(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
2011 年 10 月 20 日(20.10.2011)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2011/129007 A1

(51) 国際特許分類:
F02M 37/00 (2006.01) *F02D 45/00* (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2010/056788

(22) 国際出願日: 2010 年 4 月 15 日(15.04.2010)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): トヨタ自動車株式会社 (**TOYOTA JIDOSHA KABUSHIKI KAISHA**) [JP/JP]; 〒4718571 愛知県豊田市トヨタ町１番地 Aichi (JP).

(72) 発明者; および

(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 佐々木 敬規(**SASAKI, Takanori**) [JP/JP]; 〒4718571 愛知県豊田市トヨタ町１番地トヨタ自動車株式会社内 Aichi (JP). 若尾 和弘(**WAKAO, Kazuhiro**) [JP/JP]; 〒4718571 愛知県豊田市トヨタ町１番地トヨタ自動車株式会社内 Aichi (JP). 笹井 美江(**SASAI, Mie**) [JP/JP]; 〒4718571 愛知県豊田市トヨタ町１番地トヨタ自動車株式会社内 Aichi (JP).

(74) 代理人: 高橋 英樹, 外(**TAKAHASHI, Hideki** et al.); 〒1600007 東京都新宿区荒木町２０番地インテック８８ビル５階 特許業務法人 高田・高橋国際特許事務所 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, 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, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, 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.

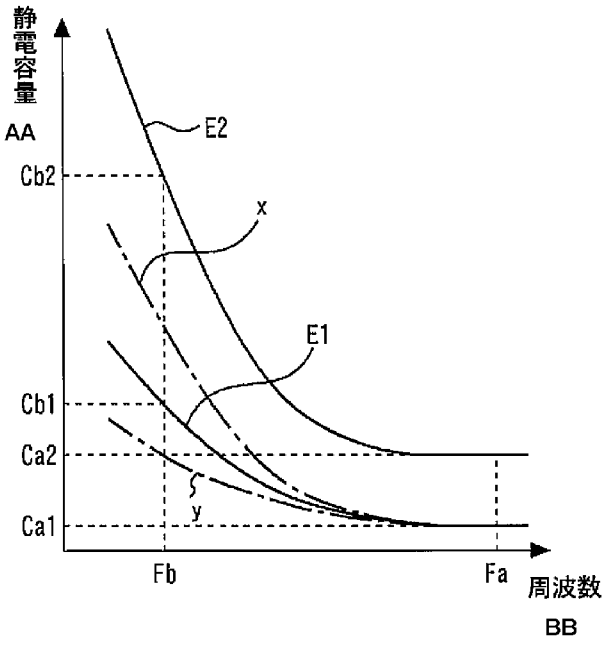
(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア

[続葉有]

(54) **Title**: ABNORMALITY DETECTION DEVICE FOR FUEL PROPERTY DETECTION DEVICE

(54) 発明の名称 : 燃料性状検出装置の異常検出装置

[図7]



AA CAPACITANCE
BB FREQUENCY

(57) **Abstract**: In order to accurately diagnose the abnormality of a fuel property detection device for detecting the fuel property on the basis of the capacitance between electrodes, disclosed is an abnormality detection device for a fuel property detection device. Said abnormality detection device is a device for detecting the abnormality of the fuel property detection device for detecting the fuel property on the basis of the measured value of the capacitance between a pair of electrodes installed in a fuel supply path of an internal combustion engine that can use fuel containing a predetermined fuel component having a characteristic that the dielectric constant changes according to the frequency of an electric field, said abnormality detection device being characterized by being provided with: a frequency switching means which switches the frequency of alternating voltage to be applied between both the electrodes to a plurality of frequencies; a measurement means which measures the capacitance at each of the plurality of frequencies; a storage means which stores frequency characteristic information that is information relating to the relationship between the fuel property and the frequency characteristic of the capacitance when the fuel property detection device is normal, and a diagnosis means which, on the basis of the result of the measurement by the measurement means and the frequency characteristic information, diagnoses the abnormality of the fuel property detection device.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2011/129007 A1

(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (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, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告（条約第 21 条(3)）

本発明は、電極間の静電容量に基づいて燃料性状を検出する燃料性状検出装置の異常を正確に診断することを目的とする。 本発明の燃料性状検出装置の異常検出装置は、電界の周波数に応じて誘電率が変化する特性を有する所定燃料成分を含む燃料を使用可能な内燃機関の燃料供給経路上に設置した一対の電極間の静電容量の測定値に基づいて燃料性状を検出する燃料性状検出装置の異常を検出する装置であって、両電極間に印加する交番電圧の周波数を複数の周波数に切り替える周波数切替手段と、複数の周波数の各々において静電容量を測定する測定手段と、燃料性状検出装置が正常な場合における、燃料性状と静電容量の周波数特性との関係に関する情報である周波数特性情報を記憶した記憶手段と、測定手段による測定結果と、周波数特性情報とに基づいて、燃料性状検出装置の異常を診断する診断手段と、を備えることを特徴とする。

明　細　書

発明の名称 ： 燃料性状検出装置の異常検出装置

技術分野

[0001] 本発明は、燃料性状検出装置の異常検出装置に関する。

背景技術

[0002] バイオマスから生産される燃料（例えばエタノール）と、従来の燃料（例えばガソリン）との混合燃料が自動車等の内燃機関に用いられている。ガソリンとエタノールでは、理論空燃比や発熱量等の燃料特性が異なる。よって、エタノールーガソリン混合燃料の特性は、そのエタノール濃度に応じて変化する。このため、エタノールーガソリン混合燃料を使用する場合に内燃機関を適切に制御するためには、燃料のエタノール濃度を検出する装置が必要となる。燃料のエタノール濃度を検出することのできる装置として、静電容量式の燃料性状検出装置が知られている。静電容量式燃料性状検出装置は、燃料供給経路上に設置された一対の電極を有し、その電極間の静電容量を測定する。ガソリンとエタノールとでは、誘電率が大きく異なる。このため、上記静電容量は、電極間に存在する燃料のエタノール濃度に応じて変化する。従って、電極間の静電容量を測定することにより、エタノール濃度を検出することができる。

[0003] 車載式故障診断システム（ＯＢＤシステム）の搭載を義務付ける法規では、上述したような静電容量式の燃料性状検出装置についても、それが正常に動作しているかどうかを判定し、異常が生じた場合にはそれを精度良く検出することが求められる。

[0004] 日本特開２００８－３０９０４７号公報には、内燃機関に供給する燃料のアルコール濃度を検出するアルコール濃度検出手段の異常を診断する方法として、アルコール濃度検出値の変化量（例えば今回値と前回値との差）が所定範囲内であるかどうかによって診断する方法が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：日本特開２００８－３０９０４７号公報

特許文献2：日本特開２００９－１４５１３１号公報

特許文献3：日本特開平４－１０１０３２号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 静電容量式燃料性状検出装置では、燃料中に含まれるガム成分が電極間に徐々に蓄積したり、あるいは電極に錆が発生したりして、静電容量の測定値に変化（誤差）が生ずる場合がある。このような場合、燃料性状を正確に検出することができないので、これを異常として検出する必要がある。

[0007] しかしながら、上述した日本特開２００８－３０９０４７号公報に開示された簡易な診断方法では、上述したガム成分の堆積や錆の発生のような、ゆっくりとした変化を異常として検出することはできない。

[0008] 一方、日本特開平４－１０１０３２号公報には、アルコール濃度センサの出力電圧値が許容範囲内にあるか否かによってアルコール濃度センサが異常か否かを判定する方法が開示されている。このような方法では、センサ部の断線などによって検出値が極端な値になっている場合に異常を検出することはできても、ガム成分の堆積や錆の発生のような、小さな変化を異常として検出することは困難である。

[0009] また、故障診断のために、もう一対の参照電極を設ける方法も考えられるが、センサ構造が複雑化および大型化し、コストが上昇するという問題がある。また、参照電極の方にも、ガム成分の蓄積や錆の発生などの異常が起こり得るため、参照電極と比較しても必ずしも正確に故障診断できないという問題もある。

[0010] 本発明は、上記の点に鑑みてなされたものであり、電極間の静電容量に基づいて燃料性状を検出する燃料性状検出装置の異常を正確に診断することのできる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

[0011] 第１の発明は、上記の目的を達成するため、燃料性状検出装置の異常検出装置であって、

電界の周波数に応じて誘電率が変化する特性を有する所定燃料成分を含む燃料を使用可能な内燃機関の燃料供給経路上に設置した一対の電極間の静電容量の測定値に基づいて燃料性状を検出する燃料性状検出装置の異常を検出する装置であって、

前記両電極間に印加する交番電圧の周波数を、前記所定燃料成分の誘電率が異なる値となる複数の周波数に切り替える周波数切替手段と、

前記複数の周波数の各々において前記静電容量を測定する測定手段と、

前記燃料性状検出装置が正常な場合における、燃料性状と、前記静電容量の周波数特性との関係に関する情報である周波数特性情報を記憶した記憶手段と、

前記測定手段による測定結果と、前記周波数特性情報とに基づいて、前記燃料性状検出装置の異常を診断する診断手段と、

を備えることを特徴とする。

[0012] また、第２の発明は、第１の発明において、

前記周波数切替手段は、前記両電極間に印加する交番電圧の周波数を、第１周波数と、前記所定燃料成分の誘電率が前記第１周波数の場合とは異なる値になる第２周波数とに切り替え、

前記測定手段は、前記第１周波数で交番電圧が印加されたときの前記両電極間の静電容量である第１静電容量と、前記第２周波数で交番電圧が印加されたときの前記両電極間の静電容量である第２静電容量とを測定し、

前記周波数特性情報は、前記燃料性状検出装置が正常な場合における、燃料性状と、前記第１静電容量と前記第２静電容量との比との関係に関する情報であり、

前記診断手段は、

前記燃料性状検出装置により検出された燃料性状と、前記周波数特性情報

とに基づいて、前記第１静電容量と前記第２静電容量との正常な比に関する情報である正常比情報を取得する正常比取得手段と、

前記第１静電容量の測定値と、前記第２静電容量の測定値と、前記取得された正常比情報とに基づいて、前記燃料性状検出装置の異常の有無を判定する異常判定手段と、

を含むことを特徴とする。

[0013] また、第３の発明は、第１または第２の発明において、

前記正常比取得手段は、前記第１静電容量と前記第２静電容量との正常な比の上限値および下限値を取得し、

前記異常判定手段は、前記第１静電容量の測定値と前記第２静電容量の測定値との比が前記上限値から前記下限値までの範囲に入らない場合には、前記燃料性状検出装置に異常があると判定することを特徴とする。

