

(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2005-291182

(P2005-291182A)

(43) 公開日 平成17年10月20日(2005. 10. 20)

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>

F02D 45/00

F I

F02D 45/00 368Z

テーマコード (参考)

3G384

審査請求 未請求 請求項の数 12 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2004-111371 (P2004-111371)

(22) 出願日 平成16年4月5日(2004. 4. 5)

(71) 出願人 000004260

株式会社デンソー

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地

(74) 代理人 100080045

弁理士 石黒 健二

(72) 発明者 松本 光一郎

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会  
社デンソー内

(72) 発明者 小久保 直樹

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会  
社デンソー内

(72) 発明者 小木曾 英次

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会  
社デンソー内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 失火検出装置

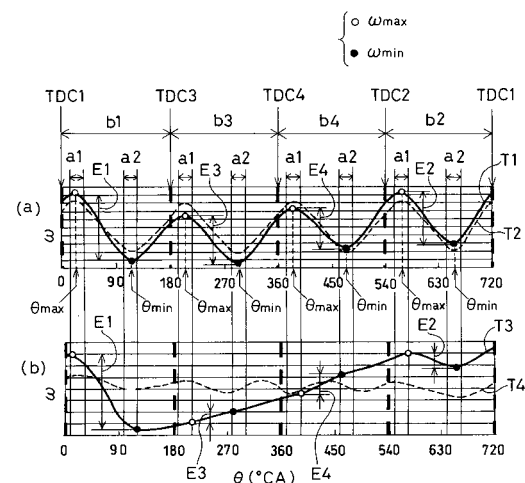
(57) 【要約】

【課題】回転変動量Eの値E1～E4を求めるための角速度の最大値maxや最小値minの算出値を、真値に近づけることにより、失火検出に対する信頼性を向上させることができる失火検出装置を提供することにある。

【解決手段】燃焼行程b1～b4の各々で角速度が最大になると予想されるクランク角maxを含むように第1クランク角範囲a1を設定し、燃焼行程b1～b4の各々で角速度が最小になると予想されるクランク角minを含むように第2クランク角範囲a2を設定する。そして、連続的に計測されたクランク角および角速度を用いて、第1クランク角範囲a1で最大値maxを算出し、第2クランク角範囲a2で最小値minを算出する。これにより、最大値maxおよび最小値minの算出値を、真値に近づけることができるので、失火検出に対する信頼性を向上させることができる。

。

【選択図】 図3



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

エンジンの気筒で燃料の燃焼に異常が発生したか否かを検出する失火検出装置であって、  
クランクシャフトの角速度を計測するための信号を連続的に検出するクランク角検出手段と、

少なくとも各気筒の燃焼行程の一部に対応するように設定される第 1 クランク角範囲と

、  
この第 1 クランク角範囲よりも遅れた範囲であって、前記燃焼行程の一部に対応するように設定される第 2 クランク角範囲と、

前記気筒の前記第 1 クランク角範囲で計測された前記角速度の最大値と、前記気筒の前記第 2 クランク角範囲で計測された前記角速度の最小値との差を前記気筒の媒介変数として算出し、前記気筒の媒介変数に応じて、前記気筒で燃料の燃焼に異常が発生したか否かを判定する失火判定手段と  
を備える失火検出装置。

10

**【請求項 2】**

請求項 1 に記載の失火検出装置において、

前記失火判定手段は、

前記気筒の次以降に燃料の燃焼が行われる任意次気筒の前記第 1 クランク角範囲で計測された前記角速度の最大値と、前記任意次気筒の前記第 2 クランク角範囲で計測された前記角速度の最小値との差を前記任意次気筒の媒介変数として算出し、

20

前記気筒の媒介変数と前記任意次気筒の媒介変数との差に応じて、前記気筒で燃料の燃焼に異常が発生したか否かを判定すること  
を特徴とする失火検出装置。

**【請求項 3】**

請求項 1 に記載の失火検出装置において、

前記失火判定手段は、

前記気筒の次以降に燃料の燃焼が行われる任意次気筒の前記第 1 クランク角範囲で計測された前記角速度の最大値と、前記任意次気筒の前記第 2 クランク角範囲で計測された前記角速度の最小値との差を前記任意次気筒の媒介変数として算出し、

30

前記気筒の媒介変数と前記任意次気筒の媒介変数との比に応じて、前記気筒で燃料の燃焼に異常が発生したか否かを判定すること  
を特徴とする失火検出装置。

**【請求項 4】**

エンジンの気筒で燃料の燃焼に異常が発生したか否かを検出する失火検出装置であって

、  
クランクシャフトの角速度を計測するための信号を連続的に検出するクランク角検出手段と、

少なくとも各気筒の燃焼行程の一部に対応するように設定される第 1 クランク角範囲と

、  
この第 1 クランク角範囲よりも遅れた範囲であって、前記燃焼行程の一部に対応するように設定される第 2 クランク角範囲と、

前記気筒の次に燃料の燃焼が行われる次気筒の前記第 1 クランク角範囲で計測された前記角速度の最大値と、前記気筒の前記第 2 クランク角範囲で計測された前記角速度の最小値との差を前記気筒の媒介変数として算出し、前記気筒の媒介変数に応じて、前記気筒で燃料の燃焼に異常が発生したか否かを判定する失火判定手段と

を備える失火検出装置。

40

**【請求項 5】**

請求項 4 に記載の失火検出装置において、

前記失火判定手段は、

50

前記次気筒の次以降に燃料の燃焼が行われる任意２次気筒の前記第１クランク角範囲で計測された前記角速度の最大値と、前記任意２次気筒の直前に燃料の燃焼が行われる任意次気筒の前記第２クランク角範囲で計測された前記角速度の最小値との差を前記任意次気筒の媒介変数として算出し、

前記気筒の媒介変数と前記任意次気筒の媒介変数との差に応じて、前記気筒で燃料の燃焼に異常が発生したか否かを判定すること  
を特徴とする失火検出装置。

【請求項６】

請求項４に記載の失火検出装置において、

前記失火判定手段は、

前記次気筒の次以降に燃料の燃焼が行われる任意２次気筒の前記第１クランク角範囲で計測された前記角速度の最大値と、前記任意２次気筒の直前に燃料の燃焼が行われる任意次気筒の前記第２クランク角範囲で計測された前記角速度の最小値との差を前記任意次気筒の媒介変数として算出し、

