

(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
2016年12月8日(08.12.2016)



(10) 国際公開番号
WO 2016/194953 A1

- (51) 国際特許分類:
F02D 45/00 (2006.01) *F02B 77/08* (2006.01)
F02D 41/22 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/066206
- (22) 国際出願日: 2016年6月1日(01.06.2016)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2015-111921 2015年6月2日(02.06.2015) JP
- (71) 出願人: 株式会社デンソー(DENSO CORPORATION) [JP/JP]; 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 Aichi (JP). ヤマハ発動機株式会社(YAMAHA HATSUDOKI KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒4388501 静岡県磐田市新貝2500番地 Shizuoka (JP).
- (72) 発明者: 堀田 実(HOTTA, Minoru); 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内 Aichi (JP). 野々垣 芳彦(NONOGAKI, Yoshihiko); 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内 Aichi (JP). 岩本一輝(IWAMOTO, Kaduteru); 〒4388501 静岡県磐田

市新貝2500番地 ヤマハ発動機株式会社内 Shizuoka (JP). 脇村 誠(WAKIMURA, Makoto); 〒4388501 静岡県磐田市新貝2500番地 ヤマハ発動機株式会社内 Shizuoka (JP). 永田 直樹(NAGATA, Naoki); 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内 Aichi (JP).

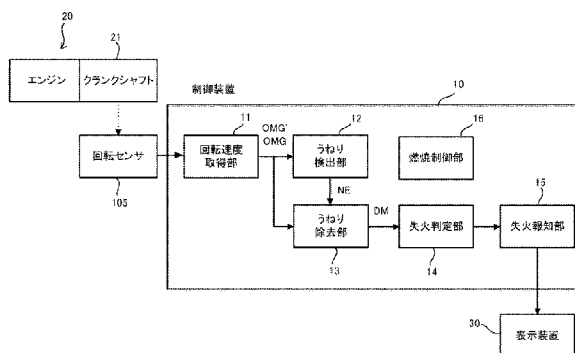
- (74) 代理人: 特許業務法人タス・マイスター国際特許事務所(TASS MEISTER PATENT FIRM); 〒1020093 東京都千代田区平河町二丁目4番13号 ノーブルコート平河町506号 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユー

[続葉有]

(54) Title: CONTROL APPARATUS

(54) 発明の名称: 制御装置

[図2]



10... CONTROL APPARATUS
11... ROTATIONAL SPEED ACQUISITION UNIT
12... UNDULATION DETECTION UNIT
13... UNDULATION REMOVAL UNIT
14... ACCIDENTAL FIRE DETERMINATION UNIT
15... ACCIDENTAL FIRE ANNOUNCING UNIT
16... COMBUSTION CONTROL UNIT
20... ENGINE
21... CRANKSHAFT
30... DISPLAY APPARATUS
105... ROTATION SENSOR

(57) Abstract: The present invention addresses the problem of providing, as a control apparatus relating to a rotational solid rotated by a four-stroke engine, a control apparatus having a high degree of freedom in selecting the apparatus to which the control apparatus can be applied. The control apparatus comprises a rotational speed acquisition unit configured so as to obtain the rotational speed of a rotational solid rotated by a four-stroke engine, and an undulation detection unit configured so as to detect, on the basis of the rotational speed obtained by the rotational speed acquisition unit, periodic undulation which is included in rotational fluctuation of the four-stroke engine and which has an angle period longer than a crank angle equivalent to four strokes.

(57) 要約: 本発明は、4ストロークエンジンにより回転される回転体に係る制御装置として、適用可能な装置の選択自由度が高い制御装置を提供することを課題とする。前記制御装置は、4ストロークエンジンにより回転される回転体の回転速度を得るように構成された回転速度取得部と、前記回転速度取得部により得られる回転速度に基づいて、前記4ストロークエンジンの回転変動に含まれる、4ストロークに相当するクランク角度より長い角度周期を有する周期的なうねりを検出するように構成された、うねり検出部とを備える。



ロシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨー
ロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE,
ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV,
MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK,
SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ,
GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称： 制御装置

技術分野

[0001] 本発明は、4ストロークエンジンにより回転される回転体に係る制御装置に関する。

背景技術

[0002] 従来、4ストロークエンジンにより回転される回転体に係る制御装置としては、例えば、特許文献1に開示された内燃機関用失火検出装置がある。前記内燃機関用失火検出装置は、回転角センサの出力に基づいて各気筒毎に爆発行程における平均回転数 ω_n を求める。次に、爆発行程が連続する各気筒の平均回転数 ω_n の偏差（第1の変動量（ $\omega_{n-1} - \omega_n$ ））とこれより回転角360°CA（crank angle）前の連続する各気筒の平均回転数の偏差（第2の変動量（ $\omega_{n-4} - \omega_{n-3}$ ））を求めて平均回転数変動量 $\Delta\omega_n$ を設定する。そして、平均回転数変動量 $\Delta\omega_n$ に基づいて失火を判別する。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開平4-365958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、特許文献1に開示されるような従来の失火検出装置では、失火の検出対象である4ストロークエンジンが、例えば、自動二輪車に設けられている場合には、自動二輪車が悪路ではなく平坦路を走行している時であっても、失火を適切に判別することが困難な場合があった。このように、従来の制御装置では、4ストロークエンジンが設けられる装置（ビークル等）によっては、当該装置への制御装置の適用が困難な場合があった。そのため、制御装置が適用可能な装置の選択自由度が制限されるという問題があった。

[0005] 本発明は、4ストロークエンジンにより回転される回転体に係る制御装置として、適用可能な装置の選択自由度が高い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

[0006] 本発明は、上述した課題を解決するために、以下の構成を採用する。

[0007] (1) 4ストロークエンジンにより回転される回転体に係る制御装置であって、

前記制御装置は、

4ストロークエンジンにより回転される回転体の回転速度を得るように構成された回転速度取得部と、

前記回転速度取得部により得られる回転速度に基づいて、前記4ストロークエンジンの回転変動に含まれる、4ストロークに相当するクランク角度より長い角度周期を有する周期的なうねりを検出するように構成された、うねり検出部と

を備える。

[0008] 前記制御装置によれば、4ストロークエンジンにより回転される回転体の回転速度に基づいて、前記4ストロークエンジンの回転速度に含まれる、4ストロークに相当するクランク角度より長い角度周期を有する周期的なうねりを検出することができる。従って、例えば、4ストロークエンジンの回転速度から、4ストロークに相当するクランク角度より長い角度周期を有する周期的なうねりを除去することにより、4ストロークエンジンの燃焼による回転変動を得ることができる。その結果、例えば、前記周期的なうねりによる影響を抑えて、4ストロークエンジンにより回転される回転体（車輪、クランク軸等）に係る診断等を行うことができる。前記診断として、例えば、エンジンの失火の有無の検出、ホイールバランスの適否の検出、車輪の空気圧の適否の検出等が可能である。周期的なうねりによる影響が抑えられるので、本発明の制御装置は、周期的なうねりが発生する場合がある装置に適用可能である。本発明の制御装置では、適用可能な装置の選択自由度が高い。

- [0009] 本発明者らは、上述した課題について検討を行い、以下の知見を得た。
- [0010] 装置（例えば、自動二輪車等のビークル）に設けられた４ストロークエンジンの回転変動には、例えば、エンジンのクランク角速度と関連しない変動と、エンジンのクランク角速度と関連する変動とが含まれる。エンジンのクランク角速度と関連しない変動としては、例えば、前記装置が操作されることによる４ストロークエンジンの加速又は減速、前記装置に対する外的負荷の変化による４ストロークエンジンの回転速度の変化等が挙げられる。なお、前記装置に対する外的負荷の変化には、例えば、悪路走行時のビークルの４ストロークエンジンに加わる負荷の変化等が含まれる。また、エンジンのクランク角速度と関連する変動としては、例えば、燃焼のバラツキ、気筒の偏り、クランク角速度センサ又はセンサの被検出部の公差等が挙げられる。
- [0011] 通常、クランク角速度センサにより検出される４ストロークエンジンの回転速度には、上述したような種々の原因による回転変動が含まれている。特許文献１に開示されたような従来の制御装置によれば、これらの原因による回転変動の影響を抑えて、失火の有無の判別等の診断を行うことができる。
- [0012] しかしながら、４ストロークエンジンが設けられる装置によっては、エンジンのクランク角速度と関連する変動として、上述した変動以外の変動が生じる場合がある。例えば、自動二輪車では、エンジンのクランク角速度と関連する変動として、燃焼のバラツキ、気筒の偏り、クランク角速度センサ又はセンサの被検出部の公差等のエンジンの内的要因による変動だけではなく、自動二輪車の構造等のエンジンの外的要因による変動が生じる場合がある。そのため、４ストロークエンジンが設けられる装置（ビークル等）によっては、従来の制御装置を適用することが困難な場合があった。
- [0013] そこで、本発明者らは、エンジンの外的要因による変動について検討を行った。そして、本発明者らは、自動二輪車等に設けられた４ストロークエンジンの回転変動には、４ストロークに相当するクランク角度より長い角度周期を有する周期的なうねりが含まれていることを見出した。さらに、本発明者らは、４ストロークエンジンの回転変動に、この周期的なうねりが含まれ

ているため、従来の制御装置では、例えば、自動二輪車等に設けられた４ストロークエンジンにおける失火の有無の判別等の診断を適切に行うことが困難であったことを見出した。

[0014] 本発明は、上述した知見に基づいて完成した発明である。

本発明の制御装置では、前記周期的なうねりの検出が、４ストロークエンジンにより回転される回転体の回転速度に基づいて行われる。前記周期的なうねりの検出は、４ストロークエンジンのトルクに基づかずに行われる。前記周期的なうねりの検出は、４ストロークエンジンが設けられたビークルの走行速度に基づかずに行われる。前記周期的なうねりの検出は、４ストロークエンジンが設けられたビークルの車高変化量に基づかずに行われる。前記周期的なうねりの検出は、４ストロークエンジンの燃焼室内の圧力に基づかずに行われる。前記周期的なうねりの検出は、４ストロークエンジンの燃焼室内の温度に基づかずに行われる。前記周期的なうねりの検出は、後述する実施形態のように、４ストロークエンジンにより回転される回転体の回転速度のみに基づいて行われてもよい。

[0015] 回転体は、４ストロークエンジンにより回転される。回転体は、４ストロークエンジンから直接駆動力を受けるように構成されている必要はない。回転体は、４ストロークエンジンから４ストロークエンジン以外の機構を介して間接的に駆動力を受けてもよい。回転体は、例えば、クランクシャフト、車輪、ギヤ、又はプロペラ等である。

[0016] 本発明におけるうねりは、波である。本発明におけるうねりの角度周期は、波の波長に相当する。例えば、回転変動が回転速度の平均値を跨いで上下に変化し、複数組の上下動が１つのパターンを構成する場合、波長は、当該パターンに含まれる各上下動に対応する。この場合、うねりの角度周期は、パターンに対応する長さではなく、各上下動に対応する長さである。

[0017] 制御装置は、前記周期的なうねりのみを検出するように構成されている必要はない。本発明の制御装置は、後述する実施形態のように、４ストロークエンジンの回転変動に含まれる、前記周期的なうねり以外の変動（例えばエ

ンジンの加減速による変動等)を検出するように構成されていてもよい。つまり、制御装置は、角度周期を有さない変動を検出するように構成されていてもよい。

[0018] 制御装置は、例えば、4ストロークエンジンの動作を制御する燃焼制御部を有してもよく、エンジンの動作を制御する装置とは別の装置であってもよい。

[0019] 制御装置は、4ストロークに相当するクランク角度より長い角度周期を有する周期的なうねりを検出すればよい。制御装置は、検出した結果を単に外部に出力してもよい。制御装置は、前記周期的なうねりの検出結果を、4ストロークエンジンが搭載された装置の構造の状態を表す情報として出力してもよい。制御装置は、例えば、4ストロークエンジンが搭載された車両のサスペンションの伸縮状態を表す情報として、前記周期的なうねりの検出結果を出力してもよい。制御装置は、前記周期的なうねりの検出結果を、機能の異常を表す情報として出力してもよい。制御装置は、例えば、4ストロークエンジンが搭載された車両の車輪のバランス異常又は車輪の空気圧の異常を表す情報として、前記周期的なうねりの検出結果を出力してもよい。

[0020] (2) (1)の制御装置であって、

前記制御装置は、更に、

前記回転体の回転速度に基づいて得られる前記4ストロークエンジンの回転速度から、前記うねり検出部により検出された前記周期的なうねりを除去するように構成された、うねり除去部を備える。

[0021] (2)の制御装置によれば、4ストロークエンジンの回転速度から前記周期的なうねりが除去される。このため、前記周期的なうねり以外の回転変動を用いた診断等の機能を、前記周期的なうねりが生じる場合がある装置に適用することができる。

なお、前記周期的なうねりの除去は、エンジンの回転速度に含まれる前記周期的なうねりの成分をゼロにすることを含む。また、前記周期的なうねりの除去は、長周期うねりの成分が除去前と比べて減少することを含む。

[0022] (3) (1) 又は (2) の制御装置であって、

前記うねり検出部は、前記回転速度取得部により得られる回転速度に基づいて、 $360 \times m$ 度クランク角度の区間における前記 4 ストロークエンジンの平均回転速度を繰り返し算出することにより、前記周期的なうねりを検出するように構成されており、
 m は自然数である。

[0023] (3) の制御装置によれば、クランクシャフトが回転して同じ姿勢になるまでの間の平均回転速度が算出される。このため、クランクシャフトの回転位置についての公差の影響が抑えられる。従って、前記周期的なうねりをより精度よく検出することができる。

[0024] (4) (3) の制御装置であって、

前記うねり検出部は、前記回転速度取得部により得られる回転速度に基づいて、 360 度クランク角度の区間における前記 4 ストロークエンジンの平均回転速度を繰り返し算出することにより、前記周期的なうねりを検出するように構成されている。

[0025] (4) の制御装置によれば、 360 度クランク角度以外の区間における算出の場合と比べて、より長い周期のうねりが検出されやすい。

[0026] (5) (3) の制御装置であって、

前記うねり検出部は、前記回転速度取得部により得られる回転速度に基づいて、 720 度クランク角度の区間における前記 4 ストロークエンジンの平均回転速度を繰り返し算出することにより、前記周期的なうねりを検出するように構成されている。

