先権主張番号	特願2005-4035 (P2005-4035)	(72) 発明者	西垣 隆弘 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
(32) 優先日	平成17年1月11日 (2005.1.11)	Fターム(参考)	3G384 AA07 AA28 DA42 ED06 ED07 FA01Z FA06Z FA08Z FA28Z FA56Z FA57Z FA58Z FA71Z FA73Z FA79Z
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		

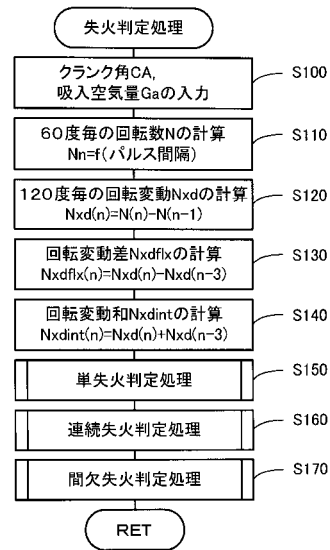
(54) 【発明の名称】 内燃機関の失火判定装置および失火判定方法

(57) 【要約】

【課題】 内燃機関の失火をより適正に精度よく判定する。

【解決手段】 6気筒エンジンの各気筒の点火タイミングに対応するクランク角120°CA毎のクランクシャフトの回転数Nの変動値である回転変動Nxdとこの回転変動Nxdよりクランク角360°CA前の回転変動Nxdとの差としての回転変動差Nxdfixとこの回転変動Nxdよりクランク角360°CA前の回転変動Nxdとの和としての回転変動和Nxdintとを計算し(S100~S140)、計算した回転変動Nxdや回転変動差Nxdfix、回転変動和Nxdintを用いて単失火パターンを判定する単失火判定ロジックである単失火判定処理や連続失火パターンを判定する連続失火判定ロジックである連続失火判定処理、間欠失火パターンを判定する間欠失火判定ロジックである間欠失火判定処理を実行して(S150~S170)、エンジンの失火を判定する。

【選択図】 図3



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

複数気筒の内燃機関における失火を判定する内燃機関の失火判定装置であって、
前記内燃機関のクランクシャフトの回転位置を検出する回転位置検出手段と、
前記検出された回転位置に基づいて前記内燃機関の各気筒の点火時期に対応するクランク角における前記内燃機関の回転変動を順次演算する回転変動演算手段と、
前記順次演算された回転変動に基づく異なる複数の失火パターンの判定ロジックを用いて前記内燃機関の失火を判定する失火判定手段と、
を備える内燃機関の失火判定装置。

【請求項 2】

前記失火判定手段は、複数の気筒のうちの 1 気筒だけが失火している単失火パターンを判定する単失火判定ロジックと、複数の気筒のうち連続する 2 気筒が失火している連続失火パターンを判定する連続失火判定ロジックと、複数の気筒のうち一つの燃焼気筒を挟む 2 気筒が失火している間欠失火パターンを判定する間欠失火判定ロジックとのいずれかを含む複数の判定ロジックを用いて前記内燃機関の失火を判定する手段である請求項 1 記載の内燃機関の失火判定装置。

【請求項 3】

前記単失火判定ロジックは、前記内燃機関の 1 サイクルに対して前記回転変動演算手段により順次演算された回転変動のうち一つの回転変動だけが単失火用所定値以上となると共に該単失火用所定値以上となる回転変動である対象回転変動と該対象回転変動以外の他の回転変動との比が単失火用所定比範囲となるときに単失火であると判定するロジックである請求項 2 記載の内燃機関の失火判定装置。

【請求項 4】

前記他の回転変動は、前記対象回転変動より三つ前の回転変動と前記対象回転変動より一つ前の回転変動と前記対象回転変動より一つ後の回転変動とのいずれか一つを含むことを特徴とする請求項 3 記載の内燃機関の失火判定装置。

【請求項 5】

請求項 3 または 4 記載の内燃機関の失火判定装置であって、
前記内燃機関の回転数を検出する回転数検出手段と、
該検出された内燃機関の回転数が大きくなるほど小さくなる傾向に前記単失火用所定値を調整する第 1 単失火用所定値調整手段と、
を備える内燃機関の失火判定装置。

【請求項 6】

請求項 3 ないし 5 いずれか記載の内燃機関の失火判定装置であって、
前記内燃機関の吸入空気量を検出する吸入空気量検出手段と、
該検出された吸入空気量から前記内燃機関の 1 サイクル当たりのサイクル吸入空気量を演算すると共に該演算したサイクル吸入空気量が大きくなるほど大きくなる傾向に前記単失火用所定値を調整する第 2 単失火用所定値調整手段と、
を備える内燃機関の失火判定装置。

【請求項 7】

前記連続失火判定ロジックは、前記順次演算された回転変動と該回転変動よりクランク角が 360 度前に演算された回転変動との差である回転変動差を演算し、前記内燃機関の 1 サイクルに対して演算された回転変動差のうち一つの回転変動差だけが連続失火用所定値以上となるときに連続失火と判定するロジックである請求項 2 ないし 6 いずれか記載の内燃機関の失火判定装置。

【請求項 8】

前記連続失火判定ロジックは、前記連続失火用所定値以上となる回転変動差である対象回転変動差と該対象回転変動差以外の他の回転変動差との比が連続失火用所定比範囲となるときに連続失火であると判定するロジックである請求項 7 記載の内燃機関の失火判定装置。

10

20

30

40

50

【請求項 9】

前記他の回転変動差は、前記対象回転変動差より三つ前の回転変動差と前記対象回転変動差より一つ前の回転変動差と前記対象回転変動差より一つ後の回転変動差とのいずれか一つを含むことを特徴とする請求項 8 記載の内燃機関の失火判定装置。

【請求項 10】

請求項 7 ないし 9 いずれか記載の内燃機関の失火判定装置であって、
前記内燃機関の回転数を検出する回転数検出手段と、
該検出された内燃機関の回転数が大きくなるほど小さくなる傾向に前記連続失火用所定値を調整する第 1 連続失火用所定値調整手段と、
を備える内燃機関の失火判定装置。

10

【請求項 11】

請求項 7 ないし 10 いずれか記載の内燃機関の失火判定装置であって、
前記内燃機関の吸入空気量を検出する吸入空気量検出手段と、
該検出された吸入空気量から前記内燃機関の 1 サイクル当たりのサイクル吸入空気量を演算すると共に該演算したサイクル吸入空気量が大きくなるほど大きくなる傾向に前記連続失火用所定値を調整する第 2 連続失火用所定値調整手段と、
を備える内燃機関の失火判定装置。

【請求項 12】

前記間欠失火判定ロジックは、前記順次演算された回転変動と該回転変動よりクランク角が 360 度前に演算された回転変動との和である回転変動和を演算し、前記内燃機関の 1 サイクルに対して演算された回転変動和のうち一つの回転変動和だけが間欠失火用所定値以上となるときに間欠失火と判定するロジックである請求項 2 ないし 11 いずれか記載の内燃機関の失火判定装置。

20

【請求項 13】

前記間欠失火判定ロジックは、前記間欠失火用所定値以上となる回転変動和である対象回転変動和と該対象回転変動和以外の他の回転変動和との比が間欠失火用所定比範囲となるときに間欠失火であると判定するロジックである請求項 12 記載の内燃機関の失火判定装置。

【請求項 14】

前記他の回転変動和は、前記対象回転変動和より一つ前の回転変動和であることを特徴とする請求項 13 記載の内燃機関の失火判定装置。

30

【請求項 15】

請求項 12 ないし 14 いずれか記載の内燃機関の失火判定装置であって、
前記内燃機関の回転数を検出する回転数検出手段と、
該検出された内燃機関の回転数が大きくなるほど小さくなる傾向に前記間欠失火用所定値を調整する第 1 間欠失火用所定値調整手段と、
を備える内燃機関の失火判定装置。

【請求項 16】

請求項 12 ないし 15 いずれか記載の内燃機関の失火判定装置であって、
前記内燃機関の吸入空気量を検出する吸入空気量検出手段と、
該検出された吸入空気量から前記内燃機関の 1 サイクル当たりのサイクル吸入空気量を演算すると共に該演算したサイクル吸入空気量が大きくなるほど大きくなる傾向に前記間欠失火用所定値を調整する第 2 間欠失火用所定値調整手段と、
を備える内燃機関の失火判定装置。

40

【請求項 17】

請求項 2 記載の内燃機関の失火判定装置であって、
前記内燃機関は、偶数気筒であり、
前記失火判定手段は、前記単失火判定ロジックと、前記連続失火判定ロジックと、前記間欠失火判定ロジックと、複数の気筒のうちの対向する 2 気筒が失火している対向失火パターンを判定する対向失火判定ロジックと、前記内燃機関の 1 サイクル中に複数の気筒の

50

うちのいずれかの1気筒が不規則に失火しているランダム失火パターンを判定するランダム失火判定ロジックとのいずれかを含む複数の判定ロジックを用いて前記内燃機関の失火を判定する手段である

内燃機関の失火判定装置。

【請求項18】

前記対向失火判定ロジックは、前記順次演算された回転変動と該回転変動よりクランク角が120度前に演算された回転変動との差である回転変動差を演算し、前記内燃機関の1サイクルに対して演算された回転変動差のうち二つの回転変動差が対向失火用所定値以上となるときに対向失火と判定するロジックである請求項17記載の内燃機関の失火判定装置。

10

【請求項19】

前記対向失火判定ロジックは、前記対向失火用所定値以上となる二つの回転変動差である二つの対象回転変動差の比が第1対向失火用所定比範囲となると共に該二つの対象回転変動差の和と該二つの対象回転変動差以外の他の回転変動差との比が第2対向失火用所定比範囲となるときに対向失火であると判定するロジックである請求項18記載の内燃機関の失火判定装置。

【請求項20】

前記他の回転変動差は、前記二つの対象回転変動差より一つ前の回転変動差と前記二つの対象回転変動差より二つ前の回転変動差とのいずれか一つを含むことを特徴とする請求項19記載の内燃機関の失火判定装置。

20

【請求項21】

請求項18ないし20いずれか記載の内燃機関の失火判定装置であって、
前記内燃機関の回転数を検出する回転数検出手段と、
該検出された内燃機関の回転数が大きくなるほど小さくなる傾向に前記対向失火用所定値を調整する第1対向失火用所定値調整手段と、
を備える内燃機関の失火判定装置。

【請求項22】

請求項18ないし21いずれか記載の内燃機関の失火判定装置であって、
前記内燃機関の吸入空気量を検出する吸入空気量検出手段と、
該検出された吸入空気量から前記内燃機関の1サイクル当たりのサイクル吸入空気量を演算すると共に該演算したサイクル吸入空気量が大きくなるほど大きくなる傾向に前記対向失火用所定値を調整する第2対向失火用所定値調整手段と、
を備える内燃機関の失火判定装置。

30

【請求項23】

前記ランダム失火判定ロジックは、前記順次演算された回転変動と該回転変動よりクランク角が90度前に演算された回転変動との差である回転変動差を演算し、前記内燃機関の1サイクルに対して演算された回転変動差のうち一つの回転変動差がランダム失火用所定値以上となるときにランダム失火と判定するロジックである請求項17ないし22いずれか記載の内燃機関の失火判定装置。

【請求項24】

前記ランダム失火判定ロジックは、前記ランダム失火用所定値以上となる回転変動差である対象回転変動差と該対象回転変動差以外の他の回転変動差との比がランダム失火用所定比範囲となるときにランダム失火であると判定するロジックである請求項23記載の内燃機関の失火判定装置。

40

【請求項25】

前記他の回転変動差は、前記対象回転変動差より一つ前の回転変動差と前記対象回転変動差より一つ後の回転変動差と前記対象回転変動差より三つ後の回転変動差のいずれか一つを含むことを特徴とする請求項24記載の内燃機関の失火判定装置。

【請求項26】

請求項23ないし25いずれか記載の内燃機関の失火判定装置であって、

50

前記内燃機関の回転数を検出する回転数検出手段と、
 該検出された内燃機関の回転数が大きくなるほど小さくなる傾向に前記ランダム失火用
 所定値を調整する第1ランダム失火用所定値調整手段と、
 を備える内燃機関の失火判定装置。

【請求項27】

請求項23ないし26いずれか記載の内燃機関の失火判定装置であって、
 前記内燃機関の吸入空気量を検出する吸入空気量検出手段と、
 該検出された吸入空気量から前記内燃機関の1サイクル当たりのサイクル吸入空気量を
 演算すると共に該演算したサイクル吸入空気量が大きくなるほど大きくなる傾向に前記ラ
 ンダム失火用所定値を調整する第2ランダム失火用所定値調整手段と、
 を備える内燃機関の失火判定装置。

10

【請求項28】

前記回転変動演算手段は、前記内燃機関のクランクシャフトの所定クランク角毎の回転
 角速度を演算すると共に該内燃機関の各気筒の点火時期に対応する回転角速度と該回転角
 速度より前記所定クランク角前の回転角速度の差に基づいて回転変動を演算する手段であ
 る請求項1ないし27いずれか記載の内燃機関の失火判定装置。

【請求項29】

前記回転変動演算手段は、前記内燃機関の各気筒の点火時期に対応する回転角加速度を
 前記回転変動として演算する手段である請求項1ないし27いずれか記載の内燃機関の失
 火判定装置。

20

【請求項30】

前記内燃機関は、走行状態に対して独立に該内燃機関の運転ポイントを設定して運転さ
 れるハイブリッド自動車に搭載されてなる請求項1ないし29いずれか記載の内燃機関の
 失火判定装置。

【請求項31】

複数気筒の内燃機関における失火を判定する内燃機関の失火判定方法であって、
 前記内燃機関のクランクシャフトの回転位置に基づいて前記内燃機関の各気筒の点火時
 期に対応するクランク角における前記内燃機関の回転変動を順次演算し、
 前記順次演算した回転変動に基づいて、複数の気筒のうちの1気筒だけが失火している
 単失火パターンを判定する単失火判定ロジックと、複数の気筒のうち連続する2気筒が失
 火している連続失火パターンを判定する連続失火判定ロジックと、複数の気筒のうち一
 つの燃焼気筒を挟む2気筒が失火している間欠失火パターンを判定する間欠失火判定ロジッ
 クとのいずれかを含む複数の判定ロジックを用いて前記内燃機関の失火を判定する
 内燃機関の失火判定方法。