[0014] また、第４の発明は、第２または第３の発明において、

前記第１周波数は、前記燃料性状検出装置が燃料性状を検出するために通常に使用する周波数であり、

前記第２周波数は、前記第１周波数より低く、

前記第２周波数における前記所定燃料成分の誘電率は、前記第１周波数における前記所定燃料成分の誘電率より高いことを特徴とする。

[0015] また、第５の発明は、第１乃至第４の発明の何れかにおいて、

前記周波数切替手段は、前記内燃機関の始動前または前記内燃機関で燃料カットが実行中のときに前記周波数を前記複数の周波数に切り替え、その際に測定された各々の周波数での静電容量の測定値に基づいて前記診断手段が前記燃料性状検出装置の異常を診断することを特徴とする。

[0016] また、第６の発明は、第１乃至第５の発明の何れかにおいて、

前記複数の周波数の各々における静電容量の測定値に基づいて、前記周波数切替手段の異常を診断する第２の診断手段を備えることを特徴とする。

[0017] また、第７の発明は、６の発明において、

前記第２の診断手段は、前記複数の周波数の各々における静電容量の測定

値間の違いが所定の基準より小さい場合に、前記周波数切替手段に異常があると判定することを特徴とする。

[0018] また、第８の発明は、第１乃至第７の発明の何れかにおいて、

前記燃料を構成する複数成分の相分離が発生している可能性を判定する相分離判定手段と、

前記相分離判定手段により前記相分離が発生している可能性があると判定された場合には、前記燃料性状検出装置の異常診断を実行しないことを特徴とする。

[0019] また、第９の発明は、第８の発明において、

前記相分離判定手段は、前記所定燃料成分の濃度と、前記内燃機関の停止期間と、前記燃料中の含水率に関する情報とに基づいて、前記相分離が発生している可能性を判定することを特徴とする。

発明の効果

[0020] 第１の発明によれば、燃料性状に応じて固有な、静電容量の周波数特性に関する情報と、静電容量の測定値とを照らし合わせることによって燃料性状検出装置を診断することができる。このため、燃料性状検出装置の特性が緩やかに変化するような場合の異常（例えば、電極へのガム成分の堆積や電極の錆など）がある場合にも、正確に診断することができる。

[0021] 第２の発明によれば、比較的簡単な方法で精度良く診断することができる。

[0022] 第３の発明によれば、比較的簡単な方法で精度良く診断することができる。

[0023] 第４の発明によれば、通常に使用される第１周波数から、それより低い周波数であって、誘電率（静電容量）が第１周波数の場合より高くなるような第２周波数へ切り替えることによって、異常診断を実行することができる。このため、診断を迅速且つ容易に行うことができる。

[0024] 第５の発明によれば、内燃機関の始動前または内燃機関で燃料カットが実行中のときに異常診断を実行することができる。これにより、電極間にある

燃料の性状および温度が診断の途中で変化しないことを保障することができる。このため、簡単な方法で誤判定を確実に防止することができる。

[0025] 第６の発明によれば、周波数切替手段の異常を診断することができるので、燃料性状検出装置の異常を誤判定することをより確実に防止することができる。

[0026] 第７の発明によれば、周波数切替手段の異常を簡単な方法で精度良く診断することができる。

[0027] 第８の発明によれば、燃料の相分離が発生している可能性がある場合には、燃料性状検出装置の異常診断を実行しないので、誤判定を確実に防止することができる。

[0028] 第９の発明によれば、相分離が発生している可能性を高精度に判定することができる。

図面の簡単な説明

[0029] [図1]本発明の実施の形態１のシステム構成を説明するための図である。

[図2]燃料のエタノール濃度、温度および静電容量の関係を示す図である。

[図3]電極を模式的に示す図である。

[図4]電極間の隙間の一部がガム成分の堆積物によって塞がれている状態を模式的に示した図である。

[図5]電極間の隙間に堆積物の無い正常な状態での静電容量と、堆積物がある状態での静電容量とを比較した図である。

[図6]誘電率と周波数との関係を示す図である。

[図7]電極印加電圧の周波数と、静電容量との関係を示す図である。

[図8]本発明の実施の形態１における異常検出方法を説明するための図である。

[図9]電極印加電圧の周波数の時間変化、並びに、静電容量、燃料温度およびエタノール濃度の検出値の例を示す図である。

[図10]本発明の実施の形態１において実行されるルーチンのフローチャートである。

[図11]本発明の実施の形態２において実行されるルーチンのフローチャートである。

[図12]本発明の実施の形態３において実行されるルーチンのフローチャートである。

[図13]本発明の実施の形態４において実行されるルーチンのフローチャートである。

発明を実施するための形態

[0030] 以下、図面を参照して本発明の実施の形態について説明する。なお、各図において共通する要素には、同一の符号を付して、重複する説明を省略する。

[0031] 実施の形態１.

図１は、本発明の実施の形態１の装置構成を模式的に示す図である。図１に示す本実施形態の装置は、バイオマスに由来する燃料成分（本実施形態では、エタノールとする）を含有した燃料（本実施形態では、エタノールーガソリン混合燃料とする）が使用される自動車に搭載され、当該燃料成分の含有濃度（本実施形態では、エタノール含有濃度）を検出する燃料性状検出装置としての機能に加えて、この燃料性状検出装置の異常を検出する異常検出装置としての機能を有している。

[0032] 図１に示すように、本実施形態の装置は、一対の電極１０，１２と、燃料温度検出手段としての温度センサ１４と、ＥＣＵ（Electronic Control Unit）５０とを備えている。電極１０，１２および温度センサ１４は、それぞれ、ＥＣＵ５０と電気的に接続されている。ＥＣＵ５０には、内燃機関（以下、「エンジン」と称する）７０に設けられた燃料インジェクタ、点火プラグ、スロットル弁などのエンジン制御用アクチュエータやクランク角センサ、空燃比センサなどのエンジン制御用センサが電気的に接続されている。

[0033] 電極１０，１２は、図示しない燃料タンクからエンジン７０の燃料インジェクタへ燃料を送るための燃料通路６０の内部に設置されている。電極１０，１２は、共に円筒形をなしており、大径の電極１０の内側に小径の電極１

２が挿入された状態で同心的に配置されている。電極１０，１２は、その中心線が燃料通路６０の燃料流れ方向と平行となるように配置されている。これにより、電極１０と電極１２との隙間に燃料が流れ易くすることができる。ただし、本発明における電極の形状や配置は、図示の構成に限定されるものではなく、コンデンサとして機能し得るものであればいかなる形状および配置であってもよい。

[0034] 電極１０，１２の近傍には、例えばサーミスタなどで構成される温度センサ１４が設置されている。この温度センサ１４によれば、電極１０，１２間に存在する燃料の温度を検出することができる。

[0035] ＥＣＵ５０は、電極１０，１２間の静電容量を測定する機能を有している。電極１０，１２間の静電容量（以下、単に「静電容量」と称する）は、電極１０，１２間に存在する燃料の誘電率に応じて変化する。エタノールの比誘電率は約２４であり、ガソリンの比誘電率は約２である。このため、エタノールーガソリン混合燃料の誘電率は、そのエタノール含有濃度（以下、単に「エタノール濃度」と称する）に応じて変化する。従って、静電容量は、電極１０，１２間に存在するエタノールーガソリン混合燃料のエタノール濃度に応じて変化する。

[0036] また、物質の誘電率は、温度によって変化する。このため、静電容量は、温度によっても変化する。従って、静電容量は、電極１０，１２間に存在する燃料のエタノール濃度と温度とに応じて変化する。図２は、燃料のエタノール濃度、温度および静電容量の関係を示す図である。ＥＣＵ５０には、図２のようなマップ（以下、「エタノール濃度算出マップ」と称する）が予め記憶されている。ＥＣＵ５０は、測定された静電容量と、温度センサ１４により検出された燃料温度とを、図２に示すエタノール濃度算出マップに当てはめることにより、燃料通路６０内の燃料のエタノール濃度を算出することができる。

[0037] 図３は、電極１０，１２を模式的に示す図である。ＥＣＵ５０は、電極１０，１２間に交番電圧（交流電圧）を印加して、静電容量を測定する。図３

において、電極面積をＳ、電極間隔をｄ、燃料の誘電率をε、静電容量をＣとしたとき、次式が成り立つ。

Ｃ＝ε・Ｓ／ｄ　　・・・（１）

[0038] ガム成分が含まれている燃料を継続的に使用していると、電極１０，１２間の隙間にガム成分が次第に付着して堆積することがある。図４は、電極１０，１２間の隙間の一部がガム成分の堆積物９０によって塞がれている状態を模式的に示した図である。図４に示すように、燃料を挟む有効な電極面積は、正常な状態ではＳであるが、ガム成分の堆積物９０が発生した状態では、Ｓ’へと低下する。

[0039] 図５は、電極１０，１２間の隙間に堆積物の無い正常な状態での静電容量と、図４に示すように堆積物９０がある状態での静電容量とを比較した図である。図５に示すように、電極１０，１２間の隙間に堆積物９０がある状態では、正常な場合と比べて、静電容量が小さくなる。この理由は、次の通りである。ガム成分の誘電率は、エタノールと比べ、大幅に小さい。このため、堆積物９０によって塞がれた電極領域では、エタノールを含有した燃料が介在する電極領域よりも、静電容量が小さくなる。上記（１）式から分かるように、静電容量は電極面積に比例する。堆積物９０があると、有効な電極面積がＳ’に減少するので、その分だけ静電容量も減少する。そして、堆積物９０によって塞がれた電極領域の静電容量は、エタノールを含有した燃料が介在する場合よりも小さい。このため、全体としての静電容量も、正常な状態と比べて小さくなる。このようなことから、電極１０，１２間に堆積物９０が存在した状態では、正常な状態と比べて、静電容量の測定値が低くなる。その結果、図５中で、正しいエタノール濃度がＥであるのに対し、エタノール濃度をそれより低いＥ’として誤って検出してしまう。従って、電極１０，１２間に堆積物９０が生じた場合には、これを燃料性状検出装置の異常として検出できることが望ましい。