[0027] (5) の制御装置によれば、4 ストロークエンジンの 1 サイクルに相当する回転の平均回転速度が算出される。従って、算出される区間に含まれる行程の差に起因する誤差が抑えられる。従って、前記周期的なうねりをより精度よく検出することができる。

[0028] (6) (3) の制御装置であって、

前記うねり検出部は、前記回転速度取得部により得られる回転速度に基づ

いて、 $360 \times m$ 度クランク角度の区間における前記4ストロークエンジンの平均回転速度を繰り返し算出することにより、前記周期的なうねりを検出するとともに、 $360 \times n$ 度クランク角度の区間における前記4ストロークエンジンの平均回転速度を繰り返し算出することにより、前記周期的なうねりを検出するように構成されており、
 n は、 m と異なる自然数である。

[0029] (6)の制御装置によれば、互いに異なる区間の平均回転速度を算出することにより、前記周期的なうねりが検出される。異なる条件下で前記周期的なうねりの検出が行われるので、前記周期的なうねりをより広範囲で検出することができる。

[0030] (7) (1)から(6)いずれか1の制御装置であって、
前記うねり検出部は、前記回転速度取得部により得られる検出対象のクランク角度位置より前のクランク角度位置から検出対象のクランク角度位置より後のクランク角度位置までの回転速度に基づいて、前記検出対象のクランク角度位置における前記周期的なうねりの成分を検出するように構成されている。

[0031] (7)の制御装置によれば、共通のクランク角度位置を基準として比較した場合に、うねり検出部で得られたうねりと、回転速度取得部により得られる回転速度に含まれるうねりの位相のずれが低減される。従って、(7)の制御装置によれば、より正確なうねりが検出される。

[0032] (8) (1)から(7)いずれか1の制御装置であって、
前記回転速度取得部は、ピークルを駆動するように前記ピークルに設けられた前記4ストロークエンジンにより回転される、前記ピークルに設けられた前記回転体の回転速度を得るように構成されており、

前記うねり検出部は、前記回転速度取得部により得られる回転速度に基づいて、前記ピークルに設けられた前記4ストロークエンジンの回転速度に含まれる前記周期的なうねりを検出するように構成されている。

[0033] (8)の制御装置によれば、4ストロークエンジンの回転速度に含まれる

、ビークルの構造に関連する前記周期的なうねりを検出することができる。
そのため、前記周期的なうねりによる影響を抑えて、４ストロークエンジンにより回転される回転体に係る診断等を行うことができる。前記診断として、例えば、エンジンの失火の有無の検出、ホイールバランスの適否の検出、車輪の空気圧の適否の検出等が可能である。前記周期的なうねりによる影響が抑えられるので、（８）の制御装置は、前記周期的なうねりが発生し得る構造を有するビークルに適用可能である。

[0034] （９） （８）の制御装置であって、

前記回転速度取得部は、前記ビークルが備える車輪を駆動するように前記ビークルに設けられた前記４ストロークエンジンにより回転される前記回転体の回転速度を得るように構成されており、

前記うねり検出部は、前記回転速度取得部により得られる回転速度に基づいて、前記車輪を駆動する前記４ストロークエンジンの回転速度に含まれる前記周期的なうねりを検出するように構成されている。

[0035] （９）の制御装置によれば、４ストロークエンジンの回転速度に含まれる、車輪を備えたビークルの構造に関連する前記周期的なうねりを検出することができる。前記周期的なうねりによる影響が抑えられるので、（９）の制御装置は、前記周期的なうねりが発生しやすい、車輪を備えたビークルに適用可能である。

[0036] （１０） （９）の制御装置であって、

前記回転速度取得部は、前記ビークルが備えるサスペンションにより支持され、且つ前記ビークルの車体に対して左右方向に延びる軸周りに上下方向に揺動可能に構成された前記車輪を駆動する前記４ストロークエンジンにより回転される前記回転体の回転速度を得るように構成されており、

前記うねり検出部は、前記回転速度取得部により得られる回転速度に基づいて、前記車体に対して前後方向に支持され且つ前記サスペンションにより上下方向に揺動可能に構成された前記車輪を駆動する前記４ストロークエンジンの回転速度に含まれる前記周期的なうねりを検出するように構成されて

いる。

[0037] (10)の制御装置によれば、4ストロークエンジンの回転速度に含まれる、サスペンションにより支持され、車体に対して左右方向に延びる軸周りに上下方向に揺動可能に構成された車輪に関連する前記周期的なうねりを検出することができる。前記周期的なうねりによる影響が抑えられるので、(10)の制御装置は、前記周期的なうねりが発生し得る、サスペンションにより支持され揺動可能に構成された車輪を備えたビークルに適用可能である。

[0038] (11) (1)から(10)いずれか1の制御装置であって、
前記制御装置は、更に、
前記4ストロークエンジンの回転速度から、前記うねり検出部により検出された周期的なうねりが除去されることにより得られる、前記4ストロークエンジンの燃焼による回転変動に基づいて、前記4ストロークエンジンの失火の有無を判定する少なくとも1つの失火判定部を備える。

[0039] (11)の制御装置によれば、4ストロークエンジンの燃焼による回転変動に基づいて、4ストロークエンジンの失火の有無の判定が行われる。前記周期的なうねりが除去されることにより得られる回転変動に基づいて、失火の有無の判定が行われる。前記周期的なうねりによる影響が抑えられるため、失火の判定の精度が向上する。

[0040] (12) (11)の制御装置であって、
前記少なくとも一つの失火判定部は、互いに異なるクランク角度区間での回転変動に基づいて、前記4ストロークエンジンの失火の有無を判定する2つの失火判定部を備え、

前記2つの失火判定部は、前記うねり検出部により同じクランク角度の区間における前記平均回転速度の算出で検出された周期的なうねりが前記4ストロークエンジンの回転速度から除去されることにより得られる回転変動に基づいて、前記4ストロークエンジンの失火の有無を判定する。

[0041] (12)の制御装置によれば、エンジンの内的要因である失火の有無の判

定が、異なる条件下で行われるので、失火の判定の精度が高まる。失火の有無の判定は、同じ条件下で周期的なうねりが除去された回転変動に基づいて行われる。エンジンの外的要因に周期的なうねりについて同じ条件が適用され、失火の有無の判定について異なる条件が適用されるので、失火の有無の判定の精度が更に向上する。

[0042] 前記制御装置は、例えば、前記周期的なうねりが除去された回転速度の変動量の、第一のクランク角度区間の経過後における変化に基づいて失火の有無を判定する第一失火判定部と、

前記周期的なうねりが除去された回転速度の変動量の、第一のクランク角度区間とは異なる第二のクランク角度区間の経過後における変化に基づいて失火の有無を判定する第二失火判定部とを備えていてもよい。

[0043] また、前記制御装置が備える前記回転速度取得部は、例えば、クランク角度を取得タイミングの基準として、4ストロークエンジンにより回転される回転体の回転速度を得、

前記うねり検出部は、前記回転速度取得部によってクランク角度を基準として得られる回転速度に基づいて、前記周期的なうねりを検出してもよい。

発明の効果

[0044] 本発明によれば、4ストロークエンジンにより回転される回転体に係る制御装置として、適用可能な装置の選択自由度が高い制御装置を提供できる。

図面の簡単な説明

[0045] [図1]本発明の第一実施形態に係る制御装置及びその周辺の装置の構成を模式的に示す構成図である。

[図2]図1に示す制御装置の構成を示すブロック図である。

[図3]図2に示す制御装置の動作を示すフローチャートである。

[図4]エンジンにより回転されるクランクシャフトの回転速度の第1の例を示すグラフである。

[図5]エンジンにより回転されるクランクシャフトの回転速度の第2の例を示すグラフである。

[図6] クランクシャフトの回転速度から、うねり除去部により長周期うねりが除去された後の回転速度の例を示すグラフである。

[図7] 本発明の第二実施形態に係る制御装置における処理を説明するグラフである。

[図8] 本発明の第三実施形態に係る制御装置の構成を示すブロック図である。

[図9] 第一実施形態から第三実施形態までに係る制御装置が搭載される自動二輪車を示す外観図である。

発明を実施するための形態

[0046] 以下、本発明の実施形態について、図面を参照しながら説明する。

[0047] 図1は、本発明の第一実施形態に係る制御装置及びその周辺の装置の構成を模式的に示す構成図である。

[0048] [制御装置]

図1に示す制御装置10は、4ストロークエンジン20に係る装置である。4ストロークエンジン20（単にエンジン20とも称する。）は、例えば、図9に示す自動二輪車50に設けられている。エンジン20は、自動二輪車50、より詳細には、自動二輪車50の車輪52を駆動する。

本実施形態に係るエンジン20は、3気筒エンジンである。図1には、1気筒分の構成が示されている。ただし、エンジン20の種類としては、単気筒エンジンまたは2気筒エンジンも採用可能であり、また、4以上の気筒を有するエンジンも採用可能である。

[0049] エンジン20は、クランクシャフト21を備えている。クランクシャフト21は、本発明にいう回転体の一例に相当する。クランクシャフト21はエンジン20の動作に伴い回転する。つまり、クランクシャフト21は、エンジン20により回転される。クランクシャフト21には、クランクシャフト21の回転を検出させるための複数の被検出部25が設けられている。被検出部25は、クランクシャフト21の周方向に、クランクシャフト21の回転中心から見て予め定められた検出角度を空けて並んでいる。検出角度は、例えば15度である。被検出部25は、クランクシャフト21の回転と連動

して移動する。

[0050] 制御装置 10 は、CPU 101、メモリ 102、及び I/O ポート 103 を備えている。

CPU 101 は、制御プログラムに基づいて演算処理を行う。メモリ 102 は、制御プログラムと、演算に必要な情報とを記憶する。I/O ポート 103 は、外部装置に対し信号を入出力する。

I/O ポート 103 には、クランクシャフト 21 の回転を検出するための回転センサ 105 が接続されている。回転センサ 105 は、エンジン 20 のクランクシャフト 21 の回転速度を得るためのセンサである。回転センサ 105 は、被検出部 25 の通過を検出すると信号を出力する。回転センサ 105 は、エンジン 20 のクランクシャフト 21 が検出角度回転する毎に信号を出力する。

I/O ポート 103 には、表示装置 30 も接続されている。表示装置 30 は、制御装置 10 から出力される情報を表示する。

[0051] 制御装置 10 は、4 ストロークエンジン 20 の失火を検出する失火検出装置である。本実施形態の制御装置 10 は、クランクシャフト 21 の回転速度のみに基づいて、エンジン 20 の失火を検出する。

本実施形態の制御装置 10 は、エンジン 20 の動作を制御する電子制御装置 (ECU) としての機能も有する。制御装置 10 には、不図示の吸気圧力センサ、燃料噴射装置、及び、点火プラグが接続される。

[0052] 図 2 は、図 1 に示す制御装置 10 の構成を示すブロック図である。

制御装置 10 は、回転速度取得部 11、うねり検出部 12、うねり除去部 13、失火判定部 14、失火報知部 15、及び燃焼制御部 16 を備えている。制御装置 10 の各部は、制御プログラムを実行する CPU 101 (図 1 参照) が、図 1 に示すハードウェアを制御することによって実現される。

回転速度取得部 11 は、回転センサ 105 の出力に基づいてクランクシャフト 21 の回転速度を得る。うねり検出部 12 は、回転速度取得部 11 により得られる回転速度に基づいて、エンジン 20 の回転変動に含まれる、4 ス

トロークに相当するクランク角度より長い角度周期を有する周期的なうねり（以降、「長周期うねり」とも称する。）を検出する。うねり除去部１３は、エンジン２０の回転速度から、うねり検出部１２により検出された長周期うねりを除去する。失火判定部１４は、長周期うねりが除去された回転変動に基づいて、エンジン２０の失火の有無を判定する。失火報知部１５は、失火判定部１４による失火の有無の判定結果を表示装置３０に出力することにより報知する。燃焼制御部１６は、不図示の燃料噴射部及び点火プラグを制御することによって、エンジン２０の燃焼動作を制御する。

[0053] 図３は、図２に示す制御装置１０の動作を示すフローチャートである。

制御装置１０では図３に示す処理が繰り返される。まず、燃焼制御部１６がエンジン２０の燃焼動作を制御する（Ｓ１１）。次に、回転速度取得部１１がエンジン２０のクランクシャフト２１の回転速度を得る（Ｓ１２）。次に、うねり検出部１２が、長周期うねりを検出する（Ｓ１３）。次に、うねり除去部１３が、エンジン２０の回転速度から、長周期うねりを除去する（Ｓ１４）。次に、失火判定部１４が、エンジン２０の失火の有無を判定する（Ｓ１５）。燃焼制御部１６、回転速度取得部１１、うねり検出部１２、及び、失火判定部１４のそれぞれは、各部のデータが処理可能となった時に、それぞれのデータの処理を実行する。

失火判定部１４が失火有りと判定した場合（Ｓ１５でＹｅｓ）、失火報知部１５が失火有りの報知を行う（Ｓ１６）。失火判定部１４が失火有りと判定しない場合（Ｓ１５でＮｏ）、失火報知部１５は報知を行わない。

なお、燃焼制御部１６、回転速度取得部１１、うねり検出部１２、失火判定部１４、及び失火報知部１５が動作する順は、図３に示す順に限られない。また、いくつかの部分の処理は、一つの値を得るための式の演算としてまとめて実施されてもよい。また、必ずしも、失火判定部１４が失火有りと判定するごとに失火報知部１５が失火有りの報知を行う必要はない。例えば、失火判定部１４により失火有りの判定が行われるごとに、失火判定部１４が失火有りの判定結果を記憶しておき、失火判定部１４が記憶した失火有りの

判定結果が所定の条件を満たした場合に、失火報知部 15 が失火有りの報知を行ってもよい。

続いて、図 2 及び図 3 に示す各部の詳細を説明する。

[0054] [回転速度取得部]

