

(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
2017年12月28日(28.12.2017)



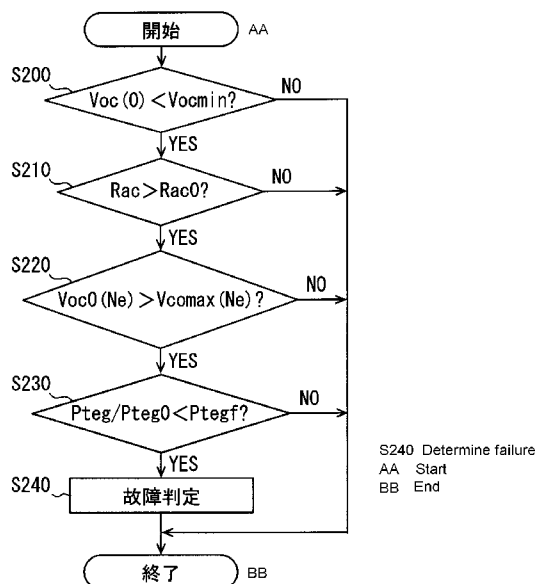
(10) 国際公開番号

WO 2017/221565 A1

- (51) 国際特許分類:
H02N 11/00 (2006.01) *H01L 35/28* (2006.01)
F01N 5/02 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2017/017514
- (22) 国際出願日: 2017年5月9日(09.05.2017)
- (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 2016-122770 2016年6月21日(21.06.2016) 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).
- (72) 発明者: 桑山 和利 (KUWAYAMA Kazutoshi); 〒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: 金 順 矩 (JIN Shunji); 〒4600003 愛知県名古屋市中区錦2丁目13番19号 瀧定ビル6階 Aichi (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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA,

(54) Title: THERMOELECTRIC POWER GENERATION DEVICE

(54) 発明の名称: 熱電発電装置



(57) Abstract: This thermoelectric power generation device is provided with: a first fluid path (27), in which a first fluid flows; a second fluid path (31), in which a second fluid at a temperature higher than that of the first fluid flows, said second fluid being discharged from an engine (20); a thermoelectric power generator (10), which has a thermoelectric conversion element, and which is provided such that heat of the first fluid can transfer to a first side section (10a), and heat of the second fluid can transfer to a second side section (10b), said thermoelectric power generator generating power by means



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), ユーラシア (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))

of a temperature difference between the first side section and the second side section; and a control device (5) capable of acquiring an open voltage and alternating current resistance with respect to the thermoelectric power generator. Just before restarting the engine after an engine stop, the control device determines, corresponding to a detected alternating current resistance, whether a failure of the thermoelectric power generator has occurred or not, in the cases where a detected open voltage is lower than a reference value.

(57) 要約: 熱電発電装置は、第1流体が流れる第1流体通路(27)と、第1流体よりも高温であり、エンジン(20)から排出される第2流体が流れる第2流体通路(31)と、熱電変換素子を有し、第1側部(10a)に第1流体の熱が移動可能であり、第2側部(10b)に第2流体の熱が移動可能となるように設けられて、第1側部と第2側部との温度差によって発電する熱電発電器(10)と、熱電発電器についての開放電圧と交流抵抗とを取得可能な制御装置(5)と、を備える。制御装置は、エンジンが停止してから再始動する直前に、検出した開放電圧が基準値を下回る場合に、検出した交流抵抗に応じて熱電発電器の故障発生か否かを判定する。

明 細 書

発明の名称：熱電発電装置

関連出願の相互参照

[0001] 本出願は、2016年6月21日に出願された日本特許出願番号2016-122770号に基づくもので、ここにその記載内容を援用する。

技術分野

[0002] この明細書における開示は、ゼーベック効果により熱エネルギーを電力エネルギーに変換する熱電発電装置に関する。

背景技術

[0003] 特許文献1の熱電発電装置は、車速センサが検出した車速の検出値と予め定めたマップから熱電変換器の発電量を推定し、熱電変換器の実発電量が推定発電量より小さい場合は熱電変換器が故障していると判定する。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2007-14084号公報

