

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号
特開2010-65548
(P2010-65548A)

(43) 公開日 平成22年3月25日(2010.3.25)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
FO2P 17/00 (2006.01)	FO2P 17/00 W	3G019
FO2P 17/08 (2006.01)	FO2P 17/00 T	3G022
FO2P 13/00 (2006.01)	FO2P 13/00 3O3A	
FO2P 5/15 (2006.01)	FO2P 5/15 E	

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 24 頁)

(21) 出願番号	特願2008-230459 (P2008-230459)	(71) 出願人	000006286
(22) 出願日	平成20年9月9日 (2008.9.9)		三菱自動車工業株式会社
			東京都港区芝五丁目33番8号
		(74) 代理人	100078499
			弁理士 光石 俊郎
		(74) 代理人	100074480
			弁理士 光石 忠敬
		(74) 代理人	100102945
			弁理士 田中 康幸
		(74) 代理人	100120673
			弁理士 松元 洋
		(72) 発明者	田中 大
			東京都港区芝五丁目33番8号 三菱自動車工業株式会社内

最終頁に続く

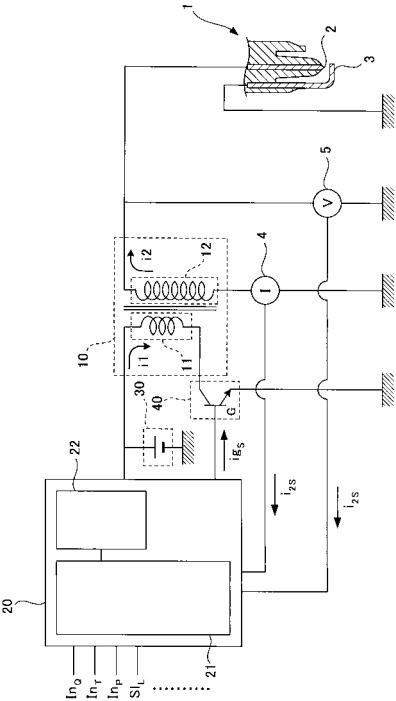
(54) 【発明の名称】 内燃機関制御装置

(57) 【要約】

【課題】各気筒における点火プラグのプラグ位相を判定し、このプラグ位相に応じて失火を防止する制御を行うことができる内燃機関制御装置を提供する。

【解決手段】二次電流検出手段4又は二次電圧検出手段5によって計測された、点火プラグ1における火花放電時の中心電極2と接地電極3との間の、少なくとも放電電圧値又は放電電流値のどちらか一方に基づき、燃焼室内のガス流動に対する中心電極2と接地電極3の位相を判定する位相判定手段と、位相判定手段の判定に基づいて内燃機関の運転状態を制御する制御手段とを備えた。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

燃焼室内に燃料を供給するインジェクタと、
中心電極と該中心電極の側方に位置し先端が前記中心電極の先端と対向する接地電極とを有する点火プラグと、
前記点火プラグの火花放電時の放電電流値又は放電電圧値のいずれか一方もしくは両方を計測する放電計測手段と
を備えた内燃機関制御装置において、
前記放電計測手段によって計測された、前記点火プラグにおける火花放電時の前記中心電極と前記接地電極との間の、少なくとも放電電圧値又は放電電流値のどちらか一方に基づき、前記燃焼室内のガス流動に対する前記中心電極と前記接地電極の位相を判定する位相判定手段と、
前記位相判定手段の判定に基づいて前記内燃機関の運転状態を制御する制御手段とを備える
ことを特徴とする内燃機関制御装置。

10

【請求項 2】

前記位相判定手段は、前記放電計測手段によって計測された前記中心電極と前記接地電極との間の、放電電圧値又は放電電流値の少なくともどちらか一方に基づき前記点火プラグの放電し易さを計測し、前記放電し易さを予め設定された閾値と比較することで前記中心電極と前記接地電極の位相を判定する
ことを特徴とする請求項 1 に記載の内燃機関制御装置。

20

【請求項 3】

前記放電し易さの度合いが予め設定された閾値より高いときには、ガス流動に対する前記中心電極と前記接地電極の位相が、燃焼室内のガスの流動方向に沿った状態にあると判定する
ことを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載の内燃機関制御装置。

【請求項 4】

前記位相判定手段は、前記放電計測手段によって計測された前記中心電極と前記接地電極との間の、放電電圧値又は放電電流値の少なくともどちらか一方の変位に基づいて前記点火プラグの放電し易さを計測する
ことを特徴とする請求項 3 に記載の内燃機関制御装置。

30

【請求項 5】

前記位相判定手段は、前記放電計測手段によって計測された前記中心電極と前記接地電極との間の、放電電圧値又は放電電流値の少なくともどちらか一方で計測される放電時間に基づいて前記点火プラグの放電し易さを計測する
ことを特徴とする請求項 3 に記載の内燃機関制御装置。

【請求項 6】

前記制御手段は、前記位相判定手段で判定された位相に応じて、燃料噴射時期と点火時期との間の時間の間隔を変更する
ことを特徴とする請求項 1 から請求項 5 のいずれか 1 項に記載の内燃機関制御装置。

40

【請求項 7】

前記制御手段は、前記位相判定手段で判定された位相に応じて、触媒暖機時の点火時期を変更する
ことを特徴とする請求項 1 から請求項 6 のいずれか 1 項に記載の内燃機関制御装置。

【請求項 8】

前記内燃機関は、運転状態に応じて、少なくともインジェクタから噴射される燃料を直接的に前記点火プラグに輸送する直接供給方式と、インジェクタから噴射される燃料をピストン頂面で案内して前記点火プラグに輸送する間接供給方式とを切り替え可能とし、
前記制御手段は、前記位相判定手段により前記点火プラグの放電し易さの度合いが低い位相と判定されたとき、前記直接供給方式の使用を制限する

50

ことを特徴とする請求項 1 から請求項 7 のいずれか 1 項に記載の内燃機関制御装置。

【請求項 9】

前記放電計測手段によって計測された、前記点火プラグにおける放電時の前記中心電極と前記接地電極との間の、放電電圧値又は放電電流値の少なくともどちらか一方に基づき前記点火プラグの放電し易さ度合いを計測し、前記位相判定手段にて判定された位相の放電し易さ度合いと比較し、放電し易さ度合いが所定以上低下したとき前記点火プラグが消耗したと判定する消耗判定手段

を備える

ことを特徴とする請求項 1 から請求項 8 のいずれか 1 項に記載の内燃機関制御装置。

【発明の詳細な説明】

10

【技術分野】

【0001】

本発明は、ガソリンエンジンの内燃機関制御装置に関する。

【背景技術】

【0002】

ガソリンエンジンにおいては、点火プラグにより放電を起こすことで気筒内に供給した混合気を燃焼させているため、ガソリンエンジンの正常な運転には点火プラグにおいて正常に放電が行われていることが重要となる。このため、混合気の着火・燃焼時に生じるイオン電流を検出することにより点火プラグの状態を判定する失火判定装置が知られている。このような失火判定装置の一例が下記特許文献 1 に開示されている。

20

【0003】

【特許文献 1】特開 2002 - 213337 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

ところで、点火プラグの接地側の電極である接地電極の回転位置（以下、プラグ位相という）は混合気の燃焼に影響を与える。特に、点火プラグの放電位置における混合気の流速が速い筒内直接噴射式内燃機関や筒内流動を強化した内燃機関では、点火プラグの接地側の電極である接地電極の位置が混合気の燃焼に与える影響は大きい。

【0005】

30

点火プラグに向けて直接燃料を噴射することで、点火プラグの放電位置近傍に可燃混合気を配置し、燃焼室全体としては希薄な成層混合気を形成する、所謂スプレーガイド方式の筒内直接噴射式内燃機関では混合気の輸送経路中に点火プラグが存在し、接地電極と混合気との干渉が起こるため、プラグ位相が噴霧及び混合気の輸送に影響を与え、プラグ位相によって放電位置における空燃比や噴霧及び混合気の流速が変化してしまう。また、流速の速い混合気中で点火を行うと、放電火花の吹き消えや吹き流しが生じるため、噴霧及び混合気の流速と接地電極との位置関係により、放電しやすいプラグ位相、又は、放電し難いプラグ位相というものも存在する。

【0006】

これらの理由から、安定した成層希薄燃焼が成立する燃料噴射時期・点火時期の設定可能領域を示す安定燃焼領域はプラグ位相によって変化するが、一般に点火プラグは点火プラグの側面に設けられたネジ部によってシリンダヘッドに固定されるため、各気筒におけるプラグ位相を固定することは困難であるため、各気筒におけるプラグ位相を把握した上で、各気筒や各エンジンにおいて適切な制御を行うことが重要となる。

40

【0007】

しかしながら、上述した従来の失火判定装置では、点火プラグの絶縁性について判定しているに過ぎないため、各気筒におけるプラグ位相を把握した上で、各気筒や各エンジンにおいて適切な制御を行うことはできない。

【0008】

以上のことから、本発明は、各気筒における点火プラグのプラグ位相を判定し、このプ

50

ラグ位相に応じて失火を防止する制御を行うことができる内燃機関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】

【0009】

上記の課題を解決する第1の発明に係る内燃機関制御装置は、
燃焼室内に燃料を供給するインジェクタと、
中心電極と該中心電極の側方に位置し先端が前記中心電極の先端と対向する接地電極とを有する点火プラグと、

前記点火プラグの火花放電時の放電電流値又は放電電圧値のいずれか一方もしくは両方を計測する放電計測手段と

を備えた内燃機関制御装置において、

前記放電計測手段によって計測された、前記点火プラグにおける火花放電時の前記中心電極と前記接地電極との間の、少なくとも放電電圧値又は放電電流値のどちらか一方に基づき、前記燃焼室内のガス流動に対する前記中心電極と前記接地電極の位相を判定する位相判定手段と、

前記位相判定手段の判定に基づいて前記内燃機関の運転状態を制御する制御手段とを備える

ことを特徴とする

【0010】

上記の課題を解決する第2の発明に係る内燃機関制御装置は、第1の発明に係る内燃機関制御装置において、

前記位相判定手段は、前記放電計測手段によって計測された前記中心電極と前記接地電極との間の、放電電圧値又は放電電流値の少なくともどちらか一方に基づき前記点火プラグの放電し易さを計測し、前記放電し易さを予め設定された閾値と比較することで前記中心電極と前記接地電極の位相を判定する

ことを特徴とする。

【0011】

上記の課題を解決する第3の発明に係る内燃機関制御装置は、第1の発明又は第2の発明に係る内燃機関制御装置において、

前記放電し易さの度合いが予め設定された閾値より高いときには、ガス流動に対する前記中心電極と前記接地電極の位相が、燃焼室内のガスの流動方向に沿った状態にあると判定する