回転速度取得部 11 は、回転センサ 105（図 1 参照）からの信号に基づいて、クランクシャフト 21 の回転速度を得る。回転センサ 105 は、クランクシャフト 21 が検出角度回転する毎に信号を出力する。回転速度取得部 11 は、回転センサ 105 からの信号が出力されるタイミングの時間間隔を計測することによって、クランクシャフト 21 が検出角度回転するのに要した時間を計測する。回転速度取得部 11 は、この時間を計測することにより定まる回転速度を得る。即ち、回転速度取得部 11 は、クランク角度を取得タイミングの基準としてクランクシャフト 21 の回転速度を得る。具体的に、回転速度取得部 11 は、一定のクランク角度ごとにクランクシャフト 21 の回転速度を得る。本実施形態において、回転速度取得部 11 が得る回転速度はクランクシャフト 21 の回転速度であるので、回転速度取得部 11 が得る回転速度はエンジン 20 の回転速度である。

[0055] 本実施形態における回転速度取得部 11 は、回転速度として、複数の検出角度に亘る区間に対応する回転速度も得る。回転速度取得部 11 は、例えば、各気筒の爆発行程に対応する 180 度クランク角度の区間の回転速度と、爆発行程の間の行程に対応する 180 度クランク角度の区間の回転速度とを得る。

図 4 は、エンジン 20 により回転されるクランクシャフト 21 の回転速度の第 1 の例を示すグラフである。

図 4 において横軸はクランクシャフトの回転角度 θ を示す。縦軸は回転速度を示す。図 4 に示す第 1 の例では、回転速度の関係を分かりやすくするため、長周期うねりを含まない場合の回転速度が示されている。図 4 には、エンジン 20 の燃焼動作に伴う回転速度の変動が模式的に示されている。

一点鎖線のグラフは、回転センサ 105 から、1 つの被検出部 25 の通過

に応じて信号が出力される毎に得られる回転速度OMG'を示す。一点鎖線のグラフは、被検出部25の通過ごとに得られる回転速度OMG'を曲線で結ぶことにより生成されている。回転速度OMG'は、信号が出力される時間間隔により得られる。つまり、回転速度OMG'は、検出角度ごとの回転速度である。回転速度OMG'は、瞬時回転速度を示している。

本実施形態に係るエンジン20は、等間隔爆発の3気筒4ストロークエンジンである。従って、各気筒の同じ行程に対応する回転速度のピークは、 $720/3$ 度毎、即ち240度クランク角度毎に現れる。

実線のグラフは、複数の検出角度に亘る区間での回転速度OMGを示す。実線のグラフは、180度クランク角度の区間における回転速度OMGを示す。

回転速度取得部11は、検出角度ごとの回転速度OMG'について、180度クランク角度の区間での平均を算出することによって、回転速度OMGの値を得る。なお、回転速度OMGの各点の値は、回転センサ105から受ける信号の時間間隔を複数の区間に渡って累計することにより得ることもできる。回転速度OMGのグラフは、120度クランク角度毎（各気筒の同じ行程に対応する240度クランク角度の半分毎）に得られた値の点を、曲線で結ぶことにより生成されている。従って、回転速度OMGのグラフにおけるピークの位置は、瞬時回転速度のピークの位置からずれる場合もある。回転速度OMGのグラフにおける各点の値は、その点を含んだ180度クランク角度の区間における速度である。なお、上記の180度は、回転速度OMGの値を算出する区間の一例である。この一例において、回転速度OMGの値は、値に対応する回転角度より90度前の区間、及び当該回転角度より90度後の区間に亘る瞬時回転速度の平均を算出することによって得られている。回転速度OMGのグラフは、得られた平均の値を曲線で結ぶことにより生成されている。

[0056] 回転速度OMGは、瞬時回転速度である検出角度ごとの回転速度OMG'と比べて変動幅は小さい。しかし、回転速度OMGは、エンジン20の燃焼

による回転変動を表している。本実施形態の制御装置 10 は、180 度クランク角度の区間における回転速度 OMG を用いて、エンジン 20 の失火の有無の検出を行う。

なお、回転速度 OMG の値を算出する区間として、180 度クランク角度以外の角度を採用することも可能である。例えば、回転速度 OMG を算出する区間として、120 度クランク角度又は 90 度クランク角度といった、180 度よりも小さいクランク角度を採用することも可能である。また、回転速度 OMG を算出する区間として、例えば 15 度クランク角度である検出角度を用いることも可能である。言い換えると、回転速度 OMG として回転速度 OMG' を用いることも可能である。つまり、回転速度 OMG の値を算出する区間として、180 度以下の角度を採用することが可能である。

本実施形態では、180 度クランク角度の区間における回転速度 OMG を、クランクシャフト 21 の回転速度及びエンジン 20 の回転速度として説明する。

[0057] なお、上記の 180 度クランク角度の区間は、各行程と完全に重なるように設定される必要はなく、各行程に対しずれを有していてもよい。

行程に対応する 180 度クランク角度の区間の回転速度 OMG は、上述したように 180 度クランク角度の区間で平均化された回転速度とも言うこともできる。しかし、180 度クランク角度の区間の回転速度 OMG は、1 つの行程に対応する回転速度である。180 度クランク角度の区間の回転速度 OMG は、長周期うねりを検出するためにクランクシャフト 21 の一周以上の区間で算出される後述の「平均回転速度」とは異なるので、単に回転速度と称する。

[0058] なお、本実施形態の説明では、回転速度として、回転速度 OMG、及び平均回転速度等が用いられる。これらの回転速度を表す形式は、特に限定されない。即ち、回転速度は、例えば、クランクシャフト 21 が予め定められた角度回転するのに要する時間の形式で表されてもよく、また、時間の逆数として演算される単位時間当たりの回転数又は角度の形式で表されてもよい。

[0059] 図5は、エンジン20により回転されるクランクシャフト21の回転速度の第2の例を示すグラフである。

図5のグラフの横軸はクランクシャフト21の回転角度 θ を示し、縦軸は回転速度を示す。図5のグラフは、図4のグラフよりも広い回転角度の範囲を表している。実線のグラフは、図4の場合と同様に、クランクシャフト21の回転速度OMG、即ち、エンジン20の回転速度を示している。グラフは、回転速度OMGの変動を概略的に示している。回転速度OMGのグラフは、図4と同様に、爆発行程及び吸気行程に対応するクランク角度について算出された回転速度の値を曲線で結ぶことによって得られる。

本実施形態に係るエンジン20は、等間隔爆発の3気筒4ストロークエンジンである。各気筒の圧縮行程に対応する回転速度のピークは、240度クランク角度毎に表れる。

図5のグラフにおいて、ある時点における検出対象のクランク角度の位置の番号を「0」とし、「0」の位置から120度クランク角度ごと順に番号を付している。図5の例では、3つの気筒のうち第3の気筒の吸気行程（#3S）を、ある時点における検出対象である「0」の位置とする。「0」の位置は、第1の気筒の爆発行程（#1W）に対応する「1」の位置と、第2の気筒の爆発行程（#2W）に対応する「-1」の位置との中間の位置である。また、「2」、「4」、「6」の位置は、第2の気筒、第1の気筒、第3の気筒における吸気行程（#2S、#1S、#3S）にそれぞれ対応している。

[0060] 各位置「0」、「1」、「2」、…における回転速度OMGの値を、OMG0、OMG1、OMG2、…と表す。この表し方は、後述する他の種類の回転速度についても同様である。また、回転速度取得部11が得るクランクシャフト21の回転速度は、エンジン20の回転速度である。従って、クランクシャフト21の回転速度OMGをエンジン20の回転速度OMGとして説明する。

[0061] 図5に示すクランクシャフト21の回転速度OMGのグラフは、エンジン

20の回転変動（回転速度の変動）を表している。

エンジン20の回転変動は、エンジン20の燃焼動作による回転変動を有している。燃焼動作による回転変動は、720度クランク角度あたり、気筒数に相当する数の繰返し周期を有する。図5に示す回転速度OMGの回転変動は、720度クランク角度当たり3つの繰返し周期を有している。即ち、エンジン20の燃焼動作による回転変動の周期は、4ストロークに相当するクランク角度（720度）より短い。

回転速度OMGのグラフが示すエンジン20の回転変動は、4ストロークに相当するクランク角度より長い角度周期を有する長周期うねりも有している。即ち、クランクシャフト21の回転速度は、720度クランク角度より長い長周期うねりも有している。長周期うねりは、エンジンの外的要因による変動である。長周期うねりは、例えば、エンジン20が搭載される自動二輪車50（図9参照）の構造に起因したうねりである。なお、長周期うねりは、4ストロークエンジン20の作動時のクランク角度の変化に応じて変動する4ストロークエンジン20の回転速度の成分からなる。

図5のグラフの横軸は、時間ではなくクランク角度を示している。図5のグラフは、時間を基準とした回転速度の推移ではなく、クランク角度を基準とした回転速度OMGの推移を示している。長周期うねりは、クランク角度を取得タイミングの基準として得られる回転速度OMGにおいて、周期的に変化する。つまり、長周期うねりは、クランク角度を基準とした変動における周期、即ちクランク角度を基準とした角度周期を有している。エンジンの回転速度が変化する時、時間を基準とした周期は変化するが、クランク角度を基準とした角度周期は変化しない。このように、クランク角度を基準とした角度周期は、時間を基準とした変動の周期と本質的に異なる。制御装置10は、クランク角度を基準とした角度周期を有する長周期うねりを検出するように構成されている。また、長周期うねりの角度周期は、4ストロークに相当するクランク角度より長い、長周期うねりの振幅については、特に限定されない。また、長周期うねりの波形についても、特に限定されない。本

実施形態では、長周期うねりの波形における山と谷とが丸くなっているが（図5及び図7参照）、必ずしも山と谷とが丸くなっている必要はない。

[0062] [うねり検出部]

図2に示すうねり検出部12は、回転速度取得部11により得られる回転速度に基づいて、エンジン20の回転変動に含まれる長周期うねりを検出する。本実施形態において、うねり検出部12は、 $360 \times m$ 度クランク角度の区間におけるエンジン20の平均回転速度を繰り返し算出することにより、長周期うねりを検出する。ここで、 m は自然数である。詳細には、うねり検出部12は、720度クランク角度の区間におけるエンジン20の平均回転速度を繰り返し算出することにより、長周期うねりを検出する。

[0063] 詳細には、うねり検出部12は、検出対象のクランク角度の位置を含む720度クランク角度の区間における平均回転速度 NE を算出する。うねり検出部12は、例えば、図5に示す「6」の位置が検出対象となっているとき、「6」の位置を含む720度クランク角度の区間 $H6$ における平均回転速度 $NE6$ を算出する。なお、図5において「6」の位置が検出対象となっている時点では、「6」の位置が「0」と表示されるべきであるが、番号が変わる紛らわしさを避けるため、図5に示す通りの位置の番号で説明する。

「6」の位置を検出対象とした平均回転速度 $NE6$ の算出よりも後で、うねり検出部12は、図5に示す「5」の位置を検出対象とする。うねり検出部12は、「5」の位置を含む720度クランク角度の区間 $H5$ における平均回転速度 $NE5$ を算出する。この後、うねり検出部12は、「4」の位置、「3」の位置、「2」の位置、「1」の位置、及び「0」の位置を順に検出対象とする。そして、うねり検出部12は、検出対象とした位置を含む720度クランク角度の区間における平均回転速度 $NE4$ 、 $NE3$ 、 $NE2$ 、 $NE1$ 、及び $NE0$ を算出する。このようにして、うねり検出部12は、720度クランク角度の区間（例えば…、 $H6$ 、…、 $H1$ 、…）における平均回転速度（…、 $NE6$ 、…、 $NE1$ 、…）を繰り返し算出する。

[0064] 本実施形態におけるうねり検出部12は、720度クランク角度の区間に

おける平均回転速度を繰り返し算出する。本実施形態に係るエンジン 20 は、3 気筒エンジンである。本実施形態では、クランクシャフト 21 が 120 度回転するごとに平均回転速度 N_E が算出される。なお、本発明において、平均回転速度が算出されるクランク角度周期は、特に限定されない。そのようなクランク角度周期としては、例えば、360 度クランク角度、540 度クランク角度、900 度クランク角度が挙げられる。本実施形態において、うねり検出部 12 は、回転速度取得部 11 が得た検出角度ごとの回転速度 OMG' を用いて平均回転速度 N_E を算出する。例えば、うねり検出部 12 は、第 3 の気筒の吸気行程 (#3S) に対応する「6」の位置を検出対象とし、「6」の位置を含む 720 度クランク角度の区間 H_6 における平均回転速度 N_{E6} を算出する。次に、うねり検出部 12 は、第 2 の気筒の爆発行程 (#2W) に対応する「5」の位置を検出対象とし、「5」の位置を含む 720 度クランク角度の区間 H_5 における平均回転速度 N_{E5} を算出する。次に、うねり検出部 12 は、第 1 の気筒の吸気行程 (#1S) に対応する「4」の位置を検出対象とし、「4」の位置を含む 720 度クランク角度の区間 H_4 における平均回転速度 N_{E4} を算出する。次に、うねり検出部 12 は、第 3 の気筒の爆発行程 (#3W) に対応する「3」の位置を検出対象とし、「3」の位置を含む 720 度クランク角度の区間 H_3 における平均回転速度 N_{E3} を算出する。次に、うねり検出部 12 は、第 2 の気筒の吸気行程 (#2S) に対応する「2」の位置を検出対象とし、「2」の位置を含む 720 度クランク角度の区間 H_2 における平均回転速度 N_{E2} を算出する。このようにして、うねり検出部 12 は、平均回転速度 N_E を順次算出する。この後、うねり検出部 12 は、再び第 1 の気筒の爆発行程 (#1W) に対応する「1」の位置を検出対象として平均回転速度 N_{E1} を算出する。次に、うねり検出部 12 は、再び第 3 の気筒の吸気行程 (#3S) に対応する「0」の位置を検出対象とする。

うねり検出部 12 は、各気筒について、720 度クランク角度の区間 H_6 , H_5 , H_4 , H_3 , H_2 , H_1 , H_0 , …のそれぞれにおけるエンジン 2

0の平均回転速度NE 6, NE 5, NE 4, NE 3, NE 2, NE 1, NE 0, ...を、区間H 6, H 5, H 4, H 3, H 2, H 1, H 0, ...ごとに算出する。これによって、うねり検出部12は、図5のグラフにおける破線で示す長周期うねりNEを検出する。平均回転速度NE 6, NE 5, NE 4, NE 3, NE 2, NE 1, NE 0, ...のそれぞれは、長周期うねりNEの成分である。詳細には、平均回転速度NE 6, NE 5, NE 4, NE 3, NE 2, NE 1, NE 0, ...のそれぞれは、長周期うねりNEの時間軸における成分である。