前記気筒の媒介変数と前記任意次気筒の媒介変数との比に応じて、前記気筒で燃料の燃焼に異常が発生したか否かを判定すること  
を特徴とする失火検出装置。

【請求項７】

エンジンの気筒で燃料の燃焼に異常が発生したか否かを検出する失火検出装置であって

、  
クランクシャフトの角速度を計測するための信号を連続的に検出するクランク角検出手段と、

少なくとも各気筒の燃焼行程の一部に対応するように設定されるクランク角範囲と、

前記気筒の前記クランク角範囲で計測された前記角速度の最大値を前記気筒の媒介変数とし、前記気筒の媒介変数に応じて、前記気筒で燃料の燃焼に異常が発生したか否かを判定する失火判定手段と  
を備える失火検出装置。

【請求項８】

請求項７に記載の失火検出装置において、

前記失火判定手段は、

前記気筒の次以降に燃料の燃焼が行われる任意次気筒の前記クランク角範囲で計測された前記角速度の最大値を前記任意次気筒の媒介変数とし、

前記気筒の媒介変数と前記任意次気筒の媒介変数との差に応じて、前記気筒で燃料の燃焼に異常が発生したか否かを判定すること  
を特徴とする失火検出装置。

【請求項９】

請求項７に記載の失火検出装置において、

前記失火判定手段は、

前記気筒の次以降に燃料の燃焼が行われる任意次気筒の前記クランク角範囲で計測された前記角速度の最大値を前記任意次気筒の媒介変数とし、

前記気筒の媒介変数と前記任意次気筒の媒介変数との比に応じて、前記気筒で燃料の燃焼に異常が発生したか否かを判定すること  
を特徴とする失火検出装置。

【請求項１０】

エンジンの気筒で燃料の燃焼に異常が発生したか否かを検出する失火検出装置であって

、  
クランクシャフトの角速度を計測するための信号を連続的に検出するクランク角検出手段と、

少なくとも各気筒の燃焼行程の一部に対応するように設定されるクランク角範囲と、

前記気筒の前記クランク角範囲で計測された前記角速度の最小値を前記気筒の媒介変数

10

20

30

40

50

とし、前記気筒の媒介変数に応じて、前記気筒で燃料の燃焼に異常が発生したか否かを判定する失火判定手段と  
を備える失火検出装置。

【請求項 1 1】

請求項 1 0 に記載の失火検出装置において、

前記失火判定手段は、

前記気筒の次以降に燃料の燃焼が行われる任意次気筒の前記クランク角範囲で計測された前記角速度の最小値を前記任意次気筒の媒介変数とし、

前記気筒の媒介変数と前記任意次気筒の媒介変数との差に応じて、前記気筒で燃料の燃焼に異常が発生したか否かを判定すること

を特徴とする失火検出装置。

10

【請求項 1 2】

請求項 1 0 に記載の失火検出装置において、

前記失火判定手段は、

前記気筒の次以降に燃料の燃焼が行われる任意次気筒の前記クランク角範囲で計測された前記角速度の最小値を前記任意次気筒の媒介変数とし、

前記気筒の媒介変数と前記任意次気筒の媒介変数との比に応じて、前記気筒で燃料の燃焼に異常が発生したか否かを判定すること

を特徴とする失火検出装置。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

本発明は、エンジンの気筒での燃料の燃焼異常（以下、失火と呼ぶ）を検出する失火検出装置に関する。

【背景技術】

【0 0 0 2】

〔従来の技術〕

従来より、エンジンの気筒で燃料が完全に燃焼しない等の失火が発生したことを検出するための失火検出装置が、種々、考えられている。失火が発生するとエンジン出力が低下し回転変動が増大するため、失火を検出するための失火検出装置は極めて重要である。ここで、回転変動とは、エンジンのクランクシャフトの回転トルクを燃料の燃焼により得ることに伴うクランクシャフトの角速度（以下、角速度と呼ぶ）の不可避的かつ周期的な変動である。

30

【0 0 0 3】

そして、従来より、失火検出装置は回転変動量  $E$  を計測することにより失火の検出を行っている。回転変動量  $E$  は、例えば、いずれかの気筒（当該気筒と呼ぶ）で燃料の燃焼が行われた時（当該気筒燃焼時と呼ぶ）の角速度の最大値  $max$  と当該気筒燃焼時の角速度の最小値  $min$  との差、当該気筒の次に燃料の燃焼が行われる気筒（次気筒と呼ぶ）で燃料の燃焼が行われた時（次気筒燃焼時と呼ぶ）の最大値  $max$  と当該気筒燃焼時の最小値  $min$  との差などとして定義されている。また、回転変動量  $E$  は、角速度の最大値  $max$ 、または角速度の最小値  $min$  そのものとして定義される場合もある。

40

【0 0 0 4】

そして、失火検出装置は、回転変動量  $E$  の変化量と、この変化量に対する閾値との比較結果に応じて失火が発生したか否かの判断を行う。なお、回転変動量  $E$  の算出に用いる角速度は、クランク角検出手段から出力される電気信号（以下、クランク角信号と呼ぶ）を用いて計測される。このクランク角検出手段は、クランクシャフトの端部に取り付けられる被検出部と、被検出部の回転に合わせてクランク角信号を出力する検出部とを備えている。

【0 0 0 5】

50

〔従来の技術の不具合〕

しかし、従来のクランク角検出手段の被検出部は、所定の角度ピッチごとに外周に凸状歯が形成される金属プレートである。このため、クランク角信号は、例えば、図6(a)に示すようにクランク角の30°CAごとにパルス状に変化するので、角速度の計測値は、図6(b)に示すように30°CAごとの離散的な値になる。

【0006】

そこで、当該気筒燃焼時の角速度の最大値maxおよび最小値minは、所定のクランク角における角速度の計測値を当てはめることにより算出されている(例えば、特許文献1参照)。例えば、エンジンが4気筒の場合、最大値maxは、クランク角が30、210、390、570°CAにおける角速度の計測値であり、最小値minは、クランク角が120、300、480、660°CAにおける角速度の計測値である。このため、最大値maxや最小値minの算出値は、真値との誤差が大きいので、失火検出に対する信頼性が低い。

10

【0007】

さらに、金属プレートは外周の一部において、パルス数をカウントする基準位置を検出するために、凸状歯が形成されていない欠落部を有する。このため、欠落部に対応するクランク角では、クランク角信号が他のクランク角信号よりも遅れてパルス状に変化する(図6(a)参照)。このため、角速度の計測値は、欠落部に対応するクランク角(120°、480°)で急降下し、次に計測が行われるクランク角(150°、510°)で急上昇してしまう(図6(b)参照)。このため、欠落部の影響を受けるクランク角では、最大値maxや最小値minの算出値と真値との誤差がさらに大きい。