30

【請求項32】

偶数である複数の気筒の内燃機関における失火を判定する内燃機関の失火判定方法であ
 って、

前記内燃機関のクランクシャフトの回転位置に基づいて前記内燃機関の各気筒の点火時
 期に対応するクランク角における前記内燃機関の回転変動を順次演算し、

前記順次演算した回転変動に基づいて、複数の気筒のうちの1気筒だけが失火している
 単失火パターンを判定する単失火判定ロジックと、複数の気筒のうち連続する2気筒が失
 火している連続失火パターンを判定する連続失火判定ロジックと、複数の気筒のうち一
 つの燃焼気筒を挟む2気筒が失火している間欠失火パターンを判定する間欠失火判定ロジッ
 クと、複数の気筒のうちの対向する2気筒が失火している対向失火パターンを判定する対
 向失火判定ロジックと、前記内燃機関の1サイクル中に複数の気筒のうちのいずれかの1
 気筒が不規則に失火しているランダム失火パターンを判定するランダム失火判定ロジック
 とのいずれかを含む複数の判定ロジックを用いて前記内燃機関の失火を判定する

40

内燃機関の失火判定方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

50

【0001】

本発明は、内燃機関の失火判定装置および失火判定方法に関し、詳しくは、複数気筒の内燃機関における失火を判定する内燃機関の失火判定装置および失火判定方法に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、この種の内燃機関の失火判定装置としては、エンジンのクランクシャフトに取り付けられたモータのトルク補正量に基づいて失火を判定するものが提案されている（例えば、特許文献1参照）。この装置では、エンジンのクランクシャフトに生じるトルク変動をモータからのトルクによって打ち消すように制振制御し、この制振制御のためのモータのトルク補正值を用いて失火を判定している。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2001-65402号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、上述の内燃機関の失火判定装置では、エンジンの失火を精度よく判定することができない。エンジンの失火には、特定の1気筒だけが失火している単失火の他に、連続する2気筒が失火している連続失火や複数の気筒のうち一つの燃焼気筒を挟む2気筒が失火している間欠失火などがある。このため、制振制御のためのモータのトルク補正值を用いて失火を判定するのでは、こうした失火のパターンを考慮していないから、精度よく失火を判定することができない。エンジンの失火を精度よく判定することは、その後の対応などに役立てることができると共にエンジンを搭載した自動車などの装置の運転をよりスムーズに行なうことに役立てることができる。

20

【0005】

本発明の内燃機関の失火判定装置および失火判定方法は、内燃機関の失火をより精度よく判定することを目的の一つとする。また、本発明の内燃機関の失火判定装置および失火判定方法は、内燃機関の失火を失火パターンを含めてより適正に判定することを目的の一つとする。

30

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明の内燃機関の失火判定装置および失火判定方法は、上述の目的の少なくとも一部を達成するために以下の手段を採った。

【0007】

本発明の内燃機関の失火判定装置は、
複数気筒の内燃機関における失火を判定する内燃機関の失火判定装置であって、
前記内燃機関のクランクシャフトの回転位置を検出する回転位置検出手段と、
前記検出された回転位置に基づいて前記内燃機関の各気筒の点火時期に対応するクランク角における前記内燃機関の回転変動を順次演算する回転変動演算手段と、
前記順次演算された回転変動に基づく異なる複数の失火パターンの判定ロジックを用いて前記内燃機関の失火を判定する失火判定手段と、
を備えることを要旨とする。

40

【0008】

この本発明の内燃機関の失火判定装置では、内燃機関のクランクシャフトの回転位置に基づいて内燃機関の各気筒の点火時期に対応するクランク角における内燃機関の回転変動を順次演算し、順次演算した回転変動に基づく異なる複数の失火パターンの判定ロジックを用いて内燃機関の失火を判定する。この結果、内燃機関の失火を失火パターンを含めてより精度よく適正に判定することができる。ここで、「内燃機関」は、走行状態に対して独立に該内燃機関の運転ポイントを設定して運転されるハイブリッド自動車に搭載されて

50

なるものを考えることもできる。

【0009】

こうした本発明の内燃機関の失火判定装置において、前記失火判定手段は、複数の気筒のうち1気筒だけが失火している単失火パターンを判定する単失火判定ロジックと、複数の気筒のうち連続する2気筒が失火している連続失火パターンを判定する連続失火判定ロジックと、複数の気筒のうち一つの燃焼気筒を挟む2気筒が失火している間欠失火パターンを判定する間欠失火判定ロジックとのいずれかを含む複数の判定ロジックを用いて前記内燃機関の失火を判定する手段であるものとすることもできる。ここで、連続失火パターンにおける「連続する2気筒」は、点火順に連続する2気筒を意味し、間欠失火パターンにおける「一つの燃焼気筒を挟む2気筒」は点火順における一つの燃焼気筒を挟む2気筒を意味する。

10

【0010】

この単失火判定ロジックと連続失火判定ロジックと間欠失火判定ロジックとのいずれかを含む複数の判定ロジックを用いて失火を判定する態様の本発明の内燃機関の失火判定装置において、前記単失火判定ロジックは、前記内燃機関の1サイクルに対して前記回転変動演算手段により順次演算された回転変動のうち一つの回転変動だけが単失火用所定値以上となると共に該単失火用所定値以上となる回転変動である対象回転変動と該対象回転変動以外の他の回転変動との比が単失火用所定比範囲となるとときに単失火であると判定するロジックであるものとすることもできる。この場合、前記他の回転変動は、前記対象回転変動より三つ前の回転変動と前記対象回転変動より一つ前の回転変動と前記対象回転変動より一つ後の回転変動とのいずれか一つを含むことを特徴とするものとすることもできる。こうすれば、より適正に精度よく内燃機関の単失火を判定することができる。これらの態様の本発明の内燃機関の失火装置において、前記内燃機関の回転数を検出する回転数検出手段と、該検出された内燃機関の回転数が大きくなるほど小さくなる傾向に前記単失火用所定値を調整する第1単失火用所定値調整手段と、を備えるものとすることもできるし、前記内燃機関の吸入空気量を検出する吸入空気量検出手段と、該検出された吸入空気量から前記内燃機関の1サイクル当たりのサイクル吸入空気量を演算すると共に該演算したサイクル吸入空気量が大きくなるほど大きくなる傾向に前記単失火用所定値を調整する第2単失火用所定値調整手段と、を備えるものとすることもできる。こうすれば、より適正に精度よく内燃機関の単失火を判定することができる。

20

30

【0011】

また、単失火判定ロジックと連続失火判定ロジックと間欠失火判定ロジックとのいずれかを含む複数の判定ロジックを用いて失火を判定する態様の本発明の内燃機関の失火判定装置において、前記連続失火判定ロジックは、前記順次演算された回転変動と該回転変動よりクランク角が360度前に演算された回転変動との差である回転変動差を演算し、前記内燃機関の1サイクルに対して演算された回転変動差のうち一つの回転変動差だけが連続失火用所定値以上となるとときに連続失火と判定するロジックであるものとすることもできる。この場合、前記連続失火判定ロジックは、前記連続失火用所定値以上となる回転変動差である対象回転変動差と該対象回転変動差以外の他の回転変動差との比が連続失火用所定比範囲となるとときに連続失火であると判定するロジックであるものとすることもできる。更にこの場合、前記他の回転変動差は、前記対象回転変動差より三つ前の回転変動差と前記対象回転変動差より一つ前の回転変動差と前記対象回転変動差より一つ後の回転変動差とのいずれか一つを含むことを特徴とするものとすることもできる。こうすれば、より適正に精度よく内燃機関の連続失火を判定することができる。これらの態様の本発明の内燃機関の失火判定装置において、前記内燃機関の回転数を検出する回転数検出手段と、該検出された内燃機関の回転数が大きくなるほど小さくなる傾向に前記連続失火用所定値を調整する第1連続失火用所定値調整手段と、を備えるものとすることもできるし、前記内燃機関の吸入空気量を検出する吸入空気量検出手段と、該検出された吸入空気量から前記内燃機関の1サイクル当たりのサイクル吸入空気量を演算すると共に該演算したサイクル吸入空気量が大きくなるほど大きくなる傾向に前記連続失火用所定値を調整する第2連

40

50

続失火用所定値調整手段と、を備えるものとすることもできる。こうすれば、より適正に精度よく内燃機関の連続失火を判定することができる。

【0012】

さらに、単失火判定ロジックと連続失火判定ロジックと間欠失火判定ロジックとのいずれかを含む複数の判定ロジックを用いて失火を判定する態様の本発明の内燃機関の失火判定装置において、前記間欠失火判定ロジックは、前記順次演算された回転変動と該回転変動よりクランク角が360度前に演算された回転変動との和である回転変動和を演算し、前記内燃機関の1サイクルに対して演算された回転変動和のうち一つの回転変動和だけが間欠失火用所定値以上となるときに間欠失火と判定するロジックであるものとすることもできる。この場合、前記間欠失火判定ロジックは、前記間欠失火用所定値以上となる回転変動和である対象回転変動和と該対象回転変動和以外の他の回転変動和との比が間欠失火用所定比範囲となるときに間欠失火であると判定するロジックであるものとすることもできる。更にこの場合、前記他の回転変動和は、前記対象回転変動和より一つ前の回転変動和であることを特徴とするものとすることもできる。こうすれば、より適正に精度よく内燃機関の間欠失火を判定することができる。これらの態様の本発明の内燃機関の失火判定装置において、前記内燃機関の回転数を検出する回転数検出手段と、該検出された内燃機関の回転数が大きくなるほど小さくなる傾向に前記間欠失火用所定値を調整する第1間欠失火用所定値調整手段と、を備えるものとすることもできるし、前記内燃機関の吸入空気量を検出する吸入空気量検出手段と、該検出された吸入空気量から前記内燃機関の1サイクル当たりのサイクル吸入空気量を演算すると共に該演算したサイクル吸入空気量が大きくなるほど大きくなる傾向に前記間欠失火用所定値を調整する第2間欠失火用所定値調整手段と、を備えるものとすることもできる。

10

20

【0013】

また、単失火判定ロジックと連続失火判定ロジックと間欠失火判定ロジックとのいずれかを含む複数の判定ロジックを用いて失火を判定する態様の本発明の内燃機関の失火判定装置において、前記内燃機関は、偶数気筒であり、前記失火判定手段は、前記単失火判定ロジックと、前記連続失火判定ロジックと、前記間欠失火判定ロジックと、複数の気筒のうち対向する2気筒が失火している対向失火パターンを判定する対向失火判定ロジックと、前記内燃機関の1サイクル中に複数の気筒のうちいずれかの1気筒が不規則に失火しているランダム失火パターンを判定するランダム失火判定ロジックとのいずれかを含む複数の判定ロジックを用いて前記内燃機関の失火を判定する手段であるものとすることもできる。ここで、対向失火パターンにおける「対向する2気筒」は、例えば6気筒の場合には点火順の1番気筒と4番気筒とが相当し、8気筒の場合には点火順の1番気筒と5番気筒とが相当するように、失火している2気筒が鏡像的な関係にあるものを意味する。また、ランダム失火パターンにおける「不規則に失火している」は、あるサイクルでは点火順の1番気筒だけが失火しており他のサイクルでは点火順の他の気筒だけが失火している場合のように、1サイクル中に1気筒だけが失火しているものの失火している気筒が変化する場合を意味する。

30

【0014】

この対向失火判定ロジックやランダム失火判定ロジックを用いて失火を判定する態様の本発明の内燃機関の失火判定装置において、前記対向失火判定ロジックは、前記順次演算された回転変動と該回転変動よりクランク角が120度前に演算された回転変動との差である回転変動差を演算し、前記内燃機関の1サイクルに対して演算された回転変動差のうち二つの回転変動差が対向失火用所定値以上となるときに対向失火と判定するロジックであるものとすることもできる。この場合、前記対向失火判定ロジックは、前記対向失火用所定値以上となる二つの回転変動差である二つの対象回転変動差の比が第1対向失火用所定比範囲となると共に該二つの対象回転変動差の和と該二つの対象回転変動差以外の他の回転変動差との比が第2対向失火用所定比範囲となるときに対向失火であると判定するロジックであるものとすることもできる。更にこの場合、前記他の回転変動差は、前記二つの対象回転変動差より一つ前の回転変動差と前記二つの対象回転変動差より二つ前の回転

40

50

変動差とのいずれか一つを含むことを特徴とするものとすることもできる。こうすれば、より適正に精度よく内燃機関の対向失火を判定することができる。これらの態様の本発明の内燃機関の失火判定装置において、前記内燃機関の回転数を検出する回転数検出手段と、該検出された内燃機関の回転数が大きくなるほど小さくなる傾向に前記対向失火用所定値を調整する第1対向失火用所定値調整手段と、を備えるものとすることもできるし、前記内燃機関の吸入空気量を検出する吸入空気量検出手段と、該検出された吸入空気量から前記内燃機関の1サイクル当たりのサイクル吸入空気量を演算すると共に該演算したサイクル吸入空気量が大きくなるほど大きくなる傾向に前記対向失火用所定値を調整する第2対向失火用所定値調整手段と、を備えるものとすることもできる。

