

(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2017-172433

(P2017-172433A)

(43) 公開日 平成29年9月28日(2017.9.28)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
FO2D 29/02 (2006.01)	FO2D 29/02 311A	3G093
FO2D 45/00 (2006.01)	FO2D 45/00 368Z	3G384
	FO2D 45/00 312K	
	FO2D 45/00 312M	
	FO2D 45/00 301E	
審査請求 有 請求項の数 7 O L (全 16 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号 特願2016-58512 (P2016-58512)
 (22) 出願日 平成28年3月23日 (2016. 3. 23)

(71) 出願人 000003137
 マツダ株式会社
 広島県安芸郡府中町新地3番1号
 (74) 代理人 100086771
 弁理士 西島 孝喜
 (74) 代理人 100059959
 弁理士 中村 稔
 (74) 代理人 100067013
 弁理士 大塚 文昭
 (74) 代理人 100088694
 弁理士 弟子丸 健
 (74) 代理人 100162824
 弁理士 石崎 亮

最終頁に続く

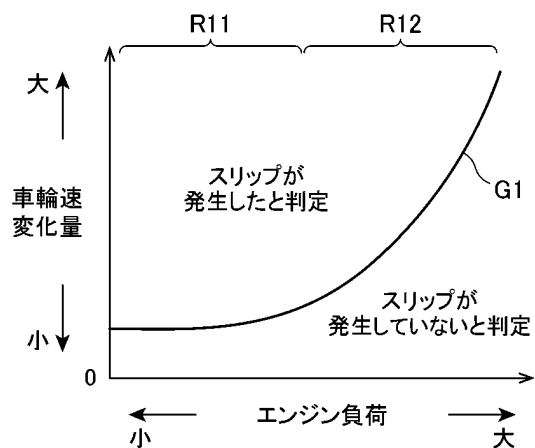
(54) 【発明の名称】 エンジンの失火判定装置

(57) 【要約】

【課題】車輪のスリップを正確に判定して、エンジンの失火判定を適切に制限することができるエンジンの失火判定装置を提供する。

【解決手段】エンジンの失火判定装置としてのPCM 60は、車両の車輪速の変化量が所定の判定閾値以上である場合に車輪がスリップしたと判定すると共に、エンジンの失火判定を実行する。具体的には、PCM 60は、車輪がスリップしたと判定された場合に、失火判定の実行を制限する。また、PCM 60は、エンジン負荷が高い場合にはエンジン負荷が低い場合よりも判定閾値（スリップ判定閾値）を大きくする。

【選択図】図3



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

エンジンの失火を判定するエンジンの失火判定装置において、
車両の車輪速の変化量が所定の判定閾値以上である場合に、車輪がスリップしたと判定するスリップ判定手段と、

エンジンの失火判定を実行する失火判定手段であって、この失火判定手段は、上記スリップ判定手段によって車輪がスリップしたと判定された場合に上記失火判定の実行を制限する、上記失火判定手段と、を有し、

上記スリップ判定手段は、エンジン負荷が高い場合にはエンジン負荷が低い場合よりも上記判定閾値を大きくする、ことを特徴とするエンジンの失火判定装置。

10

【請求項 2】

上記スリップ判定手段は、エンジン負荷が高くなるほど、上記判定閾値を大きくする、請求項 1 に記載のエンジンの失火判定装置。

【請求項 3】

上記スリップ判定手段は、エンジン負荷の変化に対する上記判定閾値の変化率を、エンジン負荷が高くなるほど大きくする、請求項 2 に記載のエンジンの失火判定装置。

【請求項 4】

上記エンジンは、過給機付きのエンジンである、請求項 1 乃至 3 のいずれか一項に記載のエンジンの失火判定装置。

【請求項 5】

20

過給機付きのエンジンに適用され、このエンジンの失火を判定するエンジンの失火判定装置において、

車両の車輪速の変化量が所定の判定閾値以上である場合に、車輪がスリップしたと判定するスリップ判定手段と、

エンジンの失火判定を実行する失火判定手段であって、この失火判定手段は、上記スリップ判定手段によって車輪がスリップしたと判定された場合に上記失火判定の実行を制限する、上記失火判定手段と、を有し、

上記スリップ判定手段は、過給機による過給が行われる過給域では、過給機による過給が行われない非過給域よりも、上記判定閾値を大きくする、ことを特徴とするエンジンの失火判定装置。

30

【請求項 6】

上記失火判定手段によってエンジンが失火していると判定された場合に、エンジンの失火に関連する異常を報知するための警告灯を点灯させる警告灯点灯手段を更に有する、請求項 1 乃至 5 のいずれか一項に記載のエンジンの失火判定装置。

【請求項 7】

上記失火判定手段は、エンジンのクランク角の変動に基づいてエンジンの失火判定を実行する、請求項 1 乃至 6 のいずれか一項に記載のエンジンの失火判定装置。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

40

本発明は、エンジンの失火を判定するエンジンの失火判定装置に関する。

【背景技術】**【0002】**

従来から、エンジンを備えた車両では、エンジンの失火を検出する失火判定が行われている。例えば、特許文献 1 には、クランク角センサを用いてエンジンの回転変動を演算し、この回転変動に基づき失火判定を行う技術が開示されている。具体的には、この技術では、エンジンの回転変動が所定の失火判定閾値を超える場合に失火（単失火、連続失火及び間欠失火）が生じていると判定している。

【先行技術文献】**【特許文献】**

50

【 0 0 0 3 】

【特許文献 1】特開 2 0 1 4 - 1 3 6 9 8 9 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 4 】

ところで、車輪がスリップした場合、つまり路面との間で車輪に滑りが生じた場合、エンジン出力を車輪に伝達するドライブシャフトが擦れて、この擦れの影響でクランク角が大きく変動する傾向にある。上記した特許文献 1 のようにクランク角に基づき失火を判定する技術では、このように車輪がスリップしてクランク角が大きく変動したときに、失火していると誤判定してしまう可能性がある。そのため、車輪がスリップしたときには失火判定を制限することが望ましい。

10

【 0 0 0 5 】

ここで、車輪のスリップは車輪速の変化量に基づき判定することができる、具体的には車輪速の変化量が所定の判定閾値以上である場合に車輪がスリップしたと判定することができる。このようなスリップ判定を正確に実行するには、車輪速の変化量を判定するための判定閾値を適切に設定する必要がある。上記のように車輪がスリップしたときに失火判定を制限することを図った場合には、失火判定の誤判定や、失火判定を無駄に制限してしまうことなどを抑制する観点からも、判定閾値を適切に設定して車輪のスリップを正確に判定することが望ましい。

【 0 0 0 6 】

20

本発明は、上述した従来技術の問題点を解決するためになされたものであり、車輪のスリップを正確に判定して、エンジンの失火判定を適切に制限することができるエンジンの失火判定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】