[0065] うねり検出部12は、長周期うねりNEの成分NE 6, NE 5, NE 4, NE 3, NE 2, NE 1, NE 0, ...のそれぞれを検出する際、回転速度取得部11により得られる検出対象のクランク角度位置より前のクランク角度位置から検出対象のクランク角度位置より後のクランク角度位置までの回転速度に基づいて、検出対象の位置における長周期うねりの成分を検出する。つまり、うねり検出部12は、検出対象のクランク角度の位置を含むクランク角度の区間における平均回転速度を求めることによって、検出対象の位置での長周期うねりNEの成分を検出する。このとき、平均回転速度を求めるためのクランク角度の区間は、検出対象の位置よりも前の区間と検出対象の位置よりも後の区間とを含む。例えば、検出対象の位置よりも前の区間の長さで検出対象の位置よりも後の区間の長さとは等しい。なお、双方の区間の長さの関係はこれに限られず、例えば双方の長さの間には違いがあってもよい。うねり検出部12は、例えば、「0」の位置を検出対象とすると、「0」の位置より前の360度クランク角度と、「0」の位置より後の360度クランク角度とを含む720度クランク角度の区間を区間H 0とする。うねり検出部12は、720度クランク角度の区間H 0において得られる回転速度に基づいて、「0」の位置を検出対象とした長周期うねりの成分NE 0を検出する。

[0066] 検出対象としての「0」の位置における平均回転速度を算出するためには、算出のための入力情報として、「0」の位置よりも360度クランク角度

後に求まる回転速度の情報が必要となる。従って、検出対象として「0」の位置における平均回転速度NE0を算出するためには、クランクシャフト21の回転が「0」の位置から更に360度クランク角度進むのを待つ必要がある。言い換えれば、平均回転速度の算出は、算出時点でクランクシャフト21が到達している位置よりも、少なくとも、360度クランク角度前の位置を検出対象として実施される。

[0067] 図5のグラフの破線は、720度クランク角度の区間におけるエンジン20の平均回転速度を繰り返し算出した値を概略的に示している。

本実施形態におけるうねり検出部12は、限られた区間における平均回転速度を算出することによってうねりを検出する。うねり検出部12で検出されるうねりは、厳密に見れば、回転速度OMGに含まれる実際の長周期うねりとは完全に一致しない場合がある。しかし、算出される平均回転速度NEは、回転速度取得部11が出力する回転速度から、長周期うねりを効果的に検出・除去するために用いることができる。うねり検出部12により検出された平均回転速度NEのうねりは、実質的に長周期うねりNEと見なすことができる。そこで、うねり検出部12により検出された平均回転速度NEにおけるうねりを、長周期うねりNEとして説明する。

[0068] 本実施形態に係るうねり検出部12は、 $360 \times m$ 度クランク角度の区間におけるエンジン20の平均回転速度NEを算出する。ここで、 m は自然数である。つまり、クランクシャフト21が回転して同じ姿勢になるまでの間の平均回転速度が算出される。この場合、平均回転速度NEは、クランクシャフト21に設けられた複数の被検出部25のうち1つの被検出部25が回転センサ105を複数回通過する間の時間に基づいて算出される。このため、各被検出部25の取付け位置の公差等に起因する検出への影響が抑えられる。つまり、クランクシャフト21の回転位置についての公差等に起因する影響が抑えられる。従って、長周期うねりを精度よく検出することができる。

本実施形態に係るうねり検出部12は、720度クランク角度の区間にお

けるエンジン 20 の平均回転速度 N_E を算出する。また、720 度クランク角度は、エンジン 20 の 4 ストロークに相当する。720 度クランク角度は、エンジン 20 の 1 サイクルに相当する。このため、720 度クランク角度の区間における平均回転速度 N_E は、1 つの気筒において連続する同一の行程の間の区間（例えば、吸気行程から次の吸気行程までの区間）における平均回転速度である。従って、平均回転速度 N_E を算出する各区間に含まれる行程の変動による検出結果への影響が抑えられる。また、720 度クランク角度の区間における平均回転速度 N_E を算出することにより、720 度クランク角度より長い周期を有するうねりを検出することができる。つまり、長周期うねりの検出可能範囲が広い。従って、長周期うねりがさらに精度よく検出される。

[0069] また、うねり検出部 12 は、回転速度取得部 11 により得られる検出対象のクランク角度位置より前のクランク角度位置から検出対象のクランク角度位置より後のクランク角度位置までの回転速度に基づいて、検出対象のクランク角度位置における長周期うねりの成分を検出する。このため、共通のクランク角度位置を基準として比較した場合に、うねり検出部 12 が回転速度から算出することによって検出した長周期うねり N_E の位相と、実際に回転速度 OMG に含まれる長周期うねりとの位相のずれが低減される。従って、算出された長周期うねりとエンジン 20 の回転速度とを更に演算する場合、長周期うねりをさらに精度よく除去することができる。

[0070] 本実施形態における回転速度取得部 11 は、時間ではなくクランク角度を取得タイミングの基準としてクランクシャフト 21（回転体）の回転速度を取得する。つまり、回転速度取得部 11 は、所定の時間ごとでなく所定のクランク角度ごとにクランクシャフト 21（回転体）の回転速度を取得する。そして、うねり検出部 12 は、回転速度取得部 11 によって、クランク角度を取得タイミングの基準として得られた回転速度に基づいて長周期うねりを検出する。

エンジンの回転速度の変動には、エンジンの外的要因による変動が含まれ

ている。エンジンの外的要因による変動には、例えば、エンジンが搭載される装置、例えば自動二輪車の構造に起因する変動がある。このようなエンジンの外的要因による変動の周期は、時間軸で見た場合、エンジンの回転速度に応じて変化する場合がある。このため、所定の時間を基準として回転速度を得た場合、外的要因による回転速度の変動検出は容易でない。

本実施形態では、エンジンの外的要因による長周期うねりが、クランク角度を基準として得られた回転速度に基づいて検出される。このため、検出に対するエンジンの回転速度の変動の影響を抑えることができる。従って、長周期うねりが高い精度で検出される。

[0071] [うねり除去部]

うねり除去部 13 は、クランクシャフト 21 の回転速度に基づいて得られるエンジン 20 の回転速度から、うねり検出部 12 により検出された長周期うねりを除去する。うねり除去部 13 は、クランクシャフト 21 の回転速度に基づいて得られるエンジン 20 の回転速度 OMG と、うねり検出部 12 により検出された長周期うねり NE との差を算出する。より詳細には、うねり除去部 13 は、図 5 に示すクランクシャフト 21 の回転速度 OMG と長周期うねり NE について、回転速度 OMG_n から、長周期うねり NE_n を引いた差を算出する（ここで、 n は整数。）。これによって、うねり検出部 12 により検出された周期的な長周期うねりが、エンジン 20 の回転速度 OMG から除去される。なお、うねり検出部 12 は、エンジン 20 の回転速度 OMG として、図 5 に示す回転速度 OMG の代わりに、図 4 に示す回転速度 OMG' を用いることも可能である。

[0072] 図 6 は、クランクシャフト 21 の回転速度 OMG から、うねり除去部 13 により長周期うねり NE が除去された後の回転速度の例を示すグラフである。

図 6 のグラフの破線は、長周期うねり NE （図 5 参照）が、クランクシャフト 21 の回転速度 OMG から除去された後の回転速度 DM の例を概略的に示している。

うねり除去部 13 によって長周期うねりが除去された回転速度 DM は、主にエンジン 20 の燃焼による回転変動を表している。この回転速度 DM では、長周期うねりの影響が抑えられている。

[0073] [失火判定部]

図 2 に示す失火判定部 14 は、エンジン 20 の燃焼による回転変動に基づいて、エンジン 20 の失火の有無を判定する。エンジン 20 の燃焼による回転変動は、エンジン 20 の回転速度 OMG から、うねり検出部 12 により検出された長周期うねりが除去されることにより得られる回転速度における回転変動である。エンジン 20 の燃焼による回転変動は、例えば図 6 のグラフに示す回転速度 DM の変動である。

失火判定部 14 は、エンジン 20 の回転速度 OMG から、うねり検出部 12 により検出された長周期うねり NE が除去されることにより得られる回転速度 DM について、同一の行程が連続する気筒における変動量を算出する。失火判定部 14 は、変動量を算出することによって 4 ストロークエンジンの失火を判定する。

[0074] 失火判定部 14 は、同一の行程が連続する気筒における回転速度の差を算出する。失火判定部 14 は、回転速度として、エンジン 20 の回転速度 OMG から、うねり検出部 12 により検出された長周期うねり NE が除去されることにより得られる回転速度 DM（図 6 参照）を用いる。つまり、失火判定部 14 は、長周期うねり NE が除去された回転速度 DM の変動量を得る。ここで、算出した差を第 1 の変動量とする。例えば、図 6 に示す「0」の位置が検出対象となる場合、同一の行程が連続する気筒に対応するクランク角度の位置は、「0」と「2」の位置である。例えば、「2」の位置は、第 2 の気筒の吸気行程（図 5 の #2 S）に対応する。「0」の位置は、第 3 の気筒の吸気行程（図 5 の #3 S）に対応する。つまり、「2」の位置と「0」の位置で第 2 の気筒の吸気行程と第 3 の気筒の吸気行程が連続する。第 1 の変動量は、回転速度 DM2 と回転速度 DM0 の差である。ここで、回転速度 DM2 は、図 6 に示す「2」の位置で、エンジン 20 の回転速度 OMG から、

うねり検出部 12 により検出された長周期うねり NE 2（図 5 参照）が除去されることにより得られる回転速度である。また、回転速度 DM 0 は、「0」の位置で、エンジン 20 の回転速度 OMG から、うねり検出部 12 により検出された長周期うねり NE 0 が除去されることにより得られる回転速度である。

また更に、失火判定部 14 は、第 1 の変動量を算出したクランクシャフト 21 の位置よりも 720 度クランク角度前の位置において、同一の行程が連続する気筒における差を算出する。この差を第 2 の変動量とする。720 度クランク角度前の位置において、同一の行程が連続する気筒に対応するクランクシャフトの位置は、「6」と「8」の位置である。第 2 の変動量は、回転速度 DM 8 と回転速度 DM 6 の差である。ここで、回転速度 DM 6 は、「6」の位置で、エンジン 20 の回転速度 OMG から、うねり検出部 12 により検出された長周期うねり NE 6 が除去されることにより得られる回転速度である。また、回転速度 DM 8 は、「8」の位置で、エンジン 20 の回転速度 OMG から、うねり検出部 12 により検出された長周期うねり NE 8 が除去されることにより得られる回転速度である。

また、失火判定部 14 は、変動指標 Δ OMG として、上記の第 1 の変動量と第 2 の変動量との差を算出する。失火判定部 14 は、変動指標 Δ OMG が、失火判定値 CK よりも大きい場合には、失火有りと判断する。失火判定部 14 は、変動指標 Δ OMG が、失火判定値 CK よりも小さい場合には、失火無しと判断する。

[0075] [失火報知部]

失火報知部 15 は、失火判定部 14 により判定された失火の有無を報知する。失火報知部 15 は、失火判定部 14 により失火有りと判定された場合には、表示装置 30（図 1 参照）に失火有りの表示を行わせる。

[0076] ここで、上述したうねり検出部 12、うねり除去部 13、及び失火判定部 14 による処理をまとめて、図 5 を参照しながら説明する。

失火判定部 14 は、周期的なうねりが除去された回転速度の変動量の、所

定の角度区間の経過後における変化に基づいて失火の有無を判定する。

より詳細には、失火判定部 14 は、第 1 の変動量と第 2 の変動量との変化に基づいて失火の有無を判定する。第 1 の変動量は、周期的なうねりが除去された回転速度のうちの同一行程が連続する気筒間での回転速度の変動量である。第 2 の変動量は、前記同一行程が連続する気筒間での回転速度よりも所定のクランク角度区間の経過後における回転速度の変動量である。所定のクランク角度区間は、本実施形態では、720 度クランク角度である。

具体的には、失火判定部 14 は、変動指標 ΔOMG として、第 1 の変動量と第 2 の変動量との差を算出する。

第 1 の変動量は、同一行程が連続する気筒間での回転速度の変動量である。第 1 の変動量は、吸気行程が連続する第 3 の気筒と第 2 の気筒における吸気行程（図 5 の #3 S と #2 S）での回転速度の差である。図 6 に示す例において、検出対象の位置を「0」とした場合、第 1 の変動量は、「0」の位置における回転速度と「2」の位置における回転速度の差である。ここで、「0」の位置における回転速度は、回転速度 OMG_0 から長周期うねり NE_0 が除去されることにより得られる回転速度 DM_0 （図 6 参照）である。長周期うねりは、 $360 \times m$ 度クランク角度の区間における平均回転速度である。本実施形態における長周期うねりは、720 度クランク角度の区間における平均回転速度である。詳細には、「0」の位置における長周期うねり NE_0 は、「0」の位置を含む 720 度クランク角度の区間 H_0 における回転速度 OMG の平均回転速度である。また、「2」の位置における回転速度は、クランクシャフト 21 の回転速度 OMG_2 から長周期うねり NE_2 が除去されることにより得られる回転速度 DM_2 （図 6 参照）である。「2」の位置における長周期うねり NE_2 は、「2」の位置を含む 720 度クランク角度の区間 H_2 における回転速度 OMG の平均回転速度である。長周期うねり NE は、より詳細には、図 4 に示す検出角度ごとの回転速度 OMG' の平均回転速度である。

第 1 の変動量は、第 2 の変動量に対し所定のクランク角度区間の経過後に

おける回転速度の変動量である。詳細には、第 1 の変動量は、第 2 の変動量に対し、720 度クランク角度区間経過後での回転速度の変動量である。第 2 の変動量は、第 1 の変動量に対し、720 度クランク角度区間前での回転速度の変動量である。図 6 に示す例において、第 2 の変動量は、「6」の位置における回転速度と「8」の位置における回転速度の差である。ここで、「6」の位置における回転速度は、クランクシャフト 21 の回転速度 O MG 6 から長周期うねり N E 6 が除去されることにより得られる回転速度 D M 6（図 6 参照）である。「6」の位置における長周期うねり N E 6 は、「6」の位置を含む 720 度クランク角度の区間 H 6 における回転速度 O MG の平均回転速度である。また、「8」の位置における回転速度は、クランクシャフト 21 の回転速度 O MG 8 から長周期うねり N E 8 が除去されることにより得られる回転速度 D M 8（図 6 参照）である。「8」の位置における長周期うねり N E 8 は、「8」の位置を含む 720 度クランク角度の区間 H 8 における回転速度 O MG の平均回転速度である。