発明の概要

[0005] 車両において、排ガス温度、排ガス流量、冷却水温度、冷却水流量等は、車速に基づいて一義的に定まるものでなく、例えば、加速、制動等に関わる走行負荷によっても大きく影響を受けるパラメータである。このため、特許文献1の装置のように、車速に基づいて推定した発電量の精度には改良の余地があり、この発電量の推定値を用いた故障判定もその精度の点で課題がある。

[0006] 本開示の目的は、故障判定の精度向上が図れる熱電発電装置を提供することである。

[0007] 本開示の一態様による熱電発電装置は、第1流体が流れる第1流体通路と、第1流体よりも高温であり、エンジンから排出される第2流体が流れる第2流体通路と、熱電変換素子を有し、第1側部に第1流体の熱が移動可能で

あり、第2側部に第2流体の熱が移動可能となるように設けられて、第1側部と第2側部との温度差によって発電する熱電発電器と、熱電発電器についての開放電圧と交流抵抗とを取得可能な制御装置と、を備える。制御装置は、エンジンが停止してから再始動する直前に、検出した開放電圧が基準値を下回る場合に、検出した交流抵抗に応じて熱電発電器の故障発生か否かを判定する。

[0008] この熱電発電装置によれば、エンジンが停止後、再度始動する直前に検出した開放電圧が基準値を下回っている場合は熱電発電器が温まっていない。このとき、第1側部と第2側部との温度差があまりない状況であると判断でき、熱電発電器の交流抵抗を正確に検出することができる。これは、温度差が大きく、熱電発電器の電流値が大きい場合には電氣的抵抗である交流抵抗の誤差が大きくなるからである。熱電発電装置は、このような状況において検出した交流抵抗に応じて熱電発電器の故障発生か否かを判定するため、負荷に応じて複雑に変動しうる温度依存性が高いパラメータを除いた故障判断を実施することができる。したがって、この熱電発電装置によれば、車速に基づいた発電量の推定値を用いて故障判定を行う従来技術に対して、故障判定の精度を向上することができる。

図面の簡単な説明

[0009] 本開示についての上記目的およびその他の目的、特徴や利点は、添付の図面を参照しながら下記の詳細な記述により、より明確になる。その図面は、
[図1]第1実施形態の熱電発電装置と冷却水および排ガスとの関係を示した概要図であり、
[図2]第1実施形態の熱電発電装置に関する制御構成図であり、
[図3]第1実施形態において、エンジン運転中にデータ蓄積処理を実行するフローチャートであり、
[図4]第1実施形態において、エンジン再始動時に故障判定処理を実行するフローチャートであり、
[図5]故障判定処理のために記憶部に記憶される、エンジン回転速度毎の開放

電圧を示すグラフであり、

[図6]第2実施形態において、エンジン再始動時に故障判定処理を実行するフローチャートであり、

[図7]第3実施形態において、エンジン再始動時に故障判定処理を実行するフローチャートである。

発明を実施するための形態

[0010] 以下に、図面を参照しながら本開示を実施するための複数の形態を説明する。各形態において先行する形態で説明した事項に対応する部分には同一の参照符号を付して重複する説明を省略する場合がある。各形態において構成の一部のみを説明している場合は、構成の他の部分については先行して説明した他の形態を適用することができる。各実施形態で具体的に組み合わせが可能であることを明示している部分同士の組み合わせばかりではなく、特に組み合わせに支障が生じなければ、明示していなくても実施形態同士を部分的に組み合わせることも可能である。

[0011] (第1実施形態)