【0015】

また、対向失火判定ロジックやランダム失火判定ロジックを用いて失火を判定する態様の本発明の内燃機関の失火判定装置において、前記ランダム失火判定ロジックは、前記順次演算された回転変動と該回転変動よりクランク角が90度前に演算された回転変動との差である回転変動差を演算し、前記内燃機関の1サイクルに対して演算された回転変動差のうち一つの回転変動差がランダム失火用所定値以上となるときにランダム失火と判定するロジックであるものとすることもできる。この場合、前記ランダム失火判定ロジックは、前記ランダム失火用所定値以上となる回転変動差である対象回転変動差と該対象回転変動差以外の他の回転変動差との比がランダム失火用所定比範囲となるときにランダム失火であると判定するロジックであるものとすることもできる。更にこの場合、前記他の回転変動差は、前記対象回転変動差より一つ前の回転変動差と前記対象回転変動差より一つ後の回転変動差と前記対象回転変動差より三つ後の回転変動差のいずれか一つを含むことを特徴とするものとすることもできる。こうすれば、より適正に精度よく内燃機関のランダム失火を判定することができる。これらの態様の本発明の内燃機関の失火判定装置において、前記内燃機関の回転数を検出する回転数検出手段と、該検出された内燃機関の回転数が大きくなるほど小さくなる傾向に前記ランダム失火用所定値を調整する第1ランダム失火用所定値調整手段と、を備えるものとすることもできるし、前記内燃機関の吸入空気量を検出する吸入空気量検出手段と、該検出された吸入空気量から前記内燃機関の1サイクル当たりのサイクル吸入空気量を演算すると共に該演算したサイクル吸入空気量が大きくなるほど大きくなる傾向に前記ランダム失火用所定値を調整する第2ランダム失火用所定値調整手段と、を備えるものとすることもできる。

【0016】

本発明の内燃機関の失火判定装置において、前記回転変動演算手段は、前記内燃機関のクランクシャフトの所定クランク角毎の回転角速度を演算すると共に該内燃機関の各気筒の点火時期に対応する回転角速度と該回転角速度より前記所定クランク角前の回転角速度の差に基づいて回転変動を演算する手段であるものとすることもできる。また、前記回転変動演算手段は、前記内燃機関の各気筒の点火時期に対応する回転角加速度を前記回転変動として演算する手段であるものとすることもできる。

【0017】

本発明の第1の内燃機関の失火判定方法は、
複数気筒の内燃機関における失火を判定する内燃機関の失火判定方法であって、
前記内燃機関のクランクシャフトの回転位置に基づいて前記内燃機関の各気筒の点火時期に対応するクランク角における前記内燃機関の回転変動を順次演算し、
前記順次演算した回転変動に基づいて、複数の気筒のうち1気筒だけが失火している単失火パターンを判定する単失火判定ロジックと、複数の気筒のうち連続する2気筒が失火している連続失火パターンを判定する連続失火判定ロジックと、複数の気筒のうち一つの燃焼気筒を挟む2気筒が失火している間欠失火パターンを判定する間欠失火判定ロジックとのいずれかを含む複数の判定ロジックを用いて前記内燃機関の失火を判定することを要旨とする。

【0018】

この本発明の第1の内燃機関の失火判定方法では、内燃機関のクランクシャフトの回転

10

20

30

40

50

位置に基づいて内燃機関の各気筒の点火時期に対応するクランク角における内燃機関の回転変動を順次演算し、この順次演算した回転変動に基づいて、複数の気筒のうちの1気筒だけが失火している単失火パターンを判定する単失火判定ロジックと、複数の気筒のうち連続する2気筒が失火している連続失火パターンを判定する連続失火判定ロジックと、複数の気筒のうち一つの燃焼気筒を挟む2気筒が失火している間欠失火パターンを判定する間欠失火判定ロジックとのいずれかを含む複数の判定ロジックを用いて内燃機関の失火を判定する。したがって、内燃機関の失火を失火パターンを含めてより精度よく適正に判定することができる。

【0019】

本発明の第2の内燃機関の失火判定方法は、

偶数である複数の気筒の内燃機関における失火を判定する内燃機関の失火判定方法であって、

前記内燃機関のクランクシャフトの回転位置に基づいて前記内燃機関の各気筒の点火時期に対応するクランク角における前記内燃機関の回転変動を順次演算し、

前記順次演算した回転変動に基づいて、複数の気筒のうちの1気筒だけが失火している単失火パターンを判定する単失火判定ロジックと、複数の気筒のうち連続する2気筒が失火している連続失火パターンを判定する連続失火判定ロジックと、複数の気筒のうち一つの燃焼気筒を挟む2気筒が失火している間欠失火パターンを判定する間欠失火判定ロジックと、複数の気筒のうちの対向する2気筒が失火している対向失火パターンを判定する対向失火判定ロジックと、前記内燃機関の1サイクル中に複数の気筒のうちのいずれかの1気筒が不規則に失火しているランダム失火パターンを判定するランダム失火判定ロジックとのいずれかを含む複数の判定ロジックを用いて前記内燃機関の失火を判定する

ことを要旨とする。

【0020】

この本発明の第2の内燃機関の失火判定方法では、内燃機関のクランクシャフトの回転位置に基づいて内燃機関の各気筒の点火時期に対応するクランク角における内燃機関の回転変動を順次演算し、この順次演算した回転変動に基づいて、複数の気筒のうちの1気筒だけが失火している単失火パターンを判定する単失火判定ロジックと、複数の気筒のうち連続する2気筒が失火している連続失火パターンを判定する連続失火判定ロジックと、複数の気筒のうち一つの燃焼気筒を挟む2気筒が失火している間欠失火パターンを判定する間欠失火判定ロジックと複数の気筒のうちの対向する2気筒が失火している対向失火パターンを判定する対向失火判定ロジックと、前記内燃機関の1サイクル中に複数の気筒のうちのいずれかの1気筒が不規則に失火しているランダム失火パターンを判定するランダム失火判定ロジックとのいずれかを含む複数の判定ロジックを用いて内燃機関の失火を判定する。したがって、内燃機関の失火を失火パターンを含めてより精度よく適正に判定することができる。

【図面の簡単な説明】

【0021】

【図1】本発明の一実施例としての内燃機関の失火判定装置を搭載するハイブリッド自動車20の構成の概略を示す構成図である。

【図2】内燃機関の失火判定装置として機能するエンジン用電子制御ユニット24とこのエンジン用電子制御ユニット24により運転制御されるエンジン22の構成の概略を示す構成図である。

【図3】エンジン用電子制御ユニット24により実行される失火判定処理の一例を示すフローチャートである。

【図4】単失火判定処理の一例を示すフローチャートである。

【図5】連続失火判定処理の一例を示すフローチャートである。

【図6】間欠失火判定処理の一例を示すフローチャートである。

【図7】第1単失火判定値A1とクランクシャフト26の回転数Nとクランクシャフト26の1回転当たりの吸入空気量Gaとの関係の一例を示す説明図である。

10

20

30

40

50

【図 8】単失火を生じているときの回転変動 $N \times d$ の時間変化の一例を示す説明図である。

【図 9】第 1 連続失火判定値 B_1 とクランクシャフト 26 の回転数 N とクランクシャフト 26 の 1 回転当たりの吸入空気量 G_a との関係の一例を示す説明図である。

【図 10】連続失火を生じているときの回転変動差 $N \times d_{flx}$ の時間変化の一例を示す説明図である。

【図 11】第 1 間欠失火判定値 C_1 とクランクシャフト 26 の回転数 N とクランクシャフト 26 の 1 回転当たりの吸入空気量 G_a との関係の一例を示す説明図である。

【図 12】間欠失火を生じているときの回転変動和 $N \times d_{int}$ の時間変化の一例を示す説明図である。

【図 13】第 2 実施例のエンジン用電子制御ユニット 24 により実行される失火判定処理の一例を示すフローチャートである。

【図 14】対向失火判定処理の一例を示すフローチャートである。

【図 15】ランダム失火判定処理の一例を示すフローチャートである。

【図 16】第 1 対向失火判定値 D_1 とクランクシャフト 26 の回転数 N とクランクシャフト 26 の 1 回転当たりの吸入空気量 G_a との関係の一例を示す説明図である。

【図 17】対向失火を生じているときの回転変動差 $N \times d_{120}$ の時間変化の一例を示す説明図である。

【図 18】第 1 ランダム失火判定値 E_1 とクランクシャフト 26 の回転数 N とクランクシャフト 26 の 1 回転当たりの吸入空気量 G_a との関係の一例を示す説明図である。

【図 19】ランダム失火を生じているときの回転変動差 $N \times d_{90}$ の時間変化の一例を示す説明図である。

【発明を実施するための形態】

【0022】

次に、本発明を実施するための形態を実施例を用いて説明する。

【実施例 1】

【0023】

図 1 は本発明の一実施例としての内燃機関の失火判定装置を搭載するハイブリッド自動車 20 の構成の概略を示す構成図であり、図 2 は内燃機関の失火判定装置として機能するエンジン用電子制御ユニット 24 とこのエンジン用電子制御ユニット 24 により運転制御されるエンジン 22 の構成の概略を示す構成図である。実施例のハイブリッド自動車 20 は、図 1 に示すように、エンジン用電子制御ユニット（図 1 中ではエンジン ECU と省略）24 により運転制御されるエンジン 22 と、エンジン 22 の出力軸としてのクランクシャフト 26 にキャリアが接続されると共に駆動輪 69a, 69b の車軸に連結された駆動軸にリングギヤが接続された遊星歯車機構 30 と、遊星歯車機構 30 のサンギヤに接続されインバータ 41 を介してモータ用電子制御ユニット（図 1 中ではモータ ECU と省略）40 によって駆動制御を受ける発電可能なモータ MG1 と、駆動輪 69a, 69b の車軸に連結された駆動軸に取り付けられインバータ 42 を介してモータ用電子制御ユニット 40 によって駆動制御を受ける動力を入出力可能なモータ MG2 と、インバータ 41, 42 を介してモータ MG1, MG2 と電力のやりとりが可能なバッテリー 50 と、ハイブリッド自動車 20 全体をコントロールするハイブリッド用電子制御ユニット 70 とを備える。このハイブリッド用電子制御ユニット 70 は、CPU 72 を中心とするマイクロプロセッサとして構成されており、CPU 72 の他に処理プログラムを記憶する ROM 74 と、データを一時的に記憶する RAM 76 と、図示しない入出力ポートおよび通信ポートとを備える。ハイブリッド用電子制御ユニット 70 には、シフトレバー 81 の操作位置を検出するシフトポジションセンサ 82 からのシフトポジション SP, アクセルペダル 83 の踏み込み量を検出するアクセルペダルポジションセンサ 84 からのアクセル開度 Acc, ブレーキペダル 85 の踏み込み量を検出するブレーキペダルポジションセンサ 86 からのブレーキペダルポジション BP, 車速センサ 88 からの車速 V などが入力ポートを介して入力されている。ハイブリッド用電子制御ユニット 70 は、前述したように、エンジン用電子制

10

20

30

40

50

御ユニット 24 やモータ用電子制御ユニット 40 などと通信ポートを介して接続されており、エンジン用電子制御ユニット 24 やモータ用電子制御ユニット 40 などと各種制御信号やデータのやりとりを行なっている。

【0024】

エンジン 22 は、例えばガソリンまたは軽油などの炭化水素系の燃料により動力を出力可能な直列 6 気筒の内燃機関として構成されており、図 2 に示すように、エアクリーナ 122 により清浄された空気をスロットルバルブ 124 を介して吸入すると共に燃料噴射弁 126 からガソリンを噴射して吸入された空気とガソリンとを混合し、この混合気を吸気バルブ 128 を介して燃料室に吸入し、点火プラグ 130 による電気火花によって爆発燃焼させて、そのエネルギーにより押し下げられるピストン 132 の往復運動をクランクシャフト 26 の回転運動に変換する。エンジン 22 からの排気は、一酸化炭素 (CO) や炭化水素 (HC)、窒素酸化物 (NOx) の有害成分を浄化する浄化装置 (三元触媒) 134 を介して外気へ排出される。なお、実施例のエンジン 22 は、各気筒の各点火タイミングがクランク角 120°CA ずつ異なるように各気筒のピストン 132 がクランクシャフト 26 に取り付けられている。

10

【0025】

エンジン 22 を制御するエンジン用電子制御ユニット 24 は、CPU 24a を中心とするマイクロプロセッサとして構成されており、CPU 24a の他に処理プログラムを記憶する ROM 24b と、データを一時的に記憶する RAM 24c と、図示しないフラッシュメモリや入出力ポート、通信ポートとを備える。エンジン用電子制御ユニット 24 には、エンジン 22 の状態を検出する種々のセンサからの信号が図示しない入力ポートを介して入力されている。例えば、エンジン用電子制御ユニット 24 には、クランクシャフト 26 の回転角としてのクランク角 CA を検出するクランク角センサ 140 のクランク角 CA やエンジン 22 の冷却水の温度を検出する水温センサ 142 からの冷却水温、燃焼室へ吸排気を行なう吸気バルブ 128 や排気バルブを開閉するカムシャフトの回転位置を検出するカムポジションセンサ 144 からのカムポジション、スロットルバルブ 124 のポジションを検出するスロットルバルブポジションセンサ 146 からのスロットルポジション、エンジン 22 の負荷としての吸入空気量を検出するバキュームセンサ 148 からの吸入空気量 Ga などが入力ポートを介して入力されている。ここで、クランク角センサ 140 は、クランクシャフト 26 に取り付けられた図示しないマグネットロータに対向する位置に磁気抵抗素子を配置した MRE 回転センサとして構成されており、所定角度 (例えばクランク角 10°CA) ごとにパルスを出力する。実施例では、このクランク角センサ 140 が発生するパルスを利用してクランク角 CA を特定すると共にエンジン 22 の回転数 N を計算している。また、エンジン用電子制御ユニット 24 からは、エンジン 22 を駆動するための種々の制御信号が図示しない出力ポートを介して出力されている。例えば、エンジン ECU 24 からは、燃料噴射弁 126 への駆動信号や、スロットルバルブ 124 のポジションを調節するスロットルモータ 136 への駆動信号、イグナイタと一体化されたイグニッションコイル 138 への制御信号、吸気バルブ 128 の開閉タイミングを変更可能な可変バルブタイミング機構 150 への制御信号などが出力ポートを介して出力されている。前述したように、エンジン用電子制御ユニット 24 は、ハイブリッド用電子制御ユニット 70 と通信しており、ハイブリッド用電子制御ユニット 70 からの制御信号によりエンジン 22 を運転制御すると共に必要に応じてエンジン 22 の運転状態に関するデータを出力する。