【 0 0 0 7 】

上記の目的を達成するために、本発明は、エンジンの失火を判定するエンジンの失火判定装置において、車両の車輪速の変化量が所定の判定閾値以上である場合に、車輪がスリップしたと判定するスリップ判定手段と、エンジンの失火判定を実行する失火判定手段であって、この失火判定手段は、スリップ判定手段によって車輪がスリップしたと判定された場合に失火判定の実行を制限する、失火判定手段と、を有し、スリップ判定手段は、エンジン負荷が高い場合にはエンジン負荷が低い場合よりも判定閾値を大きくする、ことを特徴とする。

30

このように構成された本発明によれば、車輪がスリップしたと判定された場合に失火判定の実行を制限するので、車輪のスリップによってドライブシャフトが擦れてクランク角が大きく変動したときに、このクランク角の変動をエンジンの失火に起因するものとして判断して、エンジンの失火を誤判定してしまうことを適切に抑制することができる。

特に、本発明によれば、スリップ判定において車輪速変化量を判定するために用いる判定閾値を、エンジン負荷が高い場合にはエンジン負荷が低い場合よりも大きくするので（換言するとエンジン負荷が低い場合にはエンジン負荷が高い場合よりも小さくするので）、エンジン負荷が高くなるとスリップしていなくても車輪速変化量が大きくなるという特性を考慮して、判定閾値を設定することができる。これにより、低負荷域でのスリップ判定の精度を確保しつつ、高負荷域でのスリップの誤判定を抑制することができる。したがって、失火の誤判定を抑制するようにスリップ判定時に失火判定を制限する構成において、適切な判定閾値を用いてスリップの誤判定を抑制することによって、スリップが発生していないにも関わらずに失火判定を無駄に制限してしまうことを抑制して、失火判定の実行頻度を確保することができる。

40

【 0 0 0 8 】

本発明において、好ましくは、スリップ判定手段は、エンジン負荷が高くなるほど、判定閾値を大きくする。

このように構成された本発明によれば、スリップ時の車輪速変化量に加えて、エンジン

50

負荷に対する車輪速変化量の実際の特性を適切に考慮に入れた判定閾値を設定することができる。よって、スリップの誤判定を効果的に抑制することができる。

【0009】

本発明において、好ましくは、スリップ判定手段は、エンジン負荷の変化に対する判定閾値の変化率を、エンジン負荷が高くなるほど大きくする。

このように構成された本発明によれば、エンジン負荷に対する車輪速変化量の特性をより正確に考慮に入れた判定閾値を設定することができる。

【0010】

本発明において、好ましくは、エンジンは、過給機付きのエンジンである。

このように構成された本発明によれば、過給機付きのエンジンに関して、エンジン負荷が高くなって車輪速変化量が大きくなる過給域において適切な判定閾値を設定することができる。

【0011】

別の観点では、上記の目的を達成するために、本発明は、過給機付きのエンジンに適用され、このエンジンの失火を判定するエンジンの失火判定装置において、車両の車輪速の変化量が所定の判定閾値以上である場合に、車輪がスリップしたと判定するスリップ判定手段と、エンジンの失火判定を実行する失火判定手段であって、この失火判定手段は、スリップ判定手段によって車輪がスリップしたと判定された場合に失火判定の実行を制限する、失火判定手段と、を有し、スリップ判定手段は、過給機による過給が行われる過給域では、過給機による過給が行われない非過給域よりも、判定閾値を大きくする、ことを特徴とする。

このように構成された本発明によっても、スリップ判定時に失火判定の実行を制限するので、車輪のスリップ時のクランク角の変動をエンジンの失火によるものと誤判定してしまうことを適切に抑制することができる。特に、本発明によれば、過給機付きのエンジンにおいて、過給域では非過給域よりも判定閾値を大きくするので、エンジン負荷が高くなって車輪速変化量が大きくなる過給域において適切なスリップ判定閾値を設定することができる。これにより、非過給域でのスリップ判定の精度を確保しつつ、過給域でのスリップの誤判定を抑制することができる。

【0012】

本発明において、好ましくは、失火判定手段によってエンジンが失火していると判定された場合に、エンジンの失火に関連する異常を報知するための警告灯を点灯させる警告灯点灯手段を更に有する。

このように構成された本発明によれば、エンジンの失火に関連する異常をドライバに適切に報知することができる。

【0013】

本発明において、好ましくは、失火判定手段は、エンジンのクランク角の変動に基づいてエンジンの失火判定を実行するのがよい。

【発明の効果】

【0014】

本発明のエンジンの失火判定装置によれば、車輪のスリップを正確に判定して、エンジンの失火判定を適切に制限することができる。

【図面の簡単な説明】

【0015】

【図1】本発明の実施形態によるエンジンの失火判定装置が適用されたエンジンシステムの概略構成図である。

【図2】本発明の実施形態によるエンジンの失火判定装置の電氣的構成を示すブロック図である。

【図3】本発明の実施形態によるスリップ判定の説明図である。

【図4】本発明の実施形態による失火判定の説明図である。

【図5】本発明の実施形態による失火判定処理を示すフローチャートである。

10

20

30

40

50

【図 6】本発明の実施形態による常温用失火リファレンス及び低温用失火リファレンスを示すグラフである。

【図 7】本発明の実施形態によるリファレンス配分を示すグラフである。

【発明を実施するための形態】

【0016】

以下、添付図面を参照して、本発明の実施形態によるエンジンの失火判定装置について説明する。

【0017】

<システム構成>

まず、図 1 及び図 2 を参照して、本発明の実施形態によるエンジンの失火判定装置が適用されたエンジンシステムについて説明する。図 1 は、本発明の実施形態によるエンジンの失火判定装置が適用されたエンジンシステムの概略構成図であり、図 2 は、本発明の実施形態によるエンジンの失火判定装置の電氣的構成を示すブロック図である。

【0018】

図 1 及び図 2 に示すように、エンジンシステム 100 は、主に、外部から導入された吸気（空気）が通過する吸気通路 1 と、この吸気通路 1 から供給された吸気と、後述する燃料噴射弁 13 から供給された燃料との混合気を気筒内で燃焼させて車両の動力を発生するエンジン 10（具体的にはガソリンエンジン）と、このエンジン 10 内の燃焼により発生した排気ガスを排出する排気通路 25 と、エンジンシステム 100 に関する各種の状態を検出するセンサ 40～53 と、エンジンシステム 100 全体を制御する P C M 60（エンジンの失火判定装置）と、を有する。なお、図 1 では、1 つの気筒のみを示しているが、実際にはエンジン 10 は複数の気筒（2 以上の気筒）を有する。

【0019】

吸気通路 1 には、上流側から順に、外部から導入された吸気を浄化するエアクリーナ 3 と、通過する吸気を昇圧させる、ターボ過給機 4 のコンプレッサ 4 a と、外気や冷却水により吸気を冷却するインタークーラ 5 と、通過する吸気（吸入空気量）を調整するスロットルバルブ 6 と、エンジン 10 に供給する吸気を一時的に蓄えるサージタンク 7 と、が設けられている。