[0077] 上記の変動量、例えば第 1 の変動量及び第 2 の変動量のそれぞれは、同一の行程が連続する気筒における回転速度の変動量である。連続する気筒のいずれかで失火が発生する場合、変動量が増大する。ただし、変動量は、例えばエンジンの回転が制御に応じて加速又は減速する場合にも増大する。

本実施形態では、失火判定部 14 が、第 1 の変動量と第 2 の変動量との差を算出することによって、回転速度の変動量の、720 度クランク角度区間の経過後における変化について判定を行う。このため、エンジンの回転が制御に応じて加速又は減速する場合の影響が抑制される。また、回転速度の変動量の、720 度クランク角度区間の経過後の変化が判断されることによって、同じ行程での回転速度の変化に基づいて判定がされる。従って、判定対象の位置の行程の違いによる影響が抑制される。

[0078] しかし、失火判定部 14 が、長周期うねりを含んだ回転速度 O MG の変動量の差を算出した場合には、適切な失火の判定の精度が低下する。

例えば、図 5 の回転速度 O MG において、「0」の位置と「2」の位置に

おける第1の変動量、及び、「6」の位置と「8」の位置における第2の変動量との間には、長周期うねりに起因した差異がある。図5の三角形は、第1の変動量及び第2の変動量を表している。第1の変動量と第2の変動量との間の差異に起因して、実際には失火が発生していないにも拘わらず、失火が発生したと誤検出する可能性がある。

[0079] 本実施形態の制御装置10は、回転速度取得部11及びうねり検出部12によって、エンジン20の回転速度OMGに含まれる長周期うねりを検出することができる。このため、うねり除去部13では、エンジン20の回転速度から、長周期うねりを除去することにより、エンジン20の燃焼による回転変動を得ることができる。その結果、失火判定部14では、長周期うねりによる影響を抑えて、エンジンの失火の有無の検出を行うことができる。例えば、エンジンの失火判定において、長周期うねりによる影響に起因して失火有りとして誤検出してしまう事態が抑えられる。

従って、制御装置10は、エンジン20の回転速度に長周期うねりが含まれるような装置である自動二輪車に適用可能である。

[0080] 失火判定部14は、検出対象となるクランク角度位置の回転速度OMGが得られた時点で、検出対象のクランク角度位置における失火検出を行わない。うねり検出部12は、回転速度取得部11により得られる検出対象のクランク角度位置より前のクランク角度位置から検出対象のクランク角度位置より後のクランク角度位置までの回転速度OMGに基づいて、検出対象のクランク角度位置における長周期うねりの成分を検出する。検出された長周期うねりの成分が、うねり除去部13によって回転変動から除去される。失火判定部14は、長周期うねりの成分が回転速度OMGから除去された結果としての回転速度DMに基づいて、失火検出を行う。この点について、検出対象のクランク角度位置が図5の「0」である場合の例を挙げて説明する。

[0081] 回転速度取得部11は、「0」の位置の回転速度OMG0が得られてから「0」の位置における失火検出を行うまでの間に、「0」を含む所定クランク角度（720度クランク角度）の区間「H0」における回転速度OMGを

取得する。詳細には、回転速度取得部 11 は、検出対象のクランク角度位置「0」より前のクランク角度位置「3」から検出対象のクランク角度位置「0」より後のクランク角度位置「-3」までの区間「H0」の回転速度のデータをメモリ 102（図 1 参照）に記憶させる。その後、うねり検出部 12 は、メモリ 102 に記憶された、区間「H0」における回転速度の平均回転速度 N_{E0} を算出することにより、検出対象のクランク角度位置「0」での長周期うねりの成分を検出する。うねり除去部 13 は、「0」の位置の回転速度 OMG から長周期うねりの成分を除去する。これにより、「0」におけるエンジン 20 の燃焼による回転速度 DMO が得られる。失火判定部 14 は、「0」におけるエンジン 20 の燃焼による回転速度 DMO に基づいて、「0」における失火判定を行う。

[0082] エンジンの燃焼制御等の分野においては、例えば点火タイミング制御に代表されるように、通常、遅延を抑えた制御が厳密に要求される。そのため、従来、エンジンの失火検出等についても、エンジンの燃焼制御と同様に、できる限り早期の検出が必要であると考えられていた。しかし、本発明者らは、このような従来の考えから発想を転換し、次のような考えに想到した。

[0083] 即ち、エンジンの失火検出等においては、例えば点火タイミング制御のような早期の検出が厳密に要求されない場合がある。失火検出に限らず、エンジンにおいては、早期の検出、診断、監視、制御等が厳密に要求されない場合がある。このような場合には、検出対象のクランク角度位置に対応する回転速度 OMG が得られた時点で、必ずしも、当該角度位置についての失火検出等を行う必要はない。当該角度位置に対応する回転速度 OMG が得られた後も、平均回転速度を算出するための区間に渡ってデータを取得することができる。そして、当該角度位置に対応する回転速度 OMG が得られた後に取得したデータと、回転速度 OMG が得られる前に取得したデータとを含んだ区間に亘る回転数のデータを、当該角度位置での失火検出等に用いることができる。これにより、失火検出等の精度を高めることができる。

[0084] 本実施形態は、上述した着想に基づいている。本実施形態では、失火判定

部 1 4 は、「0」における回転速度 OMG_0 が得られた時点で、「0」における失火判定を行わない。失火判定部 1 4 は、その後、長周期うねりの成分 NE_0 の除去により「0」におけるエンジン 2 0 の燃焼による回転速度 DM_0 が得られた時点で、「0」における失火判定を行う。これにより、失火検出に対する長周期うねりの影響を抑制できる。従って、制御装置 1 0 は、エンジン診断装置（失火検出装置）として好適である。制御装置 1 0 は、適用可能な装置について、高い選択自由度を有しており、例えば、自動二輪車への適用に好適である。

[0085] [第二実施形態]

続いて、本発明の第二実施形態について説明する。以下の第二実施形態の説明にあたっては、上述した第一実施形態との相違点を主に説明する。

[0086] 図 7 は、本発明の第二実施形態に係る制御装置 1 0 における処理を説明するグラフである。

図 7 に示すエンジン 2 0 の回転速度 OMG 、及び「0」、「1」、「2」、…の番号は、図 5 に示す第一実施形態の場合と同じである。

制御装置 1 0 におけるうねり検出部 1 2 は、 $360 \times m$ 度クランク角度の区間におけるエンジン 2 0 の平均回転速度を繰り返し算出することにより、長周期うねりを検出する。ここで、 m は自然数である。本実施形態の制御装置 1 0 におけるうねり検出部 1 2 は、検出対象のクランク角度の位置を含む 360 度クランク角度の区間における平均回転速度 NE を算出する。うねり検出部 1 2 は、例えば、図 7 に示す「3」の位置が検出対象となっているとき、「3」の位置を含む 360 度クランク角度の区間 H_3' における平均回転速度 NE_3 を算出する。

「3」の位置を検出対象とした平均回転速度 NE_3 の算出よりも後で、うねり検出部 1 2 は、図 7 に示す「0」の位置を検出対象とする。うねり検出部 1 2 は、「0」の位置を含む 360 度クランク角度の区間 H_0' における平均回転速度 NE_0 を算出する。このようにして、うねり検出部 1 2 は、 360 度クランク角度の区間における平均回転速度 NE を算出する。

360度クランク角度の区間は、他の360×m度クランク角度の区間よりも短い。従って、より長い周期の長周期うねりが検出されやすい。

[0087] うねり検出部12は、エンジン20が有する各気筒について、360度クランク角度の区間における平均回転速度NEを算出する。本実施形態では、クランクシャフト21が120度回転するごとに平均回転速度NEが算出される。例えば、うねり検出部12は、図7に示す「3」の位置を検出対象とし、「3」の位置を含む360度クランク角度の区間H3'における平均回転速度NE2を算出する。次に、うねり検出部12は、「2」の位置を検出対象とし、「2」の位置を含む360度クランク角度の区間H2'における平均回転速度NE2を算出する。次に、うねり検出部12は、「1」の位置を検出対象とし、「1」の位置を含む360度クランク角度の区間H1'における平均回転速度NE1を算出する。

うねり検出部12は、各気筒について、360度クランク角度の区間H3'、H2'、H1'、H0'、…のそれぞれにおけるエンジン20の平均回転速度NE3、NE2、NE1、NE0、…を、区間H3'、H2'、H1'、H0'、…ごとに算出する。これによって、うねり検出部12は、図7のグラフにおける破線で示すような長周期うねりNEを検出する。平均回転速度NE3、NE2、NE1、NE0、…のそれぞれは、周期うねりNEの成分である。

[0088] うねり検出部12は、長周期うねりNEの成分NE3、NE2、NE1、NE0、…のそれぞれを検出する際、回転速度取得部11により得られる検出対象のクランク角度の位置より前のクランク角度位置から検出対象のクランク角度位置より後のクランク角度位置までの回転速度に基づいて、検出対象のクランク角度位置における長周期うねりの成分を検出する。本実施形態において、うねり検出部12は、例えば「0」の位置を検出対象とするとき、「0」の位置より前の180度クランク角度と、「0」の位置より後の180度クランク角度とを含む360度クランク角度を区間H0'とする。

[0089] 本実施形態において、うねり検出部12は、360度クランク角度の区間

H3', H2', H1', H0', ...におけるエンジン20の平均回転速度を算出することにより、長周期うねりを検出する。なお、本実施形態に係るエンジン20は、3気筒エンジンであるため、360度クランク角度の区間に含まれる行程の種類が区間によって異なる。この結果、360度クランク角度の区間H3', H2', H1', H0', ...におけるエンジン20の平均回転速度NEにも、区間ごとの変動が含まれる。しかしこの場合でも、360度クランク角度の区間H3', H2', H1', H0', ...のそれぞれにおけるエンジン20の平均回転速度が算出されることで、360度クランク角度の範囲内における回転速度の変動が平均化される。従って、長周期うねりが精度よく検出できる。

本実施形態において、平均回転速度NEを算出する区間は360度クランク角度であり、第一実施形態における区間よりも短い。従って、検出される長周期うねりのうち、短い周期、例えば4ストロークに相当するクランク角度の角度周期に近い周期を有するうねりについて、検出される振幅の減衰が小さい。従って、長周期うねりがより精度よく検出できる。

なお、本実施形態において区間ごとに算出される平均回転速度NEは、同一の行程に対応する240度クランク角度の周期で参照することにより、より精度のよい検出が可能である。例えば、図7の2本の二点鎖線で示すように、区間H4', H2', H0', ...毎の算出結果(NE4, NE2, NE0, ...)の組、又は、区間H5', H3', H1', ...毎の算出結果(NE5, NE3, NE1, ...)の組を参照することにより、長周期うねりがより精度よく検出できる。

[0090] 本実施形態において、失火判定部14は、エンジン20の回転速度OMGから、うねり検出部12により検出された長周期うねりNEが除去されることにより得られる回転速度について、同一の行程が連続する気筒における差を算出する。算出した差を第1の変動量とする。本実施形態における第1の変動量の算出は、第1実施形態と同じである。即ち、第1の変動量は、長周期うねりNEが除去されることにより得られる回転速

度について、「2」の位置の回転速度と「0」の位置の回転速度の差である。

本実施形態において、失火判定部14は、第1の変動量を算出したクランクシャフト21の位置よりも360度クランク角度前の位置において、同一の行程が連続する気筒における差を算出する。この差を第2の変動量とする。360度クランク角度前の位置において、同一の行程が連続する気筒に対応するクランクシャフトの位置は、「3」と「5」の位置である。第2の変動量は、長周期うねりNEが除去されることにより得られる回転速度について、「5」の位置の回転速度と「3」の位置の回転速度の差である。

そして、失火判定部14は、変動指標 $\Delta OMG2$ として、上記の第1の変動量と第2の変動量との差を算出する。失火判定部14は、変動指標 $\Delta OMG2$ が、失火判定値 CK よりも大きい場合には、失火有りと判断する。失火判定部14は、変動指標 $\Delta OMG2$ が、失火判定値 CK よりも小さい場合には、失火無しと判断する。

[0091] ここで、本実施形態におけるうねり検出部12、うねり除去部13、及び失火判定部14による処理をまとめて、図7を参照しながら説明する。

失火判定部14は、変動指標 $\Delta OMG2$ として、第1の変動量と第2の変動量との差を算出する。

第1の変動量は、「0」の位置における回転速度と「2」の位置における回転速度の差である。ここで、「0」の位置における回転速度は、クランクシャフト21の回転速度 $OMG0$ から長周期うねり $NE0$ が除去されることにより得られる回転速度である。長周期うねり $NE0$ は、「0」の位置を含む360度クランク角度の区間 $H0'$ における回転速度 OMG の平均回転速度である。また、「2」の位置における回転速度は、クランクシャフト21の回転速度 $OMG2$ から長周期うねり $NE2$ が除去されることにより得られる回転速度(DM)である。長周期うねり $NE2$ は、「2」の位置を含む360度クランク角度の区間 $H2'$ における回転速度 OMG の平均回転速度である。長周期うねり NE は、より詳細には、図4に示す検出角度ごとの回転

速度OMG'の平均回転速度である。

第2の変動量は、「3」の位置における回転速度と「5」の位置における回転速度の差である。ここで、「3」の位置における回転速度は、クランクシャフト21の回転速度OMG3から長周期うねりNE3が除去されることにより得られる回転速度である。長周期うねりNE3は、「3」の位置を含む360度クランク角度の区間H3'における回転速度OMGの平均回転速度である。また、「5」の位置における回転速度は、クランクシャフト21の回転速度OMG5から長周期うねりNE5が除去されることにより得られる回転速度である。長周期うねりNE5は、「5」の位置を含む360度クランク角度の区間H5'における回転速度OMGの平均回転速度である。