20

30

40

【0026】

次に、こうして構成された実施例のハイブリッド自動車 20 の動作、特にエンジン用電子制御ユニット 24 によるエンジン 22 の失火を判定する際の動作について説明する。図 3 は、エンジン用電子制御ユニット 24 により実行される失火判定処理の一例を示すフローチャートである。この失火判定処理は、エンジン 22 が始動されてから常時繰り返し実行される。

【0027】

50

失火判定処理が実行されると、まず、クランク角センサ 140 からのクランク角 CA やパキュームセンサ 148 からの吸入空気量 Ga など間欠失火の判定に必要なデータを入力する処理を実行する (ステップ S100)。続いて、入力したクランク角 CA に基づいてクランク角 60° CA 毎のクランクシャフト 26 の回転数 N を計算する (ステップ S110)。このクランク角 60° CA 毎の回転数 N は、クランク角 10° CA 前のパルスとの間隔により求めることができる。そして、クランク角 60° CA 毎の回転数 N の差としてエンジン 22 の各気筒の点火タイミングに対応してクランク角 120° CA 毎の回転変動 $N \times d$ を計算する (ステップ S120)。そして、計算した回転変動 $N \times d$ に対してクランク角 360° CA 前の回転変動 $N \times d$ との差を回転変動差 $N \times d f l x$ として計算すると共に (ステップ S130)、計算した回転変動 $N \times d$ に対してクランク角 360° CA 前の回転変動 $N \times d$ との和を回転変動和 $N \times d i n t$ として計算する (ステップ S140)。ここで、回転変動 $N \times d$ は、前述したように、クランク角 120° CA 毎に計算するから、クランク角 360° CA 前の回転変動 $N \times d$ は 3 つ前の回転変動となる。図中のフローチャートでは、これを表わすために回転変動 $N \times d (n)$, $N \times d (n - 3)$ として示した。

【0028】

こうして回転変動 $N \times d$ と回転変動差 $N \times d f l x$ と回転変動和 $N \times d i n t$ とを計算すると、計算したこれらの値を用いて、6 気筒のうち 1 気筒だけが失火している単失火パターンを判定する単失火判定処理 (ステップ S150) と、6 気筒のうち連続する 2 気筒が失火している連続失火パターンを判定する連続失火判定処理 (ステップ S160) と、6 気筒のうち一つの燃焼気筒を挟む 2 気筒が失火している間欠失火パターンを判定する間欠失火判定処理 (ステップ S170) とを実行し、単失火や連続失火、間欠失火が生じているときにはこれらを検出して失火判定処理を終了する。実施例では、単失火判定処理は図 4 に例示するフローチャートにより実行され、連続失火判定処理は図 5 に例示するフローチャートにより実行され、間欠失火判定処理は図 6 に例示するフローチャートにより実行される。以下、図 4 ないし図 6 を用いて単失火判定処理や連続失火判定処理、間欠失火判定処理について順に説明する。

【0029】

単失火判定処理では、図 4 のフローチャートに示すように、まず、クランクシャフト 26 の回転数 N と吸入空気量 Ga とに基づいて単失火を判定するための判定値の一つとしての第 1 単失火判定値 A1 を設定する (ステップ S200)。ここで、第 1 単失火判定値 A1 は、クランクシャフト 26 の回転数 N が大きくなるほど小さくなる傾向に、クランクシャフト 26 の 1 回転当たりの吸入空気量 Ga が大きいほど大きくなる傾向に設定される。第 1 単失火判定値 A1 とクランクシャフト 26 の回転数 N とクランクシャフト 26 の 1 回転当たりの吸入空気量 Ga との関係の一例を図 7 に示す。こうして第 1 単失火判定値 A1 を設定すると、回転変動 $N \times d$ を第 1 単失火判定値 A1 と比較し (ステップ S210)、回転変動 $N \times d$ が第 1 単失火判定値 A1 以下のときには単失火は生じていないと判断して処理を終了する。回転変動 $N \times d$ が第 1 単失火判定値 A1 を超えるときには、超えた回転変動 $N \times d$ を 3 番目の失火気筒と判定し (ステップ S220)、失火気筒の 3 つ前の気筒に対応する回転変動 $N \times d (0)$ を失火気筒の回転変動 $N \times d (3)$ で除して回転変動比 $N j a 2$ を計算すると共に (ステップ S230)、失火気筒の一つ前の気筒に対応する回転変動 $N \times d (2)$ を失火気筒の回転変動 $N \times d (3)$ で除して回転変動比 $N j a 3$ を計算し (ステップ S240)、更に、失火気筒の一つ後の気筒に対応する回転変動 $N \times d (4)$ を失火気筒の回転変動 $N \times d (3)$ で除して回転変動比 $N j a 4$ を計算する (ステップ S250)。そして、計算した回転変動比 $N j a 2$ が第 2 単失火判定値 A21, A22 の範囲内にあるか否かを判定すると共に (ステップ S260)、計算した回転変動比 $N j a 3$ が第 3 単失火判定値 A31, A32 の範囲内にあるか否かを判定し (ステップ S270)、更に、計算した回転変動比 $N j a 4$ が第 4 単失火判定値 A41, A42 の範囲内にあるか否かを判定する (ステップ S280)。ここで、第 2 単失火判定値 A21, A22 や第 3 単失火判定値 A31, A32, 第 4 単失火判定値 A41, A42 は、単失火を生じ

たときの回転変動比 N_{ja2} や回転変動比 N_{ja3} , 回転変動比 N_{ja4} より小さな値と大きな値となるように実験などにより定められている。回転変動比 N_{ja2} が第2単失火判定値 A_{21} , A_{22} の範囲内にあると共に回転変動比 N_{ja3} が第3単失火判定値 A_{31} , A_{32} の範囲内にあり、更に、回転変動比 N_{ja4} が第4単失火判定値 A_{41} , A_{42} の範囲内にあるときには単失火である旨を出力して(ステップ S_{290})、処理を終了し、回転変動比 N_{ja2} が第2単失火判定値 A_{21} , A_{22} の範囲内にないときや回転変動比 N_{ja3} が第3単失火判定値 A_{31} , A_{32} の範囲内にないとき或いは回転変動比 N_{ja4} が第4単失火判定値 A_{41} , A_{42} の範囲内にないときのいずれかのときには単失火は生じていないと判断して処理を終了する。図8は、単失火を生じているときの回転変動 $N \times d$ の時間変化の一例を示す説明図である。図示するように、単失火が生じているときは1サイクル中の1気筒だけが回転変動 $N \times d$ が第1単失火判定値 A_1 を明確に超えるパターンとなる。実施例では、この明確に判定可能な値に着目すると共にそのパターンが単失火であることを回転変動比 N_{ja2} や回転変動比 N_{ja3} , 回転変動比 N_{ja4} を用いて判定している。これにより、より適正に精度よく単失火を判定することができる。

10

20

30

40

50

【0030】

連続失火判定処理では、図5のフローチャートに示すように、まず、クランクシャフト26の回転数 N と吸入空気量 G_a とに基づいて連続失火を判定するための判定値の一つとしての第1連続失火判定値 B_1 を設定する(ステップ S_{300})。ここで、第1連続失火判定値 B_1 は、第1単失火判定値 A_1 と同様に、クランクシャフト26の回転数 N が大きくなるほど小さくなる傾向に、クランクシャフト26の1回転当たりの吸入空気量 G_a が大きいほど大きくなる傾向に設定される。第1連続失火判定値 B_1 とクランクシャフト26の回転数 N とクランクシャフト26の1回転当たりの吸入空気量 G_a との関係の一例を図9に示す。こうして第1連続失火判定値 B_1 を設定すると、回転変動差 $N \times d f l x$ を第1連続失火判定値 B_1 と比較し(ステップ S_{310})、回転変動差 $N \times d f l x$ が第1連続失火判定値 B_1 以下のときには連続失火は生じていないと判断して処理を終了する。回転変動差 $N \times d f l x$ が第1連続失火判定値 B_1 を超えるときには、超えた回転変動差 $N \times d f l x$ を3番目の失火気筒と判定し(ステップ S_{320})、失火気筒の一つ前の気筒に対応する回転変動差 $N \times d f l x(2)$ を失火気筒の回転変動差 $N \times d f l x(3)$ で除して回転変動差比 N_{jb2} を計算すると共に(ステップ S_{330})、失火気筒の一つ後の気筒に対応する回転変動差 $N \times d f l x(4)$ を失火気筒の回転変動差 $N \times d f l x(3)$ で除して回転変動差比 N_{jb3} を計算する(ステップ S_{340})。そして、計算した回転変動差比 N_{jb2} が第2連続失火判定値 B_{21} , B_{22} の範囲内にあるか否かを判定すると共に計算した回転変動差比 N_{jb3} が第3連続失火判定値 B_{31} , B_{32} の範囲内にあるか否かを判定する(ステップ S_{350})。ここで、第2連続失火判定値 B_{21} , B_{22} や第3連続失火判定値 B_{31} , B_{32} は、連続失火を生じたときの回転変動差比 N_{jb2} や回転変動差比 N_{jb3} より小さな値と大きな値となるように実験などにより定められている。回転変動差比 N_{jb2} が第2連続失火判定値 B_{21} , B_{22} の範囲内にないと共に回転変動差比 N_{jb3} が第3連続失火判定値 B_{31} , B_{32} の範囲内にないときには、連続失火は生じていないと判断して処理を終了する。一方、回転変動差比 N_{jb2} が第2連続失火判定値 B_{21} , B_{22} の範囲内にあるか或いは回転変動差比 N_{jb3} が第3連続失火判定値 B_{31} , B_{32} の範囲内にあるときには、失火気筒の三つ前の気筒に対応する回転変動差 $N \times d f l x(0)$ を失火気筒の回転変動差 $N \times d f l x(3)$ で除して回転変動差比 N_{jb4} を計算し(ステップ S_{360})、計算した回転変動差比 N_{jb4} が第4連続失火判定値 B_{41} , B_{42} の範囲内にあるか否かを判定する(ステップ S_{370})。ここで、第4連続失火判定値 B_{41} , B_{42} は、連続失火を生じたときの回転変動差比 N_{jb4} より小さな値と大きな値となるように実験などにより定められている。回転変動差比 N_{jb4} が第4連続失火判定値 B_{41} , B_{42} の範囲内にあるときには連続失火である旨を出力して(ステップ S_{380})、処理を終了し、回転変動差比 N_{ja4} が第4連続失火判定値 B_{41} , B_{42} の範囲内にないときには連続失火は生じていないと判断して処理を終了する。図10は、連続失火を生じているときの回転変動差 $N \times d f l x$ の時間

変化の一例を示す説明図である。図示するように、連続失火が生じているときには回転変動差 $N \times d f l x$ が第1連続失火判定値 $B 1$ を明確に超えるパターンとなる。実施例では、この明確に判定可能な値に着目すると共にそのパターンが連続失火であることを回転変動差比 $N j b 2$ や回転変動差比 $N j b 3$, 回転変動差比 $N j b 4$ を用いて判定している。これにより、より適正に精度よく連続失火を判定することができる。

【0031】

間欠失火判定処理では、図6のフローチャートに示すように、まず、クランクシャフト26の回転数 N と吸入空気量 $G a$ とに基づいて間欠失火を判定するための判定値の一つとしての第1間欠失火判定値 $C 1$ を設定する(ステップ $S 4 0 0$)。ここで、第1連続失火判定値 $C 1$ は、クランクシャフト26の回転数 N が大きくなるほど小さくなる傾向に、クランクシャフト26の1回転当たりの吸入空気量 $G a$ が大きいほど大きくなる傾向に設定される。第1間欠失火判定値 $C 1$ とクランクシャフト26の回転数 N とクランクシャフト26の1回転当たりの吸入空気量 $G a$ との関係の一例を図11に示す。こうして第1間欠失火判定値 $C 1$ を設定すると、回転変動和 $N \times d i n t$ を第1間欠失火判定値 $C 1$ と比較し(ステップ $S 4 1 0$)、回転変動和 $N \times d i n t$ が第1間欠失火判定値 $C 1$ 以下のときには間欠失火は生じていないと判断して処理を終了する。回転変動和 $N \times d i n t$ が第1間欠失火判定値 $C 1$ を超えるときには、超えた回転変動和 $N \times d i n t$ を3番目の失火気筒と判定し(ステップ $S 4 2 0$)、失火気筒の一つ前の気筒に対応する回転変動和 $N \times d i n t (2)$ を失火気筒の回転変動和 $N \times d i n t (3)$ で除して回転変動和比 $N j c 2$ を計算し(ステップ $S 4 3 0$)、計算した回転変動和比 $N j c 2$ が第2間欠失火判定値 $C 2$ 未満であるか否かを判定する(ステップ $S 4 4 0$)。ここで、第2間欠失火判定値 $C 2$ は、間欠失火を生じたときの回転変動和比 $N j c 2$ より大きな値となるよう、且つ、間欠失火を生じていないときの回転変動和比 $N j c 2$ より小さな値となるよう実験などにより定められている。回転変動和比 $N j c 2$ が第2間欠失火判定値 $C 2$ 未満のときには間欠失火である旨を出力して(ステップ $S 4 5 0$)、処理を終了し、回転変動和比 $N j c 2$ が第2間欠失火判定値 $C 2$ 以上のときには間欠失火は生じていないと判断して処理を終了する。図12は、間欠失火を生じているときの回転変動和 $N \times d i n t$ の時間変化の一例を示す説明図である。図示するように、間欠失火が生じているときには回転変動和 $N \times d i n t$ が第1間欠失火判定値 $C 1$ を明確に超えるパターンとなる。実施例では、この明確に判定可能な値に着目すると共にそのパターンが間欠失火であることを回転変動和比 $N j c 2$ を用いて判定している。これにより、より適正に精度よく間欠失火を判定することができる。

【0032】

以上説明した実施例のハイブリッド自動車20における失火判定装置によれば、回転変動 $N \times d$ や回転変動差 $N \times d f l x$, 回転変動和 $N \times d i n t$ を用いて単失火判定処理や連続失火判定処理, 間欠失火判定処理を実行することにより、単失火や連続失火, 間欠失火をより適正に精度よく判定することができる。即ち、失火パターンを考慮した異なる複数の判定ロジックを用いてエンジン22の失火を判定するから、エンジン22の失火を失火パターンを含めてより適正に精度よく判定することができる。