【0020】

また、吸気通路 1 には、コンプレッサ 4 a によって過給された吸気の一部を、コンプレッサ 4 a の上流側に還流するためのエアバイパス通路 8 が設けられている。具体的には、エアバイパス通路 8 の一端は、コンプレッサ 4 a の下流側で且つスロットルバルブ 6 の上流側の吸気通路 1 に接続され、エアバイパス通路 8 の他端は、エアクリーナ 3 の下流側で且つコンプレッサ 4 a の上流側の吸気通路 1 に接続されている。

【0021】

このエアバイパス通路 8 には、エアバイパス通路 8 を流れる吸気の流量を開閉動作により調節するエアバイパスバルブ 9 が設けられている。エアバイパスバルブ 9 は、エアバイパス通路 8 を完全に閉じる閉状態と完全に開く開状態とに切り換え可能な、いわゆるオンオフバルブである。

【0022】

エンジン 10 は、主に、吸気通路 1 から供給された吸気を燃焼室 11 内に導入する吸気バルブ 12 と、燃焼室 11 に向けて燃料を噴射する燃料噴射弁 13 と、燃焼室 11 内に供給された吸気と燃料との混合気に点火する点火プラグ 14 と、燃焼室 11 内での混合気の燃焼により往復運動するピストン 15 と、ピストン 15 の往復運動により回転されるクランクシャフト 16 と、燃焼室 11 内での混合気の燃焼により発生した排気ガスを排気通路 25 へ排出する排気バルブ 17 と、を有する。

【0023】

また、エンジン 10 は、吸気バルブ 12 及び排気バルブ 17 のそれぞれの動作タイミング（つまり開閉時期）を、可変バルブタイミング機構（Variable Valve Timing Mechanism）としての可変吸気バルブ機構 18 及び可変排気バルブ機構 19 によって可変に構成さ

10

20

30

40

50

れている。可変吸気バルブ機構 18 及び可変排気バルブ機構 19 としては、公知の種々の形式を適用可能であるが、例えば電磁式又は油圧式に構成された機構を用いて、吸気バルブ 12 及び排気バルブ 17 の動作タイミングを変化させることができる。

【0024】

排気通路 25 には、上流側から順に、通過する排気ガスによって回転され、この回転によってコンプレッサ 4a を駆動するターボ過給機 4 のタービン 4b と、例えば NOx 触媒や三元触媒や酸化触媒などの、排気ガスの浄化機能を有する触媒装置 35a、35b が設けられている。以下では、これらの触媒装置 35a、35b を区別しないで用いる場合には単に「触媒装置 35」と表記する。

【0025】

また、排気通路 25 上には、排気ガスの一部を EGR ガスとして吸気通路 1 に還流させる EGR 装置 26 が設けられている。EGR 装置 26 は、一端がタービン 4b の上流側の排気通路 25 に接続され、他端がコンプレッサ 4a の下流側で且つスロットルバルブ 11 の下流側の吸気通路 1 に接続された EGR 通路 27 と、EGR ガスを冷却する EGR クーラ 28 と、EGR 通路 27 を流れる EGR ガス量（流量）を制御する EGR バルブ 29 と、を有する。この EGR 装置 26 は、いわゆる高圧 EGR 装置（HPL（High Pressure Loop）EGR 装置）に相当する。

【0026】

また、排気通路 25 には、排気ガスをターボ過給機 4 のタービン 4b に通過させずに迂回させるタービンバイパス通路 30 が設けられている。このタービンバイパス通路 30 には、タービンバイパス通路 30 を流れる排気ガスの流量を制御するウェイストゲートバルブ（以下「WG バルブ」と称する）31 が設けられている。

【0027】

また、排気通路 25 においては、EGR 通路 27 の上流側の接続部分とタービンバイパス通路 30 の上流側の接続部分との間の通路が、第 1 通路 25a と第 2 通路 25b とに分岐されている。第 1 通路 25a は第 2 通路 25b よりも径が大きく、換言すると第 2 通路 25b は第 1 通路 25a よりも径が小さく、第 1 通路 25a には開閉バルブ 25c が設けられている。開閉バルブ 25c が開いている場合には、排気ガスは基本的には第 1 通路 25a に流れ、開閉バルブ 25c が閉じている場合には、排気ガスは第 2 通路 25b にのみ流れる。そのため、開閉バルブ 25c が閉じている場合には、開閉バルブ 25c が開いている場合よりも、排気ガスの流速が大きくなる。開閉バルブ 25c は低回転数領域において閉じられ、流速が上昇された排気ガスをターボ過給機 4 のタービン 4b に供給して、低回転域でもターボ過給機 4 による過給が行えるようになっている。

【0028】

エンジンシステム 100 には、当該エンジンシステム 100 に関する各種の状態を検出するセンサ 40～53 が設けられている。これらセンサ 40～53 は、具体的には以下の通りである。アクセル開度センサ 40 は、アクセルペダルの開度（ドライバがアクセルペダルを踏み込んだ量に相当する）であるアクセル開度を検出する。エアフローセンサ 41 は、エアクリーナ 3 とコンプレッサ 4a との間の吸気通路 1 を通過する吸気の流量に相当する吸入空気量を検出する。温度センサ 42 は、エアクリーナ 3 とコンプレッサ 4a との間の吸気通路 1 を通過する吸気の温度を検出する。圧力センサ 43 は、過給圧を検出する。スロットル開度センサ 44 は、スロットルバルブ 6 の開度であるスロットル開度を検出する。温度センサ 45 は、エンジン 10 に供給される吸気の温度（吸気温）を検出する。クランク角センサ 46 は、クランクシャフト 16 におけるクランク角を検出する。吸気側カム角センサ 47 は、吸気カムシャフトのカム角を検出する。排気側カム角センサ 48 は、排気カムシャフトのカム角を検出する。温度センサ 49 は、エンジン 10 の冷却水の温度（水温）を検出する。WG 開度センサ 50 は、WG バルブ 31 の開度を検出する。O₂ センサ 51 は、触媒装置 35a の上流側の排気ガス中の酸素濃度を検出し、O₂ センサ 52 は、触媒装置 35a と触媒装置 35b との間の排気ガス中の酸素濃度を検出する。車輪速センサ 53 は、車輪の速度（車速に相当する）を検出する。これら各種センサ 40～5

10

20

30

40

50

3 は、それぞれ、検出したパラメータに対応する検出信号 S 1 4 0 ~ S 1 5 3 を P C M 6 0 に出力する。

【 0 0 2 9 】

P C M 6 0 は、上述した各種センサ 4 0 ~ 5 3 から入力された検出信号 S 1 4 0 ~ S 1 5 3 に基づいて、エンジンシステム 1 0 0 内の構成要素に対する制御を行う。具体的には、図 2 に示すように、P C M 6 0 は、スロットルバルブ 6 に制御信号 S 1 0 6 を供給して、スロットルバルブ 6 の開閉時期やスロットル開度を制御し、エアバイパスバルブ 9 に制御信号 S 1 0 9 を供給して、エアバイパスバルブ 9 の開閉を制御し、W G バルブ 3 1 に制御信号 S 1 3 1 を供給して、W G バルブ 3 1 の開度を制御し、燃料噴射弁 1 3 に制御信号 S 1 1 3 を供給して、燃料噴射量や燃料噴射タイミングを制御し、点火プラグ 1 4 に制御信号 S 1 1 4 を供給して、点火時期を制御し、可変吸気バルブ機構 1 8 及び可変排気バルブ機構 1 9 のそれぞれに制御信号 S 1 1 8、S 1 1 9 を供給して、吸気バルブ 1 2 及び排気バルブ 1 7 の動作タイミングを制御し、E G R バルブ 2 9 に制御信号 S 1 2 9 を供給して、E G R バルブ 2 9 の開度を制御する。