20

【特許文献1】特開平9-32620号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

本発明は、上記の問題点を解決するためになされたものであり、その目的は、回転変動量を求めるための角速度の最大値や最小値の算出値を、真値に近づけることにより、失火検出に対する信頼性を向上させることができる失火検出装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0009】

30

〔請求項1の手段〕

請求項1に記載の失火検出装置は、角速度を計測するための信号を連続的に検出するクランク角検出手段と、少なくとも各気筒の燃焼行程の一部に対応するように設定される第1クランク角範囲と、第1クランク角範囲よりも遅れた範囲であって、燃焼行程の一部に対応するように設定される第2クランク角範囲と、当該気筒の第1クランク角範囲で計測された角速度の最大値と、当該気筒の第2クランク角範囲で計測された角速度の最小値との差を当該気筒の媒介変数として算出し、当該気筒の媒介変数に応じて、当該気筒で燃料の燃焼に異常が発生したか否かを判定する失火判定手段とを備える。

これにより、各気筒で燃料の燃焼が行われた時の角速度が最大になると予想されるクランク角を含むように第1クランク角範囲を設定し、各気筒で燃料の燃焼が行われた時の角速度が最小になると予想されるクランク角を含むように第2クランク角範囲を設定すれば、角速度の最大値および最小値を含むと予想される範囲で、角速度が連続的に計測される。この結果、角速度の最大値および最小値の算出値を、真値に近づけることができる。このため、当該気筒燃焼時の角速度の最大値と当該気筒燃焼時の角速度の最小値との差を媒介変数、すなわち回転変動量とする場合の失火検出に対する信頼性を向上させることができる。

40

【0010】

〔請求項2の手段〕

請求項2に記載の失火検出装置は、失火判定手段が、当該気筒の次以降に燃料の燃焼が行われる任意次気筒の第1クランク角範囲で計測された角速度の最大値と、任意次気筒の

50

第 2 クランク角範囲で計測された角速度の最小値との差を任意次気筒の媒介変数として算出し、当該気筒の媒介変数と任意次気筒の媒介変数との差に応じて、当該気筒で燃料の燃焼に異常が発生したか否かを判定する。

これにより、失火判定に用いられる回転変動量の変化量として、回転変動量の気筒間の差を用いることができる。

【 0 0 1 1 】

〔請求項 3 の手段〕

請求項 3 に記載の失火検出装置は、失火判定手段が、任意次気筒の第 1 クランク角範囲で計測された角速度の最大値と、任意次気筒の第 2 クランク角範囲で計測された角速度の最小値との差を任意次気筒の媒介変数として算出し、当該気筒の媒介変数と任意次気筒の媒介変数との比に応じて、当該気筒で燃料の燃焼に異常が発生したか否かを判定する。

10

これにより、失火判定に用いられる回転変動量の変化量として、回転変動量の気筒間の比を用いることができる。ここで、回転変動量の算出に用いられる角速度は、エンジン回転数や負荷などのエンジンの状態に応じて変動するので、失火発生時の回転変動量も正常時の回転変動量も、エンジンの状態に応じて変動する。このため、失火判定の目安となる閾値を、エンジンの状態に応じて変更する必要がある。しかし、回転変動量の気筒間の比を算出すれば、エンジンの状態の影響を低減することができるので、閾値の変更幅を縮小することができる。

【 0 0 1 2 】

〔請求項 4 の手段〕

20

請求項 4 に記載の失火検出装置は、次気筒の第 1 クランク角範囲で計測された角速度の最大値と、当該気筒の第 2 クランク角範囲で計測された角速度の最小値との差を当該気筒の媒介変数として算出し、当該気筒の媒介変数に応じて、当該気筒で燃料の燃焼に異常が発生したか否かを判定する失火判定手段を備える。

これにより、次気筒燃焼時の角速度の最大値と当該気筒燃焼時の角速度の最小値との差を回転変動量とする場合の失火検出に対する信頼性を向上させることができる。

【 0 0 1 3 】

〔請求項 5 の手段〕

請求項 5 に記載の失火検出装置は、失火判定手段が、次気筒の次以降に燃料の燃焼が行われる任意 2 次気筒の第 1 クランク角範囲で計測された角速度の最大値と、任意 2 次気筒の直前に燃料の燃焼が行われる任意次気筒の第 2 クランク角範囲で計測された角速度の最小値との差を任意次気筒の媒介変数として算出し、当該気筒の媒介変数と任意次気筒の媒介変数との差に応じて、当該気筒で燃料の燃焼に異常が発生したか否かを判定する。

30

これにより、失火判定に用いられる回転変動量の変化量として、回転変動量の気筒間の差を用いることができる。

【 0 0 1 4 】

〔請求項 6 の手段〕

請求項 6 に記載の失火検出装置は、失火判定手段が、任意 2 次気筒の第 1 クランク角範囲で計測された角速度の最大値と、任意次気筒の第 2 クランク角範囲で計測された角速度の最小値との差を任意次気筒の媒介変数として算出し、当該気筒の媒介変数と任意次気筒の媒介変数との比に応じて、当該気筒で燃料の燃焼に異常が発生したか否かを判定する。

40

これにより、失火判定に用いられる回転変動量の変化量として、回転変動量の気筒間の比を用いることができるとともに、失火判定の目安となる閾値の変更幅を縮小することができる。

【 0 0 1 5 】

〔請求項 7 の手段〕

請求項 7 に記載の失火検出装置は、少なくとも各気筒の燃焼行程の一部に対応するように設定されるクランク角範囲、および当該気筒のクランク角範囲で計測された角速度の最大値を当該気筒の媒介変数とし、当該気筒の媒介変数に応じて、当該気筒で燃料の燃焼に異常が発生したか否かを判定する失火判定手段を備える。

50

これにより、当該気筒燃焼時の角速度の最大値を回転変動量とする場合の失火検出に対する信頼性を向上させることができる。

【 0 0 1 6 】

〔請求項 8 の手段〕

請求項 8 に記載の失火検出装置は、失火判定手段が、当該気筒の次以降に燃料の燃焼が行われる任意次気筒のクランク角範囲で計測された角速度の最大値を任意次気筒の媒介変数とし、当該気筒の媒介変数と任意次気筒の媒介変数との差に応じて、当該気筒で燃料の燃焼に異常が発生したか否かを判定する。