【0033】

また、実施例のハイブリッド自動車20における失火判定装置によれば、エンジン22の各気筒の点火タイミングに対応するクランク角 $120^\circ C A$ 毎のクランクシャフト26の回転数 N の変動値である回転変動 $N \times d$ を用いることにより、より明確に適正に精度よく単失火を判定することができる。しかも、クランクシャフト26の回転数 N とクランクシャフト26の1回転当たりの吸入空気量 $G a$ とに応じた第1単失火判定値 $A 1$ を用いて判定するから、より適正に単失火を判定することができる。また、実施例のハイブリッド自動車20における失火判定装置によれば、第1単失火判定値 $A 1$ を超えた回転変動 $N \times d (3)$ に対する三つ前の回転変動 $N \times d (0)$ である回転変動比 $N j a 2$ や回転変動 $N \times d (3)$ に対する一つ前の回転変動 $N \times d (2)$ である回転変動比 $N j a 3$, 回転変動 $N \times d (3)$ に対する一つ後の回転変動 $N \times d (4)$ である回転変動比 $N j a 4$ を用いて単失火のパターン判定を行なうから、より適正に単失火を判定することができる。このよ

10

20

30

40

50

うにより適正に単失火を判定することにより、単失火に対する対応をより適正なものとする
ことができる。

【0034】

さらに、実施例のハイブリッド自動車20における失火判定装置によれば、エンジン22の各気筒の点火タイミングに対応するクランク角 120° CA毎のクランクシャフト26の回転数Nの変動値である回転変動 $N \times d$ のクランク角 360° CAとの差である回転変動差 $N \times d f l x$ を用いることにより、より明確に適正に精度よく連続失火を判定することができる。しかも、クランクシャフト26の回転数Nとクランクシャフト26の1回転当たりの吸入空気量Gaとに応じた第1連続失火判定値B1を用いて判定するから、より適正に連続失火を判定することができる。また、実施例のハイブリッド自動車20における失火判定装置によれば、第1連続失火判定値B1を超えた回転変動差 $N \times d f l x$ (3)に対する一つ前の回転変動差 $N \times d f l x$ (2)である回転変動差比 $N j b 2$ や回転変動差 $N \times d f l x$ (3)に対する一つ後の回転変動差 $N \times d f l x$ (4)である回転変動差比 $N j b 3$ 、回転変動差 $N \times d f l x$ (3)に対する三つ前の回転変動差 $N \times d f l x$ (0)である回転変動差比 $N j b 4$ を用いて連続失火のパターン判定を行なうから、より適正に連続失火を判定することができる。このようにより適正に連続失火を判定することにより、連続失火に対する対応をより適正なものとする
ことができる。

10

【0035】

あるいは、実施例のハイブリッド自動車20における失火判定装置によれば、エンジン22の各気筒の点火タイミングに対応するクランク角 120° CA毎のクランクシャフト26の回転数Nの変動値である回転変動 $N \times d$ のクランク角 360° CAとの和である回転変動和 $N \times d i n t$ を用いることにより、より明確に適正に精度よく間欠失火を判定することができる。しかも、クランクシャフト26の回転数Nとクランクシャフト26の1回転当たりの吸入空気量Gaとに応じた第1間欠失火判定値C1を用いて判定するから、より適正に間欠失火を判定することができる。また、実施例のハイブリッド自動車20における失火判定装置によれば、第1間欠失火判定値C1を超えた回転変動和 $N \times d i n t$ (3)に対する一つ前の回転変動和 $N \times d i n t$ (2)である回転変動和比 $N j c 2$ を用いて間欠失火のパターン判定を行なうから、より適正に間欠失火を判定することができる。このようにより適正に間欠失火を判定することにより、間欠失火に対する対応をより適正なものとする
ことができる。

20

30

【0036】

実施例のハイブリッド自動車20における失火判定装置では、回転変動 $N \times d$ や回転変動差 $N \times d f l x$ 、回転変動和 $N \times d i n t$ を用いて単失火判定処理や連続失火判定処理、間欠失火判定処理を実行することにより、単失火や連続失火、間欠失火を判定するものとしたが、こうした失火判定ロジックは単失火判定処理や連続失火判定処理、間欠失火判定処理に限られず、他の失火パターンを判定する失火判定ロジックを用いて失火を判定するものとしてもよい。また、単失火判定処理や連続失火判定処理、間欠失火判定処理におけるすべての失火判定ロジックを用いて失火を判定する必要はなく、これらの失火判定ロジックのいずれかを用いて失火を判定するものとしても構わない。

【0037】

実施例のハイブリッド自動車20における失火判定装置では、エンジン22の各気筒の点火タイミングに対応するクランク角 120° CA毎の回転変動 $N \times d$ をクランク角 60° CA毎の回転数Nの差として計算するものとしたが、異なるクランク角毎の回転数Nの差として計算するものとしても構わない。また、エンジン22の各気筒の点火タイミングに対応するクランク角 120° CA毎の回転角加速度を計算し、これを回転変動 $N \times d$ として用いるものとしても構わない。

40

【0038】

実施例のハイブリッド自動車20の失火判定装置における単失火判定処理では、クランクシャフト26の回転数Nとクランクシャフト26の1回転当たりの吸入空気量Gaとに応じた第1単失火判定値A1を用いて単失火を判定するものとしたが、クランクシャフト

50

26の回転数Nとは無関係にクランクシャフト26の1回転当たりの吸入空気量Gaにだけ応じた第1単失火判定値A1を用いて単失火を判定するものとしてもよいし、クランクシャフト26の1回転当たりの吸入空気量Gaとは無関係にクランクシャフト26の回転数Nにだけ応じた第1単失火判定値A1を用いて単失火を判定するものとしてもよい。また、クランクシャフト26の回転数Nともクランクシャフト26の1回転当たりの吸入空気量Gaとも無関係に設定された第1単失火判定値A1を用いて単失火を判定するものとしても差し支えない。

【0039】

実施例のハイブリッド自動車20の失火判定装置における単失火判定処理では、第1単失火判定値A1を超えた回転変動 $N \times d(3)$ に対する三つ前の回転変動 $N \times d(0)$ である回転変動比 $N_j a 2$ や回転変動 $N \times d(3)$ に対する一つ前の回転変動 $N \times d(2)$ である回転変動比 $N_j a 3$ 、回転変動 $N \times d(3)$ に対する一つ後の回転変動 $N \times d(4)$ である回転変動比 $N_j a 4$ を用いて単失火のパターン判定を行なうものとしたが、回転変動比 $N_j a 2$ や回転変動比 $N_j a 3$ 、回転変動比 $N_j a 4$ のすべてを用いて単失火のパターン判定を行なう必要はなく、これらのいずれかを用いて単失火のパターン判定を行なうものとしてもよいし、これらのいずれをも用いないものとしても構わない。また、回転変動比 $N_j a 2$ や回転変動比 $N_j a 3$ 、回転変動比 $N_j a 4$ とは異なる回転変動比を用いて単失火のパターン判定を行なうものとしても差し支えない。

【0040】

実施例のハイブリッド自動車20の失火判定装置における連続失火判定処理では、クランクシャフト26の回転数Nとクランクシャフト26の1回転当たりの吸入空気量Gaとにだけ応じた第1連続失火判定値B1を用いて連続失火を判定するものとしたが、クランクシャフト26の回転数Nとは無関係にクランクシャフト26の1回転当たりの吸入空気量Gaにだけ応じた第1連続失火判定値B1を用いて連続失火を判定するものとしてもよいし、クランクシャフト26の1回転当たりの吸入空気量Gaとは無関係にクランクシャフト26の回転数Nにだけ応じた第1連続失火判定値B1を用いて連続失火を判定するものとしてもよい。また、クランクシャフト26の回転数Nともクランクシャフト26の1回転当たりの吸入空気量Gaとも無関係に設定された第1連続失火判定値B1を用いて連続失火を判定するものとしても差し支えない。

【0041】

実施例のハイブリッド自動車20の失火判定装置における連続失火判定処理では、第1連続失火判定値B1を超えた回転変動差 $N \times d f l x(3)$ に対する一つ前の回転変動差 $N \times d f l x(2)$ である回転変動差比 $N_j b 2$ や回転変動差 $N \times d f l x(3)$ に対する一つ後の回転変動差 $N \times d f l x(4)$ である回転変動差比 $N_j b 3$ 、回転変動差 $N \times d f l x(3)$ に対する三つ前の回転変動差 $N \times d f l x(0)$ である回転変動差比 $N_j b 4$ を用いて連続失火のパターン判定を行なうものとしたが、回転変動差比 $N_j b 2$ や回転変動差比 $N_j b 3$ 、回転変動差比 $N_j b 4$ のすべてを用いて連続失火のパターン判定を行なう必要はなく、これらのいずれかを用いて連続失火のパターン判定を行なうものとしてもよいし、これらのいずれをも用いないものとしても構わない。また、回転変動差比 $N_j b 2$ や回転変動差比 $N_j b 3$ 、回転変動差比 $N_j b 4$ とは異なる回転変動差比を用いて連続失火のパターン判定を行なうものとしても差し支えない。

【0042】

実施例のハイブリッド自動車20の失火判定装置における間欠失火判定処理では、クランクシャフト26の回転数Nとクランクシャフト26の1回転当たりの吸入空気量Gaとにだけ応じた第1間欠失火判定値C1を用いて間欠失火を判定するものとしたが、クランクシャフト26の回転数Nとは無関係にクランクシャフト26の1回転当たりの吸入空気量Gaにだけ応じた第1間欠失火判定値C1を用いて間欠失火を判定するものとしてもよいし、クランクシャフト26の1回転当たりの吸入空気量Gaとは無関係にクランクシャフト26の回転数Nにだけ応じた第1間欠失火判定値C1を用いて間欠失火を判定するものとしてもよい。また、クランクシャフト26の回転数Nともクランクシャフト26の1回転

10

20

30

40

50

当たりの吸入空気量 G_a とも無関係に設定された第 1 間欠失火判定値 C_1 を用いて間欠失火を判定するものとしても差し支えない。

【0043】

実施例のハイブリッド自動車 20 の失火判定装置における間欠失火判定処理では、第 1 間欠失火判定値 C_1 を超えた回転変動和 $N \times d i n t (3)$ に対する一つ前の回転変動和 $N \times d i n t (2)$ である回転変動和比 $N j c 2$ を用いて間欠失火のパターン判定を行なうものとしたが、回転変動和比 $N j c 2$ を用いて間欠失火のパターン判定を行なわないものとしても構わない。また、回転変動和比 $N j c 2$ とは異なる回転変動和比を用いて間欠失火のパターン判定を行なうものとしても差し支えない。

【実施例 2】

【0044】

次に、本発明の第 2 実施例としての内燃機関の失火判定装置を搭載するハイブリッド自動車 20B について説明する。第 2 実施例のハイブリッド自動車 20B およびこの自動車が搭載する内燃機関の失火判定装置のハード構成は、図 1 および図 2 を用いて説明した第 1 実施例のハイブリッド自動車 20 および内燃機関の失火判定装置と同一のハード構成をしている。したがって、重複した説明を回避するため、第 2 実施例のハイブリッド自動車 20B およびこの自動車が搭載する内燃機関の失火判定装置のハード構成については、第 1 実施例のハイブリッド自動車 20 および内燃機関の失火判定装置のハード構成と同一の符号を付し、その詳細な説明を省略する。

【0045】

次に、こうして構成された第 2 実施例のハイブリッド自動車 20B の動作、特にエンジン用電子制御ユニット 24 によるエンジン 22 の失火を判定する際の動作について説明する。第 2 実施例のエンジン用電子制御ユニット 24 では、図 3 の失火判定処理に代えて図 13 の失火判定処理を実行する。失火判定処理が実行されると、まず、クランク角センサ 140 からのクランク角 C_A やバキュームセンサ 148 からの吸入空気量 G_a など間欠失火の判定に必要なデータを入力し (ステップ S500)、入力したクランク角 C_A に基づいてクランク角 $30^\circ C_A$ 毎のクランクシャフト 26 の回転数 N を計算すると共に (ステップ S510)、クランク角 $30^\circ C_A$ 毎の回転数 N の差として $30^\circ C_A$ 毎の回転変動 $N \times d$ を計算する (ステップ S520)。そして、エンジン 22 の各気筒の点火タイミングにおける回転変動 $N \times d$ に対してクランク角 $90^\circ C_A$ 前の回転変動 $N \times d$ との差やクランク角 $120^\circ C_A$ 前の回転変動 $N \times d$ との差、クランク角 $360^\circ C_A$ 前の回転変動 $N \times d$ との差を 90 度回転変動差 $N \times d 90$ 、 120 度回転変動差 $N \times d 120$ 、 360 度回転変動差 $N \times d 360$ として計算すると共に (ステップ S530 ~ 550)、エンジン 22 の各気筒の点火タイミングにおける回転変動 $N \times d$ に対してクランク角 $360^\circ C_A$ 前の回転変動 $N \times d$ との和を回転変動和 $N \times d i n t$ として計算する (ステップ S560)。ここで、回転変動 $N \times d$ は、前述したように、クランク角 $30^\circ C_A$ 毎に計算するから、クランク角 $90^\circ C_A$ 、 $120^\circ C_A$ 、 $360^\circ C_A$ 前の回転変動 $N \times d$ はそれぞれ 3 つ前、4 つ前、12 前の回転変動となる。図中のフローチャートでは、これを表わすために回転変動 $N \times d (n)$ 、 $N \times d (n - 3)$ 、 $N \times d (n - 4)$ 、 $N \times d (n - 12)$ として示した。