ことを特徴とする。

【0012】

上記の課題を解決する第4の発明に係る内燃機関制御装置は、第3の発明に係る内燃機関制御装置において、

前記位相判定手段は、前記放電計測手段によって計測された前記中心電極と前記接地電極との間の、放電電圧値又は放電電流値の少なくともどちらか一方の変位に基づいて前記点火プラグの放電し易さを計測する

ことを特徴とする。

【0013】

上記の課題を解決する第5の発明に係る内燃機関制御装置は、第3の発明に係る内燃機関制御装置において、

前記位相判定手段は、前記放電計測手段によって計測された前記中心電極と前記接地電極との間の、放電電圧値又は放電電流値の少なくともどちらか一方で計測される放電時間に基づいて前記点火プラグの放電し易さを計測する

ことを特徴とする。

【0014】

上記の課題を解決する第6の発明に係る内燃機関制御装置は、第1の発明から第5の発明のいずれかひとつに係る内燃機関制御装置において、

10

20

30

40

50

前記制御手段は、前記位相判定手段で判定された位相に応じて、燃料噴射時期と点火時期との間の時間の間隔を変更することを特徴とする。

【 0 0 1 5 】

上記の課題を解決する第 7 の発明に係る内燃機関制御装置は、第 1 の発明から第 6 の発明のいずれかひとつに係る内燃機関制御装置において、

前記制御手段は、前記位相判定手段で判定された位相に応じて、触媒暖機時の点火時期を変更することを特徴とする。

【 0 0 1 6 】

上記の課題を解決する第 8 の発明に係る内燃機関制御装置は、第 1 の発明から第 7 の発明のいずれかひとつに係る内燃機関制御装置において、

前記内燃機関は、運転状態に応じて、少なくともインジェクタから噴射される燃料を直接的に前記点火プラグに輸送する直接供給方式と、インジェクタから噴射される燃料をピストン頂面で案内して前記点火プラグに輸送する間接供給方式とを切り替え可能とし、

前記制御手段は、前記位相判定手段により前記点火プラグの放電し易さの度合いが低い位相と判定されたとき、前記直接供給方式の使用を制限することを特徴とする。

【 0 0 1 7 】

上記の課題を解決する第 9 の発明に係る内燃機関制御装置は、第 1 の発明から第 8 の発明のいずれかひとつに係る内燃機関制御装置において、

前記放電計測手段によって計測された、前記点火プラグにおける放電時の前記中心電極と前記接地電極との間の、放電電圧値又は放電電流値の少なくともどちらか一方に基づき前記点火プラグの放電し易さ度合いを計測し、前記位相判定手段にて判定された位相の放電し易さ度合いと比較し、放電し易さ度合いが所定以上低下したとき前記点火プラグが消耗したと判定する消耗判定手段を備える

ことを特徴とする。

【 発明の効果 】

【 0 0 1 8 】

本発明によれば、各気筒における点火プラグのプラグ位相を判定し、このプラグ位相に応じて失火を防止する制御を行うことができる内燃機関制御装置を実現することができる。

【 発明を実施するための最良の形態 】

【 0 0 1 9 】

以下、本発明に係る内燃機関制御装置の実施形態について図を用いて説明する。ここで、図 1 は本発明に係る内燃機関制御装置の構成を示した模式図、図 2 は本発明に係る内燃機関制御装置におけるプラグ位相を示した模式図、図 3 は本発明に係る内燃機関制御装置における各プラグ位相を示した模式図、図 4 は本発明に係る内燃機関制御装置におけるプラグ位相 0° の場合とプラグ位相 90° の場合の点火プラグの側面図、図 5 は本発明に係る内燃機関制御装置におけるプラグ位相 0° における点火放電時の二次電流及び二次電圧の波形を示した図、図 6 は本発明に係る内燃機関制御装置におけるプラグ位相 45° における点火放電時の二次電流及び二次電圧の波形を示した図、図 7 は本発明に係る内燃機関制御装置におけるプラグ位相 90° における点火放電時の二次電流及び二次電圧の波形を示した図、図 8 は本発明に係る内燃機関制御装置におけるプラグ位相 135° における点火放電時の二次電流及び二次電圧の波形を示した図、図 9 は本発明に係る内燃機関制御装置におけるプラグ位相 180° における点火放電時の二次電流及び二次電圧の波形を示した図、図 10 は本発明に係る内燃機関制御装置における平均二次電圧 V_{AVE} 、放電要求電圧 V_{DIS} 及び放電期間 T_{SPARK} の例を示した図、図 11 は本発明に係る内燃機関制御装置における第 1 のプラグ位相判定処理を示したフローチャート、図 12 は本発明に係る内燃機

10

20

30

40

50

関制御装置における第２のプラグ位相判定処理を示したフローチャート、図１３は本発明に係る内燃機関制御装置における放電の吹き消えの例を示した図、図１４は本発明に係る内燃機関制御装置における第３のプラグ位相判定処理を示したフローチャート、図１５は本発明に係る内燃機関制御装置における第１の内燃機関制御処理を示したフローチャート、図１６は本発明に係る内燃機関制御装置における第２の内燃機関制御処理を示したフローチャート、図１７は本発明に係る内燃機関制御装置における第３の内燃機関制御処理を示したフローチャート、図１８は本発明に係る内燃機関制御装置における第４の内燃機関制御処理を示したフローチャート、図１９は本発明に係る内燃機関制御装置における運転ゾーンマップの例を示した図、図２０は本発明に係る内燃機関制御装置における第５の内燃機関制御処理を示したフローチャートである。

10

【００２０】

〔装置構成〕

はじめに、本発明に係る内燃機関制御装置の装置構成について説明する。

図１に示すように、本発明に係る内燃機関制御装置は、気筒（燃焼室）内に供給された混合気に放電により点火する点火プラグ１と、点火プラグ１に放電するための電気エネルギーを供給する点火コイル１０と、車両全体の各種の車載装置等を制御しているＥＣＵ２０とにより構成されている。

【００２１】

そして、点火プラグ１は、点火プラグ１の中心に形成された中心電極２と、この中心電極２の側方に位置し先端が中心電極２の先端と対向する形状に形成された接地電極３とを備えている。点火コイル１０は、一次電流 i_1 が流れる一次コイル１１と二次電流 i_2 が流れる二次コイル１２とを備えている。ＥＣＵ２０は、吸入空気量 I_{nQ} 、吸気温度 I_{nT} 、大気圧 I_{nP} 及びアクセル開度等 S_{1L} 等の各種の車両の情報を取得し、これらの情報を基に各種演算処理を行う汎用的なＣＰＵ２１と、ＣＰＵ２１における演算結果や予め記憶する各種マップや各種の車両情報を記憶する汎用的な記憶装置２２を備えている。

20

【００２２】

点火プラグ１の接地電極３は接地されている。点火コイル１０における二次コイル１２は、一方の端子は点火プラグ１の中心電極２と接続されており、他方の端子は二次コイル１２を流れる、すなわち、点火プラグ１の放電時には中心電極２と接地電極３との間に流れる放電電流を判定する二次電流検出手段４に接続されている。また、二次電流検出手段４の二次コイル１２と接続された端子と反対側の端子は接地されている。

30

【００２３】

点火プラグ１の中心電極２と点火コイル１０の二次コイル１２との間の回路上に、二次コイル１２に生じる、すなわち、点火プラグ１の放電時には中心電極２と接地電極３との間に生じる放電電圧を判定する二次電圧検出手段５が接続されている。また、二次電圧検出手段５の点火プラグ１の中心電極２及び二次コイル１２と接続された端子と反対側の端子は接地されている。

【００２４】

点火コイル１０における一次コイル１１は、一方の端子が電源３０と接続されており、他方の端子がスイッチング素子４０のゲート端子Ｇ以外の端子と接続されている。また、スイッチング素子４０の一次コイル１１と接続されたゲート端子Ｇ以外の端子と反対側のゲート端子Ｇ以外の端子は接地されている。

40

【００２５】

ＥＣＵ２０は電源３０と接続されており、これによりＣＰＵ２１及び記憶装置２２は動作のための電力の供給を受けている。ＥＣＵ２０は、点火信号 i_{gs} を出力するためにスイッチング素子４０のゲート端子Ｇと接続されている。また、ＥＣＵ２０は、二次電流値 i_{2s} を取得するため二次電流検出手段４と接続されており、二次電圧値 v_{2s} を取得するため二次電圧検出手段５と接続されている。

【００２６】

〔点火プラグの位相判定原理〕

50

次に、本発明に係る内燃機関制御装置における、プラグ位相の判定原理について説明する。ここでは筒内直接噴射式内燃機関を例に説明する。

図2に示すように、接地電極3が高圧燃料噴射弁（インジェクタ）7から噴射された噴霧6（ガス流動）の中心電極2への輸送を遮らない噴霧6の下流側の位置にある場合をプラグ位相0°とし、接地電極3が噴霧6の中心電極2への輸送を遮り噴霧6の上流側の位置にある場合をプラグ位相180°とする。なお、図2においては、例として、プラグ位相0°の場合を示している。

【0027】

ここで、各プラグ位相における点火プラグ1の接地電極3の位置を示す。図3（a）はプラグ位相0°、図3（b）はプラグ位相45°、図3（c）はプラグ位相90°、図3（d）はプラグ位相135°、図3（e）はプラグ位相180°の場合の点火プラグ1の接地電極3の位置を示している。

【0028】

ここで、プラグ位相0°の場合とプラグ位相90°の場合の点火プラグ1の放電の様子について説明する。なお、図4（a）はプラグ位相0°の場合の点火プラグ1の側面図、図4（b）はプラグ位相90°の場合の点火プラグ1の側面図である。

図4（a）に示すプラグ位相0°の場合、中心電極2と接地電極3との間の放電が噴霧6により流されたとしても、吹き流された先にも接地電極3が存在するため図4（a）中に矢印で示すように放電することができる。

これに対し、図4（b）に示すプラグ位相90°の場合、中心電極2と接地電極3との間の放電が噴霧6により流されると、接地電極3が存在しないため図4（b）中に矢印dで示す放電が吹き消えてしまう。

【0029】

次に、プラグ位相により点火プラグ1における点火放電時の二次電流及び二次電圧の波形が変化する様子について説明する。

図5はプラグ位相0°、図6はプラグ位相45°、図7はプラグ位相90°、図8はプラグ位相135°、図9はプラグ位相180°の場合の点火プラグ1の点火放電時の二次電流及び二次電圧の波形の一例を示している。