これにより、失火判定に用いられる回転変動量の変化量として、回転変動量の気筒間の差を用いることができる。

10

【 0 0 1 7 】

〔請求項 9 の手段〕

請求項 9 に記載の失火検出装置は、失火判定手段が、任意次気筒のクランク角範囲で計測された角速度の最大値を任意次気筒の媒介変数とし、当該気筒の媒介変数と任意次気筒の媒介変数との比に応じて、当該気筒で燃料の燃焼に異常が発生したか否かを判定する。

これにより、失火判定に用いられる回転変動量の変化量として、回転変動量の気筒間の比を用いることができるとともに、失火判定の目安となる閾値の変更幅を縮小することができる。

【 0 0 1 8 】

〔請求項 10 の手段〕

請求項 10 に記載の失火検出装置は、当該気筒のクランク角範囲で計測された角速度の最小値を当該気筒の媒介変数とし、当該気筒の媒介変数に応じて、当該気筒で燃料の燃焼に異常が発生したか否かを判定する失火判定手段を備える。

これにより、当該気筒燃焼時の角速度の最小値を回転変動量とする場合の失火検出に対する信頼性を向上させることができる。

20

【 0 0 1 9 】

〔請求項 11 の手段〕

請求項 11 に記載の失火検出装置は、失火判定手段が、任意次気筒のクランク角範囲で計測された角速度の最小値を任意次気筒の媒介変数とし、当該気筒の媒介変数と任意次気筒の媒介変数との差に応じて、当該気筒で燃料の燃焼に異常が発生したか否かを判定する

30

。

これにより、失火判定に用いられる回転変動量の変化量として、回転変動量の気筒間の差を用いることができる。

【 0 0 2 0 】

〔請求項 12 の手段〕

請求項 12 に記載の失火検出装置は、失火判定手段が、任意次気筒のクランク角範囲で計測された角速度の最小値を任意次気筒の媒介変数とし、当該気筒の媒介変数と任意次気筒の媒介変数との比に応じて、当該気筒で燃料の燃焼に異常が発生したか否かを判定する

。

これにより、失火判定に用いられる回転変動量の変化量として、回転変動量の気筒間の比を用いることができるとともに、失火判定の目安となる閾値の変更幅を縮小することができる。

40

【発明を実施するための最良の形態】

【 0 0 2 1 】

最良の形態 1 の失火検出装置は、クランクシャフトの角速度を計測するための信号を連続的に検出するクランク角検出手段と、少なくとも各気筒の燃焼行程の一部に対応するように設定される第 1 クランク角範囲と、第 1 クランク角範囲よりも遅れた範囲であって、燃焼行程の一部に対応するように設定される第 2 クランク角範囲と、当該気筒の第 1 クランク角範囲で計測された角速度の最大値と、当該気筒の第 2 クランク角範囲で計測された角速度の最小値との差を当該気筒の媒介変数として算出し、当該気筒の媒介変数に応じて

50

、当該気筒で燃料の燃焼に異常が発生したか否かを判定する失火判定手段とを備える。

さらに、失火判定手段は、当該気筒の次以降に燃料の燃焼が行われる任意次気筒の第1クランク角範囲で計測された角速度の最大値と、任意次気筒の第2クランク角範囲で計測された角速度の最小値との差を任意次気筒の媒介変数として算出し、当該気筒の媒介変数と任意次気筒の媒介変数との差に応じて、当該気筒で燃料の燃焼に異常が発生したか否かを判定する。

【0022】

最良の形態2の失火検出装置は、失火判定手段が、任意次気筒の第1クランク角範囲で計測された角速度の最大値と、任意次気筒の第2クランク角範囲で計測された角速度の最小値との差を任意次気筒の媒介変数として算出し、当該気筒の媒介変数と任意次気筒の媒介変数との比に応じて、当該気筒で燃料の燃焼に異常が発生したか否かを判定する。

10

【実施例1】

【0023】

〔実施例1の構成〕

実施例1の失火検出装置1の構成を図1ないし図3に基づいて説明する。

失火検出装置1は、図1に示すごとく、クランク角や角速度を計測するためのクランク角信号を連続的に検出するクランク角検出手段3と、クランク角信号やその他の検出手段から検出される電気信号が入力されるとともに失火検出等の各種の制御を実行する電子制御装置(ECU)5とを備える。

【0024】

20

ここで、失火検出装置1を含むエンジン制御装置7を、図1を用いて説明する。エンジン制御装置7は、例えば4つの気筒#1~#4を有するエンジン9と、クランク角検出手段3、スロットルセンサ11、エアフロメータ13および水温センサ15などの各種検出手段と、ECU5とを備える。

【0025】

エンジン9は、吸気管17から供給される燃料と空気との混合気を気筒#1~#4の燃焼室19で爆発、燃焼させ、排気ガスを排気管21から排出させることにより、ピストン23を気筒#1~#4内で直線往復動させるとともにクランクシャフト(図示せず)を回転させる周知構造である。

【0026】

30

吸気管17には、燃焼室19に吸入される空気量を調節するスロットルバルブ25、および燃焼室19に吸入される空気に燃料を噴射供給するインジェクタ27が配置されている。

【0027】

燃焼室19の上部には、燃焼室19に混合気を吸入するための吸気バルブ29、燃焼室19から排気ガスを排出するための排気バルブ31、混合気に着火することにより燃料の燃焼を開始させる点火プラグ33が配置されている。吸気、排気バルブ29、31は、各々、吸気側、排気側カム軸35、37により駆動されるとともに、吸気側、排気側可変バルブタイミング機構39、41により、開閉タイミングが調節されている。

【0028】

40

気筒#1~#4が形成されるシリンダブロック43には、冷却水が循環される冷却水路45が設けられ、ピストンリング47と気筒#1~#4の内周壁との摺動により発生する熱が除去される。また、ピストン23とクランクシャフトとは、コンロッド49により連結されている。

【0029】

クランク角検出手段3は、クランク角信号を検出してECU5へ出力する。クランク角検出手段3は、クランクシャフトに取り付けられる被検出部(図示せず)と、被検出部の回転に合わせてクランク角信号を出力する検出部(図示せず)とを備えている。本実施例では、被検出部は、例えばクランクシャフトに取り付けられてクランクシャフトとともに回転する永久磁石(図示せず)を具備し、検出部は、例えば永久磁石の回転に伴い誘起さ

50



れる起電力が正弦曲線状に連続的に経時変化するコイル（図示せず）を具備する。

【0030】

これにより、クランク角検出手段3は、例えば図2(a)に示すように、コイルに誘起される起電力を逆三角関数で変換することにより、クランク角に対してリニアなクランク角信号を出力することができる。このため、例えば図2(b)に示すように、角速度を連続的な値として計測できる。