[0040] ところで、誘電体の誘電率は、電界の周波数に応じて変化することが知られている（誘電緩和）。誘電率の周波数特性は、物質毎に決まっている。図

６は、（１）水１００％、（２）エタノール１００％、（３）ガム成分、の３つについて、誘電率と周波数との関係を示す図である。図６に示すように、水やエタノールの誘電率は、高周波数帯（通常使用帯）では一定であるが、低周波数帯（特定使用帯）では周波数が低くなるにつれて大きくなる。従って、燃料にエタノールが含有されている場合には、電極間１０，１２間に印加される交番電圧（以下、「電極印加電圧」と称する）の周波数が低周波数帯にある場合には、高周波数帯にある場合に比べ、エタノールの誘電率が大きくなるので、測定される静電容量の値も大きくなる。

[0041] 一方、ガム成分の誘電率は、図６に示すように、周波数によらず一定である。また、ガソリンの誘電率も、周波数によらずほぼ一定である。従って、ガム成分やガソリンの誘電率は、電極印加電圧が低周波数帯の場合でも高周波数帯の場合でも、ほぼ同じである。

[0042] 図７は、電極印加電圧の周波数（以下、単に「周波数」と称することもある）と、静電容量との関係を示す図である。図７中、Ｅ１で示す実線のグラフは、燃料性状検出装置が正常で且つエタノール濃度がＥ１の場合のものであり、Ｅ２で示す実線のグラフは、燃料性状検出装置が正常で且つエタノール濃度がＥ２の場合のものである（ただし、Ｅ２＞Ｅ１＞０）。図７に示すように、低周波数帯では、エタノールの誘電率が高くなることにより、静電容量が大きくなる。また、エタノール濃度の高い燃料ほど、低周波数帯で静電容量が大きく上昇する。このような静電容量の周波数特性は、燃料温度を一定とした場合、エタノール濃度に応じた固有の特性となる。本実施形態によれば、このことを利用して、燃料性状検出装置の異常の有無を正確に判定することができる。

[0043] 図７中の第１周波数Ｆａは、燃料のエタノール濃度を検出するために通常に使用される周波数である。この第１周波数Ｆａは、図６中に示す通常使用帯の範囲に属す所定の周波数である。すなわち、第１周波数Ｆａは、エタノールの誘電率が周波数によらず一定となるような高周波数帯に属している。以下、第１周波数Ｆａにおける静電容量をＣａとする。

[0044] 一方、図７中の第２周波数Ｆｂは、図６中に示す特定使用帯の範囲に属す所定の周波数である。すなわち、第２周波数Ｆｂは、通常使用帯よりもエタノールの誘電率が高くなる低周波数帯に属している。燃料性状検出装置の異常を検出する場合には、第２周波数Ｆｂの交番電圧を電極１０，１２間に印加して、静電容量を測定する。以下、第２周波数Ｆｂにおける静電容量をＣｂとする。

[0045] 図７中、ｘおよびｙで示す一点鎖線のグラフは、電極１０，１２間にガム成分の堆積物が存在している場合や、電極１０，１２に錆（腐食）が発生している場合、あるいは、燃料性状検出装置の回路に異常がある場合や温度センサ１４の検出値に誤差がある場合など（以下、これらの場合を総称して「特性異常」と称する）における静電容量の周波数特性の例を示している。これらのグラフｘおよびｙは、第１周波数Ｆａでの静電容量ＣａがグラフＥ１に等しい。このため、第１周波数Ｆａで静電容量Ｃａを測定しただけでは、燃料性状検出装置に特性異常がある場合のグラフｘおよびｙと、燃料性状検出装置が正常な場合のグラフＥ１とを判別することができない。しかしながら、燃料性状検出装置に特性異常があれば、静電容量の周波数特性は、正常な場合とは異なったものになる。すなわち、第１周波数Ｆａでは静電容量ＣａがグラフＥ１と偶然に一致していても、周波数が低くなるにつれてグラフＥ１との乖離が大きくなり、グラフｘのように上側へずれたり、グラフｙのように下側へずれたりする。従って、第１周波数Ｆａでの静電容量Ｃａに加えて、第２周波数Ｆｂでの静電容量Ｃｂを測定することにより、グラフＥ１のような正常の場合と、グラフｘまたはｙのような特性異常の場合とを正確に判別することができる。

[0046] 図７に示すように、第１周波数Ｆａでの静電容量Ｃａと第２周波数Ｆｂでの静電容量Ｃｂとの比は、エタノール濃度Ｅ１の場合にはＣｂ１／Ｃａ１となり、エタノール濃度Ｅ２の場合にはＣｂ２／Ｃａ２となるが、この両者の値は異なる（Ｃｂ１／Ｃａ１≠Ｃｂ２／Ｃａ２）。すなわち、第１周波数Ｆａでの静電容量Ｃａと第２周波数Ｆｂでの静電容量Ｃｂとの比は、エタノー

ル濃度に応じて、異なる値となる。このように、燃料性状検出装置が正常な場合、低周波数帯（特定使用帯）における静電容量と、第１周波数Ｆａでの静電容量Ｃａとの比は、燃料温度を一定とした場合、エタノール濃度に応じた固有の周波数特性を有する。

[0047] 図８は、本実施形態における異常検出方法を説明するための図である。図８の横軸は周波数であり、縦軸は各周波数における静電容量を第１周波数Ｆａでの静電容量で除した値（以下、「静電容量比」と称する）である。上述したように、静電容量比は、燃料温度を一定とした場合、エタノール濃度に応じた固有の周波数特性を有する。図８中、ＵおよびＬで示す曲線は、正常な誤差の範囲と認められる静電容量比の上限値および下限値を示している。また、αは、第２周波数Ｆｂでの静電容量比の正常範囲の上限値を示しており、βは、第２周波数Ｆｂでの静電容量比の正常範囲の下限値を示している。静電容量比の周波数特性は、エタノール濃度および燃料温度に応じて変化するので、上限値αおよび下限値βもエタノール濃度および燃料温度に応じて変化する。ＥＣＵ５０には、第２周波数Ｆｂでの静電容量比（以下、単に「静電容量比」と称する）の正常範囲の上限値αおよび下限値βを、エタノール濃度および燃料温度に基づいて算出するための２次元のマップが予め記憶されている。ＥＣＵ５０は、そのマップ（以下、「正常比マップ」と称する）と、現在のエタノール濃度および燃料温度とに基づいて、上限値αおよび下限値βを求める。そして、ＥＣＵ５０は、第１周波数Ｆａで測定した静電容量Ｃａと、第２周波数Ｆｂで測定した静電容量Ｃｂとから、静電容量比Ｃｂ／Ｃａを算出し、その算出値が上限値αと下限値βとの間にあれば、燃料性状検出装置は正常であると判定し、そうでなければ燃料性状検出装置に異常があると判定する。

[0048] 本実施形態では、電極印加電圧の周波数を、一定の時間間隔で、第１周波数Ｆａと第２周波数Ｆｂとに切り替える。図９は、電極印加電圧の周波数の時間変化、並びに、静電容量、燃料温度およびエタノール濃度の検出値の例を示す図である。静電容量は、所定のサンプリング間隔で測定される。そし

て、本実施形態では、図９に示すように、３回のサンプリングのうち、１回が第２周波数Ｆｂで静電容量（図中の星印）が測定され、２回が第１周波数Ｆａで静電容量（図中の黒丸）が測定されるように、周波数切替の時間間隔が設定されている。なお、図９に示す例では、燃料温度およびエタノール濃度も、静電容量と同じサンプリング間隔で検出されている。

[0049] 本実施形態における異常検出方法では、第１周波数Ｆａでの静電容量（以下、「第１静電容量」と称する）Ｃａの測定時と、第２周波数Ｆｂでの静電容量（以下、「第２静電容量」と称する）Ｃｂの測定時とで、電極１０，１２間に存在する燃料のエタノール濃度および温度に変化がないことを前提としている。そこで、本実施形態では、第１静電容量Ｃａの測定時と、第２静電容量Ｃｂの測定時とで、エタノール濃度および燃料温度に変化がないことを確認し、エタノール濃度および燃料温度の一方でも変化している場合には、判定を無効とすることにした。

[0050] 図１０は、上記の原理に基づいて燃料性状検出装置の異常を診断するために本実施形態においてＥＣＵ５０が実行するルーチンのフローチャートである。本ルーチンは、所定時間毎に繰り返し実行される。以下、その実行回数をｉで表す。

[0051] 図１０に示すルーチンによれば、まず、基礎的な異常の有無が確認される（ステップ１００）。このステップ１００で確認される基礎的異常とは、例えば回路の断線のような、従来の異常診断方法によって診断可能な基礎的原因による異常のことである。ＥＣＵ５０は、別のルーチンによって基礎的異常の有無を判定している。一方、本ルーチンによる異常診断は、電極１０，１２間にガム成分の堆積物が存在している場合や電極１０，１２に錆（腐食）が発生している場合、あるいは、燃料性状検出装置の回路に異常がある場合や温度センサ１４の検出値に誤差がある場合などが原因となって生ずる特性異常を精度良く検出可能なものである。基礎的異常がある場合には、燃料性状検出装置が明らかに異常であると認められるので、本ルーチンを実行する必要はない。このため、上記ステップ１００で、基礎的異常があると認め

られた場合には、処理がここで終了される。

[0052] 一方、上記ステップ１００で、基礎的異常がないと認められた場合には、温度センサ１４により検出される燃料温度Ｔ（ｉ）と、静電容量の測定値Ｃ（ｉ）とが取り込まれる（ステップ１０２）。次いで、今回の電極印加周波数が第１周波数Ｆａであるかどうかが判断される（ステップ１０４）。

[0053] 上記ステップ１０４で、今回の周波数が第１周波数Ｆａでない場合には、今回の周波数は第２周波数Ｆｂであることになる。従って、上記ステップ１０２で取得された静電容量測定値Ｃ（ｉ）は、第２静電容量Ｃｂに該当する。また、今回の周波数が第２周波数Ｆｂである場合は、図９に示す関係から、前回の周波数は第１周波数Ｆａである。従って、前回の静電容量測定値Ｃ（ｉ－１）は、第１静電容量Ｃａに該当する。よって、この場合は、今回の静電容量測定値Ｃ（ｉ）を前回の静電容量測定値Ｃ（ｉ－１）で除することによって静電容量比Ｃｂ／Ｃａを算出できるので、異常診断の準備ができていることになる。そこで、この場合には、次に、今回の燃料温度Ｔ（ｉ）と、前回の燃料温度（ｉ－１）とが同じであるかどうかが判断される（ステップ１０６）。前述したように、本実施形態では、第１静電容量Ｃａの測定時と第２静電容量Ｃｂの測定時とで燃料温度に変化がないことを前提としている。このため、上記ステップ１０６で、今回の燃料温度Ｔ（ｉ）と前回の燃料温度（ｉ－１）とが一致しない場合には、診断を回避し、処理がここで終了される。