【0030】

図5～9より、点火プラグ1における点火放電時の平均放電電圧、つまり、点火放電時の平均二次電圧 V_{AVE} は、プラグ位相180°の場合が最も低く、プラグ位相135°が最も高くなっている。なお、図5～9では、平均二次電圧 V_{AVE} は、「プラグ位相180° < プラグ位相0° < プラグ位相45° < プラグ位相90° < プラグ位相135°」となっている。

【0031】

そして、より低い電圧で放電が可能な程、より放電しやすいといえることができるため、放電しやすさは、「プラグ位相135° < プラグ位相90° < プラグ位相45° < プラグ位相0° < プラグ位相180°」となっていることが分かる。

【0032】

また、点火プラグ1における点火放電時の放電期間 T_{SPARK} も、プラグ位相180°の場合が最も長く、プラグ位相135°が最も短くなっている。なお、図5～9では、放電期間 T_{SPARK} は、「プラグ位相135° < プラグ位相90° < プラグ位相45° < プラグ位相0° < プラグ位相180°」となっている。

【0033】

そして、より長く放電が可能な程、より放電しやすいといえることができるため、放電しやすさは、「プラグ位相135° < プラグ位相90° < プラグ位相45° < プラグ位相0° < プラグ位相180°」となっていることが分かる。

【0034】

したがって、点火プラグ1の点火放電時の平均二次電圧 V_{AVE} 及び放電期間 T_{SPARK} を検出することにより点火プラグ1の放電しやすさを判定することができるため、プラグ位相

10

20

30

40

50

を判定することができるということになる。また、後述する点火プラグ 1 における点火放電時の放電の吹き消え回数 N_T を検出することによっても放電しやすさを判定することができるため、点火プラグ 1 における点火放電時の放電の吹き消え回数 N_T に基づきプラグ位相を判定することもできる。

【 0 0 3 5 】

なお、ここで示した各プラグ位相における点火放電時の二次電圧及び二次電流の波形は一例を示したものに過ぎず、エンジンの種類や、同種のエンジンであっても個体差や各種の設定等により変化するものであるが、各プラグ位相における点火放電時の平均二次電圧 V_{AVE} 及び放電期間 T_{SPARK} の変化の傾向自体は同様であるため、点火プラグ 1 における点火放電時の平均二次電圧 V_{AVE} 及び放電期間 T_{SPARK} の値からプラグ位相を判定する判定原理を一般化し、種々のエンジンの各気筒におけるプラグ位相の判定に適用することが可能である。

10

【 0 0 3 6 】

そして、本実施形態においては、上述した点火プラグ 1 における点火放電時の平均二次電圧 V_{AVE} 及び放電期間 T_{SPARK} の計測結果に基づき放電しやすさに応じ、図 2 に示すように、プラグ位相 180° を含む範囲を *Phase A* とし、プラグ位相 0° を含む範囲を *Phase B* とし、プラグ位相 90° を含む範囲を *Phase C* とし、*Phase A* と *Phase C* との間の範囲を *Phase D* と範囲を設定した。

【 0 0 3 7 】

〔平均二次電圧、放電要求電圧及び放電期間に基づく位相判定〕

20

次に、二次電圧及び二次電流に基づく点火プラグ 1 における点火放電時の平均二次電圧 V_{AVE} 、放電要求電圧 V_{DIS} 及び放電期間 T_{SPARK} の算出方法について、図 10 を参照しながら説明する。

【 0 0 3 8 】

二次電圧検出手段 5 は、点火放電時の二次電圧値 v_{2s} を A / D 変換して、この変換結果を ECU 20 へ出力する。ECU 20 は、二次電圧検出手段 5 から出力された二次電圧値 v_{2s} を基に、ECU 20 における平均二次電圧 V_{AVE} の演算期間である平均二次電圧演算期間 T_{AVE} 中の二次電圧値 v_{2s} の平均値である平均二次電圧 V_{AVE} を演算する。

【 0 0 3 9 】

また、二次電圧検出手段 5 は、点火放電時の二次電圧値 v_{2s} を A / D 変換して、この変換結果を ECU 20 へ出力する。ECU 20 は、二次電圧検出手段 5 から出力された点火放電時の二次電圧値 v_{2s} を基に、放電開始時の放電電圧である放電要求電圧 V_{DIS} を演算する。

30

【 0 0 4 0 】

さらに、二次電流検出手段 4 は、点火放電時の二次電流値 i_{2s} を A / D 変換して、この変換結果を ECU 20 へ出力する。ECU 20 は、二次電流検出手段 4 から出力された二次電流値 i_{2s} を基に、放電電流の継続期間である放電期間 T_{SPARK} を演算する。

【 0 0 4 1 】

< 第 1 のプラグ位相判定処理 >

次に、平均二次電圧 V_{AVE} からプラグ位相を判定する第 1 のプラグ位相判定処理の手順について説明する。ここで、判定電圧 V_A 、 V_B 、 V_C は、「 $V_A < V_B < V_C$ 」とする。また、プラグ位相は、点火プラグ 1 の交換を実施するまではプラグ位相が変化することはないため、第 1 のプラグ位相判定処理を 1 度行えば点火プラグ 1 の交換を実施するまでは再度実施する必要はない。

40

【 0 0 4 2 】

図 11 に示すように、ステップ S 10 において、ECU 20 は、記憶装置 22 に記憶した情報を基に、プラグ位相が未判定であるかどうか判断する。ECU 20 は、プラグ位相が未判定である場合、ステップ S 11 を実行する。また、ECU 20 は、プラグ位相が未判定でない場合、第 1 のプラグ位相判定処理を終了する。

【 0 0 4 3 】

50

ステップ S 1 1 において、E C U 2 0 は、各種の車両情報を基に、低負荷運転や成層リ
ーン運転等のプラグ位相の判定を行える運転条件であるかどうか判断する。E C U 2 0 は
、プラグ位相の判定を行える運転条件の場合、ステップ S 1 2 を実行する。また、E C U
2 0 は、プラグ位相の判定を行える運転条件でない場合、第 1 のプラグ位相判定処理を終
了する。

【 0 0 4 4 】

ステップ S 1 2 において、E C U 2 0 は、各気筒における二次電圧値 V_{2s} を読み込む。
E C U 2 0 は、ステップ S 1 2 の実行後、ステップ S 1 3 を実行する。

ステップ S 1 3 において、E C U 2 0 は、各気筒における平均二次電圧 V_{AVE} を演算す
る。E C U は、ステップ S 1 3 の実行後、ステップ S 1 4 を実行する。

10

【 0 0 4 5 】

ステップ S 1 4 において、E C U 2 0 は、各気筒における平均二次電圧 V_{AVE} が判定電
圧 V_A よりも小さいかどうか判断する。E C U 2 0 は、各気筒における平均二次電圧 V_{AVE}
が判定電圧 V_A よりも小さい場合、ステップ S 1 5 を実行する。また、E C U 2 0 は、各
気筒における平均二次電圧 V_{AVE} が判定電圧 V_A よりも小さくない場合、ステップ S 1 6 を
実行する。

ステップ S 1 5 において、E C U 2 0 は、各気筒におけるプラグ位相を P h a s e A と
判定する。E C U 2 0 は、ステップ S 1 5 の実行後、ステップ S 2 1 を実行する。

【 0 0 4 6 】

ステップ S 1 6 において、E C U 2 0 は、各気筒における平均二次電圧 V_{AVE} が判定電
圧 V_B よりも小さいかどうか判断する。E C U 2 0 は、各気筒における平均二次電圧 V_{AVE}
が判定電圧 V_B よりも小さい場合、ステップ S 1 7 を実行する。また、E C U 2 0 は、各
気筒における平均二次電圧 V_{AVE} が判定電圧 V_B よりも小さくない場合、ステップ S 1 8 を
実行する。

20

ステップ S 1 7 において、E C U 2 0 は、各気筒におけるプラグ位相を P h a s e B と
判定する。E C U 2 0 は、ステップ S 1 7 の実行後、ステップ S 2 1 を実行する。

【 0 0 4 7 】

ステップ S 1 8 において、E C U 2 0 は、各気筒における平均二次電圧 V_{AVE} が判定電
圧 V_C よりも小さいかどうか判断する。E C U 2 0 は、各気筒における平均二次電圧 V_{AVE}
が判定電圧 V_C よりも小さい場合、ステップ S 1 9 を実行する。また、E C U 2 0 は、各
気筒における平均二次電圧 V_{AVE} が判定電圧 V_C よりも小さくない場合、ステップ S 2 0 を
実行する。

30

ステップ S 1 9 において、E C U 2 0 は、各気筒におけるプラグ位相を P h a s e C と
判定する。E C U 2 0 は、ステップ S 1 9 の実行後、ステップ S 2 1 を実行する。

【 0 0 4 8 】

ステップ S 2 0 において、E C U 2 0 は、各気筒におけるプラグ位相を P h a s e D と
判定する。E C U 2 0 は、ステップ S 2 0 の実行後、ステップ S 2 1 を実行する。

ステップ S 2 1 において、E C U 2 0 は、各気筒におけるプラグ位相を記憶装置 2 2 に
判定済みとして記憶する。E C U は、ステップ S 2 1 の実行後、第 1 のプラグ位相判定処
理を終了する。

40

以上説明した第 1 のプラグ位相判定処理により、平均二次電圧 V_{AVE} からプラグ位相を
判定することができる。

【 0 0 4 9 】

< 第 2 のプラグ位相判定処理 >

次に、放電期間 T_{SPARK} からプラグ位相を判定する第 2 のプラグ位相判定処理の手順に
ついて説明する。ここで、判定放電期間 T_A , T_B , T_C は、「 $T_A > T_B > T_C$ 」とする。ま
た、プラグ位相は、点火プラグ 1 の交換を実施するまではプラグ位相が変化することはない
ため、第 2 のプラグ位相判定処理を 1 度行えば点火プラグ 1 の交換を実施するまでは再
度実施する必要はない。

【 0 0 5 0 】

50

図 12 に示すように、ステップ S 30 において、ECU 20 は、記憶装置 22 に記憶した情報を基に、プラグ位相が未判定であるかどうか判断する。ECU 20 は、プラグ位相が未判定である場合、ステップ S 31 を実行する。また、ECU 20 は、プラグ位相が未判定でない場合、第 2 のプラグ位相判定処理を終了する。

【0051】

ステップ S 31 において、ECU 20 は、各種の車両情報を基に、低負荷運転や成層リオン運転等のプラグ位相の判定が行える運転条件であるかどうか判断する。ECU 20 は、プラグ位相の判定が行える運転条件の場合、ステップ S 32 を実行する。また、ECU 20 は、プラグ位相の判定が行える運転条件でない場合、第 2 のプラグ位相判定処理を終了する。