【0046】

こうして回転変動 $N \times d$ と回転変動差 $N \times d 90$ 、 $N \times d 120$ 、 $N \times d 360$ と回転変動和 $N \times d i n t$ とを計算すると、計算したこれらの値を用いて、6 気筒のうちの 1 気筒だけが失火している単失火パターンを判定する単失火判定処理 (ステップ S570) と、6 気筒のうち連続する 2 気筒が失火している連続失火パターンを判定する連続失火判定処理 (ステップ S580) と、6 気筒のうち一つの燃焼気筒を挟む 2 気筒が失火している間欠失火パターンを判定する間欠失火判定処理 (ステップ S590) と、6 気筒のうちの対向する 2 気筒が失火している対向失火パターンを判定する対向失火判定処理 (ステップ S600) と、エンジン 22 の 1 サイクル中に 6 気筒のうちのいずれかの 1 気筒が不規則に失火しているランダム失火を判定するランダム失火判定処理 (ステップ S610) とを

10

20

30

40

50

実行し、単失火や連続失火，間欠失火，対向失火，ランダム失火が生じているときにはこれらを検出して失火判定処理を終了する。ここで、単失火判定処理は図4に例示するフローチャートにより実行され、連続失火判定処理は図5に例示するフローチャートにより実行され、間欠失火判定処理は図6に例示するフローチャートにより実行され、対向失火判定処理は図14のフローチャートにより実行され、ランダム失火判定処理は図15のフローチャートにより実行される。これらの処理のうち、単失火判定処理と連続失火判定処理と間欠失火判定処理については、回転数 N の計算や回転変動 $N \times d$ の計算に用いるクランク角が異なるものの図4ないし図6の処理を用いるから、重複した記載をさけるため、これ以上の説明は省略する。以下、図14および図15を用いて対向失火判定処理とランダム失火判定処理について順に説明する。

10

【0047】

対向失火判定処理では、図14のフローチャートに示すように、まず、クランクシャフト26の回転数 N と吸入空気量 G_a とに基づいて対向失火を判定するための判定値の一つとしての第1対向失火判定値 D_1 を設定する(ステップS700)。ここで、第1対向失火判定値 D_1 は、第1単失火判定値 A_1 と同様に、クランクシャフト26の回転数 N が大きくなるほど小さくなる傾向に、クランクシャフト26の1回転当たりの吸入空気量 G_a が大きくなるほど大きくなる傾向に設定される。第1対向失火判定値 D_1 とクランクシャフト26の回転数 N とクランクシャフト26の1回転当たりの吸入空気量 G_a との関係の一例を図16に示す。こうして第1対向失火判定値 D_1 を設定すると、回転変動差 $N \times d_{120}$ を第1対向失火判定値 D_1 と比較し(ステップS710)、回転変動差 $N \times d_{120}$ が第1対向失火判定値 D_1 以下のときには対向失火は生じていないと判断して処理を終了する。回転変動差 $N \times d_{120}$ が第1対向失火判定値 D_1 を超えるときには、超えた回転変動差 $N \times d_{120}$ を1番目の失火気筒と判定し(ステップS720)、失火気筒の三つ後の気筒も失火気筒としてこの気筒に対応する回転変動差 $N \times d_{120}(4)$ を失火気筒の回転変動差 $N \times d_{120}(1)$ で除して回転変動差比 $N_j d_2$ を計算すると共に(ステップS730)、失火気筒の一つ後の気筒や二つ後の気筒に対応する回転変動差 $N \times d_{120}(2)$ ， $N \times d_{120}(3)$ ， $N \times d_{120}(5)$ ， $N \times d_{120}(6)$ をそれぞれ失火気筒の回転変動差 $N \times d_{120}(1)$ と同じく失火気筒の回転変動差 $N \times d_{120}(4)$ との和で除して回転変動差比 $N_j d_3$ ， $N_j d_4$ ， $N_j d_5$ ， $N_j d_6$ を計算する(ステップS740~S770)。そして、計算した回転変動差比 $N_j d_2$ が第2対向失火判定値 D_{21} より大きく回転変動差比 $N_j d_2$ の逆数が第2対向失火判定値 D_{22} より大きいか否かを判定すると共に(ステップS780，S790)、計算した回転変動差比 $N_j d_3 \sim N_j d_6$ がそれぞれ第3対向失火判定値 D_{32} や第4対向失火判定値 D_{42} ，第5対向失火判定値 D_{52} ，第6対向失火判定値 D_{62} 未満であるか否かを判定する(ステップS800~S830)。ここで、第2対向失火判定値 D_{21} ， D_{22} は、対向失火を生じたときの回転変動差比 $N_j d_2$ やその逆数より小さな値となるように実験などにより定められている。また、第3対向失火判定値 D_{32} ，第4対向失火判定値 D_{42} ，第5対向失火判定値 D_{52} ，第6対向失火判定値 D_{62} は、対向失火を生じたときの回転変動差比 $N_j d_3 \sim N_j d_6$ より小さな値となるように実験などにより定められている。回転変動差比 $N_j d_2$ が第2対向失火判定値 D_{21} 以下のときや回転変動差比 $N_j d_2$ の逆数が第2対向失火判定値 D_{22} 以下のとき、あるいは、回転変動差比 $N_j d_3 \sim N_j d_6$ のいずれかが対応する第3対向失火判定値 D_{32} や第4対向失火判定値 D_{42} ，第5対向失火判定値 D_{52} ，第6対向失火判定値 D_{62} 以上であるときには、対向失火は生じていないと判断して処理を終了する。一方、回転変動差比 $N_j d_2$ が第2対向失火判定値 D_{21} より大きく回転変動差比 $N_j d_2$ の逆数が第2対向失火判定値 D_{22} より大きく、更に、回転変動差比 $N_j d_3 \sim N_j d_6$ のいずれもが対応する第3対向失火判定値 D_{32} や第4対向失火判定値 D_{42} ，第5対向失火判定値 D_{52} ，第6対向失火判定値 D_{62} 未満であるときには、対向失火である旨を出力して(ステップS840)、処理を終了する。図17は、対向失火を生じているときの回転変動差 $N \times d_{120}$ の時間変化の一例を示す説明図である。図示する

20

30

40

50

ように、対向失火が生じているときには回転変動差 $N \times d 1 2 0$ が第 1 対向失火判定値 $D 1$ を明確に超えるパターンとなる。実施例では、この明確に判定可能な値に着目すると共にそのパターンが対向失火であることを回転変動差比 $N j d 2$ やその逆数、回転変動差比 $N j d 3 \sim N j d 6$ を用いて判定している。これにより、より適正に精度よく対向失火を判定することができる。

【0048】

ランダム失火判定処理では、図 15 のフローチャートに示すように、まず、クランクシャフト 26 の回転数 N と吸入空気量 $G a$ とに基づいてランダム失火を判定するための判定値の一つとしての第 1 ランダム失火判定値 $E 1$ を設定する (ステップ S 9 0 0)。ここで、第 1 ランダム失火判定値 $E 1$ は、第 1 単失火判定値 $A 1$ と同様に、クランクシャフト 26 の回転数 N が大きくなるほど小さくなる傾向に、クランクシャフト 26 の 1 回転当たりの吸入空気量 $G a$ が大きいほど大きくなる傾向に設定される。第 1 ランダム失火判定値 $E 1$ とクランクシャフト 26 の回転数 N とクランクシャフト 26 の 1 回転当たりの吸入空気量 $G a$ との関係の一例を図 18 に示す。こうして第 1 ランダム失火判定値 $E 1$ を設定すると、回転変動差 $N \times d 9 0$ を第 1 ランダム失火判定値 $E 1$ と比較し (ステップ S 9 1 0)、回転変動差 $N \times d 9 0$ が第 1 ランダム失火判定値 $E 1$ 以下のときにはランダム失火は生じていないと判断して処理を終了する。回転変動差 $N \times d 9 0$ が第 1 ランダム失火判定値 $E 1$ を超えるときには、超えた回転変動差 $N \times d 9 0$ を 3 番目の失火気筒と判定し (ステップ S 9 2 0)、失火気筒の一つ後の気筒や一つ前の気筒に三つ後の気筒に対応する回転変動差 $N \times d 9 0 (4)$, 回転変動差 $N \times d 9 0 (2)$, 回転変動差 $N \times d 9 0 (0)$ をそれぞれ失火気筒の回転変動差 $N \times d 9 0 (3)$ で除して回転変動差比 $N j e 2$, 回転変動差比 $N j e 3$, 回転変動差比 $N j e 4$ を計算する (ステップ S 9 3 0 ~ S 9 5 0)。そして、計算した回転変動差比 $N j e 2$ が第 2 ランダム失火判定値 $E 2 1$ 以上であるか否か、回転変動差比 $N j e 3$ が第 3 ランダム失火判定値 $E 3 2$ 未満であるか否か、回転変動差比 $N j e 4$ が第 4 ランダム失火判定値 $E 4 1$, $E 4 2$ の範囲内であるか否かを判定する (ステップ S 9 6 0 ~ S 9 8 0)。ここで、第 2 ランダム失火判定値 $E 2 1$ はランダム失火を生じたときの回転変動差比 $N j e 2$ より小さな値となるように、第 3 ランダム失火判定値 $E 3 2$ はランダム失火を生じたときの回転変動差比 $N j e 3$ より大きな値となるように、第 4 ランダム失火判定値 $E 4 1$, $E 4 2$ はランダム失火を生じたときの回転変動差比 $N j e 4$ より小さな値と大きな値となるように、それぞれ実験などにより定められている。回転変動差比 $N j e 2$ が第 2 ランダム失火判定値 $E 2 1$ 未満であるときや回転変動差比 $N j e 3$ が第 3 ランダム失火判定値 $E 3 2$ 以上であるとき、あるいは、回転変動差比 $N j e 4$ が第 4 ランダム失火判定値 $E 4 1$, $E 4 2$ の範囲外であるときには、ランダム失火は生じていないと判断して処理を終了する。一方、回転変動差比 $N j e 2$ が第 2 ランダム失火判定値 $E 2 1$ 以上であり、回転変動差比 $N j e 3$ が第 3 ランダム失火判定値 $E 3 2$ 未満であり、更に、回転変動差比 $N j e 4$ が第 4 ランダム失火判定値 $E 4 1$, $E 4 2$ の範囲内であるときには、ランダム失火である旨を出力して (ステップ S 9 9 0)、処理を終了する。図 19 は、ランダム失火を生じているときの回転変動差 $N \times d 9 0$ の時間変化の一例を示す説明図である。図示するように、ランダム失火が生じているときには回転変動差 $N \times d 9 0$ が第 1 ランダム失火判定値 $E 1$ を明確に超えるパターンとなる。実施例では、この明確に判定可能な値に着目すると共にそのパターンがランダム失火であることを回転変動差比 $N j e 2 \sim N j e 4$ を用いて判定している。これにより、より適正に精度よくランダム失火を判定することができる。

【0049】

以上説明した第 2 実施例のハイブリッド自動車 20B における失火判定装置によれば、回転変動 $N \times d$ や回転変動差 $N \times d 9 0$, $N \times d 1 2 0$, $N \times d 3 6 0$, 回転変動和 $N \times d i n t$ を用いて単失火判定処理や連続失火判定処理, 間欠失火判定処理, 対向失火判定処理, ランダム失火判定処理を実行することにより、単失火や連続失火, 間欠失火, 対向失火, ランダム失火をより適正に精度よく判定することができる。即ち、失火パターンを考慮した異なる複数の判定ロジックを用いてエンジン 22 の失火を判定するから、エンジ

10

20

30

40

50

ン 2 2 の失火を失火パターンを含めてより適正に精度よく判定することができる。

【 0 0 5 0 】

また、第 2 実施例のハイブリッド自動車 2 0 における失火判定装置によれば、エンジン 2 2 の各気筒の点火タイミングに対応するクランク角 $120^\circ CA$ 毎のクランクシャフト 2 6 の回転数 N の変動値である回転変動 $N \times d$ のクランク角 $120^\circ CA$ との差である回転変動差 $N \times d 120$ を用いることにより、より明確に適正に精度よく対向失火を判定することができる。しかも、クランクシャフト 2 6 の回転数 N とクランクシャフト 2 6 の 1 回転当たりの吸入空気量 G_a とに応じた第 1 対向失火判定値 D_1 を用いて判定するから、より適正に対向失火を判定することができる。また、第 2 実施例のハイブリッド自動車 2 0 B における失火判定装置によれば、第 1 対向失火判定値 D_1 を超えた回転変動差 $N \times d 120 (1)$ と回転変動差 $N \times d 120 (4)$ との比やその逆数、失火気筒の一つ後の気筒や二つ後の気筒に対応する回転変動差 $N \times d 120 (2)$ 、回転変動差 $N \times d 120 (3)$ 、回転変動差 $N \times d 120 (5)$ 、回転変動差 $N \times d 120 (6)$ をそれぞれ失火気筒の回転変動差 $N \times d 120 (1)$ と同じく失火気筒の回転変動差 $N \times d 120 (4)$ との和で除した回転変動差比 $N_j d 3$ 、回転変動差比 $N_j d 4$ 、回転変動差比 $N_j d 5$ 、回転変動差比 $N_j d 6$ を用いて対向失火のパターン判定を行なうから、より適正に対向失火を判定することができる。このようにより適正に対向失火を判定することにより、対向失火に対する対応をより適正なものとするすることができる。

10

【 0 0 5 1 】

さらに、第 2 実施例のハイブリッド自動車 2 0 B における失火判定装置によれば、エンジン 2 2 の各気筒の点火タイミングに対応するクランク角 $120^\circ CA$ 毎のクランクシャフト 2 6 の回転数 N の変動値である回転変動 $N \times d$ のクランク角 $90^\circ CA$ との差である回転変動差 $N \times d 90$ を用いることにより、より明確に適正に精度よくランダム失火を判定することができる。しかも、クランクシャフト 2 6 の回転数 N とクランクシャフト 2 6 の 1 回転当たりの吸入空気量 G_a とに応じた第 1 ランダム失火判定値 E_1 を用いて判定するから、より適正にランダム失火を判定することができる。また、実施例のハイブリッド自動車 2 0 における失火判定装置によれば、第 1 ランダム失火判定値 E_1 を超えた回転変動差 $N \times d 90 (3)$ に対する一つ後の回転変動差 $N \times d 90 (4)$ である回転変動差比 $N_j e 2$ や回転変動差 $N \times d 90 (3)$ に対する一つ前の回転変動差 $N \times d 90 (2)$ である回転変動差比 $N_j e 3$ 、回転変動差 $N \times d 90 (3)$ に対する三つ前の回転変動差 $N \times d 90 (0)$ である回転変動差比 $N_j e 4$ を用いてランダム失火のパターン判定を行なうから、より適正にランダム失火を判定することができる。このようにより適正にランダム失火を判定することにより、ランダム失火に対する対応をより適正なものとするすることができる。