[0054] これに対し、上記ステップ１０６で、今回の燃料温度Ｔ（ｉ）と前回の燃料温度（ｉ－１）とが同じであった場合には、診断を行うため、まず、静電容量比の正常範囲の上限値αおよび下限値βが算出される（ステップ１０８）。前述したように、この上限値αおよび下限値βは、現在のエタノール濃度（前回検出されたエタノール濃度）と、現在の燃料温度Ｔ（ｉ）とを正常比マップに当てはめることにより、算出される。続いて、今回の静電容量測定値Ｃ（ｉ）を前回の静電容量測定値Ｃ（ｉ－１）で除することにより、静電容量比Ｃｂ／Ｃａが算出され、その算出された静電容量比Ｃｂ／Ｃａが上

限値αと下限値βとの間にあるかどうかが判断される（ステップ１１０）。静電容量比Ｃｂ／Ｃａが上限値αと下限値βとの間にあれば、燃料性状検出装置は正常であると仮判定される（ステップ１１２）。静電容量比Ｃｂ／Ｃａが上限値αと下限値βとの間になければ、燃料性状検出装置に異常があると仮判定される（ステップ１１４）。本実施形態では、前述したように、第１静電容量Ｃａの測定時と第２静電容量Ｃｂの測定時とでエタノール濃度に変化がないことを前提としている。上記ステップ１１２または１１４で仮判定とするのは、この段階では、エタノール濃度に変化がないことが確認できていないためである。

[0055] 一方、上記ステップ１０４で今回の周波数が第１周波数Ｆａであると判断された場合に戻って説明を続けると、この場合は、今回の静電容量測定値Ｃ（ｉ）が第１静電容量Ｃａに該当している。この場合には、次に、上記ステップ１０２で取得された燃料温度Ｔ（ｉ）および静電容量Ｃ（ｉ）を図２のエタノール濃度算出マップに当てはめることにより、エタノール濃度Ｅ（ｉ）が算出される（ステップ１１６）。この算出されたＥ（ｉ）が電極１０，１２間に現在ある燃料のエタノール濃度である。続いて、本ルーチンの処理によって正常判定が既に出されているかどうかが判断される（ステップ１１８）。正常判定が既に出されている場合には、以降の処理を実行する必要はないので、処理がここで終了される。一方、正常判定がまだ出されていない場合には、次に、前回の周波数が第２周波数Ｆｂであったかどうかが判断される（ステップ１２０）。前回の周波数が第２周波数Ｆｂでなかった場合には、処理がここで終了される。

[0056] 上記ステップ１２０で前回の周波数が第２周波数Ｆｂであった場合には、前回の静電容量測定値Ｃ（ｉ－１）は第２静電容量Ｃｂに該当している。また、この場合は、前々回には、周波数が第１周波数Ｆａであり、エタノール濃度が検出されている。この場合は、次に、今回検出されたエタノール濃度Ｅ（ｉ）と、前々回に検出されたエタノール濃度Ｅ（ｉ－２）とが同じであるかどうかが判断される（ステップ１２２）。今回のエタノール濃度Ｅ（ｉ

）と、前々回のエタノール濃度Ｅ（ｉ－２）とが一致しない場合には、診断の前提が成立しない。よって、この場合には、上記ステップ１１２または１１４で仮判定が出されている場合にはその仮判定が取り消され（ステップ１２４）、本ルーチンの処理がここで終了される。

[0057] これに対し、上記ステップ１２２で今回のエタノール濃度Ｅ（ｉ）と前々回のエタノール濃度Ｅ（ｉ－２）とが同じであった場合には、診断を行うことが可能である。この場合には、まず、上記ステップ１１２または１１４で仮判定が出されているかどうかが判断され（ステップ１２６）、仮判定が既に出されている場合には、その仮判定が確定されて本判定とされる（ステップ１２８）。一方、仮判定が出されていない場合には、前述したのと同様にして異常の有無が判定される。すなわち、まず、今回の燃料温度Ｔ（ｉ）と前回の燃料温度（ｉ－１）とが同じであるかどうかが判断され（ステップ１３０）、今回の燃料温度Ｔ（ｉ）と前回の燃料温度（ｉ－１）とが一致しない場合には、診断を回避し、処理がここで終了される。今回の燃料温度Ｔ（ｉ）と前回の燃料温度（ｉ－１）とが同じであった場合には、診断を行うため、現在のエタノール濃度Ｅ（ｉ）と、現在の燃料温度Ｔ（ｉ）とを正常比マップに当てはめることにより、静電容量比の正常範囲の上限値αおよび下限値βが算出される（ステップ１３２）。続いて、前回の静電容量測定値Ｃ（ｉ－１）を今回の静電容量測定値Ｃ（ｉ）で除することにより、静電容量比Ｃｂ／Ｃａが算出され、その算出された静電容量比Ｃｂ／Ｃａが上限値αと下限値βとの間にあるかどうかが判断される（ステップ１３４）。静電容量比Ｃｂ／Ｃａが上限値αと下限値βとの間にあれば、燃料性状検出装置は正常であると判定（本判定）される（ステップ１３６）。静電容量比Ｃｂ／Ｃａが上限値αと下限値βとの間になければ、燃料性状検出装置に異常があると判定（本判定）される（ステップ１３８）。

[0058] 上述した何れかの結末で本ルーチンの処理が終了された後、実行回数ｉに１が加算される（ステップ１４０）。なお、本実施形態では、図９に示すように、周波数を、３回に１回、第２周波数Ｆｂに切り替えるようにしている

が、本判定が出された後は、第２周波数Ｆｂへ切り替える必要はないので、その切り替えを停止し、周波数を第１周波数Ｆａに固定するようにしてもよい。周波数を第１周波数Ｆａに固定した場合には、エタノール濃度を毎回検出できるという利点がある。

[0059] 以上説明した本実施の形態によれば、燃料性状（エタノール濃度）に応じて固有な、静電容量の周波数特性に関する情報と、静電容量の測定値とを照らし合わせることによって燃料性状検出装置を診断することができる。このため、燃料性状検出装置の特性が緩やかに変化するような場合の異常（例えば、電極へのガム成分の堆積や電極の錆など）がある場合にも、正確に診断することができる。

[0060] なお、本実施形態では、エタノールーガソリン混合燃料のエタノール濃度を検出する燃料性状検出相値を例に説明したが、本発明の対象とする燃料性状検出装置は、エタノール含有燃料の性状を検出する装置に限定されるものではなく、例えばＥＴＢＥ（エチル・ターシャリー・ブチル・エーテル）含有燃料や脂肪酸メチルエステル含有燃料の性状を検出する装置など、周波数に応じて誘電率が変化する特性を有する燃料成分を含む燃料の性状を検出する装置を対象として広く一般に本発明を適用することができる。

[0061] また、本実施形態では、第１周波数Ｆａと第２周波数Ｆｂとの２点で測定した静電容量に基づいて異常診断を行っているが、本発明では３点またはそれ以上の点で静電容量を測定した上で異常診断を行うようにしてもよい。

[0062] 上述した実施の形態１においては、ＥＣＵ５０が前記第１の発明における「周波数切替手段」、「測定手段」および「記憶手段」に、正常比マップが前記第１の発明における「周波数特性情報」に、それぞれ相当している。また、ＥＣＵ５０が、図１０に示すルーチンの処理を実行することにより前記第１の発明における「診断手段」が、上記ステップ１０８，１３２の処理を実行することにより前記第２および第３の発明における「正常比取得手段」が、上記ステップ１１０，１１２，１１４，１３４，１３６，１３８の処理を実行することにより前記第２および第３の発明における「異常判定手段」

が、それぞれ実現されている。

[0063] 実施の形態２.

次に、図１１を参照して、本発明の実施の形態２について説明するが、上述した実施の形態１との相違点を中心に説明し、同様の事項については、その説明を簡略化または省略する。本実施形態のハードウェア構成は、実施の形態１と同様である。

[0064] 前述した実施の形態１では、常時、周波数を第１周波数Ｆａと第２周波数Ｆｂとに定期的に切り替えて静電容量を測定している。そして、故障診断の前提条件である、エタノール濃度および燃料温度に変化がないことが確認できた場合に、診断を行うようにしている。

[0065] これに対し、本実施形態では、エタノール濃度および燃料温度に変化がないことが確実な状況のときに周波数を第２周波数Ｆｂに切り替えて静電容量を測定し、診断を行う。これにより、周波数を不必要に第２周波数Ｆｂに切り替えることを回避できる。

[0066] エタノール濃度および燃料温度に変化がないことが確実な状況としては、エンジン７０の始動前、またはエンジン７０の燃料インジェクタからの燃料噴射が一時的に停止される燃料カットの実行中が挙げられる。エンジン７０の始動前、または燃料カットの実行中は、燃料通路６０内の燃料が流れずに滞留している状態であるので、たとえ、エタノール濃度の異なる燃料が燃料タンクに給油された直後であっても、電極１０，１２間にある燃料のエタノール濃度が変化することはない。また、診断は短時間で終了するので、その間に電極１０，１２間の燃料温度が外部から受ける熱によって変化することも無視できる。そこで、本実施形態では、エンジン７０の始動前、または燃料カットの実行中に、周波数を第２周波数Ｆｂに切り替え、診断を行うこととした。

[0067] 図１１は、上記の機能を実現するために本実施形態においてＥＣＵ５０が実行するルーチンのフローチャートである。図１１に示すルーチンによれば、まず、燃料性状検出装置が起動されているかどうかが判断される（ステッ

プ２００）。燃料性状検出装置が起動済みである場合には、故障診断が済んでいるかどうかが判断される（ステップ２０２）。燃料性状検出装置がまだ起動されていない場合、あるいは既に故障診断が済んでいる場合には、そこで処理が終了される。

[0068] 一方、上記ステップ２０２で故障診断がまだ済んでいないと判断された場合には、次に、現在の状態がエンジン７０の始動前または燃料カット実行中に該当するかどうかが判定される（ステップ２０４）。ここでいうエンジン始動前とは、エンジン始動要求があるがまだ始動がなされていない状態、またはスタータモータによってエンジン７０がクランキングされている状態、あるいはエンジン７０と電動機とを動力源とするハイブリッド車両においてエンジン７０を停止して電動機の動力のみによって走行している状態のことである。また、燃料カットには、エンジン７０の減速時であってエンジン回転数が所定回転数より高い場合にエンジン７０への燃料供給を停止する減速燃料カットや、車速が所定の制限速度を超えた場合にエンジン７０への燃料供給を停止する高速燃料カットが含まれる。上記ステップ２０４において、エンジン７０の始動前でなく、燃料カットの実行中でもないと判定された場合には、ここで処理が終了される。