10

20

【 0 0 3 0 】

特に、本実施形態では、P C M 6 0 は、クランク角センサ 4 6 によって検出されたクランク角に基づき、エンジン 1 0 の失火を検出するための失火判定を実行する。また、P C M 6 0 は、車輪速センサ 5 3 によって検出された車輪速度に基づいて、車輪のスリップを検出するためのスリップ判定を実行する。加えて、P C M 6 0 は、エンジン 1 0 が失火していると判定された場合に、エンジン 1 0 の失火に関連する異常を報知するための警告灯を点灯させる、つまりドライバに異常を報知するための M I L (Malfunction Indication Lamp) を点灯させる。このように、P C M 6 0 は、本発明における「エンジンの失火判定装置」に相当し、本発明における「スリップ判定手段」、「失火判定手段」及び「警告灯点灯手段」として機能する。

【 0 0 3 1 】

なお、P C M 6 0 の各構成要素は、C P U、当該 C P U 上で解釈実行される各種のプログラム (O S などの基本制御プログラムや、O S 上で起動され特定機能を実現するアプリケーションプログラムを含む)、及びプログラムや各種のデータを記憶するための R O M や R A M の如き内部メモリを備えるコンピュータにより構成される。

30

【 0 0 3 2 】

< 本実施形態による失火判定の概要 >

最初に、本発明の実施形態による失火判定の概要について説明する。本実施形態では、P C M 6 0 は、クランク角センサ 4 6 によって検出されたクランク角に基づきエンジン 1 0 の失火を判定する場合において、この失火判定を実行する前に、車輪速の変化量に基づき車輪のスリップを判定し、車輪がスリップしたと判定された場合には失火判定の実行を制限する (つまり禁止する)。こうすることで、車輪のスリップによってドライブシャフトが振れてクランク角が大きく変動したときに、このクランク角の変動をエンジン 1 0 の失火に起因するものとして判断して、エンジン 1 0 の失火を誤判定してしまうことを抑制するようにしている。特に、本実施形態では、P C M 6 0 は、車輪のスリップを正確に判定して失火判定の実行 / 非実行を適切に決定すべく、車輪速の変化量を判定するための判定閾値 (以下では「スリップ判定閾値」と呼ぶ。) をエンジン負荷に応じて変化させるようにする。

40

【 0 0 3 3 】

更に、本実施形態では、P C M 6 0 は、クランク角に基づきエンジン 1 0 の失火を判定するために用いる判定閾値 (以下では「失火判定閾値」と呼ぶ。) を、エンジン 1 0 に導入される吸気の吸気密度に基づき変化させるようにする。具体的には、P C M 6 0 は、クランク角センサ 4 6 の検出信号からクランク角加速度の変動 (絶対値) を求めて、このクランク角加速度の変動が失火判定閾値以上である場合に失火が発生したと判定するようにし、この失火判定閾値を吸気密度が高い場合には吸気密度が低い場合よりも大きくして失火判定がなされにくくする。こうすることで、吸気密度が高いことに起因して各気筒に導

50

入される吸気量（充填量）のばらつきが大きくなり、クランク角の変動が大きくなった場合に、このクランク角の変動をエンジン１０の失火に起因するものとして判断して、エンジン１０の失火を誤判定してしまうことを抑制するようにしている。特に、本実施形態では、PCM 60は、エンジン１０に導入される吸気の吸気温又は外気温に基づき吸気密度を判断する。この場合、PCM 60は、吸気温又は外気温が低い場合には当該温度が高い場合より吸気密度が高いと判断して失火判定閾値を大きくする。

【００３４】

<スリップ判定>

次に、図３を参照して、本発明の実施形態によるスリップ判定について具体的に説明する。図３では、横軸にエンジン負荷を示し、縦軸に車輪速変化量を示している。図３において、実線のグラフＧ１は、スリップ判定において車輪速変化量を判定するためのスリップ判定閾値を示している。PCM 60は、車輪速変化量がスリップ判定閾値以上である場合には車輪がスリップしたと判定し、車輪速変化量がスリップ判定閾値未満である場合には車輪がスリップしていないと判定する。なお、車輪速変化量は、所定時間における車輪速の変化量（典型的には単位時間当たりの車輪速の変化量）である。

10

【００３５】

図３に示すように、スリップ判定閾値は、基本的には、エンジン負荷が高い場合にはエンジン負荷が低い場合よりも大きくなっている。具体的には、スリップ判定閾値は、エンジン負荷が高くなるほど大きくなっている。特に、エンジン負荷の変化に対するスリップ判定閾値の変化率が、エンジン負荷が高くなるほど大きくなっている（つまり二次曲線的に大きくなっている）。例えば、このようなスリップ判定閾値は、実験などにより、スリップが発生したときの車輪速変化量と、スリップが発生していないときの車輪速変化量とを、種々のエンジン負荷について計測することで求められる。

20

なお、図３において、比較的小さなスリップ判定閾値に設定される低負荷域（符号Ｒ１１参照）は、ターボ過給機４による過給が行われない非過給域に相当し、この非過給域よりも相対的に大きなスリップ判定閾値に設定される高負荷域（符号Ｒ１２参照）は、ターボ過給機４による過給が行われる過給域に相当する。

【００３６】

このようにスリップ判定閾値を規定している理由は以下の通りである。通常、エンジン負荷（燃焼トルク）が大きくなると、特に過給域Ｒ１２のような高負荷域では、車輪速の変化が大きくなる傾向にある。具体的には、高負荷域では、非過給域Ｒ１１のような低負荷域において車輪がスリップしたときよりも、車輪速の変化が大きくなる傾向にある（当然、高負荷域で車輪がスリップしたときには車輪速の変化が更に大きくなる）。したがって、本実施形態では、低負荷域でのスリップ判定の精度を確保しつつ、高負荷域でのスリップの誤判定を抑制するように、エンジン負荷が高くなるほどスリップ判定閾値を大きくしている、換言するとエンジン負荷が低くなるほどスリップ判定閾値を小さくしている。これにより、失火の誤判定を抑制するようにスリップ発生時に失火判定を制限する構成において、適切なスリップ判定閾値を用いてスリップの誤判定を抑制することによって、スリップが発生していないにも関わらずに失火判定を無駄に制限してしまうことを抑制して、失火判定の実行頻度を確保するようにしている。