【0031】

スロットルセンサ11は、図1に示すように、スロットルバルブ25の開度を計測するための電気信号を検出してECU5へ出力する。エアフローメータ13は、燃烧室19に吸入される空気量を計測するための電気信号を検出してECU5へ出力する。水温センサ15は、冷却水路45の冷却水温度を計測するための電気信号を検出してECU5へ出力する。

10

【0032】

ECU5は、制御処理、演算処理を行うCPU51、各種プログラムやデータを記憶するROM53、RAM55およびバックアップRAM57などの記憶装置、入力装置（図示せず）および出力装置（図示せず）などを有する。そして、ECU5は、クランク角検出手段3、スロットルセンサ11、エアフローメータ13および水温センサ15などの各種検出手段で検出された電気信号が入力され、これらの電気信号に応じてインジェクタ27、点火プラグ33、および吸気側、排気側可変バルブタイミング機構39、41などを駆動するための電気信号を出力する。以上により、ECU5は、エンジン9の点火時期制御や燃料噴射時期制御を実行する。

20

【0033】

また、ECU5は、クランク角検出手段3から出力されるクランク角信号に応じて失火が発生したか否かを判定する失火判定手段としての機能を有する。また、ECU5は、失火判定をする際に用いる第1クランク角範囲a1、第2クランク角範囲a2を記憶する。

【0034】

第1クランク角範囲a1は、図3に示すように燃烧行程b1~b4の一部に対応するように設定される範囲である。ここで、燃烧行程b1~b4とは、気筒#1~#4の燃烧室19に供給された混合気が圧縮されて、ピストン23が気筒#1~#4の各々の上死点TDC1~TDC4に到達してから、燃料の燃烧が開始されてピストン23が気筒#1~#4の各々の下死点に到達するまでの行程である。本実施例のエンジン9のように4つの気筒#1~#4を有する場合、燃烧行程b1~b4は、ほぼ、当該気筒#1~#4のピストン23が上死点TDC1~TDC4に到達してから、次気筒#1~#4のピストン23が上死点TDC1~TDC4に到達するまでの期間に相当する。第1クランク角範囲a1は、燃烧行程b1~b4の各々で角速度が最大になると予想されるクランク角maxを含むように設定される。すなわち、第1クランク角範囲a1は、燃烧行程b1~b4ごとに設定される。

30

【0035】

第2クランク角範囲a2は、図3に示すように第1クランク角範囲a1よりも遅れた範囲であって、燃烧行程b1~b4の一部に対応するように設定される範囲である。第2クランク角範囲a2は、燃烧行程b1~b4の各々で角速度が最小になると予想されるクランク角minを含むように設定される。すなわち、第2クランク角範囲a2は、燃烧行程b1~b4ごとに設定される。

40

【0036】

〔実施例1の失火検出方法〕

実施例1の失火検出装置1を用いた失火検出方法を、図4に示す失火検出フローに基づいて説明する。失火検出フローは、所定のプログラムとしてECU5に記憶されるとともに、ECU5により実行される。また、ECU5は、失火検出フローを実行することにより、失火判定手段として機能する。

【0037】

50

まず、ステップ S 1、S 2 で入力されたクランク角信号を用いてクランク角 および角速度 が計測される。次に、ステップ S 3 でクランク角 が当該気筒 # 1 ~ # 4 の第 1 クランク角範囲 a 1 に含まれているか否かが判定され、含まれていると判定された場合 (YES) にはステップ S 4、S 5 で角速度 の最大値 max が算出される。すなわち、ステップ S 4 で角速度 の計測値が現在の最大値 max よりも大きいかが判定される。そして、角速度 の計測値が現在の最大値 max よりも大きいと判定された場合 (YES)、ステップ S 5 で最大値 max を角速度 の計測値に置き換える。

#### 【0038】

次に、ステップ S 3 でクランク角 が当該気筒 # 1 ~ # 4 の第 1 クランク角範囲 a 1 に含まれていないと判定された場合 (NO)、ステップ S 6 でクランク角 が当該気筒 # 1 ~ # 4 の第 2 クランク角範囲 a 2 に含まれているか否かが判定される。含まれていると判定された場合 (YES)、ステップ S 7、S 8 で角速度 の最小値 min が算出される。すなわち、ステップ S 7 で角速度 の計測値が現在の最小値 min よりも小さいかが判定される。そして、角速度 の計測値が現在の最小値 min よりも小さいと判定された場合 (YES)、ステップ S 8 で最小値 min を角速度 の計測値に置き換える。

#### 【0039】

次に、ステップ S 6 でクランク角 が当該気筒 # 1 ~ # 4 の第 2 クランク角範囲 a 2 に含まれていないと判定された場合 (NO)、ステップ S 9 で次気筒 # 1 ~ # 4 のピストン 2 3 が上死点 TDC 1 ~ TDC 4 にあるか否かが判定される。上死点 TDC 1 ~ TDC 4 にあると判定された場合 (YES)、ステップ S 10 ~ S 12 で、当該気筒 # 1 ~ # 4 で失火が発生したか否かの判定が行われる。すなわち、ステップ S 10 で最大値 max と最小値 min との差、すなわち回転変動量 E が算出される。次に、ステップ S 11 で現在の回転変動量 E と、前回の失火検出フローで算出された回転変動量 (以下、直近値と呼ぶ) E との差 E が算出される。そして、ステップ S 12 で差 E が所定値 C よりも大きいと判定された場合 (YES)、ステップ S 13 へ進み失火が発生したと判定される。また、ステップ S 12 で差 E が所定値 C よりも小さいと判定された場合 (NO)、ステップ S 14 へ進み、燃料の燃焼が正常に行われたと判定される。

#### 【0040】

そして、ステップ S 15 で直近値 E を現在の回転変動量 E に置き換え、ステップ S 16 で角速度 の最大値 max および最小値 min を初期値に置き換えた後、失火検出フローを終了する。

#### 【0041】

##### 〔実施例 1 の作用〕

実施例 1 の失火検出装置 1 の作用を説明する。

失火検出装置 1 は、失火検出フローを実行することにより、図 3 に示すごとく、各々の燃焼行程 b 1 ~ b 4 において、第 1 クランク角範囲 a 1 で最大値 max が算出され、第 2 クランク角範囲 a 2 で最小値 min が算出される。また、各気筒 # 1 ~ # 4 のピストン 2 3 が上死点 TDC 1 ~ TDC 4 に到達するたびに、回転変動量 E および差 E が算出される。