[0069] これに対し、上記ステップ２０４において、エンジン７０の始動前または燃料カット実行中に該当すると判定された場合には、診断を実行可能である。この場合には、まず、温度センサ１４により検出される燃料温度Ｔと、第１周波数Ｆａでの静電容量の測定値（すなわち第１静電容量Ｃａ）とが取り込まれるとともに、それらの値を図２のエタノール濃度算出マップに当てはめることによりエタノール濃度Ｅが算出される（ステップ２０６）。次いで、周波数が第２周波数Ｆｂに切り替えられ、静電容量（すなわち第２静電容量Ｃｂ）が測定される（ステップ２０８）。続いて、第１静電容量Ｃａの取得時（ステップ２０６）と、第２静電容量Ｃｂの取得時（ステップ２０８）との間で、エンジン７０が始動されたか、または燃料カットが終了されたかどうかが判断される（ステップ２１０）。エンジン７０が始動された場合、

または燃料カットが終了されている場合には、エタノール濃度や燃料温度が変化している可能性があるので、診断を回避し、ここで処理を終了する。

[0070] 一方、上記ステップ２１０で、エンジン７０が始動されていない、または燃料カットが終了していないと判断された場合には、診断を行うことができる。この場合には、まず、現在のエタノール濃度Ｅと、現在の燃料温度Ｔとを正常比マップに当てはめることにより、静電容量比の正常範囲の上限値αおよび下限値βが算出される（ステップ２１２）。続いて、静電容量比Ｃｂ／Ｃａが算出され、その算出された静電容量比Ｃｂ／Ｃａが上限値αと下限値βとの間にあるかどうかが判断される（ステップ２１４）。静電容量比Ｃｂ／Ｃａが上限値αと下限値βとの間にあれば、燃料性状検出装置は正常であると判定される（ステップ２１６）。静電容量比Ｃｂ／Ｃａが上限値αと下限値βとの間になければ、燃料性状検出装置に異常があると判定される（ステップ２１８）。

[0071] 上述した実施の形態２によれば、前述した実施の形態１と同様の効果が得られるほか、周波数を第２周波数Ｆｂに切り替える頻度を必要最小限にすることができる。上述した実施の形態２においては、ＥＣＵ５０が、図１１に示すルーチンの処理を実行することにより前記第５の発明における「周波数切替手段」および「診断手段」がそれぞれ実現されている。

[0072] 実施の形態３.

次に、図１２を参照して、本発明の実施の形態３について説明するが、上述した実施の形態との相違点を中心に説明し、同様の事項については、その説明を簡略化または省略する。本実施形態のハードウェア構成は、実施の形態１と同様である。本実施形態は、前述した実施の形態１または２と組み合わせて実施される。

[0073] 本実施形態では、燃料性状検出装置の異常を診断する場合に、電極印加周波数が第１周波数Ｆａから第２周波数Ｆｂへ正しく切り替えられているかどうかを判定する。万一、周波数が第１周波数Ｆａから第２周波数Ｆｂへ正しく切り替えられていない場合には、燃料性状検出装置の異常を正しく診断す

ることができないので、異常診断を禁止する。

[0074] 実際の周波数が第２周波数Ｆｂへ正しく切り替えられず、第１周波数Ｆａのままで第２静電容量Ｃｂが測定された場合には、第２静電容量Ｃｂとして測定された値と、第１静電容量Ｃａとの違いがほとんどなくなり、両者がほぼ同じ値になる。このため、静電容量比Ｃｂ／Ｃａは、１になるか、または１に近い値になる。そこで、本実施形態では、静電容量比Ｃｂ／Ｃａが所定の判定値γより小さかった場合には、周波数切替に異常があると判定することとした。判定値γは、１よりは大きく、静電容量比の正常範囲の下限値βよりは小さい所定の値である。すなわち、β＞γ＞１である。

[0075] ただし、ガソリンの誘電率は周波数によらずほぼ一定であるので、燃料がガソリン１００％の場合、あるいはエタノール濃度が低い場合には、周波数が第２周波数Ｆｂへ正しく切り替えられていたとしても、第２静電容量Ｃｂは第１静電容量Ｃａとほぼ同じ値になる。このため、Ｃｂ／Ｃａ≒１となる。このような場合には、Ｃｂ／Ｃａ＜γであっても、周波数切替に異常があると判定すべきでない。このため、エタノール濃度が所定の閾値以下の場合には、周波数切替の異常診断を行わないこととした。

[0076] 図１２は、周波数切替の異常を診断するためにＥＣＵ５０が実行するルーチンのフローチャートである。本実施形態において、図１２のルーチンは、前述した図１０または図１１のルーチンと併せて実行される。図１２に示すルーチンによれば、まず、エタノール濃度Ｅが所定の閾値ＥＬより大きいがどうかが判断される（ステップ３００）。閾値ＥＬは、ガソリン１００％の場合またはエタノール濃度が低い場合を除外するために予め設定された値である。エタノール濃度Ｅが閾値ＥＬ以下である場合には、周波数切替の異常診断を行うことなく、処理がここで終了される。一方、エタノール濃度Ｅが閾値ＥＬより高い場合には、静電容量比Ｃｂ／Ｃａがγより小さいかどうかが判断される（ステップ３０２）。その結果、Ｃｂ／Ｃａ＜γである場合には、周波数切替に異常があると判定される（ステップ３０４）。周波数切替に異常があると判定された場合には、燃料性状検出装置の異常を正確に診断

することができないので、異常診断の実行が禁止される。

[0077] 上述した実施の形態３においては、ＥＣＵ５０が、図１２に示すルーチンの処理を実行することにより前記第６および第７の発明における「第２の診断手段」が実現されている。

[0078] 実施の形態４.

次に、図１３を参照して、本発明の実施の形態４について説明するが、上述した実施の形態との相違点を中心に説明し、同様の事項については、その説明を簡略化または省略する。本実施形態のハードウェア構成は、実施の形態１と同様である。本実施形態は、前述した実施の形態１乃至３の何れかと組み合わせて実施される。

[0079] エタノールーガソリン混合燃料は、水を加えて放置すると、エタノール成分の相とガソリン成分の相とに分離することが知られている。このため、エンジン７０の燃料供給経路内においても、燃料の含水率が高く、エタノール濃度が高く、エンジン停止期間が長い場合には、燃料がエタノールとガソリンとに相分離する可能性がある。相分離が生じた場合には、その影響で静電容量の測定値にも変化が現れるので、燃料性状検出装置の診断を行った場合、装置が正常であるにもかかわらず誤って異常と判定するおそれがある。そこで、本実施形態では、燃料の相分離が発生している可能性のある場合には、異常診断の実行を禁止することとした。

[0080] 図１３は、上記の機能を実現するためにＥＣＵ５０が実行するルーチンのフローチャートである。本実施形態において、図１３のルーチンは、前述した図１０または図１１のルーチンと併せて実行される。図１３に示すルーチンによれば、まず、エタノール濃度Ｅが所定の閾値ＥＨより大きいがどうかが判断される（ステップ４００）。エタノール濃度Ｅが閾値ＥＨ以下である場合には、相分離が発生している可能性はないと判断できるので、ここで処理が終了される。一方、エタノール濃度Ｅが閾値ＥＨより高い場合には、次に、エンジン７０が前回停止されてから今回始動するまでの停止期間Ｓが所定の閾値τより長いかどうかが判断される（ステップ４０２）。閾値τは、

例えば、数日～数週間程度とされる。エンジン停止期間Ｓが閾値τ以下である場合には、相分離が発生している可能性はないと判断できるので、ここで処理が終了される。一方、エンジン停止期間Ｓが閾値τより長い場合には、次に、燃料の含水率Ｗが所定の閾値θより高いかどうか判断される（ステップ４０４）。含水率Ｗは、含水率センサ（図示せず）によって検出するか、または公知の方法（例えば特開２００９－１４５１３１号公報に開示された方法）によって推定すればよい。含水率Ｗが閾値θ以下である場合には、相分離が発生している可能性はないと判断できるので、ここで処理が終了される。

[0081] これに対し、エタノール濃度Ｅが閾値ＥＨより高く、エンジン停止期間Ｓが閾値τより長く、且つ、含水率Ｗが閾値θより高い場合には、燃料の相分離が発生している可能性があると判断できる。この場合には、燃料性状検出装置の異常を正確に診断することができない可能性があるので、誤診を回避するため、異常診断の実行が禁止される（ステップ４０６）。

[0082] 上述した実施の形態４においては、ＥＣＵ５０が、上記ステップ４００，４０２，４０４の処理を実行することにより前記第８および第９の発明における「相分離判定手段」が実現されている。

[0083] なお、本発明では、燃料の相分離が発生している可能性がある場合や含水率の高い場合に、それらの影響を排除する手立てが用意されている場合には、燃料性状検出装置の診断を実行してもよい。例えば、燃料の相分離が発生している可能性がある場合には電極１０，１２近傍の燃料を攪拌して相分離を解消するような機構を設けたり、公知の方法（例えば特開２００９－１４５１３１号公報に開示された方法）によって含水率の影響を補正したりすることにより、燃料性状検出装置の診断を正しく実行することが可能となる。

符号の説明

[0084] １０，１２ 電極

１４ 温度センサ

５０ ＥＣＵ

６０　燃料通路

７０　エンジン

９０　堆積物

請求の範囲

[請求項1] 電界の周波数に応じて誘電率が変化する特性を有する所定燃料成分を含む燃料を使用可能な内燃機関の燃料供給経路上に設置した一対の電極間の静電容量の測定値に基づいて燃料性状を検出する燃料性状検出装置の異常を検出する装置であって、

前記両電極間に印加する交番電圧の周波数を、前記所定燃料成分の誘電率が異なる値となる複数の周波数に切り替える周波数切替手段と、

前記複数の周波数の各々において前記静電容量を測定する測定手段と、

前記燃料性状検出装置が正常な場合における、燃料性状と、前記静電容量の周波数特性との関係に関する情報である周波数特性情報を記憶した記憶手段と、

前記測定手段による測定結果と、前記周波数特性情報とに基づいて、前記燃料性状検出装置の異常を診断する診断手段と、

を備えることを特徴とする燃料性状検出装置の異常検出装置。

[請求項2] 前記周波数切替手段は、前記両電極間に印加する交番電圧の周波数を、第１周波数と、前記所定燃料成分の誘電率が前記第１周波数の場合とは異なる値になる第２周波数とに切り替え、