10

【0052】

ステップ S 32 において、ECU 20 は、各気筒における二次電流値 i_{2s} を読み込む。ECU 20 は、ステップ S 32 の実行後、ステップ S 33 を実行する。

ステップ S 33 において、ECU 20 は、各気筒における放電期間 T_{SPARK} を演算する。ECU 20 は、ステップ S 33 の実行後、ステップ S 34 を実行する。

【0053】

ステップ S 34 において、ECU 20 は、各気筒における放電期間 T_{SPARK} が判定放電期間 T_A よりも長いかどうか判断する。ECU 20 は、各気筒における放電期間 T_{SPARK} が判定放電期間 T_A よりも長い場合、ステップ S 35 を実行する。また、ECU 20 は、各気筒における放電期間 T_{SPARK} が判定放電期間 T_A よりも長くない場合、ステップ S 36 を実行する。

20

ステップ S 35 において、ECU 20 は、各気筒におけるプラグ位相を Phase A と判定する。ECU 20 は、ステップ S 35 の実行後、ステップ S 41 を実行する。

【0054】

ステップ S 36 において、ECU 20 は、各気筒における放電期間 T_{SPARK} が判定放電期間 T_B よりも長いかどうか判断する。ECU 20 は、各気筒における放電期間 T_{SPARK} が判定放電期間 T_B よりも長い場合、ステップ S 37 を実行する。また、ECU 20 は、各気筒における放電期間 T_{SPARK} が判定放電期間 T_B よりも長くない場合、ステップ S 38 を実行する。

ステップ S 37 において、ECU 20 は、各気筒におけるプラグ位相を Phase B と判定する。ECU 20 は、ステップ S 37 の実行後、ステップ S 41 を実行する。

30

【0055】

ステップ S 38 において、ECU 20 は、各気筒における放電期間 T_{SPARK} が判定放電期間 T_C よりも長いかどうか判断する。ECU 20 は、各気筒における放電期間 T_{SPARK} が判定放電期間 T_C よりも長い場合、ステップ S 39 を実行する。また、ECU 20 は、各気筒における放電期間 T_{SPARK} が判定放電期間 T_C よりも長くない場合、ステップ S 40 を実行する。

ステップ S 39 において、ECU 20 は、各気筒におけるプラグ位相を Phase C と判定する。ECU 20 は、ステップ S 39 の実行後、ステップ S 41 を実行する。

【0056】

ステップ S 40 において、ECU 20 は、各気筒におけるプラグ位相を Phase D と判定する。ECU 20 は、ステップ S 40 の実行後、ステップ S 41 を実行する。

40

ステップ S 41 において、ECU 20 は、各気筒におけるプラグ位相を記憶装置 22 に判定済みとして記憶する。ECU 20 は、ステップ S 41 の実行後、第 2 のプラグ位相判定処理を終了する。

以上説明した第 2 のプラグ位相判定処理により、放電期間 T_{SPARK} からプラグ位相を判定することができる。

【0057】

〔吹き消え回数に基づく位相判定〕

次に、二次電圧及び二次電流に基づく点火プラグ 1 における点火放電時の放電の吹き消

50

え回数 N_T の算出方法について図 13 を参照しながら説明する。

二次電圧検出手段 5 は、点火放電時の二次電圧値 v_{2s} を A / D 変換して、この変換結果を ECU20 へ出力する。ECU20 は、二次電圧検出手段 5 から出力された二次電圧値 v_{2s} を基に、例えば、放電期間 T_{SPARK} 内に二次電圧値 v_{2s} が所定の値を超えた回数をカウントして放電の吹き消え回数 N_T を演算する。なお、図 13 中矢印 I で示す部分が吹き消え後に再放電が発生した部分である。図 13 に示すように、吹き消えが発生すると、再放電時に絶縁破壊に到る電圧まで二次電圧値 v_{2s} が上昇する。

【0058】

二次電流検出手段 4 は、点火放電時の二次電流値 i_{2s} を A / D 変換して、この変換結果を ECU20 へ出力する。ECU20 は、二次電流検出手段 4 から出力された二次電流値 i_{2s} を基に、例えば、放電期間 T_{SPARK} 内に二次電流値 i_{2s} が所定の値を下回った回数をカウントして放電の吹き消え回数 N_T を演算する。なお、図 13 中矢印 I で示す部分が吹き消えが発生した部分である。図 13 に示すように、吹き消えが発生すると、二次電流値 i_{2s} は 0 となる。

10

【0059】

< 第 3 のプラグ位相判定処理 >

次に、放電の吹き消え回数 N_T からプラグ位相を判定する第 3 のプラグ位相判定処理の手順について説明する。ここで、判定吹き消え回数 N_A , N_B , N_C は、「 $N_A < N_B < N_C$ 」とする。また、プラグ位相は、点火プラグ 1 の交換を実施するまではプラグ位相が変化することはないため、第 3 のプラグ位相判定処理を 1 度行えば点火プラグ 1 の交換を実施するまでは再度実施する必要はない。

20

【0060】

図 14 に示すように、ステップ S50 において、ECU20 は、記憶装置 22 に記憶した情報を基に、プラグ位相が未判定であるかどうか判断する。ECU20 は、プラグ位相が未判定である場合、ステップ S51 を実行する。また、ECU20 は、プラグ位相が未判定でない場合、第 3 のプラグ位相判定処理を終了する。

【0061】

ステップ S51 において、ECU20 は、各種の車両情報を基に、低負荷運転や成層リオン運転等のプラグ位相の判定が行える運転条件であるかどうか判断する。ECU20 は、プラグ位相の判定が行える運転条件の場合、ステップ S52 を実行する。また、ECU20 は、プラグ位相の判定が行える運転条件でない場合、第 3 のプラグ位相判定処理を終了する。

30

【0062】

ステップ S52 において、ECU20 は、各気筒における二次電流値 i_{2s} 又は二次電圧値 v_{2s} を読み込む。ECU20 は、ステップ S52 の実行後、ステップ S53 を実行する。

ステップ S313 において、ECU20 は、各気筒における吹き消え回数 N_T を演算する。ECU20 は、ステップ S53 の実行後、ステップ S54 を実行する。

【0063】

ステップ S54 において、ECU20 は、各気筒における吹き消え回数 N_T が判定吹き消え回数 N_A よりも少ないかどうか判断する。ECU20 は、各気筒における吹き消え回数 N_T が判定吹き消え回数 N_A よりも少ない場合、ステップ S55 を実行する。また、ECU20 は、各気筒における吹き消え回数 N_T が判定吹き消え回数 N_A よりも少なくない場合、ステップ S56 を実行する。

40

ステップ S55 において、ECU20 は、各気筒におけるプラグ位相を Phase A と判定する。ECU20 は、ステップ S55 の実行後、ステップ S61 を実行する。

【0064】

ステップ S56 において、ECU20 は、各気筒における吹き消え回数 N_T が判定吹き消え回数 N_B よりも少ないかどうか判断する。ECU20 は、各気筒における吹き消え回数 N_T が判定吹き消え回数 N_B よりも少ない場合、ステップ S57 を実行する。また、ECU

50

U 2 0 は、各気筒における吹き消え回数 N_T が判定吹き消え回数 N_B よりも少なくない場合、ステップ S 5 8 を実行する。

ステップ S 5 7 において、E C U 2 0 は、各気筒におけるプラグ位相を P h a s e B と判定する。E C U 2 0 は、ステップ S 5 7 の実行後、ステップ S 6 1 を実行する。

【 0 0 6 5 】

ステップ S 5 8 において、E C U 2 0 は、各気筒における吹き消え回数 N_T が判定吹き消え回数 N_C よりも少ないかどうか判断する。E C U 2 0 は、各気筒における吹き消え回数 N_T が判定吹き消え回数 N_C よりも少ない場合、ステップ S 5 9 を実行する。また、E C U 2 0 は、各気筒における吹き消え回数 N_T が判定吹き消え回数 N_C よりも少なくない場合、ステップ S 6 0 を実行する。

10

ステップ S 5 9 において、E C U 2 0 は、各気筒におけるプラグ位相を P h a s e C と判定する。E C U 2 0 は、ステップ S 5 9 の実行後、ステップ S 6 1 を実行する。

【 0 0 6 6 】

ステップ S 6 0 において、E C U 2 0 は、各気筒におけるプラグ位相を P h a s e D と判定する。E C U 2 0 は、ステップ S 6 0 の実行後、ステップ S 6 1 を実行する。

ステップ S 6 1 において、E C U 2 0 は、各気筒におけるプラグ位相を記憶装置 2 2 に判定済みとして記憶する。E C U 2 0 は、ステップ S 6 1 の実行後、第 3 のプラグ位相判定処理を終了する。

以上説明した第 3 のプラグ位相判定処理により、放電の吹き消え回数からプラグ位相を判定することができる。

20

【 0 0 6 7 】

〔プラグ位相に応じた内燃機関制御処理〕

次に、上述したようにして求めたプラグ位相に応じ内燃機関の制御を行う内燃機関制御処理の手順について説明する。ここでは筒内直接噴射式内燃機関を例に説明する。

< 第 1 のプラグ位相に応じた内燃機関制御処理 >

はじめに、プラグ位相に基づき通電期間を補正して放電時のエネルギーをアップする点火の制御を行う第 1 のプラグ位相に応じた内燃機関制御処理の手順について説明する。

【 0 0 6 8 】

図 1 5 に示すように、ステップ S 7 0 において、E C U 2 0 は、各種の車両情報を基に、成層リーンスプレーガイド運転であるかどうか判断する。E C U 2 0 は、成層リーンスプレーガイド運転条件の場合、ステップ S 7 1 を実行する。また、E C U 2 0 は、成層リーンスプレーガイド運転条件でない場合、第 1 のプラグ位相に応じた内燃機関制御処理を終了する。

30

【 0 0 6 9 】

ステップ S 7 1 において、E C U 2 0 は、記憶装置 2 2 に記憶した情報を基に、プラグ位相が判定済みであるかどうか判断する。E C U 2 0 は、プラグ位相が判定済みである場合、ステップ S 7 2 を実行する。また、E C U 2 0 は、プラグ位相が未判定の場合、ステップ S 7 4 に移行し、上述した第 1 ~ 第 3 のプラグ位相判定処理の内の少なくともいずれかひとつを実行する。

【 0 0 7 0 】

ステップ S 7 2 において、E C U 2 0 は、記憶装置 2 2 に記憶した各気筒における通電期間補正係数マップを読み込む。ここで、通電期間補正係数マップを下記表 1 に示す。また、通電期間補正係数 k は、「 $k_A < k_B < k_C < k_D$ 」とする。E C U 2 0 は、ステップ S 7 2 の実行後、ステップ S 7 3 を実行する。