30

40

【００３７】

<外気温に応じた失火判定>

次に、図４を参照して、本発明の実施形態における、吸気密度に関連する外気温を考慮に入れた失火判定について具体的に説明する。図４は、横軸に外気温を示し、縦軸にクランク角加速度の変動（絶対値）を示している。図４において、実線のグラフＧ２は、失火判定においてクランク角加速度の変動を判定するための失火判定閾値を示している。PCM 60は、クランク角加速度の変動が失火判定閾値以上である場合にはエンジン１０の失火が発生したと判定し、クランク角加速度の変動が失火判定閾値未満である場合にはエンジン１０の失火が発生していないと判定する。なお、クランク角加速度の変動は、所定時間におけるクランク角加速度の変化量の大きさである。

50

【 0 0 3 8 】

図 4 に示すように、失火判定閾値は、外気温が低い場合（例えば 0 未満）には外気温が高い場合（例えば 20 以上）よりも大きくなっている。具体的には、外気温が所定範囲 R 2（例えば 0 から 20 までの範囲）を下回る領域では、符号 A 1 で示す失火判定閾値に設定され、外気温が所定範囲 R 2 を上回る領域では、上記の失火判定閾値 A 1 よりも小さな、符号 A 2 で示す失火判定閾値に設定され、外気温が所定範囲 R 2 内にある場合には、外気温の大きさに応じて、上記の失火判定閾値 A 1 と失火判定閾値 A 2 との間の値に設定されるようになっている。つまり、外気温が所定範囲 R 2 内にある場合には、外気温に応じて A 1 と A 2 との間で失火判定閾値が変化するようになっている。例えば、このような失火判定閾値は、実験やシミュレーションなどにより、失火の発生時及び未発生時のそれぞれにおけるクランク角加速度変動を、種々の外気温について計測することで求められる。

10

なお、失火判定閾値は、基本的にはエンジン回転数及びエンジン負荷に基づいて設定され、図 4 では、或るエンジン回転数及びエンジン負荷において適用される、外気温に応じた失火判定閾値の一例を示している。

【 0 0 3 9 】

このように失火判定閾値を規定している理由は以下の通りである。インテークマニホールドの形状や気筒への吸気の流れやすさ（換言すると吸気の流れにくさ）などにより、各気筒に導入される吸気量（充填量）が気筒ごとに僅かに異なる。外気温が低くなると吸気密度が高くなるので、そのような各気筒に導入される吸気量のばらつきが大きくなる。そのため、各気筒での燃焼ばらつきが大きくなり、クランク角が大きく変動する傾向にある。したがって、本実施形態では、このような吸気密度が高いときに発生するクランク角の変動をエンジン 10 の失火と誤判定してしまうことを抑制すべく、外気温が低い場合には外気温が高い場合よりも失火判定閾値を大きくする。こうすることで、吸気密度が低い場合（つまり外気温が高い場合）における失火判定の精度を確保しつつ、吸気密度が高い場合（つまり外気温が低い場合）における失火の誤判定を抑制するようにしている。

20

【 0 0 4 0 】

なお、上記では、外気温に基づき失火判定閾値を設定する例を示したが、外気温の代わりに吸気温に基づき失火判定閾値を設定してもよい。その場合にも、図 4 と同様に、吸気温に応じた失火判定閾値が規定される。本実施形態におけるエンジン 10 には、ターボ過給機 4 によって過給された吸気が供給されるので、ターボ過給機 4 によって過給されてインタークーラ 5 を通過した後の吸気の温度（温度センサ 4 5 によって検出された温度）を用いて失火判定閾値を設定するとよい。

30

【 0 0 4 1 】

< 失火判定処理 >

次に、図 5 を参照して、本発明の実施形態による失火判定の具体的な処理について説明する。図 5 は、本発明の実施形態による失火判定処理を示すフローチャートである。この失火判定処理は、PCM 60 によって所定の周期で繰り返し実行される。

【 0 0 4 2 】

まず、ステップ S 101 では、PCM 60 は、車両における各種情報を取得する。特に、PCM 60 は、温度センサ 4 5 によって検出された吸気温や、クランク角センサ 4 6 によって検出されたクランク角や、車輪速センサ 5 3 によって検出された車輪速などを取得する。

40

【 0 0 4 3 】

次いで、ステップ S 102 では、PCM 60 は、失火判定条件が成立しているか否かを判定する。具体的には、PCM 60 は、変速が行われておらず、燃料カットが行われておらず、且つ、エンジン水温が所定温度以上であり、尚且つ、エンジン回転数が所定回転数以上である場合に、失火判定条件が成立していると判定し（ステップ S 102 : Yes）、ステップ S 103 に進む。一方で、PCM 60 は、変速が行われた場合、燃料カットが行われた場合、エンジン水温が所定温度未満である場合、又は、エンジン回転数が所定回

50

転数未満である場合には、失火判定条件が成立していないと判定する（ステップS102：No）。この場合には、PCM60は、失火判定を実行せずに、失火判定処理のフローを抜ける。

【0044】

ステップS103では、PCM60は、エンジン負荷に基づきスリップ判定閾値を設定する。具体的には、PCM60は、図3に示したスリップ判定閾値のマップに基づき、現在のエンジン負荷に対応するスリップ判定閾値を設定する。

【0045】

次いで、ステップS104では、PCM60は、車輪速センサ53によって検出された車輪速から車輪速変化量を求め、この車輪速変化量とステップS103で設定したスリップ判定閾値とを比較することで車輪のスリップが発生していないか否かを判定する。PCM60は、車輪速変化量がスリップ判定閾値未満である場合にはスリップが発生していないと判定し（ステップS104：Yes）、ステップS105に進む。ステップS105以降では、PCM60は、失火判定を実際に行うための処理を行う。一方、PCM60は、車輪速変化量がスリップ判定閾値以上である場合にはスリップが発生したと判定する（ステップS104：No）。この場合には、PCM60は、失火判定を実行せずに、失火判定処理のフローを抜ける。

【0046】

ステップS105では、PCM60は、失火判定閾値を設定するために用いる常温用失火リファレンス、低温用失火リファレンス及びリファレンス配分を設定する。これらの常温用失火リファレンス、低温用失火リファレンス及びリファレンス配分は、エンジン回転数、エンジン負荷及び外気温に応じた失火判定閾値を設定するために用いられる。具体的には、常温用失火リファレンスは、外気温が常温（例えば25℃）であるときに、エンジン回転数及びエンジン負荷に応じて適用すべき失火判定閾値に相当し、低温用失火リファレンスは、外気温が低温（例えば氷点下の温度）であるときに、エンジン回転数及びエンジン負荷に応じて適用すべき失火判定閾値に相当する。また、リファレンス配分は、最終的に適用する失火判定閾値を決定するに当たって、上記の常温用失火リファレンス及び低温用失火リファレンスを外気温に応じて配分する比率に相当する。このリファレンス配分に応じて常温用失火リファレンス及び低温用失火リファレンスを加算することで、最終的に適用する失火判定閾値が決定される。