第1実施形態の熱電発電装置1について、図1～図5を参照して説明する。熱電発電装置1は、エンジン20から排出される第2流体としての排ガスと排ガスよりも低温である第1流体との温度差を利用して、ゼーベック効果により熱エネルギーを電力エネルギーに変換する装置である。熱電発電装置1は、熱電変換素子を有する熱電発電器10において第1側部である低温側部10aと第2側部である高温側部10bとに温度差が与えられると、電位差が生じて電子が流れる現象を利用して発電する。第1流体には排ガスと温度差を与えることが可能な任意の流体を採用することができる。この実施形態では、任意に選択可能な低温流体の一例として、自動車のエンジン20の冷却水を用いる場合について説明する。

[0012] 内燃機関であるエンジン20には燃焼用の空気を吸入する吸気管と、燃焼後の排ガスを排出する排気管3が接続されている。吸気管内には、車両に設けられたアクセルペダルの踏み込み量に応じて開度が可変されるスロットル

バルブが設けられている。エンジン２０は、エンジン制御装置４によって最適な作動に制御される。エンジン制御装置４には、エンジン回転数信号、スロットルバルブ開度信号、および車速信号等が入力される。エンジン制御装置４は、エンジン回転数信号およびスロットルバルブ開度信号に対する燃料噴射量に対応付けた制御マップを予め記憶している。エンジン制御装置４は、制御マップに基づいて吸気管側に所定のタイミングで必要とされる燃料噴射量を制御する。エンジン制御装置４は、熱発電装置１の制御装置５と互いの信号の授受が通信可能となるように接続されている。

[0013] エンジン２０には冷却水回路２が接続されている。冷却水回路２は、エンジン２０を冷却するためエンジン２０内の冷却水が循環する回路である。冷却水は、ウォーターポンプ２４によって出口部２０ｂからラジエータ２１を通過して入口部２０ａに流通して循環する。ウォーターポンプ２４は、例えば、エンジン２０の駆動力を受けて作動するエンジン駆動式のポンプである。冷却水回路２を循環する冷却水は、ラジエータ２１の放熱によって冷却されるので、エンジン２０の作動温度を適切に制御することができる。

[0014] 冷却水回路２には、ラジエータ２１をバイパスするバイパス通路２６と、ラジエータ２１側あるいはバイパス通路２６側への冷却水流量を調節するサーモスタット２２とが設けられている。冷却水温度が第１所定温度以下においては、サーモスタット２２によってラジエータ２１側が閉じられ、冷却水がバイパス通路２６側を流通することで冷却水の過冷却を防止できる。これは、例えばエンジン２０の始動直後のように冷却水が十分に昇温していない場合に対応し、エンジン２０の暖機を促進することができる。さらにサーモスタット２２は、エンジン２０の暖機が終了して冷却水温度が第１所定温度を超えると、ラジエータ２１側を開き始め、第２所定温度以上でバイパス通路２６側を閉じ、ラジエータ２１側を全開にする。冷却水回路２には、ラジエータ２１に対して並列となるようにヒータコア２３と、冷却水回路２の一部を成すヒータ温水回路２５と、が設けられている。ヒータコア２３は、冷却水を熱源として空調用空気を加熱する暖房装置用の熱交換器である。

[0015] 熱電発電装置 1 は、熱電発電器 10 と、熱電発電器 10 の作動を制御する制御装置 5 と、を備えている。熱電発電器 10 は、ゼーベック効果を利用して発電を行う熱電変換素子に対して、第 2 流体通路である分岐通路 31 と、第 1 流体通路である循環通路 27 と、が配設されて構成されている。分岐通路 31 は、エンジン 20 の排気管 3 から分岐して再び排気管 3 に合流するように形成された通路を構成し、排ガスの一部が分流するように構成されている。分岐通路 31 は、熱電変換素子、あるいは熱電発電器 10 の第 2 側面である高温側部 10b に接触し、排ガスが熱電変換素子の高温側熱源となる。分岐通路 31 の熱電変換素子に対する排ガスの上流側には、分岐通路 31 を開閉する開閉弁 30 が設けられている。