[0092] [第三実施形態]

続いて、本発明の第三実施形態について説明する。以下の第三実施形態の説明にあたっては、上述した第一実施形態に対応する構成には同じ符号を付し、第一実施形態との相違点を主に説明する。

[0093] 図8は、本発明の第三実施形態に係る制御装置10の構成を示すブロック図である。

図8に示す制御装置10は、2つの失火判定部14a, 14bを備えている。制御装置10の失火判定部は、互いに異なるクランク角度区間での回転変動に基づいて、エンジン20の失火の有無を判定する2つの失火判定部14a, 14bを備えている。

第一失火判定部14aは、第一実施形態における失火判定部14と同じ構成を有する。第一失火判定部14aは、回転速度の変動量の、第一のクランク角度区間の経過後における変化に基づいて失火の有無を判定する。本実施形態において、第一のクランク角度区間は、720度である。

詳細には、第一失火判定部14aは、同一の行程が連続する気筒における回転速度の差を算出することにより第1の変動量を算出する。第一失火判定部14aは、算出したクランクシャフト21の位置よりも720度クランク角度前の位置において、同一の行程が連続する気筒における差を算出するこ

とにより、第2の変動量を得る。第一失火判定部14aは、第1の変動量と第2の変動量との間の変化に基づいて失火の有無を判定する。

[0094] 第二失火判定部14bは、第二実施形態における失火判定部14と同じ構成を有する。第二失火判定部14bは、回転速度の変動量の、第二のクランク角度区間の経過後における変化に基づいて失火の有無を判定する。第二のクランク角度区間は、第一のクランク角度区間と異なる。本実施形態において、第二のクランク角度区間は、360度クランク角度である。

詳細には、第二失火判定部14bは、同一の行程が連続する気筒における回転速度の差を算出することにより第2の変動量を算出する。第二失火判定部14bは、算出したクランクシャフト21の位置よりも360度クランク角度前の位置において、同一の行程が連続する気筒における差を算出することにより、第2の変動量を得る。第二失火判定部14bは、第1の変動量から第2の変動量への変化に基づいて失火の有無を判定する。

[0095] 本実施形態におけるうねり除去部13は、第一失火判定部14a及び第二失火判定部14bの両方に、周期的なうねりが除去された回転速度を出力する。第一失火判定部14a及び第二失火判定部14bに出力される回転速度は、互いに同じクランク角度の区間におけるエンジン20の平均回転速度を算出することにより周期的なうねりが除去された回転速度である。詳細には、うねり検出部12は、720度クランク角度の区間におけるエンジン20の平均回転速度を算出することにより、長周期うねりを検出する。うねり除去部13は、第一失火判定部14a及び第二失火判定部14bの両方に、うねり検出部12で検出された長周期うねりが除去された回転速度を出力する。つまり、うねり除去部13は、第一失火判定部14a及び第二失火判定部14bの両方に、720度クランク角度の区間におけるエンジン20の平均回転速度を算出することにより長周期うねりが除去された回転速度を出力する。

[0096] 失火報知部15は、第一失火判定部14a及び第二失火判定部14bの両方により判定された失火の有無を報知する。失火報知部15は、第一失火判

定部 1 4 a 又は第二失火判定部 1 4 b のいずれかによって失火有りと判定された場合には、表示装置 3 0 に失火有りの表示を行わせる。

[0097] 第三実施形態の制御装置 1 0 によれば、第一失火判定部 1 4 a 及び第二失火判定部 1 4 b が、互いに異なるクランク角度区間の経過後における回転速度の変動の変化に基づいて失火の有無を判定する。従って、失火の判定の精度が高まる。

うねり除去部 1 3 は、第一失火判定部 1 4 a 及び第二失火判定部 1 4 b の両方に、長周期うねりが除去された回転速度を出力する。うねり除去部 1 3 は、第一失火判定部 1 4 a 及び第二失火判定部 1 4 b の両方に、互いに同じクランク角度の区間における平均回転速度を算出することにより長周期うねりが除去された回転速度を出力する。失火による回転速度の変動はエンジン 2 0 の内的要因による変動である。これに対し、長周期うねりは、エンジン 2 0 の外的要因による変動である。

うねり検出部 1 2 及びうねり除去部 1 3 が、第一失火判定部 1 4 a 及び第二失火判定部 1 4 b の両方に共通の条件で平均回転速度を算出する。これにより、第一失火判定部 1 4 a 及び第二失火判定部 1 4 b の両方に共通の条件で、エンジン 2 0 の外的要因による長周期うねりの除去が行われる。

エンジン 2 0 の外的要因による長周期うねりの除去が共通の条件で実施され、エンジン 2 0 の内的要因による変動に対して、種類の異なる条件下で検出が実施される。従って、エンジン 2 0 の内的要因に関連する失火の検出精度が高まる。

本実施形態におけるうねり除去部 1 3 によって、7 2 0 度クランク角度の区間における平均回転速度が算出されることにより長周期うねりが除去される。失火による回転速度の変動の周期は、7 2 0 度クランク角度よりも短い。本実施形態におけるうねり除去部 1 3 によれば、失火による回転速度の比較的急速な変動が抑制されにくい。失火の検出精度がさらに高まる。

[0098] [自動二輪車]

図 9 は、第一～第三実施形態に係る制御装置 1 0 が搭載される自動二輪車

を示す外観図である。

図9に示す自動二輪車50は、車体51及び2つの車輪52を備えている。車体51は車輪52を支持している。2つの車輪52は、自動二輪車50の車体51に対して、自動二輪車50の前後方向Xに並んで配置されている。車体51には、サスペンション56、57が設けられている。車輪52は、サスペンション56、57により支持されている。車体51は、車体51に対して左右方向に延びる軸Aの周りに上下方向Zに揺動可能なスイングアーム55を有している。スイングアーム55は、軸Aと反対の端において、後ろの車輪52を支持している。従って、後ろの車輪52は、車体51に対して左右方向に延びる軸Aの周りに上下方向Zに揺動可能に支持されている。

車体51には、制御装置10、及び4ストロークエンジン20（エンジン20）が設けられている。エンジン20は、車輪52を駆動する。エンジン20の駆動力は、変速機58及びチェーン59を介して、車輪52に伝達される。自動二輪車50は、左右に対を成す駆動輪を備えておらず、一般的な自動車等が駆動輪に有するようなデファレンシャルギアを備えていない。

[0099] 制御装置10は、エンジン20の制御を行う。また、制御装置10は、エンジン20により回転されるクランクシャフト21（図1参照）の回転速度に基づいて、エンジン20の失火を検出する。

詳細には、制御装置10の回転速度取得部11（図2参照）は、エンジン20により回転されるクランクシャフト21の回転速度を得る。制御装置10のうねり検出部12（図2参照）は、回転速度取得部11により得られる回転速度に基づいて、車輪52を駆動するエンジン20の回転速度に含まれる長周期うねりを検出するように構成されている。

[0100] エンジン20の回転速度の変動には、エンジン20の燃焼による変動が含まれている。エンジン20の燃焼による変動は、4ストロークに相当するクランク角度より短い角度周期を有する。エンジン20の回転速度の変動には、エンジン20の燃焼による変動だけでなく、自動二輪車50の構造等のエ

ンジンの外的要因による変動が含まれている。自動二輪車 50 の構造等による変動は、自動二輪車 50 が悪路ではなく平坦路を走行している時であっても生じている。自動二輪車 50 の構造等による変動は、自動二輪車 50 の 4 ストロークに相当するクランク角度より長い角度周期を有する長周期うねりを有している。

自動二輪車 50 の構造等に起因する長周期うねりのうち、少なくとも一部の長周期うねりは、自動二輪車 50 の構造等によっては、サスペンション 56、57 の伸縮量の変動と強い相関関係を有している。なお、このような長周期うねりは、例えば、車輪 52 のホイールバランス、即ち車輪 52 の周方向における重量のバランスを崩すことによっても生じる。

[0101] 本実施形態の制御装置 10 は、回転速度取得部 11 及びうねり検出部 12 によって、エンジン 20 の回転速度に含まれる、長周期うねりを検出することができる。従って、制御装置 10 は、うねり除去部 13 によって、エンジン 20 の回転速度から、長周期うねりを除去することにより、エンジン 20 の燃焼による回転変動を得ることができる。その結果、制御装置 10 は、長周期うねりによる影響を抑えて、エンジン 20 の失火の有無の検出を精度よく行うことができる。

このように、本実施形態の制御装置 10 は、回転速度に長周期うねりを含む自動二輪車 50 にも適用することができる。

[0102] [失火判定での検証方法]

本実施形態の制御装置 10 によって、エンジン 20 の回転速度に 4 ストロークに相当するクランク角度より長い角度周期を有する長周期うねりが含まれている場合でも、エンジン 20 の失火の誤判定が抑えられることを検証する第一の方法について説明する。

エンジンの失火を検出可能な自動二輪車をシャーシダイナモに据え付け、シャーシダイナモ上で疑似走行させる。走行条件は、自動二輪車の排気量が 250 cc 以上の場合 80 km/h 以上 100 km/h 未満における定常走行とし、自動二輪車の排気量が 250 cc 未満の場合 30 km/h 以上 50

k m/h未満における定常走行とする。

自動二輪車 50 を疑似走行させた状態で、失火が検出されないことを確認する。

次に、自動二輪車 50 の車輪 52 のホイール外周部に、車輪の重量バランスを損なわせるためのおもりを取付ける。おもりは、一般的にホイールバランスを確保するために使用されるおもりである。おもりとして、例えば、50 g を超える重量のおもりを用いる。おもりが取付けられた自動二輪車を上記の最高速度で疑似走行させる。自動二輪車を疑似走行させた状態で、失火が検出されないことを確認する。本実施形態の制御装置 10 が動作している場合、自動二輪車 50 の車輪 52 に、おもりが取付けられていても、制御装置は失火を検出しない。

仮に、本実施形態におけるうねり検出部 12 の機能に相当する機能を有さない制御装置を用いた場合には、エンジンの実際の失火が発生していなくても、自動二輪車の車輪におもりが取付けられていると、失火があると誤判定される。

[0103] 続いて、失火の誤判定が抑えられることを検証する第二の方法について説明する。第二の方法は、自動二輪車以外のビークルにも適用される。

第二の方法の走行条件は、上述した第一の方法の走行条件と異なる。第二の方法では、ビークルが備えるエンジンを中間回転数領域で回転させる。中間回転数領域は、エンジンの定格回転数の値を 3 等分することにより、回転数を高・中・低の 3 つ領域に区分した場合における中央の領域である。第二の方法における残りのプロセスは、上述した第一の方法と同じである。

[0104] 続いて、失火の誤判定が抑えられることを検証する第三の方法について説明する。第二の方法も、自動二輪車以外のビークルにも適用される。

第三の方法の走行条件は、上述した第一の方法の走行条件と異なる。第三の方法では、ビークルが備えるエンジンを中間トルク領域で回転させる。中間トルク領域は、エンジンの定格出力における出力トルクの値を 3 等分することにより、出力トルクを高・中・低の 3 つ領域に区分した場合における中央の

領域である。第三の方法における残りのプロセスは、上述した第一の方法と同じである。

[0105] また、上記の実施形態では、うねり検出部の例として、360度クランク角度の区間、720度クランク角度の区間におけるエンジン20の平均回転速度を算出するうねり検出部12を説明した。本発明の制御装置はこれに限られず、うねり検出部は、例えば、720度よりも大きいクランク角度の区間の平均回転速度を算出することにより、長周期うねりを検出してもよい。

[0106] また、上記の実施形態のうち、第一実施形態では、うねり検出部12が、720度クランク角度の区間における平均回転速度を算出するとともに、失火判定部14が、第1の変動量を算出したクランクシャフト21の位置よりも720度クランク角度前の位置において、同一の行程が連続する気筒における差を算出することを説明した。また、第二実施形態では、うねり検出部12が、360度クランク角度の区間における平均回転速度を算出するとともに、失火判定部14が、第1の変動量を算出したクランクシャフト21の位置よりも360度クランク角度前の位置において、同一の行程が連続する気筒における差を算出することを説明した。しかし、本発明におけるうねり検出部における平均回転速度を算出する区間と、失火判定部における第1の変動量と第2の変動量の算出対象の位置の差は、一致していなくてもよい。

また、本発明におけるうねり検出部が平均回転速度を算出する区間は、720度クランク角度又は360度クランク角度に限られず、360度クランク角度以上であればよい。うねり検出部が平均回転速度を算出する区間は、例えば、360m度クランク角度（mは自然数）であってよい。

[0107] また、上記の実施形態のうち、第三実施形態では、うねり検出部12が、720度クランク角度の区間における平均回転速度を算出することによって長周期うねりを検出する。また、うねり除去部13が、検出された長周期うねり除去した回転速度を、第一失火判定部14a及び第二失火判定部14bの両方に出力する。つまり、共通の区間における平均回転速度を算出することによって長周期うねりが除去された回転速度は、第一失火判定部14a及

び第二失火判定部 14 b の両方に出力される。

ただし、本発明の制御装置はこれに限られない。例えば、うねり検出部及びうねり除去部は、互いに異なる区間における平均回転速度を算出することによって長周期うねりが除去された 2 種類の回転速度を出力してもよい。この場合、第一失火判定部 14 a 及び第二失火判定部 14 b のそれぞれに、異なる種類の回転速度が出力される。

うねり検出部は、 $360 \times m$ 度クランク角度の区間における平均回転速度を算出することにより長周期うねりを検出するとともに、 $360 \times n$ 度クランク角度の区間における平均回転速度を算出することにより長周期うねりを検出するように構成されていてもよい。ここで、 n は、 m と異なる自然数である。例えば、うねり検出部は、 360 度クランク角度の区間における平均回転速度を算出することにより長周期うねりを検出するとともに、 720 度クランク角度の区間における平均回転速度を算出することにより長周期うねりを検出するように構成されていてもよい。異なる条件下で長周期うねりの検出が行われるので、より広範囲の長周期うねりを検出することができる。