40

【表 1】

プラグ位相	PhaseA	PhaseB	PhaseC	PhaseD
通電期間補正係数 k	$K=k_A$	$K=k_B$	$K=k_C$	$K=k_D$

【 0 0 7 1 】

50

ステップ S 7 3 において、E C U 2 0 は、各気筒における通電期間 T_{DWEL} を $k \times T_{DWEL}$ と変更（つまり、 $T_{DWEL} \rightarrow k \times T_{DWEL}$ ）して、通電期間 T_{DWEL} を補正する。E C U 2 0 は、ステップ S 7 3 の実行後、第 1 の内燃機関制御処理を終了する。

【 0 0 7 2 】

以上説明した第 1 のプラグ位相に応じた内燃機関制御処理により、プラグ位相に基づき通電期間 T_{DWEL} を補正して放電時のエネルギーをアップすることができる。これにより、放電し難い点火プラグ位相であっても放電しやすくなるため、失火を防止することができる。

【 0 0 7 3 】

< 第 2 の内燃機関制御処理 >

10

次に、プラグ位相に基づき燃料噴射時期と点火時期との間の時間の間隔を拡大する内燃機関の制御を行う第 2 のプラグ位相に応じた内燃機関制御処理の手順について説明する。なお、本実施形態においては、燃料噴射時期と点火時期とのインターバルの拡大は、噴射時期を固定して点火時期を遅らせるか、又は、点火時期を固定して噴射時期を早めることにより実現する。以下では後者の場合を例に説明する。

【 0 0 7 4 】

図 1 6 に示すように、ステップ S 8 0 において、E C U 2 0 は、各種の車両情報を基に、成層リーンスプレーガイド運転条件であるかどうか判断する。E C U 2 0 は、成層リーンスプレーガイド運転条件の場合、ステップ S 8 1 を実行する。また、E C U 2 0 は、成層リーンスプレーガイド運転条件でない場合、第 2 のプラグ位相に応じた内燃機関制御処理を終了する。

20

【 0 0 7 5 】

ステップ S 8 1 において、E C U 2 0 は、記憶装置 2 2 に記憶した情報を基に、プラグ位相が判定済みであるかどうか判断する。E C U 2 0 は、プラグ位相が判定済みである場合、ステップ S 8 2 を実行する。また、E C U 2 0 は、プラグ位相が未判定の場合、ステップ S 8 4 に移行し、上述した第 1 ～ 第 3 のプラグ位相判定処理の内の少なくともいずれかひとつを実行する。

【 0 0 7 6 】

ステップ S 8 2 において、E C U 2 0 は、記憶装置 2 2 に記憶した各気筒における燃料噴射時期補正量マップを読み込む。ここで、燃料噴射時期補正量マップを下記表 2 に示す。また、燃料噴射時期補正量 t_{ADV} は、「 $t_A < t_B < t_C < t_D$ 」とする。E C U 2 0 は、ステップ S 8 2 の実行後、ステップ S 8 3 を実行する。

30

【表 2】

プラグ位相	PhaseA	PhaseB	PhaseC	PhaseD
燃料噴射時期補正量 t_{ADV}	$t=t_A$	$t=t_B$	$t=t_C$	$t=t_D$

【 0 0 7 7 】

ステップ S 8 3 において、E C U 2 0 は、各気筒における燃料噴射時期 t_{INJ} （進角方向を正の値とする）を $t_{INJ} + t_{ADV}$ と変更（つまり、 $t_{INJ} \rightarrow t_{INJ} + t_{ADV}$ ）して、燃料噴射時期 t_{INJ} を補正する。E C U 2 0 は、ステップ S 8 3 の実行後、第 2 の内燃機関制御処理を終了する。

40

【 0 0 7 8 】

以上説明した第 2 のプラグ位相に応じた内燃機関制御処理により、プラグ位相に基づき燃料噴射時期と点火時期とのインターバルを変更することができる。これにより、放電し難い点火プラグ位相において、燃料噴射時期と点火時期のインターバルを拡大することで放電位置の流速を低下させることができ、放電し難い点火プラグ位相であっても放電しやすくなるため、失火を防止することができる。

【 0 0 7 9 】

< 第 3 の内燃機関制御処理 >

50

次に、プラグ位相に基づき分割噴射リーンモード運転時の分割噴射割合を変更する内燃機関の制御を行う第3のプラグ位相に応じた内燃機関制御処理の手順について説明する。

【0080】

ここで、分割噴射とは、吸気行程と圧縮行程の2回に分けて、または圧縮行程中に2回に分けて燃料を噴射するものであり、先の噴射を1回目の噴射とし、後の噴射を2回目の噴射とし、1回目の噴射時の燃料噴射量を $Fuel_{1st}$ とし、2回目の噴射時の燃料噴射量を $Fuel_{2nd}$ とした場合、1回目の燃料噴射割合 R_{1st} は下記式(1)により求めることができる。

【数1】

$$R_{1st}[\%] = \frac{Fuel_{1st}}{Fuel_{1st} + Fuel_{2nd}} \times 100 \quad \dots (1)$$

10

【0081】

また、圧縮行程の噴射を2回目の燃料噴射割合 R_{2nd} は下記式(2)により求めることができる。

【数2】

$$R_{2nd}[\%] = 100 - R_{1st} \quad \dots (2)$$

なお、本実施形態においては、1回目の噴射時の燃料噴射量 $Fuel_{1st}$ と2回目の噴射時の燃料噴射量 $Fuel_{2nd}$ とをトータルした燃料量を固定し、 $Fuel_{1st}$ を増やすことにより、1回目の燃料噴射割合 R_{1st} と2回目の燃料噴射割合 R_{2nd} を変更するものとする。

20

【0082】

図17に示すように、ステップS90において、ECU20は、各種の車両情報を基に、分割噴射リーンスプレーガイド運転条件であるかどうか判断する。ECU20は、分割噴射リーンスプレーガイド運転条件の場合、ステップS91を実行する。また、ECU20は、分割噴射リーンスプレーガイド運転条件でない場合、第3のプラグ位相に応じた内燃機関制御処理を終了する。

【0083】

ステップS91において、ECU20は、記憶装置22に記憶した情報を基に、プラグ位相が判定済みであるかどうか判断する。ECU20は、プラグ位相が判定済みである場合、ステップS92を実行する。また、ECU20は、プラグ位相が未判定の場合、ステップS94に移行し、上述した第1～第3のプラグ位相判定処理の内の少なくともいずれかひとつを実行する。

30

【0084】

ステップS92において、ECU20は、記憶装置22に記憶した各気筒における1回目噴射割合補正係数マップを読み込む。ここで、1回目噴射割合補正係数マップを下記表3に示す。また、1回目噴射割合補正係数 k_{1st} は、「 $k_{MA} < k_{MB} < k_{MC} < k_{MD}$ 」とする。ECU20は、ステップS92の実行後、ステップS93を実行する。

40

【表3】

プラグ位相	PhaseA	PhaseB	PhaseC	PhaseD
1回目噴射割合補正係数 k_{1st}	$k_{1st}=k_{MA}$	$k_{1st}=k_{MB}$	$k_{1st}=k_{MC}$	$k_{1st}=k_{MD}$

【0085】

ステップS93において、ECUは、各気筒における1回目の燃料噴射割合 R_{1st} を $k_{1st} \times R_{1st}$ と変更（つまり、 $R_{1st} \rightarrow k_{1st} \times R_{1st}$ ）して、1回目の燃料噴射割合 R_{1st} を補正する。ECUは、ステップS603の実行後、第3の内燃機関制御処理を終了する。

【0086】

50

以上説明した第3のプラグ位相に応じた内燃機関制御処理により、プラグ位相に基づき分割噴射リーンモード運転時の分割噴射割合を変更することができる。これにより、放電し難い点火プラグ位相において1回目の燃料噴射割合を増やす(2回目の燃料噴射割合を減らす)ことで放電位置の流速を低下させることができ、放電し難い点火プラグ位相であっても点火しやすくなるため、失火を防止することができる。

【0087】

< 第4の内燃機関制御処理 >

冷間運転時に触媒コンバータを早く活性化させるため、内燃機関は点火時期を遅角することによって排気ガス温度を上昇させ、それにより触媒温度を上昇させるようにしている。しかしながら、直接噴射火花点火式内燃機関のみならず、フローコントロールバルブ等を装着したガソリンエンジンでも、吸気流動が速いため、放電の吹き消えが発生しやすい。よって、点火プラグ1の位相によって、触媒暖機モード時の点火遅角限界が変化するため、点火プラグ1の位相に応じた内燃機関制御処理が必要となる。

次に、上述した第1～第3の点火プラグ位相判定処理により求めた点火プラグ1の位相に応じた内燃機関制御処理の手順について説明する。

【0088】

図18に示すように、ステップS100において、ECU20は、各種の車両情報を基に、触媒の暖機を行う運転条件である触媒暖機モードであるかどうか判断する。ECU20は、触媒暖機モードである場合、ステップS101を実行する。また、ECU20は、触媒暖機モードでない場合、第4の内燃機関制御処理を終了する。

【0089】

ステップS101において、ECU20は、記憶装置22に記憶した情報を基に、プラグ位相が判定済みであるかどうか判断する。プラグ位相が判定済みの場合、ステップS102を実行する。また、プラグ位相が判定済みでない場合、第4の内燃機関制御処理を終了する。

【0090】

ステップS102において、ECU20は、記憶装置22に記憶した各気筒における点火プラグ1の位相に応じて触媒暖機時の点火遅角量を変更する点火遅角補正量マップを読み込む。ここで、点火遅角補正量マップを下記表4に示す。また、点火遅角補正量 T_{WUA} 、 T_{WUB} 、 T_{WUC} 、 T_{WUD} は、「 $T_{WUA} < T_{WUB} < T_{WUC} < T_{WUD}$ 」とする。ECU20は、ステップS102の実行後、ステップS103を実行する。

【表4】

プラグ位相	PhaseA	PhaseB	PhaseC	PhaseD
触媒暖機時 点火遅角補正值 T_{WUADV}	$T_{WUADV} = T_{WUA}$	$T_{WUADV} = T_{WUB}$	$T_{WUADV} = T_{WUC}$	$T_{WUADV} = T_{WUD}$

【0091】

ステップS103において、ECU20は、各気筒における点火時期 T_{SA} を「 $T_{SA} + T_{WUADV}$ 」(進角側を正とする)と変更(つまり、 $T_{SA} \rightarrow T_{SA} + T_{WUADV}$)して、点火時期 T_{SA} を補正する。ECU20は、ステップS103の実行後、第4の内燃機関制御処理を終了する。