【0047】

ここで、図6及び図7を参照して、常温用失火リファレンス、低温用失火リファレンス及びリファレンス配分を設定する方法について具体的に説明する。図6は、本発明の実施形態による常温用失火リファレンス及び低温用失火リファレンスを示しており、図7は、本発明の実施形態によるリファレンス配分を示している。

【0048】

図6（a）は、同一のエンジン負荷で見たときのエンジン回転数（横軸）と失火リファレンス（縦軸）との関係を示すグラフである。図6（a）において、実線のグラフG31は常温用失火リファレンスを示し、破線のグラフG32は低温用失火リファレンスを示している。図6（a）に示すように、基本的には、常温用失火リファレンス及び低温用失火リファレンスの両方とも、同一のエンジン負荷で見たときにエンジン回転数が高くなるほど大きな値になっている。

【0049】

特に、本実施形態では、エンジン回転数N1を超える領域において、常温用失火リファレンスと低温用失火リファレンスとの値を異ならせている。具体的には、エンジン回転数N1を超えると、エンジン回転数の増加に応じた失火リファレンスの上昇量を、常温用失火リファレンスよりも低温用失火リファレンスのほうを大きくしている。こうしているのは、低外気温の状況下において高回転域になると、各気筒に導入される吸気量のばらつきに起因するクランク角の変動が大きくなるからである（換言すると、低外気温の状況下でも低回転域ではクランク角の変動が小さくなる）。したがって、本実施形態では、このよ

うな低外気温の状況下での高回転域において発生する比較的大きなクランク角の変動を失火と誤判定することを抑制すべく、エンジン回転数 N_1 を超える領域において、常温用失火リファレンスよりも低温用失火リファレンスを大きくしている。

【0050】

図6(b)は、上記したエンジン回転数 N_1 を超える同一のエンジン回転数で見たときの、エンジン負荷(横軸)と失火リファレンス(縦軸)との関係を示すグラフである。図6(b)において、実線のグラフG41は常温用失火リファレンスを示し、破線のグラフG42は低温用失火リファレンスを示している。図6(b)に示すように、基本的には、常温用失火リファレンス及び低温用失火リファレンスの両方とも、同一のエンジン回転数で見たときにエンジン負荷が高くなるほど大きな値になっている。特に、本実施形態では、エンジン回転数 N_1 を超える高回転域では、エンジン負荷のほぼ全域に渡って、常温用失火リファレンスよりも低温用失火リファレンスを大きくしている。これは、上記したように低外気温の状況下での高回転域においてはクランク角の変動が大きくなるため、このクランク角の変動を失火と誤判定することを確実に抑制するようにしたものである。

【0051】

なお、図6(b)に示していないエンジン回転数 N_1 を下回る領域では、エンジン負荷と失火リファレンスとの関係は常温用失火リファレンスと低温用失火リファレンスとで同じである(つまりエンジン負荷に応じて同じ値が設定される)。また、エンジン回転数 N_1 を下回る領域でも、基本的には、常温用失火リファレンス及び低温用失火リファレンスの両方とも、エンジン負荷が高くなるほど大きな値に設定されるようになっている。

また、図6(a)及び(b)に示した常温用失火リファレンスは、実験やシミュレーションなどにより、常温(例えば25)において、失火の発生時及び未発生時のそれぞれにおけるクランク角加速度変動を、種々のエンジン回転数及びエンジン負荷について計測することで求められる。同様に、低温用失火リファレンスは、実験やシミュレーションなどにより、低温(例えば氷点下の温度)において、失火の発生時及び未発生時のそれぞれにおけるクランク角加速度変動を、種々のエンジン回転数及びエンジン負荷について計測することで求められる。

【0052】

図7は、外気温(横軸)とリファレンス配分(縦軸)との関係を示すグラフである。リファレンス配分は、常温用失火リファレンスに対する低温用失火リファレンスの比率を示している。例えば、リファレンス配分が「1」である場合には、低温用失火リファレンスの配分が「1」で、常温用失火リファレンスの配分が「0」であり、この場合には最終的に適用する失火判定閾値が低温用失火リファレンスとなる。他方で、リファレンス配分が「0」である場合には、低温用失火リファレンスの配分が「0」で、常温用失火リファレンスの配分が「1」であり、この場合には最終的に適用する失火判定閾値が常温用失火リファレンスとなる。

【0053】

図7に示すように、リファレンス配分は、外気温が低い場合(例えば0 未満)には外気温が高い場合(例えば20 以上)よりも大きくなっている。具体的には、リファレンス配分は外気温が所定範囲R3(例えば0 から20 までの範囲)を下回る領域では「1」に設定され、外気温が所定範囲R3を上回る領域では「0」に設定され、外気温が所定範囲R3内にある場合には、外気温の大きさに応じた「0」と「1」との間の値に設定されるようになっている。つまり、外気温が所定範囲R2内にある場合には、外気温に応じて「0」と「1」との間でリファレンス配分が変化している。

【0054】

なお、このようなリファレンス配分を規定する外気温の領域は、図4に示した失火判定閾値を規定する外気温の領域に対応するものである。因みに、図4は、エンジン回転数 N_1 を超える所定のエンジン回転数及び所定のエンジン負荷に応じて設定された常温用失火リファレンス及び低温用失火リファレンスより求められた、外気温と失火判定閾値との関係の一例を示したものである。

【 0 0 5 5 】

次に、図 5 に戻って、ステップ S 1 0 5 の説明を再開する。ステップ S 1 0 5 では、P C M 6 0 は、現在のエンジン回転数及びエンジン負荷に対応する常温用失火リファレンス及び低温用失火リファレンスをそれぞれ決定すると共に（図 6 参照）、現在の外気温に対応するリファレンス配分を決定する（図 7 参照）。この場合、P C M 6 0 は、温度センサ 4 5 によって検出された吸気温に基づき推定した外気温、若しくは、外気温センサを車両に設けて、この外気温センサによって検出された外気温を用いて、リファレンス配分を決定する。なお、外気温の代わりに吸気温に基づいてリファレンス配分を規定してもよい。その場合には、温度センサ 4 5 によって検出された吸気温に基づきリファレンス配分を決定すればよい。

10

【 0 0 5 6 】

次いで、ステップ S 1 0 6 では、P C M 6 0 は、ステップ S 1 0 5 で設定した常温用失火リファレンス、低温用失火リファレンス及びリファレンス配分に基づいて、失火判定閾値を設定する。具体的には、P C M 6 0 は、リファレンス配分に応じて常温用失火リファレンス及び低温用失火リファレンスを加算することで失火判定閾値を求める。

【 0 0 5 7 】

次いで、ステップ S 1 0 7 では、P C M 6 0 は、クランク角センサ 4 6 によって検出されたクランク角に基づき、クランク角加速度変動（絶対値）を算出する。具体的には、P C M 6 0 は、クランク角センサ 4 6 によって計測した周期からクランク角加速度を繰り返し求めてサンプリングし、サンプリングしたクランク角加速度をフィルタ処理（ハイパスフィルタなど）してから、所定時間におけるクランク角加速度の変化量をクランク角加速度変動として求める。