[0016] 循環通路 27 は、バイパス通路 26 よりもエンジン 20 側となる通路であり、ラジエータ 21 の下流側で、サーモスタット 22 と入口部 20a とを繋ぐ通路である。循環通路 27 は、熱電変換素子、あるいは熱電発電器 10 の第 1 側面である低温側部 10a に接触している。バイパス通路 26 からサーモスタット 22 を流れる冷却水、あるいは、ラジエータ 21 を通過しサーモスタット 22 を流れる冷却水は、熱電変換素子側に供給され、この冷却水が熱電変換素子の低温側熱源となる。

[0017] 制御装置 5 は、プログラムに従って動作するマイクロコンピュータのようなデバイスを主なハードウェア要素として備える。制御装置 5 は、図 2 に図示するように、各種装置と各種センサとが接続されるインターフェース部 50（以下、I/F 部 50 ともいう）と、演算処理部 51 と、記憶部 52 と、を備える。演算処理部 51 は、I/F 部 50 を通して各種センサ、各種測定装置から取得した情報と、記憶部 52 に格納した各種データとを用いて所定のプログラムにしたがった判定処理や演算処理を行う。

[0018] 記憶部 52 は、書き込み可能な記憶媒体を備えており、その記憶媒体に、各検出器から出力された信号に基づく情報を一時的に記憶する。記憶部 52 は、非遷移的実体的記録媒体(non-transitory tangible storage media)である。演算処理部 51 は、制御装置 5

における判定部である。I/F部50は、演算処理部51による判定結果、演算結果に基づいて各種装置を操作する。したがって、I/F部50は制御装置5における入力部および制御出力部である。また、制御装置5は、エンジン制御装置4と一体化され、エンジン制御装置4の一部を構成するものでもよい。

[0019] I/F部50は、エンジン情報信号としてエンジン回転数、エンジン負荷情報等をエンジン制御装置4から取得する。エンジン負荷情報とは、例えばエンジン20のトルク値である。回転速度検出器40は、エンジン20の回転速度を検出するセンサである。演算処理部51は、予め設定されたプログラムにしたがって、エンジン制御装置4からの各種のエンジン情報信号等に対する演算処理を行う。制御装置5は演算処理部51による演算結果に基づいて開閉弁30等の制御を行う。制御装置5は、軸トルクマップ、エンジン20の冷却損失熱量マップ、エンジン20の通水流量マップ、ラジエータ21の基準放熱量マップ、開閉弁30の開度マップや各種演算式を予め記憶している。制御装置5は、これらのマップや演算式に基づいて開閉弁30の開度を制御する。

[0020] 演算処理部51は、回転速度検出器40、電圧検出器41、抵抗検出器42等によって検出される各種情報と所定のプログラムとにしたがって、熱電発電器10の故障判断に係る演算処理を行う。電圧検出器41は、熱電発電器10における開放電圧を検出し、制御装置5に出力する。開放電圧は、開放起電圧とも称する。開放電圧は、熱電発電器10の熱交換性能を示すデータであり、低温側部10aと高温側部10bとの温度差が小さいときは正確に検出できないデータである。制御装置5は、低温側部10aと高温側部10bとの温度差に応じて電圧検出器41からデータ取得するように構成されている。例えば、制御装置5は、低温側部10aと高温側部10bとの温度差が大きい場合に電圧検出器41からデータ取得する。

[0021] 抵抗検出器42は、熱電発電器10についての交流抵抗を検出し、制御装置5に出力する。交流抵抗は、熱電発電器10の電気抵抗を示すデータであ

り、低温側部 10a と高温側部 10b との温度差が大きいときは正確に検出できないデータである。制御装置 5 は、低温側部 10a と高温側部 10b との温度差が小さいときに抵抗検出器 42 からデータ取得するように構成されている。