【0092】

以上説明した第4の内燃機関制御処理により、プラグ位相に基づき触媒暖機時の点火時期設定を変更することができる。これにより、触媒暖機時に点火安定性の悪い位相のみ点火進角することで、触媒暖機効果と燃焼安定性を両立することができるため、触媒暖機時の点火遅角量を大きくするなどのマッチングが可能となり、燃費を向上し、排ガスを低減することができる。また、ここではプラグ位相に応じて点火時期の設定を変更したが、前

述の第 1 の内燃機関制御処理同様、点火の通電期間を補正しても良い。

【 0 0 9 3 】

< 第 5 の内燃機関制御処理 >

次に、点火プラグ 1 の消耗度合に基づきリーン運転の許可領域を変更する内燃機関の制御を行う点火プラグ 1 の消耗度合に応じた内燃機関制御処理の手順について説明する。

【 0 0 9 4 】

ここで、リーン運転の許可領域を設定する運転ゾーンマップについて説明する。図 1 9 に示すように、運転ゾーンマップは、エンジン回転数と負荷との関係においてリーン運転領域と予混合ストイキ/リッチ運転領域とを分けて設定している。

【 0 0 9 5 】

また、リーン運転領域は、高圧燃料噴射弁 7 から噴射される燃料を直接的に前記点火プラグ 1 に輸送するスプレーガイド方式（直接供給方式）が実施されるスプレーガイドリーン領域と、上述した分割噴射成層燃焼が実施される分割噴射リーン領域と、高圧燃料噴射弁 7 から噴射される燃料をピストン頂面で案内して前記点火プラグ 1 に輸送するウォールガイド方式（間接供給方式）が実施されるウォールガイドリーン領域とに分かれている。

【 0 0 9 6 】

ここで、図 1 9 に示すように、ウォールガイドリーン領域はエンジン回転数が「 0 N E 1 」の範囲内にあり負荷が「 0 P E 1 」の範囲内にあるものとし、分割噴射リーン領域はエンジン回転数が「 N E w s N E 1 」の範囲内にあり負荷が「 P E s d P E d w 」の範囲内にあるものとし、スプレーガイドリーン領域はエンジン回転数が「 N E w s N E 1 」の範囲内にあり負荷が「 0 P E s d 」の範囲にあるものとする。

【 0 0 9 7 】

図 2 0 に示すように、ステップ S 1 1 0 において、E C U 2 0 は、各種の車両情報を基に、成層リーンスプレーガイド運転条件であるかどうか判断する。E C U 2 0 は、成層リーンスプレーガイド運転条件の場合、ステップ S 1 1 1 を実行する。また、E C U 2 0 は、成層リーンスプレーガイド運転条件でない場合、プラグの消耗に応じた内燃機関制御処理を終了する。

【 0 0 9 8 】

ステップ S 1 1 1 において、E C U 2 0 は、記憶装置 2 2 に記憶した情報を基に、プラグの消耗が判定済みであるかどうか判断する。E C U 2 0 は、プラグの消耗が判定済みである場合、ステップ S 1 1 2 を実行する。また、E C U 2 0 は、プラグの消耗が未判定の場合、ステップ S 1 1 5 に移行し、上述したプラグの消耗判定処理を実行する。

【 0 0 9 9 】

ここで、点火プラグ 1 の消耗度合の判定方法について説明する。点火プラグ 1 は消耗が進むと放電し難くなる。そして、点火プラグ 1 における放電時の放電要求電圧 V_{DIS} 、平均二次電圧 V_{AVE} は高くなり、放電期間 T_{SPARK} は短くなる。このため、各気筒における点火プラグ 1 の消耗度合に応じた放電要求電圧 V_{DIS} 、平均二次電圧 V_{AVE} 及び放電期間 T_{SPARK} を設定し、点火プラグ 1 における放電時の前記中心電極 2 と前記接地電極 3 との間の電圧値又は電流値に基づき点火プラグ 1 の消耗度合を判定することができる。なお、プラグ消耗度合 R_{wear} は数値が大きいほど点火プラグ 1 の消耗度合が大きいことを意味している。

【 0 1 0 0 】

ステップ S 1 1 2 において、E C U 2 0 は、記憶装置 2 2 に記憶した各気筒におけるリーン運転上限回転補正量マップを読み込む。ここで、リーン運転上限回転補正量マップを下記表 5 に示す。ここで、リーン上限回転補正量 N_{LEAN} は、「 $N_{L1} < N_{L2} < N_{L3} < N_{L4}$ 」とする。E C U 2 0 は、ステップ S 1 1 2 の実行後、ステップ S 1 1 3 を実行する。

【表 5】

プラグ消耗度合 R_{wea}	$R_{\text{wea}}=1$	$R_{\text{wea}}=2$	$R_{\text{wea}}=3$	$R_{\text{wea}}=4$
リーン運転上限回転補正量 N_{LEAN}	$N_{\text{LEAN}}=N_{L1}$	$N_{\text{LEAN}}=N_{L2}$	$N_{\text{LEAN}}=N_{L3}$	$N_{\text{LEAN}}=N_{L4}$

【0101】

ステップ S 1 1 3 において、ECU 2 0 は、記憶装置 2 2 に記憶した各気筒におけるリーン運転上限負荷補正量マップを読み込む。ここで、リーン運転上限負荷補正量マップを下記表 6 に示す。ここで、リーン上限負荷補正量 P_{LEAN} は、「 $P_{L1} < P_{L2} < P_{L3} < P_{L4}$ 」とする。ECU 2 0 は、ステップ S 1 1 3 の実行後、ステップ S 1 1 4 を実行する。

10

【表 6】

プラグ消耗度合 R_{wea}	$R_{\text{wea}}=1$	$R_{\text{wea}}=2$	$R_{\text{wea}}=3$	$R_{\text{wea}}=4$
リーン運転上限負荷補正量 P_{LEAN}	$P_{\text{LEAN}}=P_{L1}$	$P_{\text{LEAN}}=P_{L2}$	$P_{\text{LEAN}}=P_{L3}$	$P_{\text{LEAN}}=P_{L4}$

【0102】

ステップ S 1 1 4 において、ECU 2 0 は、各気筒における運転モード領域をプラグの消耗に応じ、リーン運転上限回転補正量マップ及びリーン運転上限負荷補正量マップに従いリーン運転許可領域を補正する。すなわち、点火プラグ 1 の消耗が進むにつれ、エンジン回転数 $NE 1$ 、 $NEws$ と負荷 $PE 1$ 、 $PEdw$ 、 $PEsd$ を図 1 9 に示す矢印方向に変更する。ECU 2 0 は、ステップ S 1 1 4 の実行後、第 4 の内燃機関制御処理を終了する。

20

【0103】

以上説明した点火プラグ 1 の消耗度合に応じた内燃機関制御処理により、点火プラグ 1 の消耗度合いに基づきリーン運転の許可領域を変更することができる。これにより、点火プラグ 1 の消耗が進行し、放電し難くなっても、高い放電エネルギーの必要なリーン運転を禁止することで失火を防止することができる。

【0104】

なお、ECU 2 0 により、二次電流検出手段 4 又は二次電圧検出手段 5 によって計測された、点火プラグ 1 における放電時の中心電極 2 と接地電極 3 との間の、放電電圧値又は放電電流値の少なくともどちらか一方に基づき点火プラグ 1 の放電し易さ度合いを計測し、予め判定した位相の放電し易さ度合いと比較して、放電し易さの度合いが所定以上低下したとき点火プラグ 1 が消耗したと判定することも可能である。

30

【0105】

また、点火プラグ 1 の所定の消耗を判定した場合、エンジンチェックランプを点灯し、運転者に点火プラグ 1 の交換を促すようにすることも可能である。また、定期的に点火プラグ 1 の消耗度合を判定し、突然の消耗度合の変化、つまり、突然の点火プラグ 1 の放電しやすさの変化を判定した場合、燃料系統や点火系統に以上が生じたと判定し、エンジンチェックランプを点灯するようにすることも可能である。

40

【0106】

以上のように、本発明に係る内燃機関制御装置によれば、燃焼室内に燃料を供給する高圧燃料噴射弁 7 と、中心電極 2 とこの中心電極 2 の側方に位置し先端が中心電極 2 の先端と対向する接地電極 3 とを有する点火プラグ 1 と、点火プラグ 1 の火花放電時の放電電流値又は放電電圧値のいずれか一方を計測する二次電流検出手段 4 又は二次電圧検出手段 5 もしくは両方を計測する二次電流検出手段 4 及び二次電圧検出手段 5 とを備えた内燃機関制御装置において、二次電流検出手段 4 又は二次電圧検出手段 5 によって計測された、点火プラグ 1 における火花放電時の中心電極 2 と接地電極 3 との間の、少なくとも放電電圧値又は放電電流値のどちらか一方に基づき、燃焼室内のガス流動に対する中心電極 2 と接地電極 3 の位相を判定する ECU 2 0 (位相判定手段) と、この ECU 2 0 (位相判定手

50

段)の判定に基づいて内燃機関の運転状態を制御するECU20(制御手段)とを備えることにより、各気筒における点火プラグ1のプラグ位相を判定し、このプラグ位相に応じて失火を防止する制御を行うことができる内燃機関制御装置を実現することができる。

【産業上の利用可能性】

【0107】

本発明は、例えば、筒内直接噴射式内燃機関や筒内流動を強化した内燃機関に利用することが可能である。

【図面の簡単な説明】

【0108】

【図1】本発明に係る内燃機関制御装置の構成を示した模式図である。

10

【図2】本発明に係る内燃機関制御装置におけるプラグ位相を示した模式図である。

【図3】本発明に係る内燃機関制御装置における各プラグ位相を示した模式図である。

【図4】本発明に係る内燃機関制御装置におけるプラグ位相0°の場合とプラグ位相90°の場合の点火プラグの側面図である。

【図5】本発明に係る内燃機関制御装置におけるプラグ位相0°における点火放電時の二次電流及び二次電圧の波形を示した図である。

【図6】本発明に係る内燃機関制御装置におけるプラグ位相45°における点火放電時の二次電流及び二次電圧の波形を示した図である。

【図7】本発明に係る内燃機関制御装置におけるプラグ位相90°における点火放電時の二次電流及び二次電圧の波形を示した図である。

20

【図8】本発明に係る内燃機関制御装置におけるプラグ位相135°における点火放電時の二次電流及び二次電圧の波形を示した図である。

【図9】本発明に係る内燃機関制御装置におけるプラグ位相180°における点火放電時の二次電流及び二次電圧の波形を示した図である。

【図10】本発明に係る内燃機関制御装置における平均二次電圧 V_{AVE} 、放電要求電圧 V_{DIS} 及び放電期間 T_{SPARK} の例を示した図である。