20

30

【 0 0 5 2 】

もとより、第 2 実施例のハイブリッド自動車 2 0 B における失火判定装置によれば、第 1 実施例のハイブリッド自動車 2 0 と同様に、単失火や連続失火、間欠失火をより明確に適正に精度よく判定することができる。

【 0 0 5 3 】

第 2 実施例のハイブリッド自動車 2 0 B における失火判定装置では、回転変動 $N \times d$ や回転変動差 $N \times d 90$ 、 $N \times d 120$ 、 $N \times d 360$ 、回転変動和 $N \times d i n t$ を用いて単失火判定処理や連続失火判定処理、間欠失火判定処理、対向失火判定処理、ランダム失火判定処理を実行することにより、単失火や連続失火、間欠失火、対向失火、ランダム失火を判定するものとしたが、こうした失火判定ロジックは単失火判定処理や連続失火判定処理、間欠失火判定処理、対向失火判定処理、ランダム失火判定処理に限られず、他の失火パターンを判定する失火判定ロジックを用いて失火を判定するものとしてもよい。また、単失火判定処理や連続失火判定処理、間欠失火判定処理、対向失火判定処理、ランダム失火判定処理におけるすべての失火判定ロジックを用いて失火を判定する必要はなく、これらの失火判定ロジックのいずれかを用いて失火を判定するものとしても構わない。

40

【 0 0 5 4 】

50

第2実施例のハイブリッド自動車20Bにおける失火判定装置では、エンジン22の各気筒の点火タイミングに対応するクランク角 120° CA毎の回転変動 $N \times d$ をクランク角 30° CA毎の回転数 N の差として計算するものとしたが、異なるクランク角毎の回転数 N の差として計算するものとしても構わない。また、エンジン22の各気筒の点火タイミングに対応するクランク角 120° CA毎の回転角加速度を計算し、これを回転変動 $N \times d$ として用いるものとしても構わない。

【0055】

第2実施例のハイブリッド自動車20Bの失火判定装置における対向失火判定処理では、クランクシャフト26の回転数 N とクランクシャフト26の1回転当たりの吸入空気量 G_a とに応じた第1対向失火判定値 D_1 を用いて対向失火を判定するものとしたが、クランクシャフト26の回転数 N とは無関係にクランクシャフト26の1回転当たりの吸入空気量 G_a にだけ応じた第1対向失火判定値 D_1 を用いて対向失火を判定するものとしてもよいし、クランクシャフト26の1回転当たりの吸入空気量 G_a とは無関係にクランクシャフト26の回転数 N にだけ応じた第1対向失火判定値 D_1 を用いて対向失火を判定するものとしてもよい。また、クランクシャフト26の回転数 N ともクランクシャフト26の1回転当たりの吸入空気量 G_a とも無関係に設定された第1対向失火判定値 D_1 を用いて単失火を判定するものとしても差し支えない。

10

【0056】

第2実施例のハイブリッド自動車20Bの失火判定装置における対向失火判定処理では、第1対向失火判定値 D_1 を超えた回転変動差 $N \times d_{120(1)}$ と回転変動差 $N \times d_{120(4)}$ との比である回転変動差比 $N_j d_2$ やその逆数、失火気筒の一つ後の気筒や二つ後の気筒に対応する回転変動差 $N \times d_{120(2)}$ 、回転変動差 $N \times d_{120(3)}$ 、回転変動差 $N \times d_{120(5)}$ 、回転変動差 $N \times d_{120(6)}$ をそれぞれ失火気筒の回転変動差 $N \times d_{120(1)}$ と同じく失火気筒の回転変動差 $N \times d_{120(4)}$ との和で除した回転変動差比 $N_j d_3$ 、回転変動差比 $N_j d_4$ 、回転変動差比 $N_j d_5$ 、回転変動差比 $N_j d_6$ を用いて対向失火のパターン判定を行なうものとしたが、回転変動差比 $N_j d_2$ やその逆数、回転変動差比 $N_j d_3$ 、回転変動差比 $N_j d_4$ 、回転変動差比 $N_j d_5$ 、回転変動差比 $N_j d_6$ のすべてを用いて対向失火のパターン判定を行なう必要はなく、これらのいずれかを用いて対向失火のパターン判定を行なうものとしてもよいし、これらのいずれをも用いないものとしても構わない。また、回転変動差比 $N_j d_2$ やその逆数、回転変動差比 $N_j d_3$ 、回転変動差比 $N_j d_4$ 、回転変動差比 $N_j d_5$ 、回転変動差比 $N_j d_6$ とは異なる回転変動比を用いて対向失火のパターン判定を行なうものとしても差し支えない。

20

30

【0057】

第2実施例のハイブリッド自動車20Bの失火判定装置におけるランダム失火判定処理では、クランクシャフト26の回転数 N とクランクシャフト26の1回転当たりの吸入空気量 G_a とに応じた第1ランダム失火判定値 E_1 を用いてランダム失火を判定するものとしたが、クランクシャフト26の回転数 N とは無関係にクランクシャフト26の1回転当たりの吸入空気量 G_a にだけ応じた第1ランダム失火判定値 E_1 を用いてランダム失火を判定するものとしてもよいし、クランクシャフト26の1回転当たりの吸入空気量 G_a とは無関係にクランクシャフト26の回転数 N にだけ応じた第1ランダム失火判定値 E_1 を用いてランダム失火を判定するものとしてもよい。また、クランクシャフト26の回転数 N ともクランクシャフト26の1回転当たりの吸入空気量 G_a とも無関係に設定された第1ランダム失火判定値 D_1 を用いてランダム失火を判定するものとしても差し支えない。

40

【0058】

実施例のハイブリッド自動車20の失火判定装置におけるランダム失火判定処理では、第1ランダム失火判定値 E_1 を超えた回転変動差 $N \times d_{90(3)}$ に対する一つ後の回転変動差 $N \times d_{90(4)}$ である回転変動差比 $N_j e_2$ や回転変動差 $N \times d_{90(3)}$ に対する一つ前の回転変動差 $N \times d_{90(2)}$ である回転変動差比 $N_j e_3$ 、回転変動差 $N \times d_{90(3)}$ に対する三つ前の回転変動差 $N \times d_{90(0)}$ である回転変動差比 $N_j e_4$

50

を用いてランダム失火のパターン判定を行なうものとしたが、回転変動差比 N_{je2} や回転変動差比 N_{je3} , 回転変動差比 N_{je4} のすべてを用いてランダム失火のパターン判定を行なう必要はなく、これらのいずれかを用いてランダム失火のパターン判定を行なうものとしてもよいし、これらのいずれをも用いないものとしても構わない。また、回転変動差比 N_{je2} や回転変動差比 N_{je3} , 回転変動差比 N_{je4} とは異なる回転変動差比を用いてランダム失火のパターン判定を行なうものとしても差し支えない。

【0059】

第2実施例のハイブリッド自動車20Bでも、第1実施例のハイブリッド自動車20と同様に、単失火判定処理や連続失火判定処理、間欠失火判定処理の変形例を適用することができる。

10

【0060】

第1実施例や第2実施例のハイブリッド自動車20, 20Bにおける失火判定装置では、直列6気筒のエンジン22の失火を判定するものとしたが、複数気筒のエンジンであれば如何なるエンジンに対しても適用することができる。

【0061】

第1実施例や第2実施例では、エンジン22と遊星歯車機構30と二つのモータMG1, MG2とを備えるハイブリッド自動車20のエンジン22の失火判定装置として説明したが、他の構成によるハイブリッド自動車に搭載されたエンジンの失火判定装置として適用してもよく、ハイブリッド自動車以外の自動車に搭載された失火判定装置として適用してもよい。また、自動車以外の移動体や移動しない設備に組み込まれた内燃機関の失火判定装置として適用しても構わない。

20

【0062】

第1実施例や第2実施例では、ハイブリッド自動車20, 20Bに搭載されたエンジン22の失火判定装置としての形態として説明したが、ハイブリッド自動車20, 20Bのエンジン22の失火判定方法の形態として適用してもよいのは勿論である。

【0063】

以上、本発明を実施するための形態について実施例を用いて説明したが、本発明はこうした実施例に何等限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲内において、種々なる形態で実施し得ることは勿論である。

【産業上の利用可能性】

30

【0064】

本発明は、内燃機関やこれを搭載する自動車などの製造産業に利用可能である。

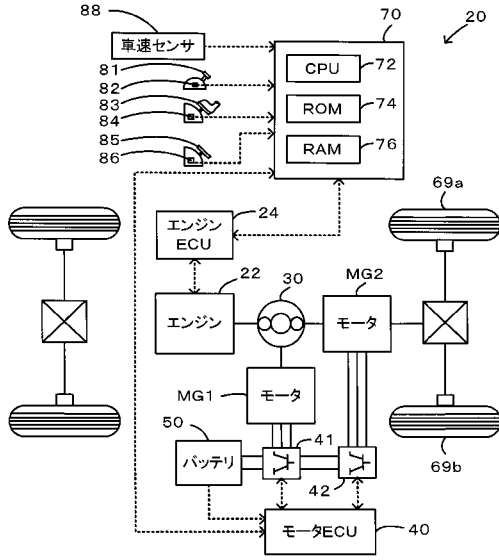
【符号の説明】

【0065】

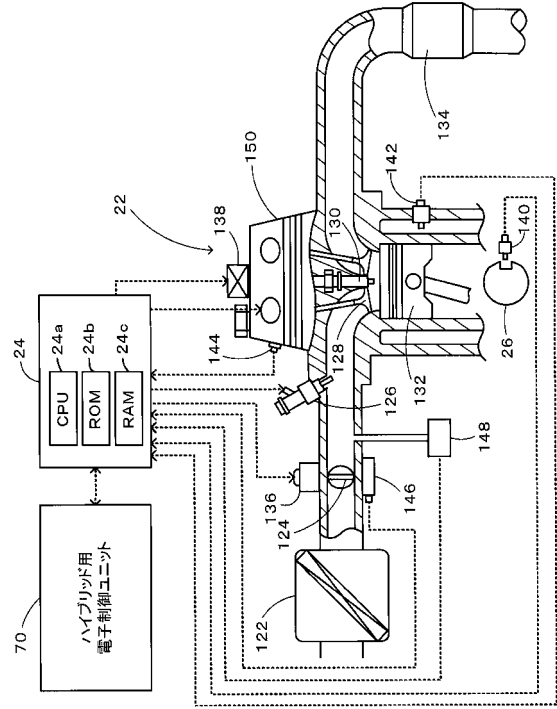
20, 20B ハイブリッド自動車、22 エンジン、24 エンジン用電子制御ユニット、24a CPU、24b ROM、24c RAM、26 クランクシャフト、30 遊星歯車機構、40 モータ用電子制御ユニット、41, 42 インバータ、50 バッテリ、69a, 69b 駆動輪、70 ハイブリッド用電子制御ユニット、72 CPU、74 ROM、76 RAM、81 シフトレバー、82 シフトポジションセンサ、83 アクセルペダル、84 アクセルペダルポジションセンサ、85 ブレーキペダル、86 ブレーキペダルポジションセンサ、88 車速センサ、122 エアクリーナ、124 スロットルバルブ、126 燃料噴射弁、128 吸気バルブ、130 点火プラグ、132 ピストン、134 浄化装置、136 スロットルモータ、138 イグニッションコイル、140 クランク角センサ、142 水温センサ、144 カムポジションセンサ、146 スロットルバルブポジションセンサ、148 バキュームセンサ、150 可変バルブタイミング機構。