前記測定手段は、前記第１周波数で交番電圧が印加されたときの前記両電極間の静電容量である第１静電容量と、前記第２周波数で交番電圧が印加されたときの前記両電極間の静電容量である第２静電容量とを測定し、

前記周波数特性情報は、前記燃料性状検出装置が正常な場合における、燃料性状と、前記第１静電容量と前記第２静電容量との比との関係に関する情報であり、

前記診断手段は、

前記燃料性状検出装置により検出された燃料性状と、前記周波数特

性情報とに基づいて、前記第１静電容量と前記第２静電容量との正常な比に関する情報である正常比情報を取得する正常比取得手段と、

前記第１静電容量の測定値と、前記第２静電容量の測定値と、前記取得された正常比情報とに基づいて、前記燃料性状検出装置の異常の有無を判定する異常判定手段と、

を含むことを特徴とする請求項１記載の燃料性状検出装置の異常検出装置。

[請求項3] 前記正常比取得手段は、前記第１静電容量と前記第２静電容量との正常な比の上限値および下限値を取得し、

前記異常判定手段は、前記第１静電容量の測定値と前記第２静電容量の測定値との比が前記上限値から前記下限値までの範囲に入らない場合には、前記燃料性状検出装置に異常があると判定することを特徴とする請求項２記載の燃料性状検出装置の異常検出装置。

[請求項4] 前記第１周波数は、前記燃料性状検出装置が燃料性状を検出するために通常に使用する周波数であり、

前記第２周波数は、前記第１周波数より低く、

前記第２周波数における前記所定燃料成分の誘電率は、前記第１周波数における前記所定燃料成分の誘電率より高いことを特徴とする請求項２または３記載の燃料性状検出装置の異常検出装置。

[請求項5] 前記周波数切替手段は、前記内燃機関の始動前または前記内燃機関で燃料カットが実行中のときに前記周波数を前記複数の周波数に切り替え、その際に測定された各々の周波数での静電容量の測定値に基づいて前記診断手段が前記燃料性状検出装置の異常を診断することを特徴とする請求項１乃至４の何れか１項記載の燃料性状検出装置の異常検出装置。

[請求項6] 前記複数の周波数の各々における静電容量の測定値に基づいて、前記周波数切替手段の異常を診断する第２の診断手段を備えることを特徴とする請求項１乃至５の何れか１項記載の燃料性状検出装置の異常

検出装置。

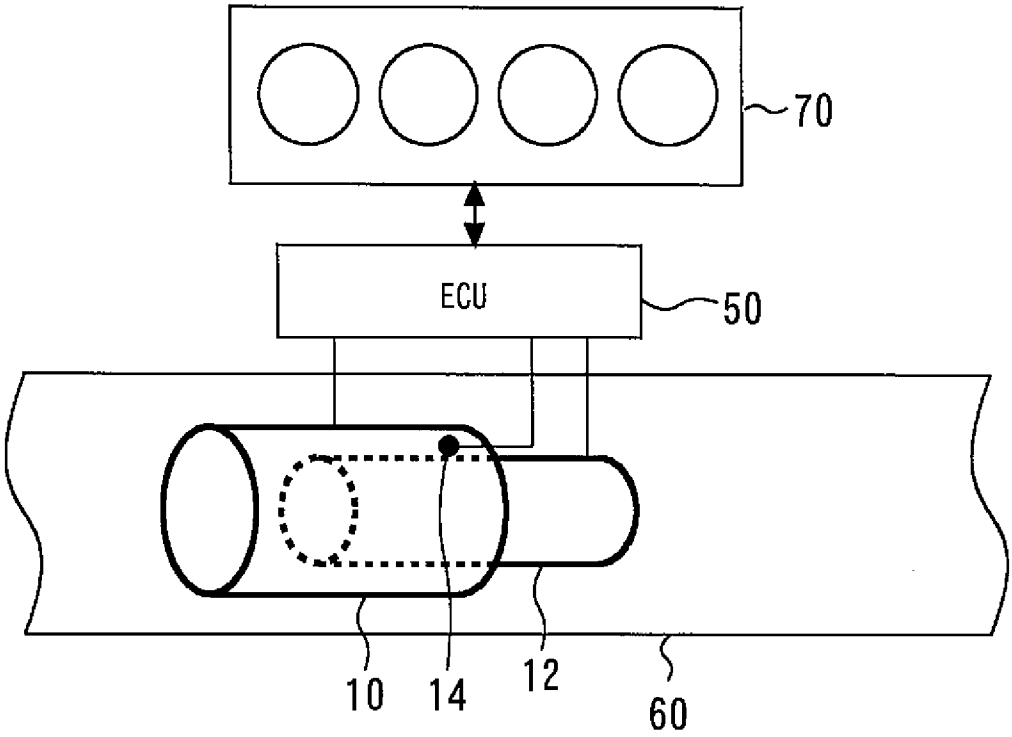
[請求項7] 前記第２の診断手段は、前記複数の周波数の各々における静電容量の測定値間の違いが所定の基準より小さい場合に、前記周波数切替手段に異常があると判定することを特徴とする請求項６記載の燃料性状検出装置の異常検出装置。

[請求項8] 前記燃料を構成する複数成分の相分離が発生している可能性を判定する相分離判定手段と、

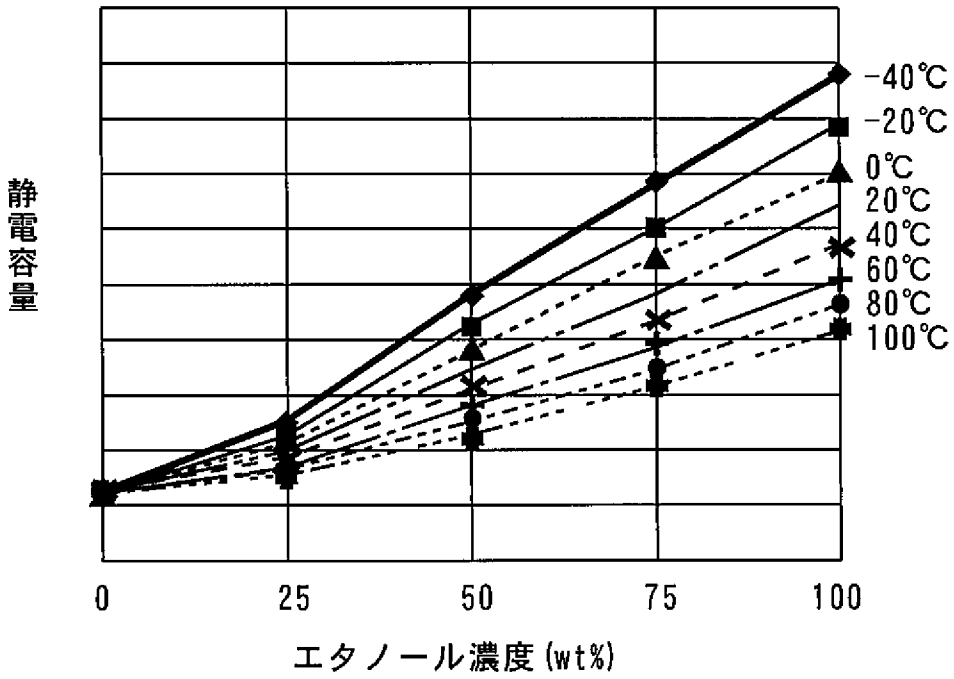
前記相分離判定手段により前記相分離が発生している可能性があると判定された場合には、前記燃料性状検出装置の異常診断を実行しないことを特徴とする請求項１乃至７の何れか１項記載の燃料性状検出装置の異常検出装置。

[請求項9] 前記相分離判定手段は、前記所定燃料成分の濃度と、前記内燃機関の停止期間と、前記燃料中の含水率に関する情報とに基づいて、前記相分離が発生している可能性を判定することを特徴とする請求項８記載の燃料性状検出装置の異常検出装置。

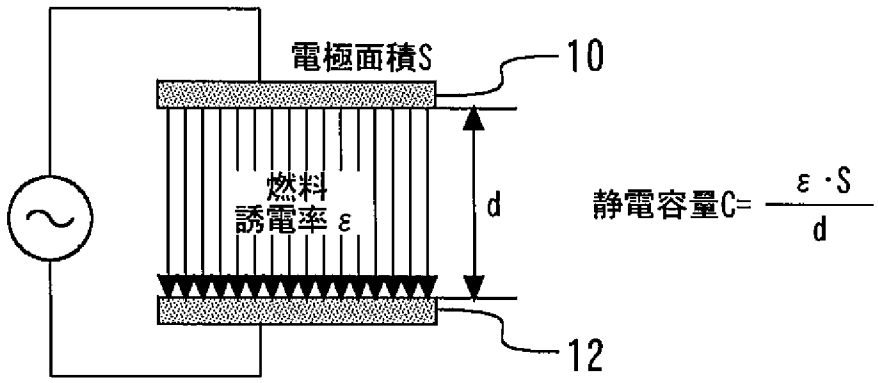
[図1]


70
ECU
50
10
14
12
60

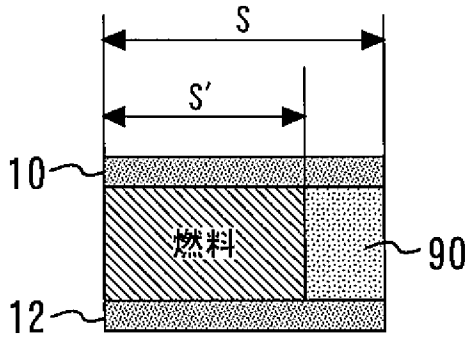
[図2]


静電容量
-40℃
-20℃
0℃
20℃
40℃
60℃
80℃
100℃
0
25
50
75
100
エタノール濃度(wt%)