【図11】本発明に係る内燃機関制御装置における第1のプラグ位相判定処理を示したフローチャートである。

【図12】本発明に係る内燃機関制御装置における第2のプラグ位相判定処理を示したフローチャートである。

30

【図13】本発明に係る内燃機関制御装置における放電の吹き消えの例を示した図である。

【図14】本発明に係る内燃機関制御装置における第3のプラグ位相判定処理を示したフローチャートである。

【図15】本発明に係る内燃機関制御装置における第1の内燃機関制御処理を示したフローチャートである。

【図16】本発明に係る内燃機関制御装置における第2の内燃機関制御処理を示したフローチャートである。

【図17】本発明に係る内燃機関制御装置における第3の内燃機関制御処理を示したフローチャートである。

40

【図18】本発明に係る内燃機関制御装置における第4の内燃機関制御処理を示したフローチャートである。

【図19】本発明に係る内燃機関制御装置における運転ゾーンマップの例を示した図である。

【図20】本発明に係る内燃機関制御装置における第5の内燃機関制御処理を示したフローチャートである。

【符号の説明】

【0109】

1 点火プラグ

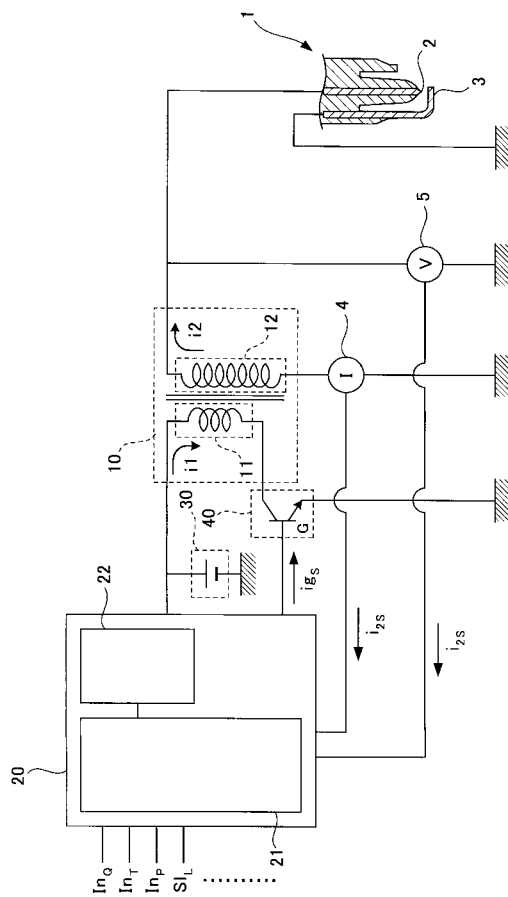
2 中心電極

50

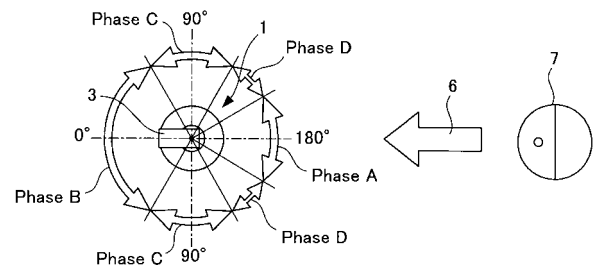
- 3 接地電極
- 4 二次電流検出手段
- 5 二次電圧検出手段
- 6 噴霧
- 7 高圧燃料噴射弁
- 10 点火コイル
- 11 一次コイル
- 12 二次コイル
- 20 ECU
- 21 CPU
- 22 記憶装置
- 30 電源
- 40 スイッチング素子