40

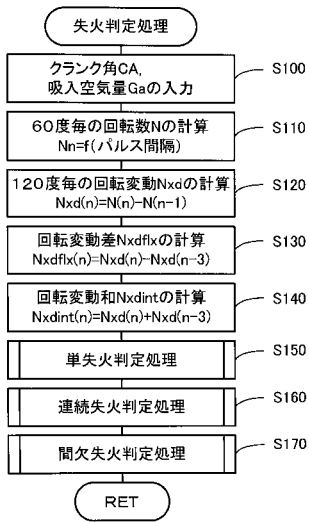
【 図 1 】



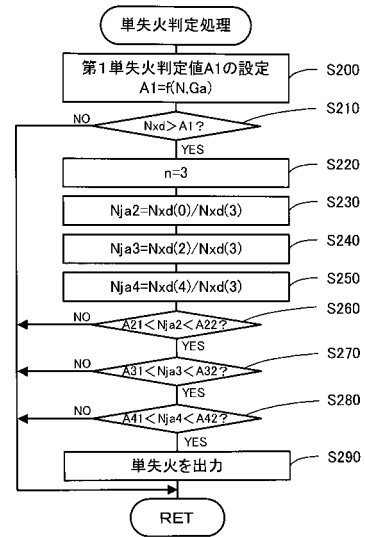
【 図 2 】



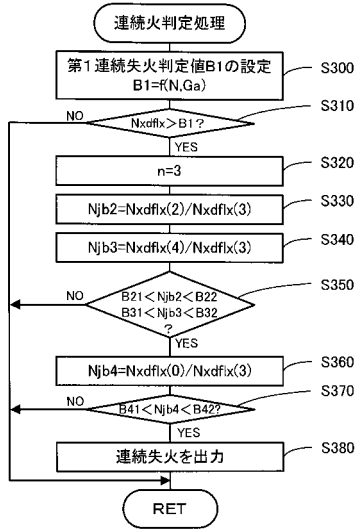
【 図 3 】



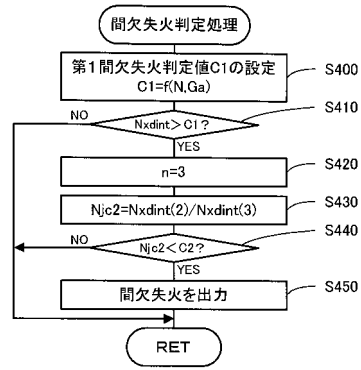
【 図 4 】



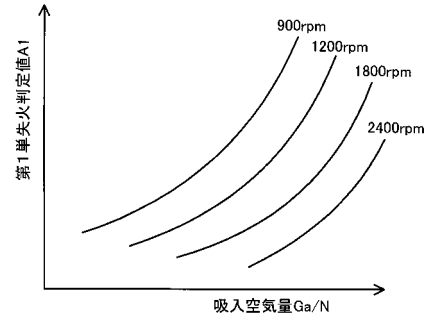
【 図 5 】



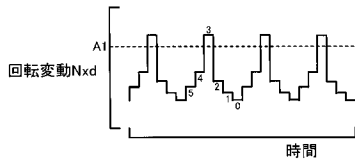
【 図 6 】



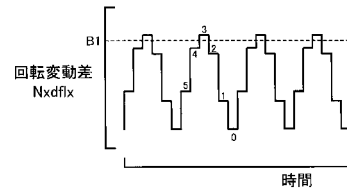
【 図 7 】



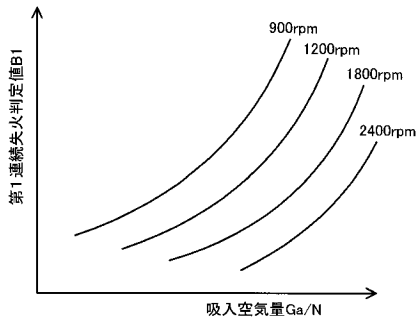
【 図 8 】



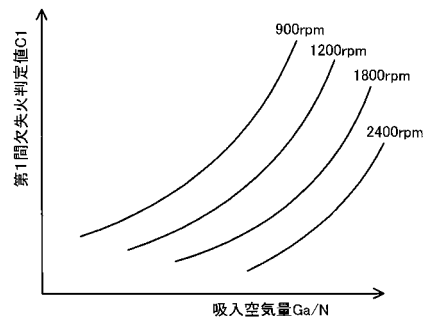
【 図 10 】



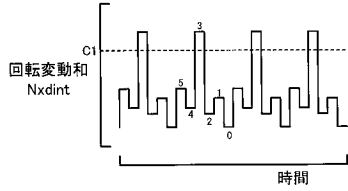
【 図 9 】



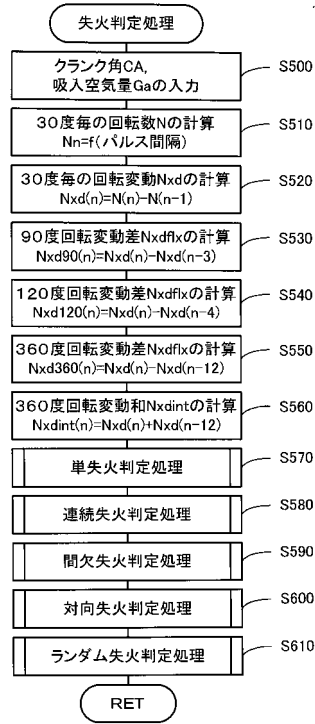
【 図 11 】



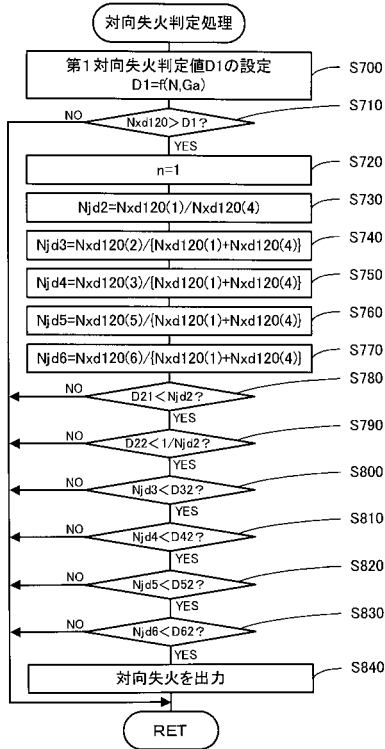
【 図 1 2 】



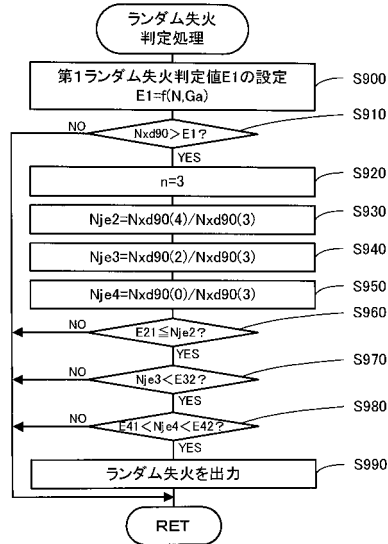
【 図 1 3 】



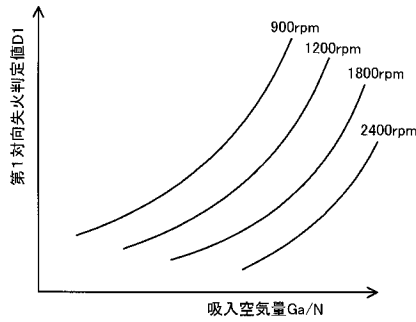
【 図 1 4 】



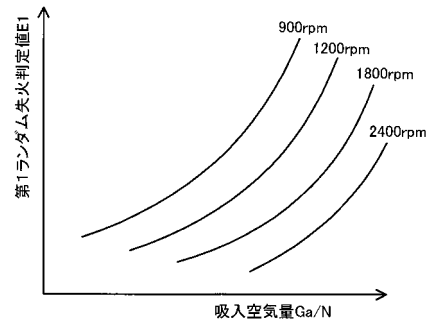
【 図 1 5 】



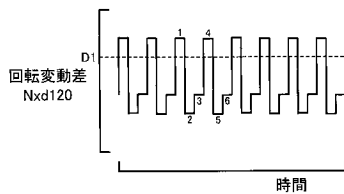
【 図 1 6 】



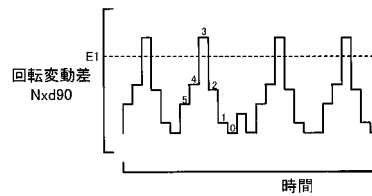
【 図 1 8 】



【 図 1 7 】



【 図 1 9 】



【 手続 補正 書 】

【 提出 日 】 平成 22 年 1 月 22 日 (2010.1.22)

【 手続 補正 1 】

【 補正 対象 書類 名 】 特許 請求 の 範囲

【 補正 対象 項目 名 】 全文

【 補正 方法 】 変更

【 補正 の 内容 】

【 特許 請求 の 範囲 】

【 請求 項 1 】

走行に対して独立に運転ポイントを設定して運転される複数気筒の内燃機関と該内燃機関のクランクシャフトに機械的に連結されて該クランクシャフトの動力を用いて発電可能な発電機と走行用の動力を出力可能な電動機とを搭載するハイブリッド自動車における該内燃機関の失火を判定する内燃機関の失火判定装置であって、

前記内燃機関のクランクシャフトの回転位置を検出する回転位置検出手段と、

前記検出された回転位置に基づいて前記内燃機関のクランクシャフトの所定クランク角毎の回転角速度を演算すると共に該内燃機関の各気筒の点火時期に対応する回転角速度と該回転角速度より前記所定クランク角前の回転角速度の差に基づいて回転変動を順次演算する回転変動演算手段と、

前記順次演算された回転変動に基づいて、複数の気筒のうちの 1 気筒だけが失火している単失火パターンを判定するロジックとして前記内燃機関の 1 サイクルに対して前記順次演算された回転変動のうち一つの回転変動だけが単失火用所定値以上となると共に該単失火用所定値以上となる回転変動である対象回転変動と前記対象回転変動より三つ前の回転変動と前記対象回転変動より一つ前の回転変動と前記対象回転変動より一つ後の回転変動とのいずれか一つを含む該対象回転変動以外の他の回転変動との比が単失火用所定比範囲となるとときに単失火であると判定する単失火判定ロジックと、複数の気筒のうち連続する

2気筒が失火している連続失火パターンを判定する連続失火判定ロジックと、複数の気筒のうち一つの燃焼気筒を挟む2気筒が失火している間欠失火パターンを判定する間欠失火判定ロジックとのうち少なくとも前記単失火判定ロジックを含む異なる複数の失火パターンの判定ロジックを用いて前記内燃機関の失火を判定する失火判定手段と、
を備える内燃機関の失火判定装置。

【請求項2】

請求項1記載の内燃機関の失火判定装置であって、
前記内燃機関の回転数を検出する回転数検出手段と、
該検出された内燃機関の回転数が大きくなるほど小さくなる傾向に前記単失火用所定値を調整する第1単失火用所定値調整手段と、
を備える内燃機関の失火判定装置。

【請求項3】

請求項1または2記載の内燃機関の失火判定装置であって、
前記内燃機関の吸入空気量を検出する吸入空気量検出手段と、
該検出された吸入空気量から前記内燃機関の1サイクル当たりのサイクル吸入空気量を演算すると共に該演算したサイクル吸入空気量が大きくなるほど大きくなる傾向に前記単失火用所定値を調整する第2単失火用所定値調整手段と、
を備える内燃機関の失火判定装置。

【請求項4】

請求項1ないし3いずれか記載の内燃機関の失火判定装置であって、
前記連続失火判定ロジックは、前記順次演算された回転変動と該回転変動よりクランク角が360度前に演算された回転変動との差である回転変動差を演算し、前記内燃機関の1サイクルに対して演算された回転変動差のうち一つの回転変動差だけが連続失火用所定値以上となるときに連続失火と判定するロジックであり、
前記失火判定手段は、前記連続失火判定ロジックを含む前記複数の失火パターンの判定ロジックを用いて前記内燃機関の失火を判定する手段である、
内燃機関の失火判定装置。

【請求項5】

前記連続失火判定ロジックは、前記連続失火用所定値以上となる回転変動差である対象回転変動差と該対象回転変動差以外の他の回転変動差との比が連続失火用所定比範囲となるときに連続失火であると判定するロジックである請求項4記載の内燃機関の失火判定装置。

【請求項6】

前記他の回転変動差は、前記対象回転変動差より三つ前の回転変動差と前記対象回転変動差より一つ前の回転変動差と前記対象回転変動差より一つ後の回転変動差とのいずれか一つを含むことを特徴とする請求項5記載の内燃機関の失火判定装置。

【請求項7】

請求項4ないし6いずれか記載の内燃機関の失火判定装置であって、
前記内燃機関の回転数を検出する回転数検出手段と、
該検出された内燃機関の回転数が大きくなるほど小さくなる傾向に前記連続失火用所定値を調整する第1連続失火用所定値調整手段と、
を備える内燃機関の失火判定装置。

【請求項8】

請求項4ないし6いずれか記載の内燃機関の失火判定装置であって、
前記内燃機関の吸入空気量を検出する吸入空気量検出手段と、
該検出された吸入空気量から前記内燃機関の1サイクル当たりのサイクル吸入空気量を演算すると共に該演算したサイクル吸入空気量が大きくなるほど大きくなる傾向に前記連続失火用所定値を調整する第2連続失火用所定値調整手段と、
を備える内燃機関の失火判定装置。

【請求項9】

走行に対して独立に運転ポイントを設定して運転される複数気筒の内燃機関と該内燃機関のクランクシャフトに機械的に連結されて該クランクシャフトの動力を用いて発電可能な発電機と前記クランクシャフトに機械的に連結されて走行用の動力を出力可能な電動機とを搭載するハイブリッド自動車における該内燃機関の失火を判定する内燃機関の失火判定方法であって、

前記内燃機関のクランクシャフトの回転位置に基づいて前記内燃機関のクランクシャフトの所定クランク角毎の回転角速度を演算すると共に該内燃機関の各気筒の点火時期に対応する回転角速度と該回転角速度より前記所定クランク角前の回転角速度の差に基づいて回転変動を順次演算し、

前記順次演算した回転変動に基づいて、複数の気筒のうちの1気筒だけが失火している単失火パターンを判定するロジックとして前記内燃機関の1サイクルに対して前記順次演算された回転変動のうち一つの回転変動だけが単失火用所定値以上となると共に該単失火用所定値以上となる回転変動である対象回転変動と前記対象回転変動より三つ前の回転変動と前記対象回転変動より一つ前の回転変動と前記対象回転変動より一つ後の回転変動とのいずれか一つを含む該対象回転変動以外の他の回転変動との比が単失火用所定比範囲となるとときに単失火であると判定する単失火判定ロジックと、複数の気筒のうち連続する2気筒が失火している連続失火パターンを判定する連続失火判定ロジックと、複数の気筒のうち一つの燃焼気筒を挟む2気筒が失火している間欠失火パターンを判定する間欠失火判定ロジックとのうち少なくとも単失火判定ロジックを含む複数の判定ロジックを用いて前記内燃機関の失火を判定する

内燃機関の失火判定方法。

【請求項10】

請求項9記載の内燃機関の失火判定方法であって、

複数の気筒のうちの対向する2気筒が失火している対向失火パターンを判定するロジックとして前記順次演算された回転変動と該回転変動よりクランク角が120度前に演算された回転変動との差である回転変動差を演算し前記内燃機関の1サイクルに対して演算された回転変動差のうち二つの回転変動差が対向失火用所定値以上となるとときに対向失火であると判定する対向失火判定ロジックと、前記内燃機関の1サイクル中に複数の気筒のうちのいずれかの1気筒が不規則に失火しているランダム失火パターンを判定するロジックとして前記順次演算された回転変動と該回転変動よりクランク角が90度前に演算された回転変動との差である回転変動差を演算し前記内燃機関の1サイクルに対して演算された回転変動差のうち一つの回転変動差がランダム失火用所定値以上となるとときにランダム失火と判定するランダム失火判定ロジックと、のうちの少なくとも一方を含む前記複数の判定ロジックを用いて前記内燃機関の失火を判定する

内燃機関の失火判定方法。