[0022] I/F 部 50 は、演算処理部 51 による演算結果に基づいて開閉弁 30 等の機器を操作する。I/F 部 50 には、ユーザインターフェイスとなる端末装置、例えば、コントロールパネル、携帯用端末機等が接続される。使用者は、コントロールパネルの表示部 53、端末装置等の表示画面を通じて、I/F 部 50 から出力された現在の運転状態を確認することができる。また、表示部 53 等の表示画面には、故障判定処理に基づいた熱電発電器 10 の故障情報が表示される。

[0023] 次に、熱電発電装置 1 が実行する故障判定処理の一例について図 3～図 5 を参照して説明する。この故障判定処理は、熱電発電器 10 が正常に発電できないような故障が発生しているか否かをエンジン 20 の再始動の際に判定する処理である。図 3 に示すフローチャートは、エンジン 20 の運転中に制御装置 5 によって実行される処理を示している。図 3 に示すフローチャートでは、エンジン 20 の運転中に、エンジン回転速度毎に検出した開放電圧 V_{oc} を実績値として記憶する処理が行われる。図 4 に示すフローチャートは、エンジン 20 の停止後、再始動を行う際に制御装置 5 によって実行される処理を示している。

[0024] 図 3 に示すように、判定部である演算処理部 51 は、S100 でエンジン 20 が作動しているか否かを判定する。S100 はエンジン 20 が作動されるまで繰り返され、運転中になると、S110 で開放電圧の最大値 $V_{ocmax}(N_e)$ をゼロに設定して記憶部 52 に記憶させる処理を実行する。 N_e は開放電圧検出時のエンジン回転速度を示している。S120 で制御装置 5 は、エンジン運転中に電圧検出器 41 によって開放電圧 V_{oc} を検出し、そのときのエンジン回転速度に対応付けて開放電圧 V_{oc} とエンジン回転速度とをセットで取得する。

[0025] S130では、S120で取得したVoc(Ne)が、記憶部52に記憶されているVocmax(Ne)よりも大きいかなかを判定する。エンジン20の運転後、最初に取得したVoc(Ne)はゼロよりも大きいので、S130で演算処理部51はYESと判定し、S140でこのVoc(Ne)をVocmax(Ne)に設定する処理を実行する。記憶部52には、新たなVocmax(Ne)が記憶されることになる。次にS150でイグニッションスイッチがオフ状態かなかを判定し、オフ状態であれば本フローチャートを終了する。

[0026] イグニッションスイッチがオフ状態ではなく、エンジン20が運転継続中である場合は、S120に戻り、制御装置5は、検出された開放電圧Vocをエンジン回転速度に対応付けてセットで取得する。S130において、S120で取得したVoc(Ne)が、記憶部52に記憶されている同等レベルの回転速度のVocmax(Ne)以下と判定した場合は、S120に戻ってVocを検出し回転速度とVocとをセットで取得する。このようにS130でYESと判定するまで、取得したVoc(Ne)をS140でVocmax(Ne)に書き換えることなく、S120でエンジン運転中の新しいVoc(Ne)を取得し続ける。S130において、S120で取得したVoc(Ne)が、同等レベルのエンジン回転速度におけるVocmax(Ne)より大きいと判定した場合は、S140でVocmax(Ne)を更新し、記憶部52に記憶させる処理を実行する。

[0027] Vocの実績値は、例えば図5に図示するグラフのように、同じエンジン回転速度毎の開放電圧値として記憶部52に記憶されている。Vocの実績値は、同じエンジン目標回転速度毎の開放電圧値として、または同じ車速毎の開放電圧値として記憶部52に記憶されているように構成してもよい。

[0028] イグニッションスイッチがオフ状態になると、図3のS150でYESと判定して図3のフローチャートを終了し、エンジン運転中における開放電圧Vocのデータ蓄積を終了する。次にエンジン20が再始動する際には、制御装置5は図4に係るフローチャートに示す処理を開始する。制御装置5は