10

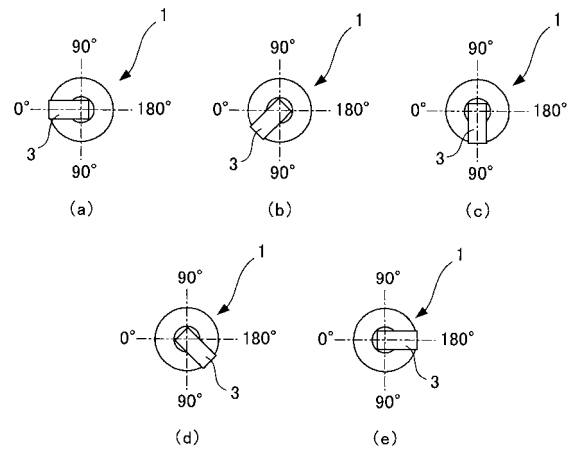
【図1】



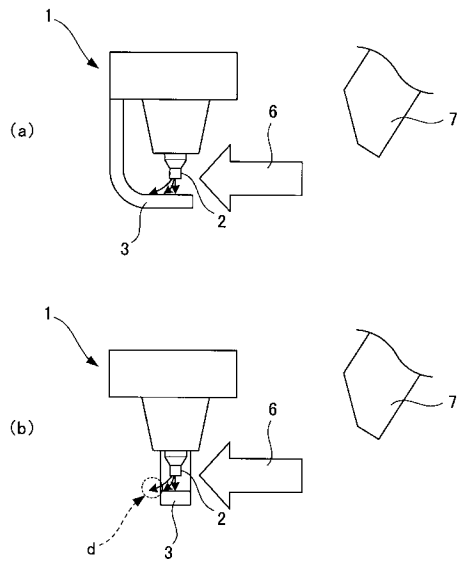
【図2】



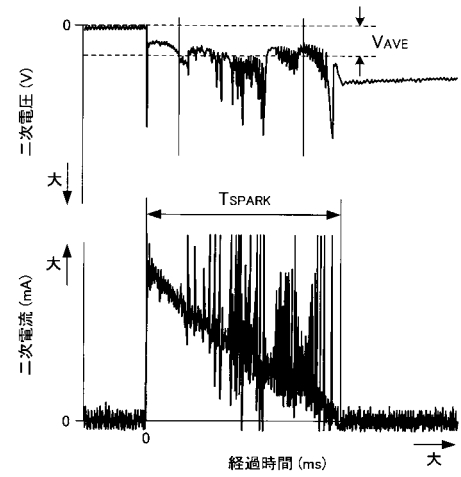
【図3】



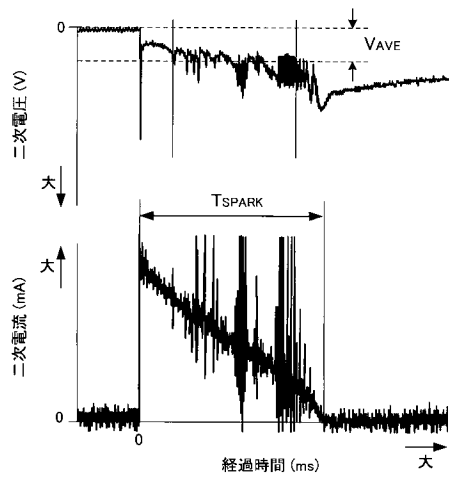
【図 4】



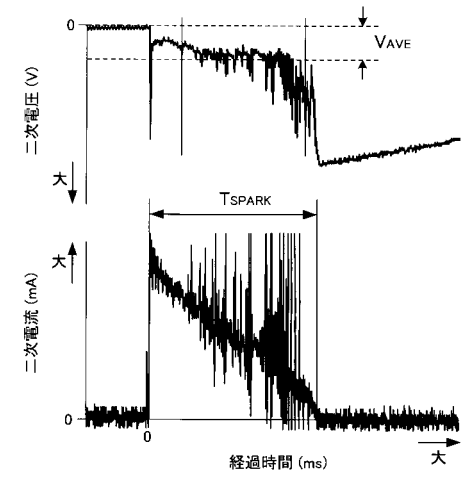
【図 5】



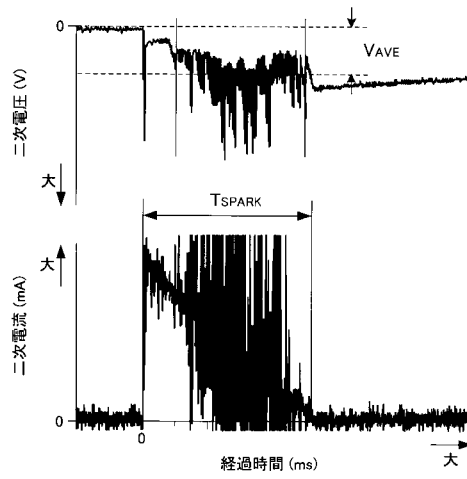
【図 6】



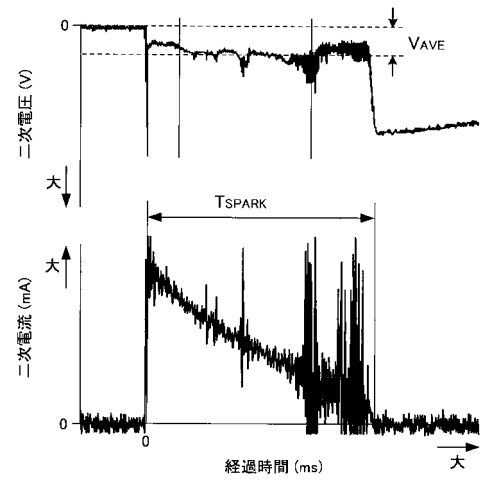
【図 7】



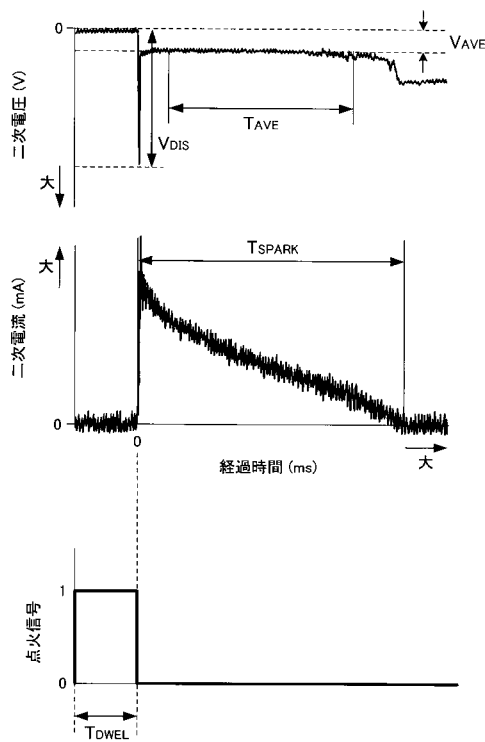
【図 8】



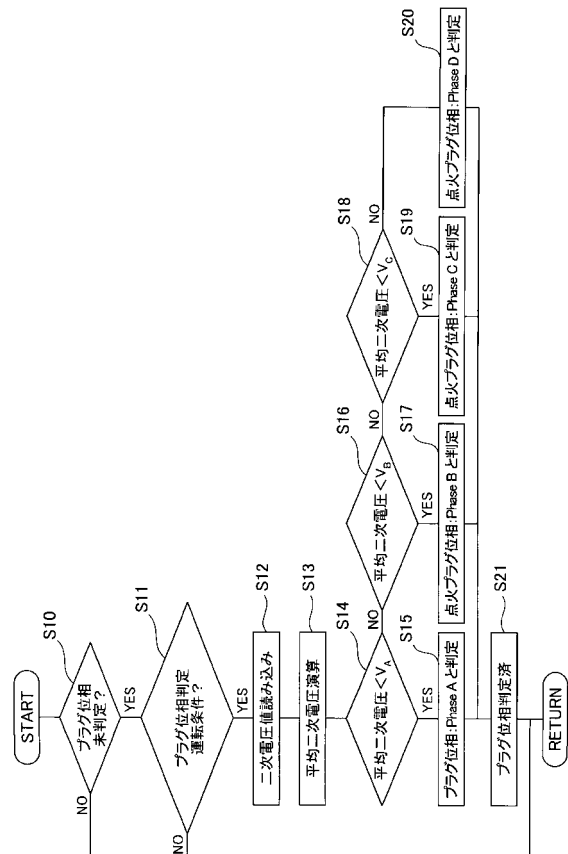
【図 9】



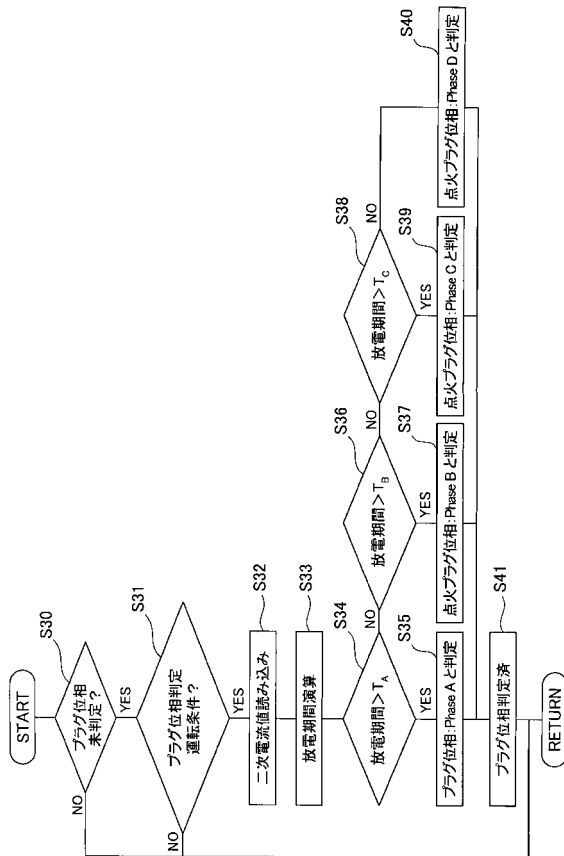
【図 10】



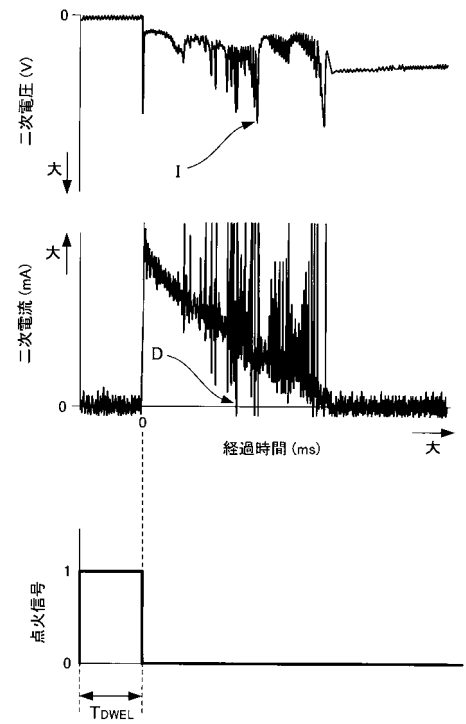
【図 11】



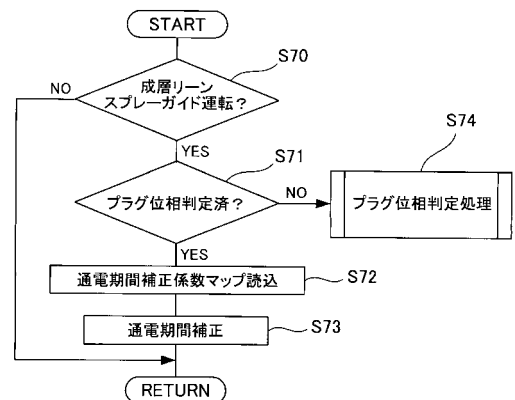
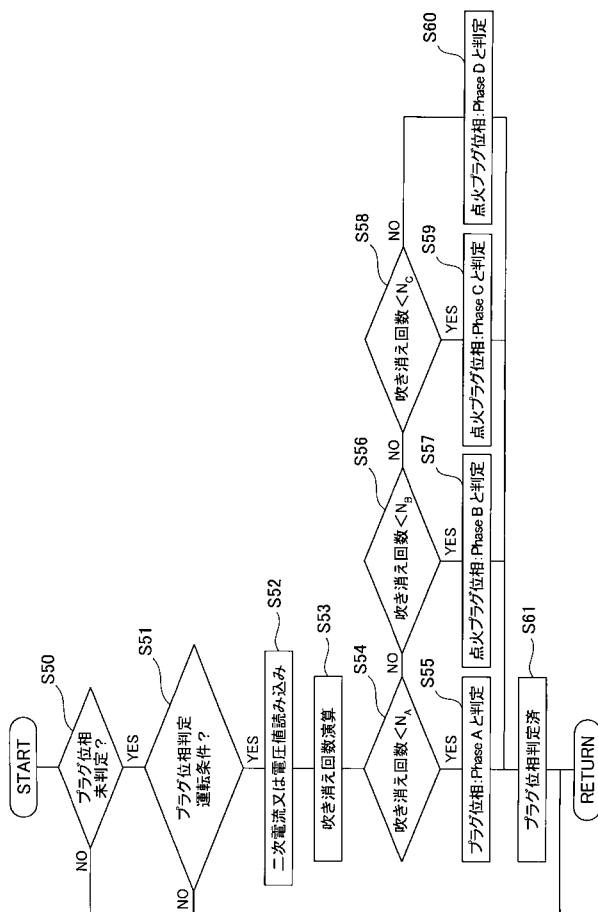
【 図 1 3 】



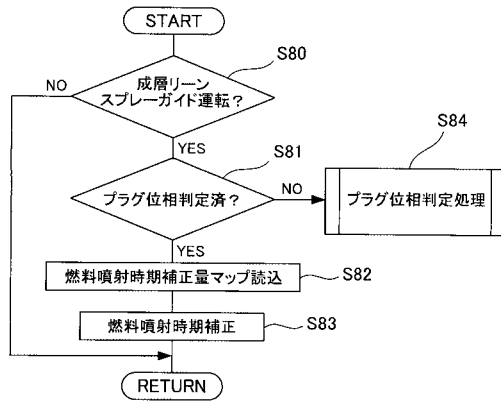
【 図 1 4 】



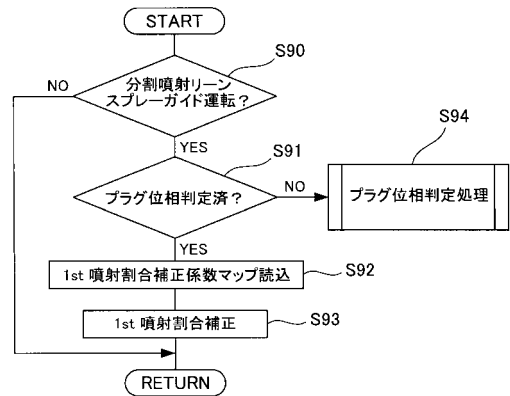
【 図 1 5 】



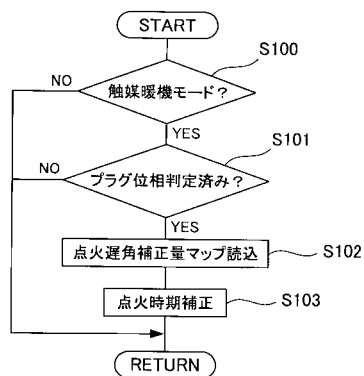
【図 16】



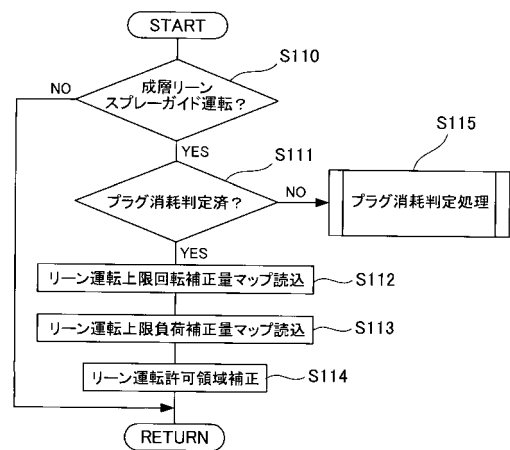
【図 17】



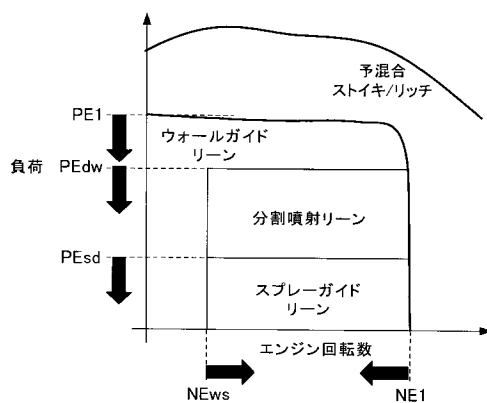
【図 18】



【図 20】



【図 19】



フロントページの続き

(72)発明者 佐藤 公彦

東京都港区芝五丁目 3 3 番 8 号 三菱自動車工業株式会社内

F ターム(参考) 3G019 AA07 AA08 AA09 AB01 AB03 BA01 CA14 CD06 DA01 DA02
DA10 DB07 DC02 GA00 GA08 GA09 GA13 KA03 KA22 LA05
LA13
3G022 AA07 BA06 CA02 DA02 DA07 DA10 FA04 GA00 GA06 GA08
GA11