#### 【0042】

図 3 (a) では、エンジン 9 が高回転かつ低負荷の状態で作動している場合の角速度の経時変化が示されている。ここで、トレンド T 1 は、気筒 # 1 の燃焼行程 b 1 で失火が発生した異常時の角速度の経時変化であり、トレンド T 2 は、失火が発生しない正常時の角速度の経時変化である。

#### 【0043】

燃焼行程 b 1 で失火が発生すると、回転変動量 E の燃焼行程 b 1 における値 E 1 と燃焼行程 b 3 における値 E 3 との差 E は所定値 C よりも大きくなる。そして、気筒 # 3 のピストン 2 3 が上死点 TDC 3 に到達したときに、気筒 # 1 で失火が発生したと判定される。燃焼行程 b 3 における値 E 3 と燃焼行程 b 4 における値 E 4 との差 E、燃焼行程 b 4

10

20

30

40

50

における値  $E_4$  と燃焼行程  $b_2$  における値  $E_2$  との差  $E$ 、および燃焼行程  $b_2$  における値  $E_2$  と燃焼行程  $b_1$  における値  $E_1$  との差  $E$  は、所定値  $C$  よりも小さい。このため、気筒 # 4、# 2、# 1 のピストン 23 が上死点  $TDC_4$ 、 $TDC_2$ 、 $TDC_1$  に到達したときに、気筒 # 3、# 4、# 2 で燃料の燃焼が正常に行われたと判定される。

【0044】

図 3 (b) では、エンジン 9 が高負荷の状態で作動している場合の角速度の経時変化が示されている。ここで、トレンド  $T_3$  は、気筒 # 1 の燃焼行程  $b_1$  で失火が発生した異常時の角速度の経時変化であり、トレンド  $T_4$  は、失火が発生しない正常時の角速度の経時変化である。

【0045】

燃焼行程  $b_1$  で失火が発生すると、回転変動量  $E$  の燃焼行程  $b_1$  における値  $E_1$  と燃焼行程  $b_3$  における値  $E_3$  との差  $E$  は所定値  $C$  よりも大きくなる。そして、気筒 # 3 のピストン 23 が上死点  $TDC_3$  に到達したときに、気筒 # 1 で失火が発生したと判定される。燃焼行程  $b_3$  における値  $E_3$  と燃焼行程  $b_4$  における値  $E_4$  との差  $E$ 、燃焼行程  $b_4$  における値  $E_4$  と燃焼行程  $b_2$  における値  $E_2$  との差  $E$ 、および燃焼行程  $b_2$  における値  $E_2$  と燃焼行程  $b_1$  における値  $E_1$  との差  $E$  は、所定値  $C$  よりも小さい。このため、気筒 # 4、# 2、# 1 のピストン 23 が上死点  $TDC_4$ 、 $TDC_2$ 、 $TDC_1$  に到達したときに、気筒 # 3、# 4、# 2 で燃料の燃焼が正常に行われたと判定される。なお、燃焼行程  $b_3$ 、 $b_4$  では、最小値  $min$  の方が最大値  $max$  よりも大きいので、値  $E_3$ 、 $E_4$  は負の値として算出される。

【0046】

このように、実施例 1 の失火検出装置 1 は、当該気筒 # 1 ~ # 4 の回転変動量  $E$  と次気筒 # 1 ~ # 4 の回転変動量  $E$  との差  $E$  に応じて、当該気筒 # 1 ~ # 4 で失火が発生したか否かの判定を行う。すなわち、実施例 1 の失火検出装置 1 は、当該気筒 # 1 ~ # 4 の次以降に燃料の燃焼が行われる任意次気筒 # 1 ~ # 4 の回転変動量  $E$  の中から、次気筒 # 1 ~ # 4 の回転変動量  $E$  を、差  $E$  を求めるための媒介変数として用いている。より具体的に説明すると、実施例 1 では、例えば気筒 # 1 で失火が発生したか否かの判定を行う場合、気筒 # 1 の次以降に燃料の噴射が行われる気筒 # 3、# 4、# 2、# 1 (以降、# 3、# 4、# 2、# 1 が繰り返される) の中から、気筒 # 1 の次に燃料の噴射が行われる気筒 # 3 の回転変動量  $E_3$  を、差  $E$  を求めるための媒介変数として用いている。

【0047】

〔実施例 1 の効果〕

実施例 1 の失火検出装置 1 によれば、第 1 クランク角範囲  $a_1$  は、燃焼行程  $b_1 \sim b_4$  の各々で角速度が最大になると予想されるクランク角  $max$  を含むように設定され、第 2 クランク角範囲  $a_2$  は、燃焼行程  $b_1 \sim b_4$  の各々で角速度が最小になると予想されるクランク角  $min$  を含むように設定される。そして、連続的に計測されたクランク角および角速度を用いて、当該気筒 # 1 ~ # 4 の第 1 クランク角範囲  $a_1$  で最大値  $max$  が算出され、当該気筒 # 1 ~ # 4 の第 2 クランク角範囲  $a_2$  で最小値  $min$  が算出される。そして、最大値  $max$  と最小値  $min$  との差を回転変動量  $E$  とし、この回転変動量  $E$  に基づいて失火が発生したか否かの判定が行われる。

これにより、最大値  $max$  および最小値  $min$  の算出値を、真値に近づけることができるので、失火検出に対する信頼性を向上させることができる。なお、失火検出装置 1 を用いれば、点火時期制御などの実行に伴い燃料の燃焼開始時期が遅角したり進角したりしても、最大値  $max$  および最小値  $min$  の算出値を、真値に近づけることができる。さらに、突発的な角速度の変動が生じて、最大値  $max$  および最小値  $min$  の算出値を、真値に近づけることができる。

【0048】

また、クランク角検出手段 3 は、クランク角に対して、リニアなクランク角信号を出力することができる。

これにより、パルス数をカウントする基準位置を検出する必要がなくなるので、従来の

10

20

30

40

50

ような基準位置の検出に伴う角速度 の計測値の大幅変動が発生しない。このため、すべてのクランク角 で、最大値  $max$  や最小値  $min$  の算出値を、真値に近づけることができる。

#### 【0049】

また、最大値  $max$  の算出は第1クランク角範囲  $a1$  においてのみ行われ、最小値  $min$  の算出は、第2クランク角範囲  $a2$  においてのみ行われる。