[0108] また、上記の実施形態では、制御装置の例として、3 気筒エンジンに係る制御装置を説明した。本発明の制御装置はこれに限られず、単気筒エンジンに係る制御装置であってもよい。単気筒エンジンの場合、上述した「同一の行程が連続する気筒」は、同一の気筒を意味する。また、本発明の制御装置は、2 気筒エンジン又は 4 以上の気筒を有するエンジンに係る制御装置であってもよい。例えば、制御装置が、偶数気筒からなる等間隔爆発型エンジンに係る場合、 360 度クランク角度の区間における平均回転速度を算出した結果において、 360 度クランク角度の区間ごとの変動が抑えられる。従って、長周期うねりがさらに精度よく検出できる。

[0109] また、上記の実施形態では、制御装置の例として、失火判定部 14 を備えた制御装置 10 を説明した。本発明の制御装置はこれに限られず、失火判定部 14 を備えない装置であってもよい。本発明の制御装置は、例えば、長周期うねりが除去された回転速度を外部に出力する装置であってもよい。また

、本発明の制御装置は、例えば、長周期うねりが除去された回転速度に基づいて気筒間の燃焼のばらつきを検出する装置であってもよい。即ち、本発明の制御装置は、4ストロークエンジンを制御してもよく、4ストロークエンジンを診断してもよく、4ストロークエンジンの運転状態を監視してもよい。

[0110] また、うねり除去部は、うねり検出部が長周期うねりを検出した後で、エンジンの回転速度から長周期うねりを除去するものに限られない。例えば、長周期うねりの検出の為の処理と、長周期うねりの除去のための処理は、一つの式の演算によってまとめて実施されてもよい。またさらに、失火の有無の判定のための処理のすくなくとも一部と、長周期うねりの検出の為の処理と、長周期うねりの除去のための処理は、一つの式の演算によってまとめて実施されてもよい。

[0111] また、上記の実施形態では、制御装置の例として、自動二輪車50が備える車輪を駆動するエンジン20の回転速度に含まれる長周期うねりを検出する制御装置10を説明した。本発明の制御装置はこれに限られず、車輪を有するビークルに適用されてもよい。本発明の制御装置は、例えば、三輪車両または四輪車両を含む鞍乗型車両に適用されてもよい。また、本発明の制御装置は車室を有する四輪車両に適用されてもよい。また、本発明の制御装置は、車輪以外の推進装置を駆動するエンジンに係るビークルにも適用されてもよい。また、本発明の制御装置は、ビークルとして、有人の乗物に適用されてもよく、無人の輸送機関に適用されてもよい。

本発明の制御装置は、例えばエンジンで駆動されるプロペラを備えた船外機に適用されてもよい。また、本発明の制御装置は、例えばエンジンで駆動される発電機を備えた発電装置のような、ビークル以外の装置に適用されてもよい。船外機又は発電装置のような装置においても、失火の報知が精度よく行われることにより、触媒等部品の保護が適切に行われる。

[0112] 上記実施形態に用いられた用語及び表現は、説明のために用いられたものであって限定的に解釈するために用いられたものではない。ここに示されか

つ述べられた特徴事項の如何なる均等物をも排除するものではなく、本発明のクレームされた範囲内における各種変形をも許容するものであると認識されなければならない。本発明は、多くの異なった形態で具現化され得るものである。この開示は本発明の原理の実施形態を提供するものと見なされるべきである。それらの実施形態は、本発明をここに記載しかつ／又は図示した好ましい実施形態に限定することを意図するものではないという了解のもとで、実施形態がここに記載されている。ここに記載した実施形態に限定されるものではない。本発明は、この開示に基づいて当業者によって認識され得る、均等な要素、修正、削除、組み合わせ、改良及び／又は変更を含むあらゆる実施形態をも包含する。クレームの限定事項はそのクレームで用いられた用語に基づいて広く解釈されるべきであり、本明細書あるいは本願のプロセキューション中に記載された実施形態に限定されるべきではない。本発明は、クレームで用いられた用語に基づいて広く解釈されるべきである。

符号の説明

- [0113] 1 0 制御装置
- 1 1 回転速度取得部
- 1 2 うねり検出部
- 1 3 うねり除去部
- 1 4 (1 4 a, 1 4 b) 失火判定部
- 1 5 失火報知部
- 2 0 エンジン
- 2 1 クランクシャフト
- 5 0 自動二輪車
- 5 1 車体
- 5 2 車輪
- 5 6、5 7 サスペンション

請求の範囲

- [請求項1] 4ストロークエンジンにより回転される回転体に係る制御装置であって、
前記制御装置は、
4ストロークエンジンにより回転される回転体の回転速度を得るように構成された回転速度取得部と、
前記回転速度取得部により得られる回転速度に基づいて、前記4ストロークエンジンの回転変動に含まれる、4ストロークに相当するクランク角度より長い角度周期を有する周期的なうねりを検出するように構成された、うねり検出部と
を備える。
- [請求項2] 請求項1に記載の制御装置であって、
前記制御装置は、更に、
前記回転体の回転速度に基づいて得られる前記4ストロークエンジンの回転速度から、前記うねり検出部により検出された前記周期的なうねりを除去するように構成された、うねり除去部を備える。
- [請求項3] 請求項1又は2に記載の制御装置であって、
前記うねり検出部は、前記回転速度取得部により得られる回転速度に基づいて、 $360 \times m$ 度クランク角度の区間における前記4ストロークエンジンの平均回転速度を繰り返し算出することにより、前記周期的なうねりを検出するように構成されており、
 m は自然数である。
- [請求項4] 請求項3に記載の制御装置であって、
前記うねり検出部は、前記回転速度取得部により得られる回転速度に基づいて、 360 度クランク角度の区間における前記4ストロークエンジンの平均回転速度を繰り返し算出することにより、前記周期的なうねりを検出するように構成されている。
- [請求項5] 請求項3に記載の制御装置であって、

前記うねり検出部は、前記回転速度取得部により得られる回転速度に基づいて、720度クランク角度の区間における前記4ストロークエンジンの平均回転速度を繰り返し算出することにより、前記周期的なうねりを検出するように構成されている。

[請求項6] 請求項3に記載の制御装置であって、

前記うねり検出部は、前記回転速度取得部により得られる回転速度に基づいて、 $360 \times m$ 度クランク角度の区間における前記4ストロークエンジンの平均回転速度を繰り返し算出することにより、前記周期的なうねりを検出するとともに、 $360 \times n$ 度クランク角度の区間における前記4ストロークエンジンの平均回転速度を繰り返し算出することにより、前記周期的なうねりを検出するように構成されており、
 n は、 m と異なる自然数である。

[請求項7] 請求項1から6いずれか1項に記載の制御装置であって、

前記うねり検出部は、前記回転速度取得部により得られる検出対象のクランク角度位置より前のクランク角度位置から検出対象のクランク角度位置より後のクランク角度位置までの回転速度に基づいて、前記検出対象のクランク角度位置における前記周期的なうねりの成分を検出するように構成されている。

[請求項8] 請求項1から7いずれか1項に記載の制御装置であって、

前記回転速度取得部は、ピークルを駆動するように前記ピークルに設けられた前記4ストロークエンジンにより回転される、前記ピークルに設けられた前記回転体の回転速度を得るように構成されており、

前記うねり検出部は、前記回転速度取得部により得られる回転速度に基づいて、前記ピークルに設けられた前記4ストロークエンジンの回転速度に含まれる前記周期的なうねりを検出するように構成されている。

[請求項9] 請求項8に記載の制御装置であって、

前記回転速度取得部は、前記ビークルが備える車輪を駆動するように前記ビークルに設けられた前記４ストロークエンジンにより回転される前記回転体の回転速度を得るように構成されており、

前記うねり検出部は、前記回転速度取得部により得られる回転速度に基づいて、前記車輪を駆動する前記４ストロークエンジンの回転速度に含まれる前記周期的なうねりを検出するように構成されている。

[請求項10]

請求項９に記載の制御装置であって、

前記回転速度取得部は、前記ビークルが備えるサスペンションにより支持され、且つ前記ビークルの車体に対して左右方向に延びる軸周りに上下方向に揺動可能に構成された前記車輪を駆動する前記４ストロークエンジンにより回転される前記回転体の回転速度を得るように構成されており、

前記うねり検出部は、前記回転速度取得部により得られる回転速度に基づいて、前記車体に対して前後方向に支持され且つ前記サスペンションにより上下方向に揺動可能に構成された前記車輪を駆動する前記４ストロークエンジンの回転速度に含まれる前記周期的なうねりを検出するように構成されている。

[請求項11]

請求項１から１０いずれか１項に記載の制御装置であって、

前記制御装置は、更に、

前記４ストロークエンジンの回転速度から、前記うねり検出部により検出された周期的なうねりが除去されることにより得られる、前記４ストロークエンジンの燃焼による回転変動に基づいて、前記４ストロークエンジンの失火の有無を判定する少なくとも一つの失火判定部を備える。

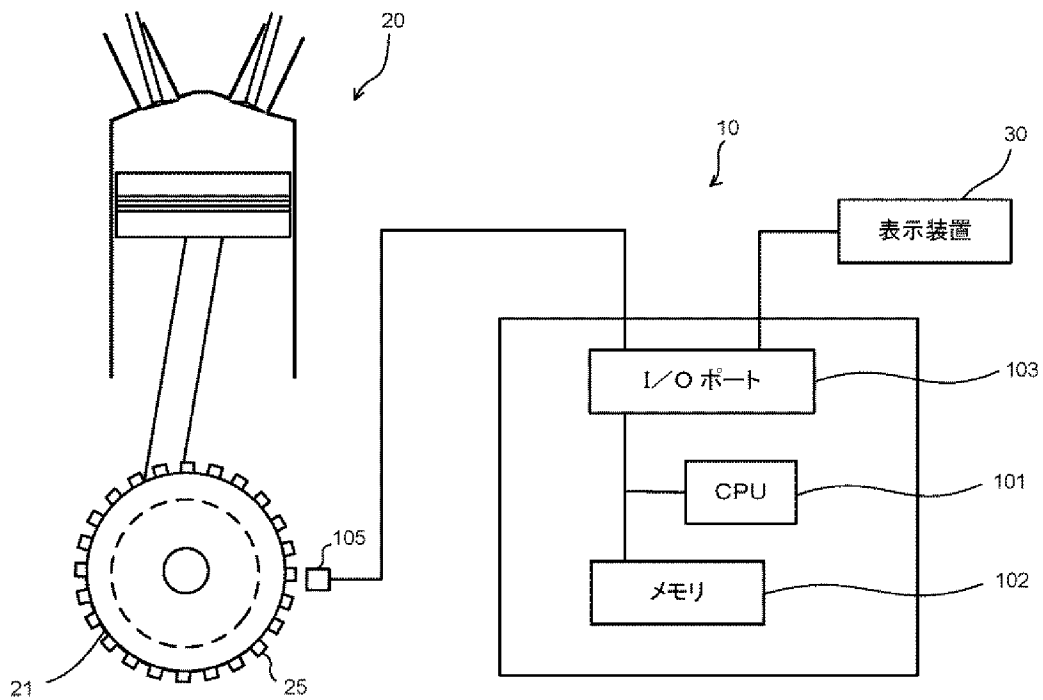
[請求項12]

請求項１１に記載の制御装置であって、

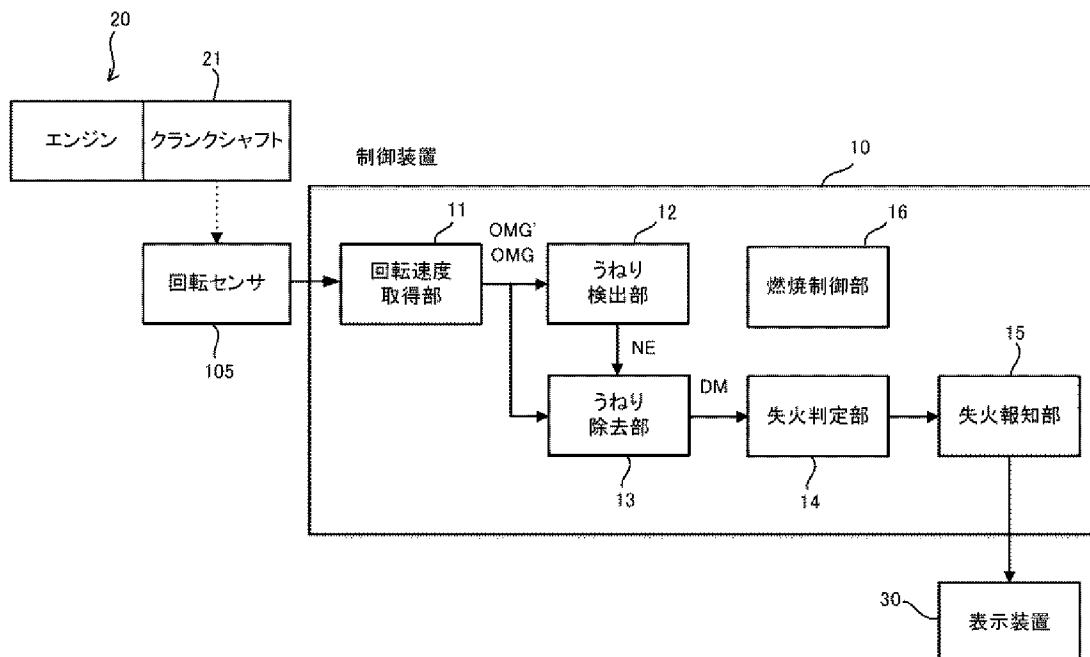
前記少なくとも一つの失火判定部は、互いに異なるクランク角度区間での回転変動に基づいて、前記４ストロークエンジンの失火の有無を判定する２つの失火判定部を備え、

前記 2 つの失火判定部は、前記うねり検出部により同じクランク角度の区間における前記平均回転速度の算出で検出された周期的なうねりが前記 4 ストロークエンジンの回転速度から除去されることにより得られる回転変動に基づいて、前記 4 ストロークエンジンの失火の有無を判定する。