、エンジン 20 を再始動する信号をエンジン制御装置 4 から取得すると、図 4 のフローチャートにしたがった処理を実行する。

[0029] 図 4 に示すように、エンジン 20 の再始動直前に、つまりエンジン 20 の停止後エンジン 20 の次回運転が始まる前に、S 200、S 220 の各処理を実行する。これは、熱電発電器 10 が排ガスによって温められて低温側部 10 a と高温側部 10 b との温度差が大きくなると、熱電発電器 10 の交流抵抗を正確に検出できないからである。制御装置 5 は、温度影響を受けていない状態の交流抵抗値を故障判定に用いることによって、故障判定の精度を高めることができる。

[0030] まず S 200 において、演算処理部 51 は、始動前に取得した開放電圧 $V_{oc}(0)$ が所定の基準値である V_{ocmin} よりも小さいか否かを判定する。エンジン始動直前の $V_{oc}(0)$ が基準値以上の値であると、熱電変換素子が温まっている状態であり、熱電変換素子の低温側部 10 a と高温側部 10 b との温度差が生じているため、異常な交流抵抗値を正確に検出できず、正確な故障判定ができない。基準値 V_{ocmin} は、このような状態を除いて判定可能な状態を検出できるような値に設定されており、制御装置 5 に予め記憶されている。S 200 で NO と判定すると、熱電変換素子が温まっており故障判定不可能な状態であるので、故障発生の有無を判定せず本フローチャートを終了する。

[0031] S 200 で YES と判定すると、S 210 で演算処理部 51 は、始動前に抵抗検出器 42 によって検出されて、取得した交流抵抗 R_{ac} が所定の判定値である R_{ac0} よりも大きいと判定する。判定値 R_{ac0} は、製品として熱電発電器 10 に要求されている発電能力を出力可能な状態であることを維持するために、設定される値である。例えば、判定値 R_{ac0} は、 R_{ac} がこの値を超えると、必要な発電能力を発揮できない状態になっていることを基準として設定される値である。S 210 で NO と判定すると、熱電発電器 10 が必要な発電能力を出力可能な状態であり正常であると判定でき、本フローチャートを終了する。

[0032] S 2 1 0 で Y E S と判定すると、次に S 2 2 0 で演算処理部 5 1 は、エンジン 2 0 の始動後に検出した V_{oc0} (N e) が記憶部 5 2 に記憶されている V_{ocmax} (N e) よりも大きいかな否かを判定する。 V_{ocmax} (N e) は、記憶部 5 2 に記憶されている、実回転速度毎の V_{oc} の最大値である。例えば V_{ocmax} (N e) は、図 5 のグラフにおける縦方向に一系列に複数並ぶデータのうち、各列において最も大きい V_{oc} の値である。図 5 のグラフにおいて縦方向に一系列に複数並ぶデータは、同等レベルの回転速度について検出された開放電圧 V_{oc} の実績値である。したがって、S 2 2 0 の判定処理における V_{oc0} は、図 5 に図示する、すべての回転速度についての V_{ocmax} (N e) よりも大きい場合には Y E S と判定され、そうでない場合には N O と判定される。このように S 2 2 0 では、エンジン 2 0 の再始動の際に検出した開放電圧値が、記憶された開放電圧の実績値のうち、すべての実回転速度における開放電圧の最大値に対して上回っているかな否かを判定する。

[0033] S 2 2 0 で N O と判定すると、この実施形態では正常であると判定して、本フローチャートを終了する。S 2 2 0 で Y E S と判定すると、演算処理部 5 1 は S 2 3 0 で、開放電圧の実績値から推定される発電能力の推定値が許容レベルよりも低下しているかな否かを判定する。S 2 3 0 で N O と判定すると、熱電発電器 1 0 が故障しているとは判定しないで、本フローチャートを終了する。S 2 3 0 で Y E S と判定すると、熱電発電器 1 0 が所望の発電能力を発揮できない状態であるため、S 2 4 0 で故障発生の処理を実行し、本フローチャートを終了する。例えば、制御装置 5 は、故障発生である旨を表示部 5 3 に表示したり、音声等で報知したりしてユーザーに知らせる処理を行う。