これにより、第1、第2クランク角範囲  $a1$ 、 $a2$  を狭くするほど、ECU5の演算負荷を低減することができる。

#### 【実施例2】

#### 【0050】

〔実施例2の失火検出方法〕

実施例2の失火検出フローでは、当該気筒#1～#4で失火が発生したか否かの判定を行う際に、直近値  $E$  と現在の回転変動量  $E$  との比  $E$  を算出する。そして、失火検出フローは、比  $E$  に応じて、当該気筒#1～#4で失火が発生したか否かの判定を行う。すなわち、図5に示すように、ステップS31で直近値  $E$  と、現在の回転変動量  $E$  との比  $E$  が算出される。そして、ステップS32で比  $E$  が所定値  $C2$  よりも大きいと判定された場合 (YES)、ステップS33へ進み失火が発生したと判定される。また、ステップS32で比  $E$  が所定値  $C2$  よりも小さいと判定された場合 (NO)、ステップS34へ進み、燃料の燃焼が正常に行われたと判定される。なお、図5のステップS21～S30、およびステップS35、S36は、図4のステップS1～S10、およびステップS15、S16に相当する。

#### 【0051】

〔実施例2の効果〕

実施例2の失火検出装置1は、直近値  $E$  と現在の回転変動量  $E$  との比  $E$  を算出し、この比  $E$  に応じて、当該気筒#1～#4で失火が発生したか否かの判定を行う。

これにより、失火判定に用いられる回転変動量  $E$  の変化量として、回転変動量  $E$  の気筒間の比  $E$  を用いることができる。ここで、回転変動量  $E$  の算出に用いられる角速度 は、エンジン回転数や負荷などのエンジン9の状態に応じて変動するので、失火発生時の回転変動量  $E$  も正常時の回転変動量  $E$  も、エンジン9の状態に応じて変動する。このため、失火判定の目安となる閾値を、エンジン9の状態に応じて変更する必要がある。しかし、回転変動量  $E$  の気筒間の比  $E$  を算出すれば、エンジン9の状態の影響を低減することができるので、閾値 (すなわち、所定値  $C2$ ) の変更幅を縮小することができる。

#### 【0052】

〔変形例〕

本実施例では、当該気筒#1～#4の第1クランク角範囲  $a1$  で計測された角速度 の最大値  $max$  と、当該気筒#1～#4の第2クランク角範囲  $a2$  で計測された角速度 の最小値  $min$  との差を回転変動量  $E$  として算出し、この回転変動量  $E$  に応じて失火検出を行ったが、次気筒#1～#4の第1クランク角範囲  $a1$  で求められる最大値  $max$  と、当該気筒#1～#4の第2クランク角範囲  $a2$  で求められる最小値  $min$  との差を回転変動量  $E$  として算出し、この回転変動量  $E$  に応じて失火検出を行ってもよい。

また、当該気筒#1～#4の第1クランク角範囲  $a1$  で求められる最大値  $max$  を回転変動量  $E$  とし、この回転変動量  $E$  に応じて失火検出を行ってもよい。さらに、当該気筒#1～#4の第2クランク角範囲  $a2$  で求められる最小値  $min$  を回転変動量  $E$  とし、この回転変動量  $E$  に応じて失火検出を行ってもよい。

#### 【0053】

本実施例では、任意次気筒#1～#4の回転変動量  $E$  の中から、次気筒#1～#4の回転変動量  $E$  を、差  $E$  または比  $E$  を求めるための媒介変数として選択して用いたが、次気筒の次以降に燃料の噴射が行われる任意2次気筒#1～#4の回転変動量  $E$  を選択して用いてもよい。例えば気筒#1で失火が発生したか否かの判定を行う場合、気筒#1の次の気筒#3よりも後に燃料の噴射が行われる気筒#4、#2、#1 (以降、#3、#4、

10

20

30

40

50

# 2、# 1 が繰り返される)の中から、差 E または比 E を求めるための媒介変数を選択してもよい。すなわち、差 E または比 E を求めるための媒介変数を、当該気筒 # 1 ~ # 4 のエンジンサイクルよりも後のエンジンサイクルにおける任意次気筒 (または任意 2 次気筒) # 1 ~ # 4 の回転変動量 Eの中から選択してもよい。

#### 【0054】

本実施例では、当該気筒 # 1 ~ # 4 の第 1、第 2 クランク角範囲 a 1、a 2 は、当該気筒 # 1 ~ # 4 の燃焼行程 b 1 ~ b 4 に納まるように設定されたが、例えば、第 1 クランク角範囲 a 1 が、当該気筒 # 1 ~ # 4 の前に燃料の燃焼が行われる気筒 # 1 ~ # 4 の燃焼行程 b 1 ~ b 4 にまたがるように設定されてもよい。また、第 2 クランク角範囲 a 2 が、次気筒 # 1 ~ # 4 の燃焼行程 b 1 ~ b 4 にまたがるように設定されてもよい。

10

#### 【0055】

本実施例では、クランク角 が第 1、第 2 クランク角範囲 a 1、a 2 に含まれるか否かを判定する前に角速度 を計測したが、クランク角 が第 1、第 2 クランク角範囲 a 1、a 2 に含まれるか否かを判定した後に角速度 を計測してもよい。これにより、ECU による角速度 の計測回数が減るので、ECU の演算負荷を低減できる。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0056】

【図 1】失火検出装置を含むエンジン制御装置の構成図である (実施例 1)。

【図 2】(a) は、クランク角とクランク角信号との相関図であり、(b) は、角速度の推移の一例を示すグラフである (実施例 1)。

20

【図 3】(a) は、エンジンが高回転かつ低負荷の状態で作動しているときの角速度の推移を示すグラフであり、(b) は、エンジンが高負荷の状態で作動しているときの角速度の推移を示すグラフである (実施例 1)。