20

【 0 0 5 8 】

次いで、ステップ S 1 0 8 では、P C M 6 0 は、ステップ S 1 0 7 で求めたクランク角加速度変動がステップ S 1 0 6 で設定した失火判定閾値以上であるか否かを判定する。当該判定は、失火による大きな減速度に対応するクランク角の変動が発生したか否かを判定していることに相当する。

【 0 0 5 9 】

クランク角加速度変動が失火判定閾値以上である場合（ステップ S 1 0 8 : Y e s ）、P C M 6 0 は、ステップ S 1 0 9 に進み、エンジン 1 0 の失火が発生したと判定する。この場合、P C M 6 0 は、複数の気筒のうちで失火が発生した気筒も特定する。一方で、クランク角加速度変動が失火判定閾値未満である場合（ステップ S 1 0 8 : N o ）、P C M 6 0 は、失火判定処理のフローを抜ける。この場合には、P C M 6 0 は、エンジン 1 0 の失火が発生していないと判定する。

30

【 0 0 6 0 】

ステップ S 1 0 9 の後、ステップ S 1 1 0 に進み、P C M 6 0 は、エンジン 1 0 の失火に関連する異常を報知するための警告灯を点灯させる条件（警告灯点灯条件）が成立したか否かを判定する。具体的には、P C M 6 0 は、触媒装置 3 5 を保護するために点灯させる警告灯（以下では「触媒警告灯」と呼ぶ。）と、エミッションの悪化を報知するために点灯させる警告灯（以下では「エミッション警告灯」と呼ぶ。）のそれぞれについて、警告灯点灯条件が成立したか否かを判定する。触媒警告灯についての警告灯点灯条件は、エンジン 1 0 の回転回数（燃焼回数に相当する）が第 1 所定値に達したときに、それまでに失火が発生した回数が第 2 所定値以上であるという条件である。この第 2 所定値は、エンジン回転数や吸入空気量に応じて変化させるのがよい。他方で、エミッション警告灯についての警告灯点灯条件は、エンジン 1 0 の回転回数（燃焼回数に相当する）が第 3 所定値（> 第 1 所定値）に達したときに、それまでに失火が発生した回数が第 4 所定値以上であるという条件である。

40

【 0 0 6 1 】

ステップ S 1 1 0 の判定の結果、触媒警告灯についての警告灯点灯条件、又はエミッション警告灯についての警告灯点灯条件が成立したと判定された場合（ステップ S 1 1 0 :

50

Yes)、ステップS111に進み、PCM60は、触媒警告灯又はエミッション警告灯を点灯させる。一方で、触媒警告灯についての警告灯点灯条件、又はエミッション警告灯についての警告灯点灯条件が成立したと判定されなかった場合(ステップS110:No)、PCM60は、失火判定処理のフローを抜ける。この場合には、PCM60は、触媒警告灯及びエミッション警告灯を点灯させない。

【0062】

<作用効果>

次に、本発明の実施形態によるエンジンの失火判定装置の作用効果について説明する。

【0063】

本実施形態によれば、車輪がスリップしたと判定された場合に失火判定の実行を制限する(禁止する)ので、車輪のスリップによってドライブシャフトが捩じれてクランク角が大きく変動したときに、このクランク角の変動をエンジン10の失火に起因するものとして判断して、エンジン10の失火を誤判定してしまうことを適切に抑制することができる。特に、本実施形態によれば、スリップ判定において車輪速変化量を判定するために用いるスリップ判定閾値を、エンジン負荷が高い場合にはエンジン負荷が低い場合よりも大きくするので(換言するとエンジン負荷が低い場合にはエンジン負荷が高い場合よりも小さくするので)、エンジン負荷が高くなるとスリップしていなくても車輪速変化量が大きくなるという特性を考慮して、スリップ判定閾値を設定することができる。これにより、低負荷域でのスリップ判定の精度を確保しつつ、高負荷域でのスリップの誤判定を抑制することができる。したがって、失火の誤判定を抑制するようにスリップ発生時に失火判定を制限する構成において、適切なスリップ判定閾値を用いてスリップの誤判定を抑制することによって、スリップが発生していないにも関わらずに失火判定を無駄に制限してしまうことを抑制して、失火判定の実行頻度を確保することができる。

【0064】

また、本実施形態によれば、スリップ判定閾値をエンジン負荷が高くなるほど大きくするので、スリップ時の車輪速変化量に加えて、エンジン負荷に対する車輪速変化量の実際の特性を適切に考慮に入れたスリップ判定閾値を設定することができる。よって、スリップ判定精度の確保とスリップの誤判定の抑制とを効果的に両立することができる。特に、本実施形態によれば、エンジン負荷の変化に対するスリップ判定閾値の変化率を、エンジン負荷が高くなるほど大きくするので、エンジン負荷に対する車輪速変化量の実際の特性をより正確に考慮に入れたスリップ判定閾値を設定することができる。

【0065】

また、本実施形態によれば、ターボ過給機4を備えるエンジンシステム100において、過給域R12では非過給域R11よりもスリップ判定閾値を大きくするので、エンジン負荷が高くなって車輪速変化量が大きくなる過給域R12において適切なスリップ判定閾値を設定することができる。

【0066】

また、本実施形態によれば、エンジン10が失火していると判定された場合に警告灯を点灯させるので、失火に関連する異常をドライバに適切に報知することができる。

【0067】

<変形例>

上記した実施形態では、クランク角加速度変動に基づいて失火判定を行っていたが、他の例では、クランク角自体の変動、クランク角速度の変動、若しくはクランク角加速度の大きさに基づいて、失火判定を行ってもよい。

【0068】

上記した実施形態では、本発明をガソリンエンジンに適用した例を示したが、本発明はディーゼルエンジンに適用してもよい。また、上記した実施形態では、本発明を過給機付きエンジンに適用した例を示したが、本発明は過給機付きエンジンへの適用に限定はされない。