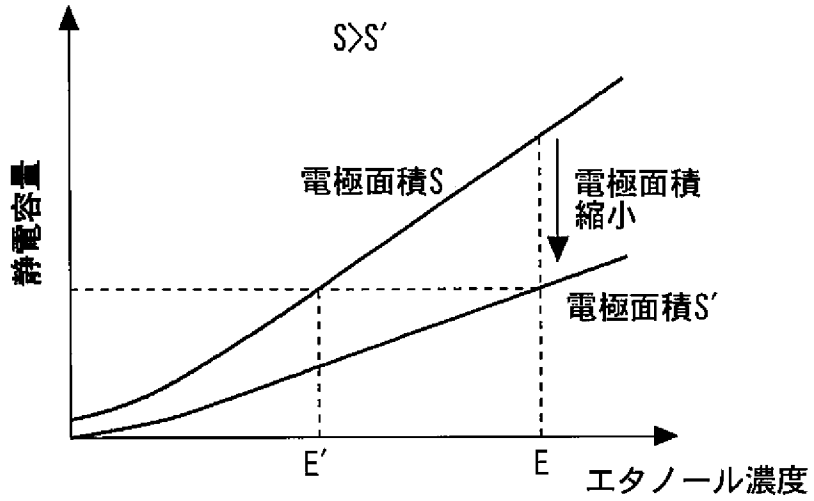
[図3]


電極面積S
10
燃料
誘電率 ε
d
静電容量C= ε・S / d
12

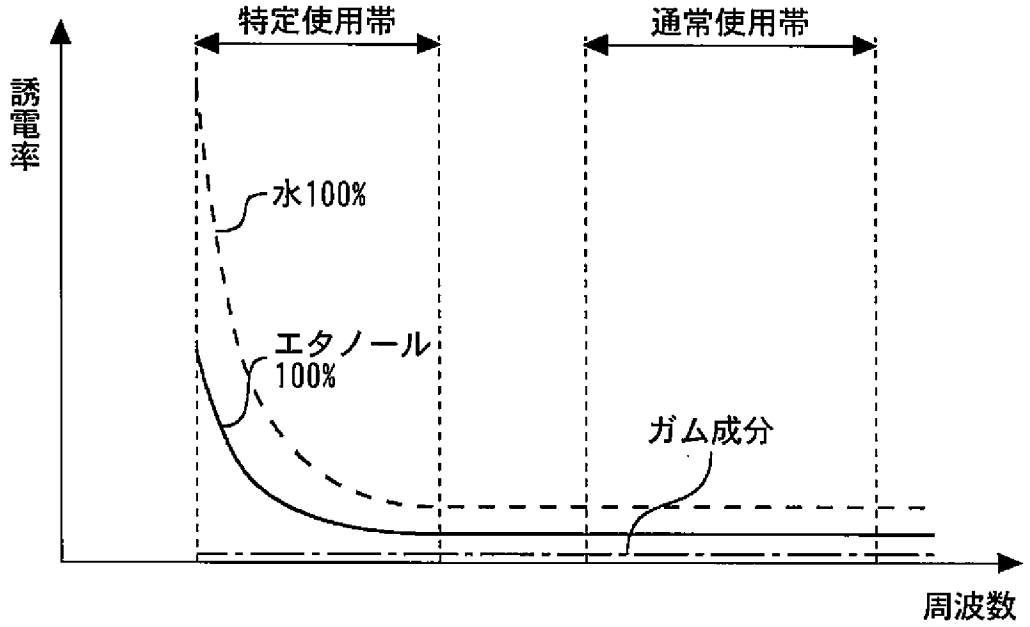
[図4]


S
S′
10
燃料
90
12

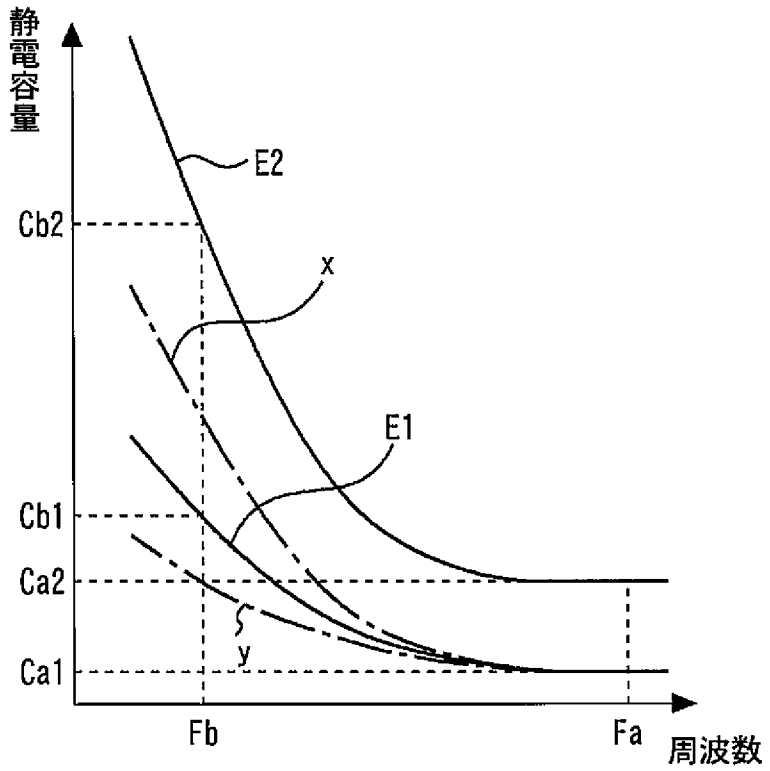
[図5]


S>S′
静電容量
電極面積S
電極面積
縮小
電極面積S′
E′
E
エタノール濃度

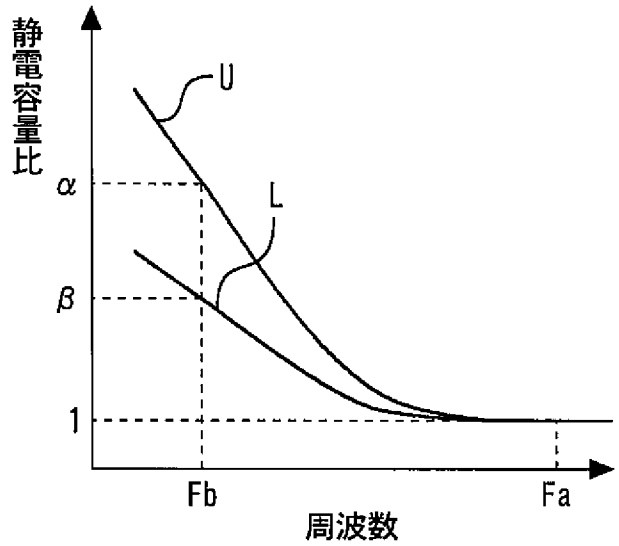
[図6]


特定使用帯
通常使用帯
誘電率
水100%
エタノール
100%
ガム成分
周波数

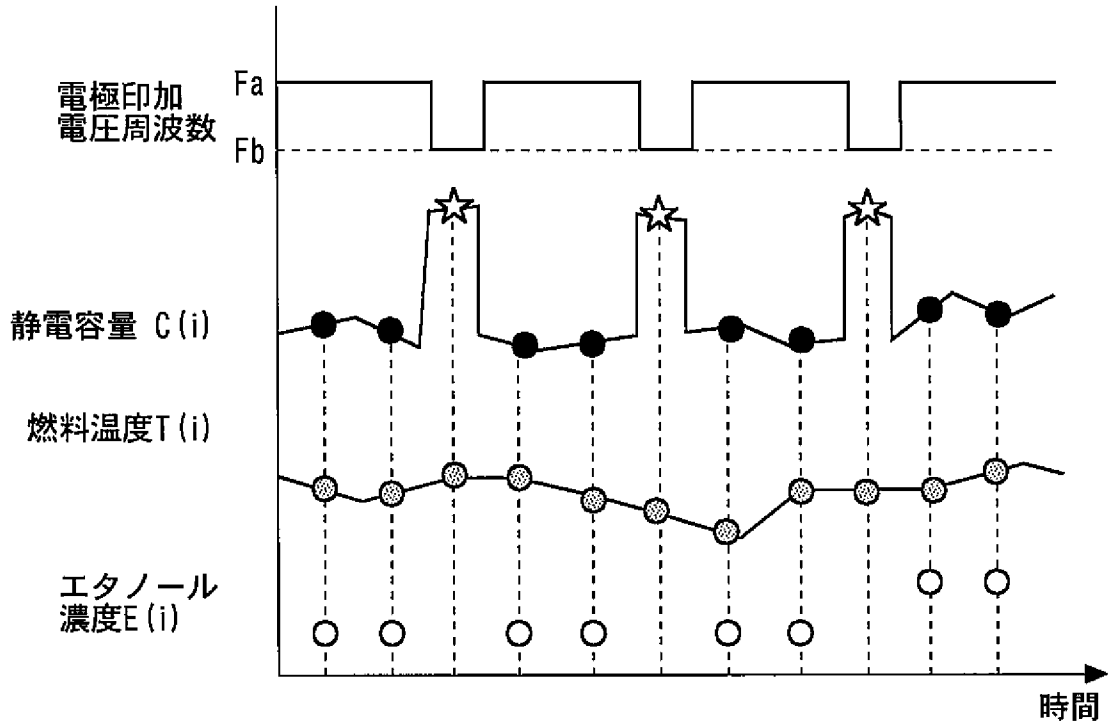
[図7]