[0034] S 2 3 0 では、発電能力の推定値 P_{teg} を発電能力の狙い値 P_{tegf} で割り算して得られる値が所定の判断値 P_{tegf} より小さいかな否かを判定する。判断値 P_{tegf} は、例えば熱電発電器 1 0 の発電性能が 1 0 0 % の能力状態から許容レベルを超えて低下した場合に相当する値に設定される。

[0035] P_{teg} / P_{teg0} は次式によって算出するものとする。

[0036] $P_{teg} / P_{teg0} = (V_{ocmax} / V_{oc0})^2 / (R_{ac} / R_{ac0})$

また、 P_{teg} は V_{oc}^2 / R_{ac} で表され、 P_{teg0} は V_{oc0}^2 / R_{ac0} で表される。

[0037] 次に、第1実施形態の熱電発電装置1がもたらす作用効果について説明する。熱電発電装置1は、冷却水が流れる循環通路27と、エンジン20から排出される排ガスが流れる分岐通路31と、熱電発電器10と、熱電発電器10についての開放電圧と交流抵抗とを取得可能な制御装置5と、を備える。熱電発電器10は、熱電変換素子を有し、低温側部10aに冷却水の熱が移動可能であり、高温側部10bに排ガスの熱が移動可能となるように設けられて、低温側部10aと高温側部10bとの温度差によって発電する。制御装置5は、エンジン20が停止してから再始動する直前に、検出した開放電圧が基準値を下回る場合に、検出した交流抵抗に応じて熱電発電器10の故障発生か否かを判定する。

[0038] この熱電発電装置1によれば、エンジン20が停止後、再度始動する直前に検出した開放電圧が基準値を下回っている場合は熱電発電器10が温まっていない状態である。この状態は、低温側部10aと高温側部10bとの温度差があまりない状況であると判断でき、熱電発電器10の交流抵抗を正確に検出することができる。これは、温度差が大きく熱電発電器10の電流値が大きい場合には電氣的抵抗である交流抵抗の誤差が大きくなる性質を利用している。熱電発電装置1は、このような状況において検出した交流抵抗に応じて熱電発電器10の故障発生か否かを判定する。このため、負荷に応じて複雑に変動しうる温度依存性が高いパラメータを除いた熱電発電器10の故障判断を実施できる。この熱電発電装置1によれば、従来の車速に基づいた発電量の推定値を用いて故障判定を行う技術に対して、故障判定の精度を十分に向上することができる。

[0039] 制御装置5は、エンジン20が再始動する直前に、検出した開放電圧が基

準値を下回り、検出した交流抵抗が判定値を上回り、さらにエンジン 20 の再始動後に検出した開放電圧が開放電圧の実績値を上回っている場合に、さらに発電能力に関わる判定を行う。制御装置 5 は、検出した交流抵抗と開放電圧の実績値とを用いて求めた発電能力の推定値が許容レベルよりも低下しているときに故障が発生していると判定する。

[0040] この故障判定によれば、温度依存性が高いパラメータを除いた判定処理と過去の熱交換性能に対して再始動後の熱交換性能を比較した判定処理とに加えて、さらに推定発電能力が許容レベルを確保している否かという判断を実施した故障判定を提供できる。したがって、従来の車速に基づいた発電量の推定値を用いて故障判定を行う技術に対して、故障判定の精度を格段に向上することができる。

[0041] (第 2 実施形態)