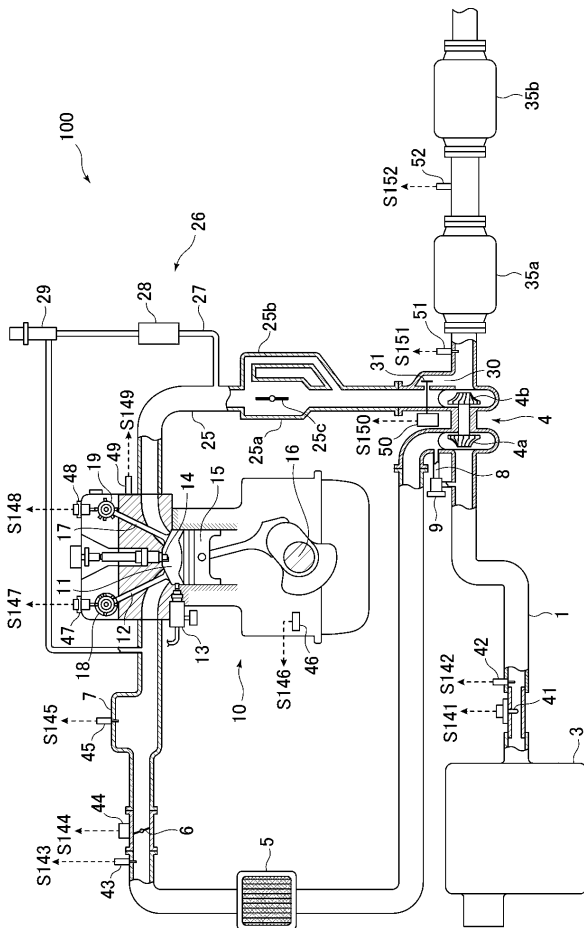
【符号の説明】

【 0 0 6 9 】

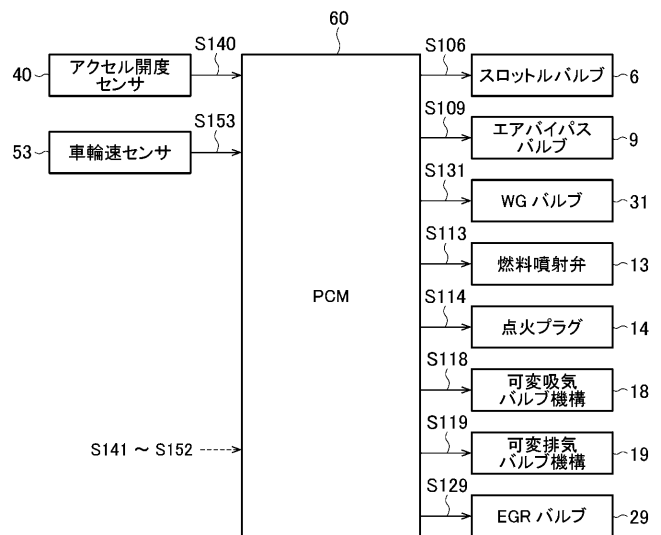
- 1 吸気通路
- 4 ターボ過給機
- 6 スロットルバルブ
- 10 エンジン
- 11 燃焼室
- 12 吸気バルブ
- 13 燃料噴射弁
- 14 点火プラグ
- 15 ピストン
- 17 排気バルブ
- 25 排気通路
- 26 EGR装置
- 35a、35b 触媒装置
- 60 PCM
- 100 エンジンシステム

10

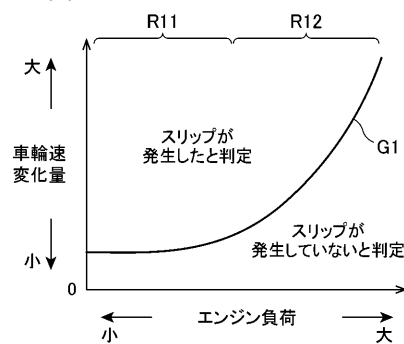
【 図 1 】



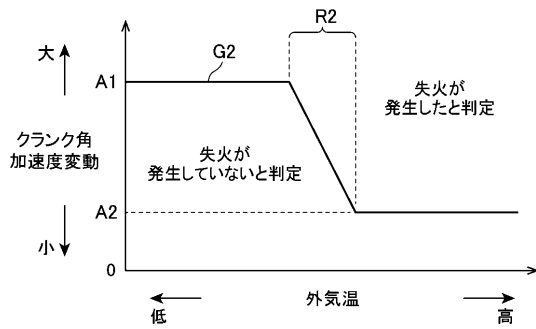
【 図 2 】



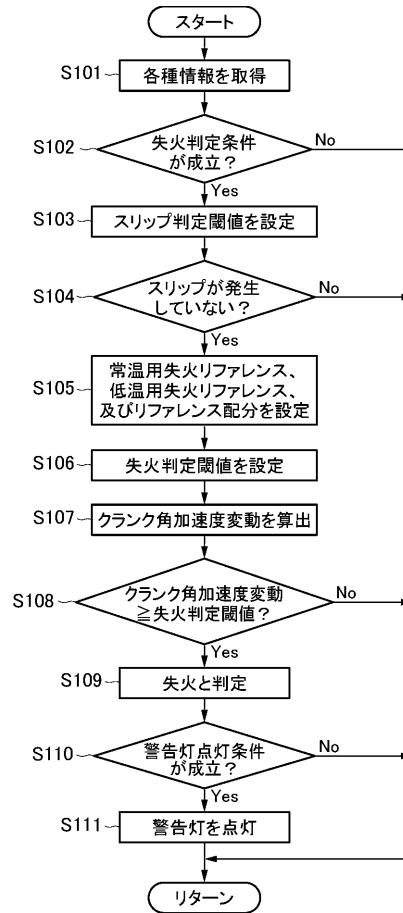
【 図 3 】



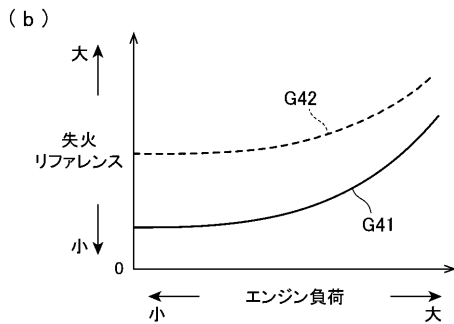
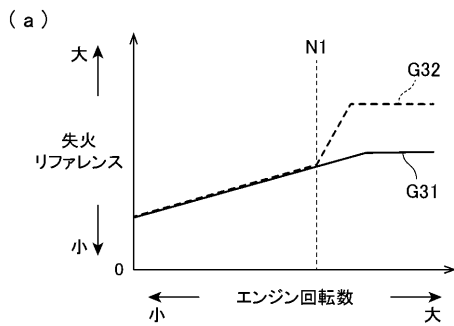
【図 4】



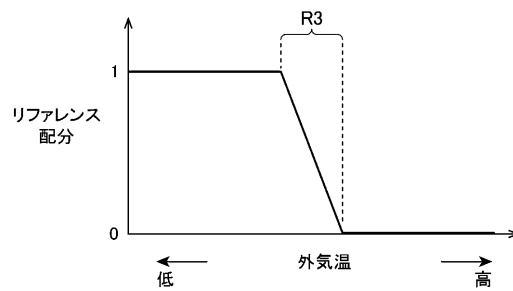
【図 5】



【図 6】



【図 7】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.	F I	テーマコード(参考)
	F 0 2 D 45/00	3 4 5 Z
	F 0 2 D 45/00	3 6 2 J

(72)発明者 小笠原 賢一
広島県安芸郡府中町新地 3 番 1 号 マツダ株式会社内

(72)発明者 佐井木 章雄
広島県安芸郡府中町新地 3 番 1 号 マツダ株式会社内

F ターム(参考) 3G093 AA01 BA01 DB02
3G384 AA01 DA04 EB10 ED07 FA11Z FA32Z FA57Z