静電容量
E2
Cb2
x
E1
Cb1
Ca2
y
Ca1
Fb
Fa
周波数

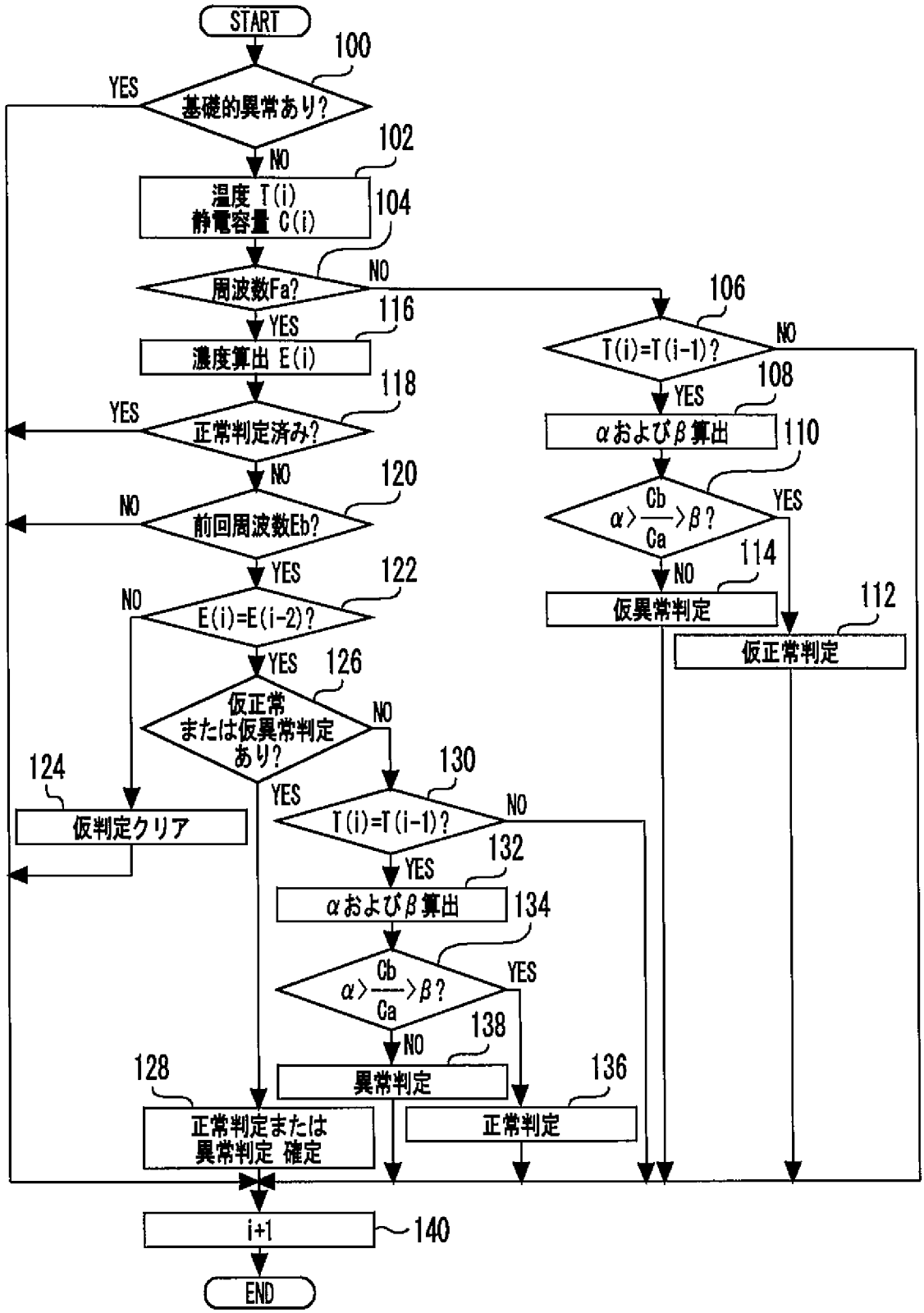
[図8]


静電容量比
U
L
α
β
1
Fb
Fa
周波数

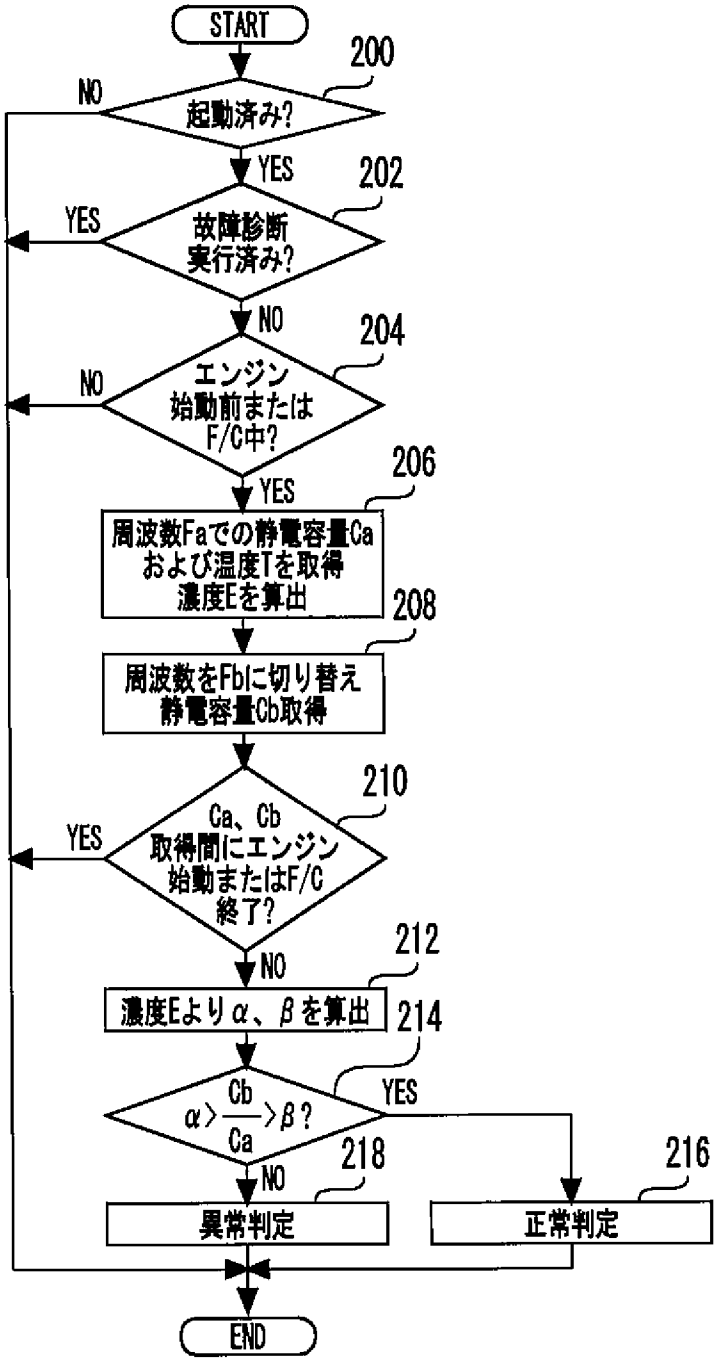
[図9]


電極印加電圧周波数
Fa
Fb
静電容量 C(i)
燃料温度T(i)
エタノール濃度E(i)
時間

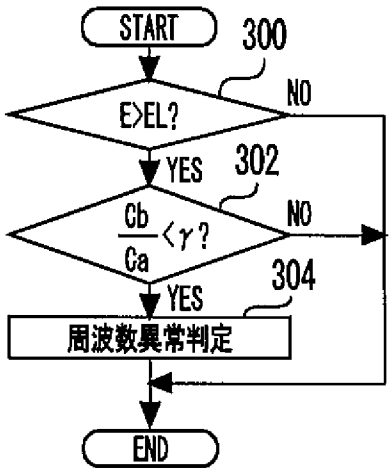
[図10]


START
100
基礎的異常あり?
YES
NO
102
温度 T(i)
静電容量 C(i)
104
周波数Fa?
NO
106
T(i)=T(i-1)?
NO
YES
108
αおよびβ算出
110
Cb/Ca
YES
NO
114
仮異常判定
112
仮正常判定
YES
116
濃度算出 E(i)
118
正常判定済み?
YES
NO
120
前回周波数Eb?
NO
YES
122
E(i)=E(i-2)?
NO
YES
126
仮正常
または仮異常判定
あり?
NO
YES
124
仮判定クリア
130
T(i)=T(i-1)?
NO
YES
132
αおよびβ算出
134
Cb/Ca
YES
NO
138
異常判定
136
正常判定
128
正常判定または
異常判定 確定
i+1
140
END

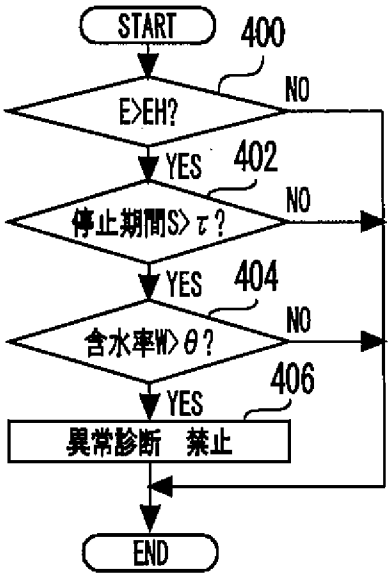
[図11]


START
200
起動済み?
NO
YES
202
故障診断
実行済み?
YES
NO
204
エンジン
始動前または
F/C中?
NO
YES
206
周波数Faでの静電容量Ca
および温度Tを取得
濃度Eを算出
208
周波数をFbに切り替え
静電容量Cb取得
210
Ca、Cb
取得間にエンジン
始動またはF/C
終了?
YES
NO
212
濃度Eよりα、βを算出
214
α>Cb/Ca>β?
YES
NO
218
異常判定
216
正常判定
END

[図12]


START
300
E>EL?
NO
YES
302
Cb/Ca<γ?
NO
YES
304
周波数異常判定
END

[図13]


START
400
E>EH?
NO
YES
402
停止期間S>τ?
NO
YES
404
含水率W>θ?
NO
YES
406
異常診断 禁止
END

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2010/056788

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
F02M37/00(2006.01)i, *F02D45/00*(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)
F02M37/00, F02D45/00

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	1996-2010
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2010	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2010

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.
A	JP 2010-38052 A (Denso Corp.), 18 February 2010 (18.02.2010), entire text; all drawings (Family: none)	1-9
A	JP 2009-174400 A (Toyota Motor Corp.), 06 August 2009 (06.08.2009), entire text; all drawings (Family: none)	1-9
A	JP 5-99880 A (Japan Electronic Control Systems Co., Ltd.), 23 April 1993 (23.04.1993), entire text; all drawings (Family: none)	1-9

☒ 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	Date of mailing of the international search report
02 July, 2010 (02.07.10)	13 July, 2010 (13.07.10)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2010/056788

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 3-249553 A (Mitsubishi Electric Corp.), 07 November 1991 (07.11.1991), entire text; all drawings (Family: none)	1-9

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１０／０５６７８８

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　F02M37/00(2006.01)i, F02D45/00(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.　F02M37/00, F02D45/00

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	１９７１－２０１０年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１０年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１０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
A	JP 2010-38052 A (株式会社デンソー) 2010.02.18, 全文、全図（ファミリーなし）	1-9
A	JP 2009-174400 A (トヨタ自動車株式会社) 2009.08.06, 全文、全図（ファミリーなし）	1-9
A	JP 5-99880 A (日本電子機器株式会社) 1993.04.23, 全文、全図（ファミリーなし）	1-9

☑　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 ０２．０７．２０１０	国際調査報告の発送日 １３．０７．２０１０
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ） 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）　３Ｇ　９８１８ 佐々木　訓 電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３３５５

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 3-249553 A（三菱電機株式会社）1991.11.07，全文、全図（ファミリーなし）	1-9