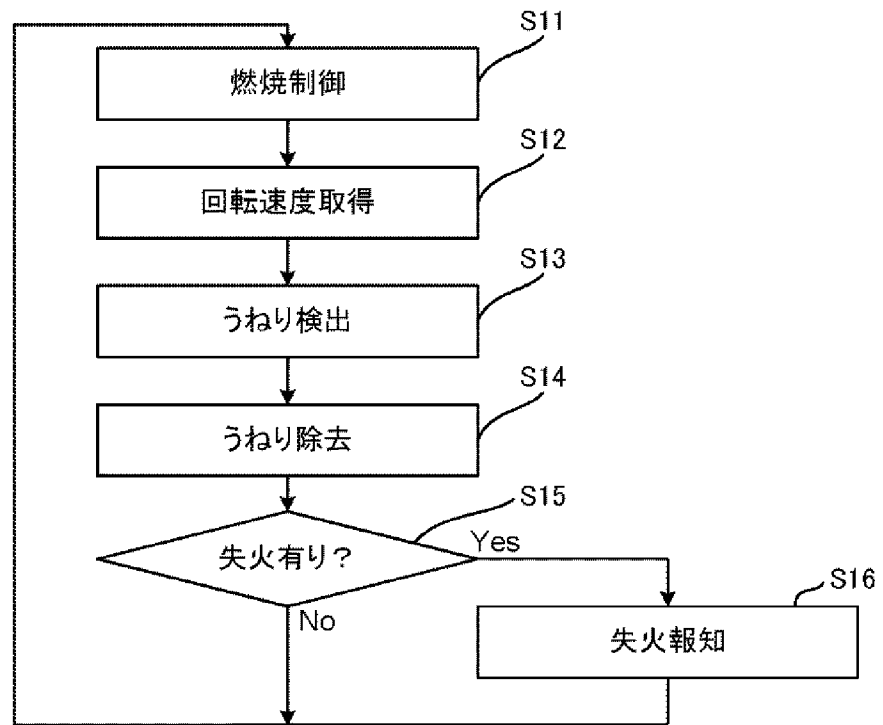
[図1]



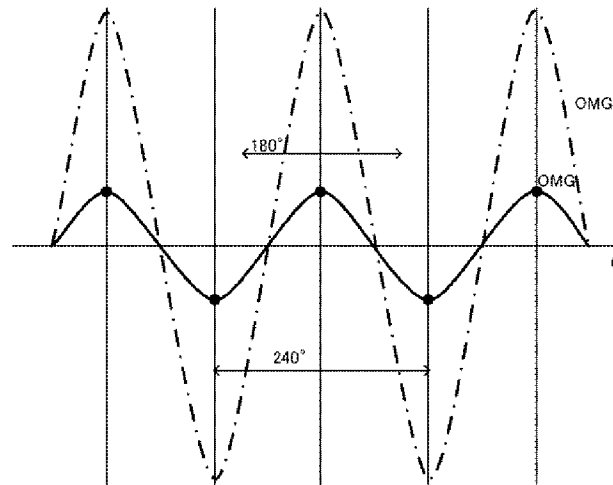
[図2]



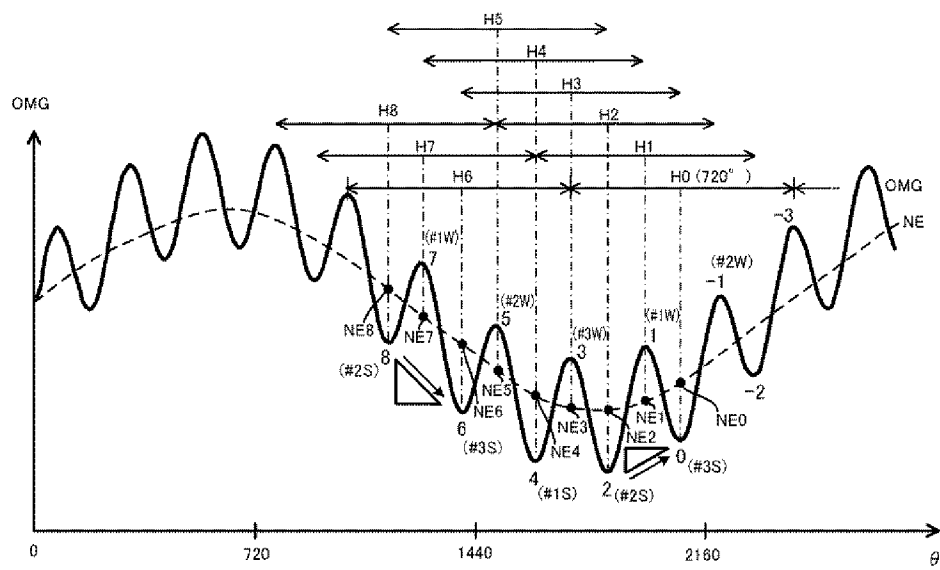
[図3]



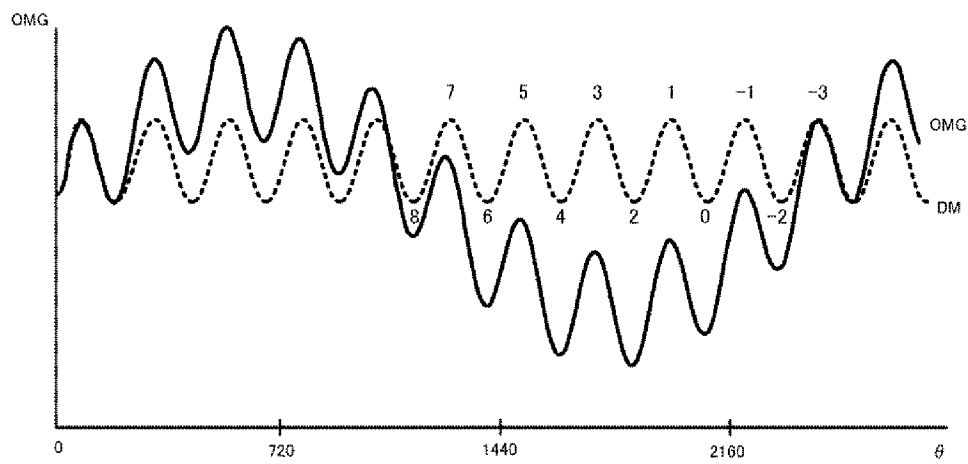
[図4]



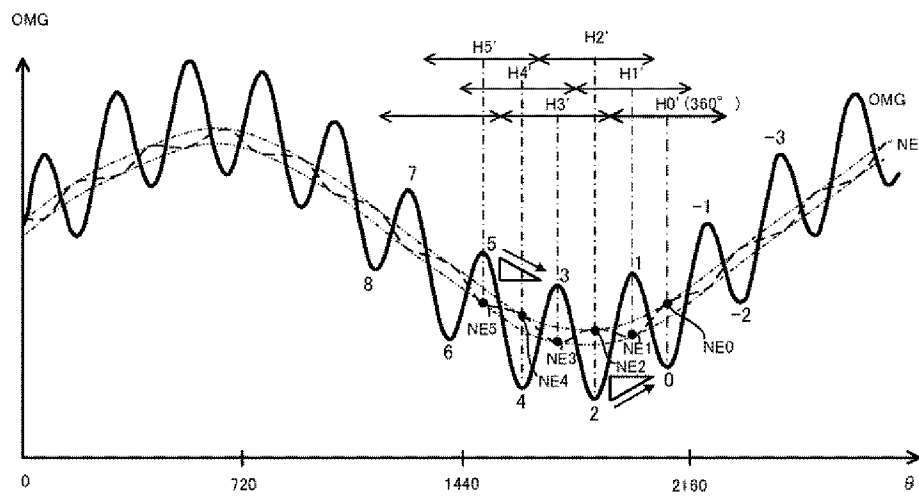
[図5]



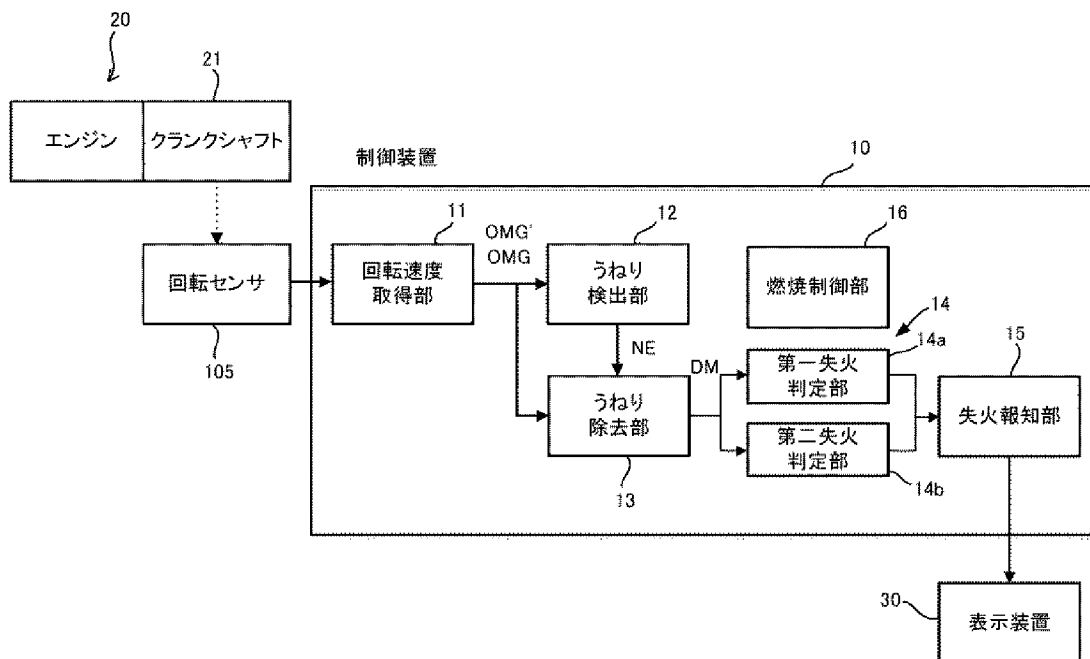
[図6]



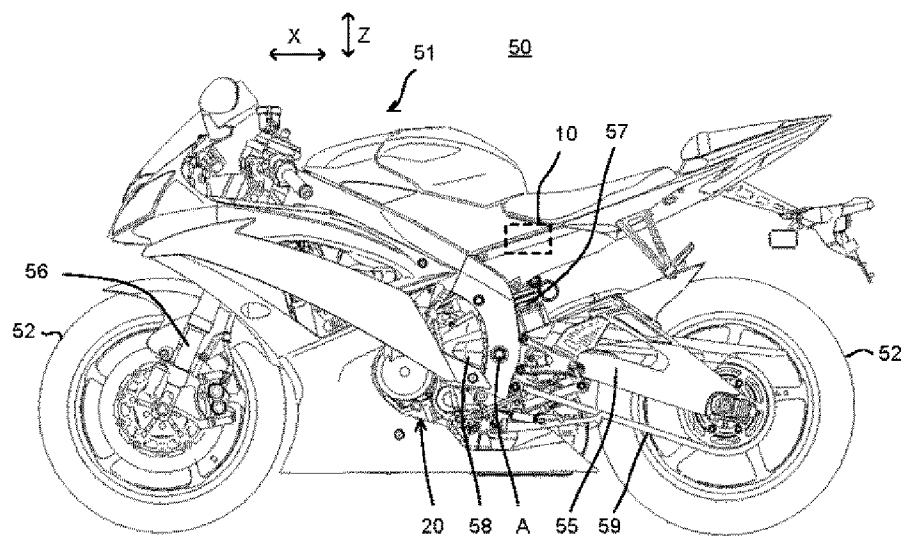
[図7]



[図8]



[図9]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/066206

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F02D45/00(2006.01)i, F02D41/22(2006.01)i, F02B77/08(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)

F02D41/00-45/00, F02B77/08

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	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2002-122037 A (Denso Corp.), 26 April 2002 (26.04.2002), claims; paragraphs [0001], [0039] to [0084] (Family: none)	1-12
Y	JP 7-119536 A (Honda Motor Co., Ltd.), 09 May 1995 (09.05.1995), claim 1; paragraphs [0005] to [0006], [0018] to [0049], [0053] & US 5747681 A claim 1; column 1, line 53 to column 2, line 4; column 5, line 65 to column 9, line 43	1-12
A	JP 7-217489 A (Nippondenso Co., Ltd.), 15 August 1995 (15.08.1995), entire text (Family: none)	1-12

☒ 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
23 August 2016 (23.08.16)

Date of mailing of the international search report
06 September 2016 (06.09.16)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/066206

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2009-8057 A (Denso Corp.), 15 January 2009 (15.01.2009), entire text (Family: none)	1-12
A	JP 11-13531 A (Hitachi, Ltd.), 19 January 1999 (19.01.1999), entire text & US 2002/0014113 A1 entire text & US 2002/0056315 A1 & EP 0887634 A2 & DE 69835318 T2	1-12
A	JP 2007-198368 A (Honda Motor Co., Ltd.), 09 August 2007 (09.08.2007), entire text & US 2007/0157713 A1 entire text & EP 1804044 A2 & CN 101059106 A	1-12

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. F02D45/00(2006.01)i, F02D41/22(2006.01)i, F02B77/08(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. F02D41/00-45/00, F02B77/08

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	1971-2016年
日本国実用新案登録公報	1996-2016年
日本国登録実用新案公報	1994-2016年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2002-122037 A（株式会社デンソー）2002.04.26, [特許請求の範囲], 段落 [0001], [0039] - [0084]（ファミリーなし）	1-12
Y	JP 7-119536 A（本田技研工業株式会社）1995.05.09, [請求項1], 段落 [0005] - [0006], [0018] - [0049], [0053] & US 5747681 A, 請求項1, 第1欄第53行-第2欄第4行, 第5欄第65行-第9欄第43行	1-12

☒ 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

23.08.2016

国際調査報告の発送日

06.09.2016

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）

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）

藤村 泰智

3Z

9247

電話番号 03-3581-1101 内線 3395

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 7-217489 A (日本電装株式会社) 1995. 08. 15, 全文 (ファミリーなし)	1 - 1 2
A	JP 2009-8057 A (株式会社デンソー) 2009. 01. 15, 全文 (ファミリーなし)	1 - 1 2
A	JP 11-13531 A (株式会社日立製作所) 1999. 01. 19, 全文 & US 2002/0014113 A1, 全文 & US 2002/0056315 A1 & EP 0887634 A2 & DE 69835318 T2	1 - 1 2
A	JP 2007-198368 A (本田技研工業株式会社) 2007. 08. 09, 全文 & US 2007/0157713 A1, 全文 & EP 1804044 A2 & CN 101059106 A	1 - 1 2