【図 4】失火検出フローを示すフローチャートである (実施例 1)。

【図 5】失火検出フローを示すフローチャートである (実施例 2)。

【図 6】(a) は、クランク角とクランク角信号との相関図であり、(b) は、角速度の推移の一例を示すグラフである (従来例)。

#### 【符号の説明】

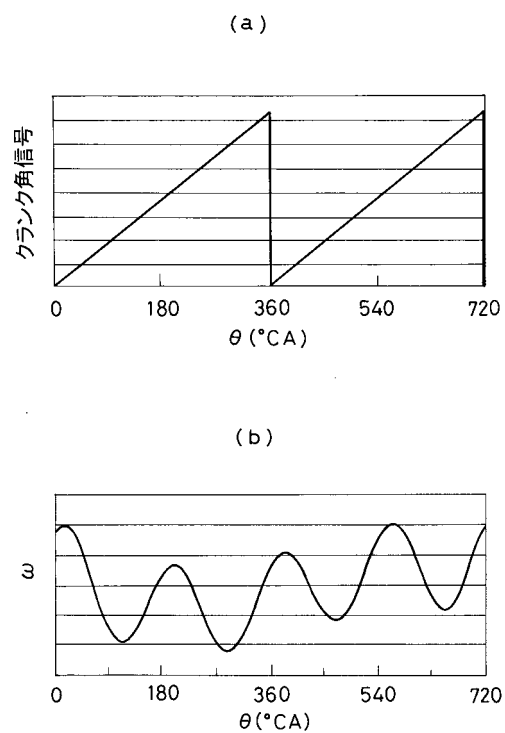
#### 【0057】

- 1 失火検出装置
- 3 クランク角検出手段
- 5 ECU (失火判定手段)
- 9 エンジン
- # 1 ~ # 4 気筒
- 角速度
- max 最大値
- min 最小値
- a 1 第 1 クランク角範囲 (クランク角範囲)
- a 2 第 2 クランク角範囲 (クランク角範囲)
- b 1 ~ b 4 燃焼行程
- E 回転変動量 (媒介変数)

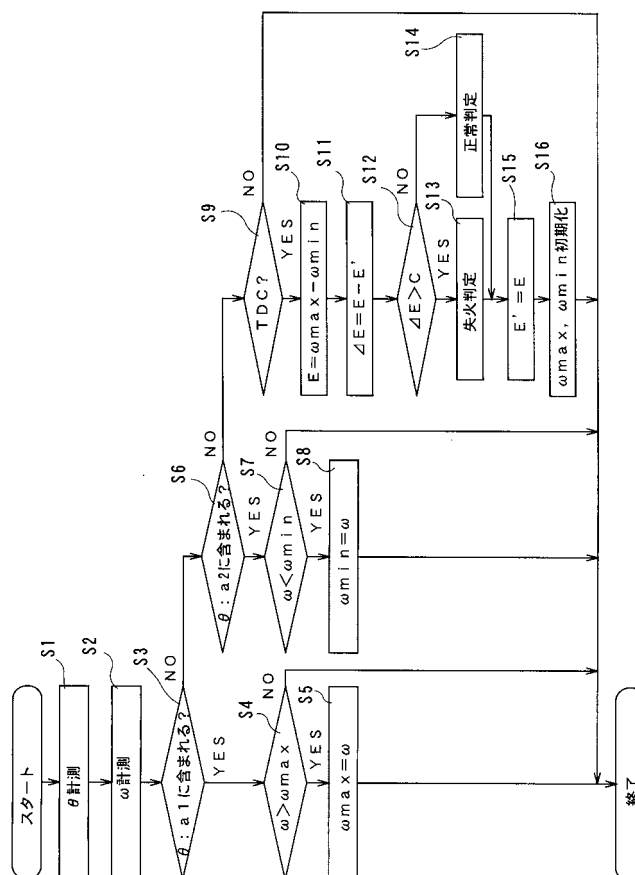
30

40

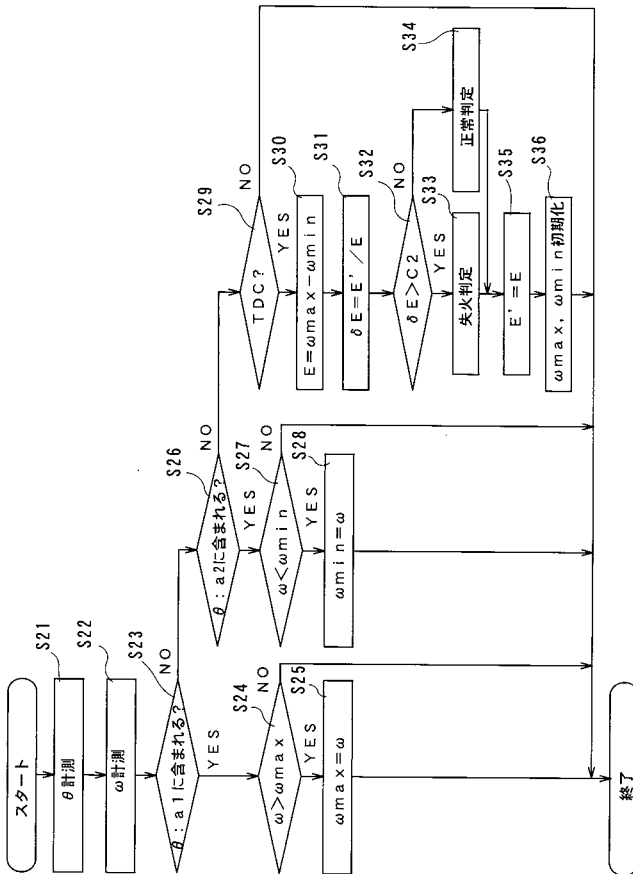
【圖 2】



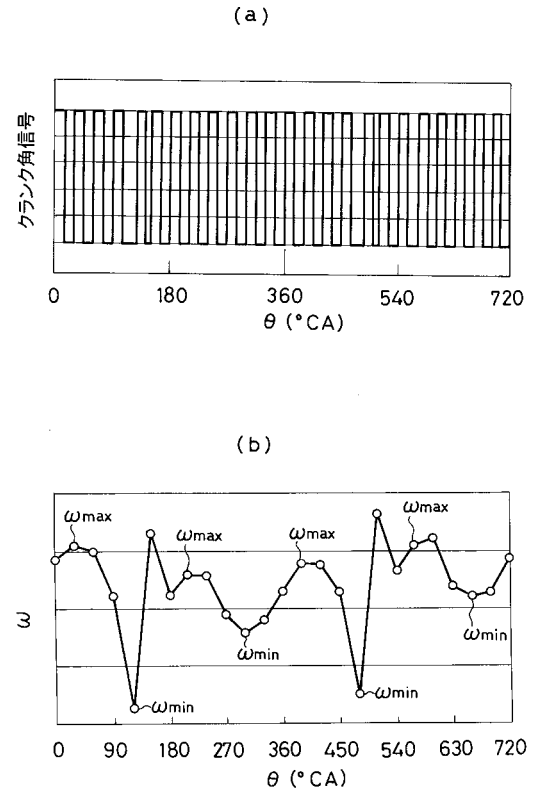
【 図 4 】



【図 5】



【図 6】



---

フロントページの続き

(72)発明者 川嶋 貴

愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 株式会社デンソー内

F ターム(参考) 3G384 BA05 BA13 BA26 DA54 EB17 EB18 ED07 FA01Z FA04Z FA28Z  
FA32B FA32Z FA57Z FA58Z FA59Z FA60Z