第 2 実施形態におけるエンジン再始動時の故障判定処理について図 6 のフローチャートを参照して説明する。図 6 において第 1 実施形態の図 4 と同じ符号を付したステップは、第 1 実施形態と同様である。第 2 実施形態で特に説明しない構成、処理、作用、効果については、第 1 実施形態と同様であり、以下、第 1 実施形態と異なる点についてのみ説明する。

[0042] 第 2 実施形態のエンジン再始動時の故障判定処理は、第 1 実施形態の故障判定処理に対して、S 200、S 210 がともに YES と判定された場合に S 240 の故障発生の処理を実行する点が相違する。第 2 実施形態の故障判定処理によれば、低温側部 10a と高温側部 10b との温度差があまりない状況において正確な交流抵抗を検出できるので、温度依存性が高いパラメータを除いた熱電発電器 10 の故障判断を実施できる。この故障判定処理によれば、従来の車速に基づいた発電量の推定値を用いて故障判定を行う技術に対して、故障判定の精度を十分に向上することができる。

[0043] (第 3 実施形態)

第 3 実施形態におけるエンジン再始動時の故障判定処理について図 7 のフローチャートを参照して説明する。図 7 において第 1 実施形態の図 4 と同じ

符号を付したステップは、第1実施形態と同様である。第3実施形態で特に説明しない構成、処理、作用、効果については、第1実施形態と同様であり、以下、第1実施形態と異なる点についてのみ説明する。

[0044] 第3実施形態のエンジン再始動時の故障判定処理は、第1実施形態の故障判定処理に対して、S200、S210、S220がともにYESと判定された場合にS240の故障発生の処理を実行する点が相違する。第3実施形態の故障判定処理によれば、低温側部10aと高温側部10bとの温度差があまりない状況において正確な交流抵抗を検出して、温度依存性が高いパラメータを除いた故障判断を実施できる。さらに、エンジン20の再始動後に検出した開放電圧が開放電圧の実績値を上回っている場合に故障が発生していると判定するため、過去の熱交換性能に対して再始動後の熱交換性能を比較した故障判定を実施できる。第3実施形態の故障判定処理によれば、従来の車速に基づいた発電量の推定値を用いて故障判定を行う技術に対して、故障判定の精度を十分に向上することができる。

[0045] (他の実施形態)

この明細書の開示は、例示された実施形態に制限されない。開示は、例示された実施形態と、それらに基づく当業者による変形態様を包含する。例えば、開示は、実施形態において示された部品、要素の組み合わせに限定されず、種々変形して実施することが可能である。開示は、多様な組み合わせによって実施可能である。開示は、実施形態に追加可能な追加的な部分をもつことができる。開示は、実施形態の部品、要素が省略されたものを包含する。開示は、ひとつの実施形態と他の実施形態との間における部品、要素の置き換え、または組み合わせを包含する。開示される技術的範囲は、実施形態の記載に限定されない。開示される技術的範囲は、特許請求の範囲の記載によって示され、さらに特許請求の範囲の記載と均等の意味および範囲内でのすべての変更を含むものと解されるべきである。

[0046] 前述の実施形態において、S210での判定処理に用いるRac0の値は、熱電変換素子の経年劣化等を考慮して、制御装置5において適宜書き換え

られる判定値として構成してもよい。

[0047] 前述の実施形態の熱電発電器 10 は、ケースによって覆われる構成ではなく、多数の P 型半導体素子と N 型半導体素子とが、分岐通路 31 を形成する配管と循環通路 27 を形成する配管とに接触し、両側部に温度差が発生する構成でもよい。熱電発電器 10 においてケースは必須の構成要素ではない。

[0048] 前述の実施形態において、第 1 流体と第 2 流体は、互いに逆向きに流れる対向流を形成してもよい。

請求の範囲

[請求項1]

第1流体が流れる第1流体通路（27）と、

前記第1流体よりも高温であり、エンジン（20）から排出される第2流体が流れる第2流体通路（31）と、

熱電変換素子を有し、第1側部（10a）に前記第1流体の熱が移動可能であり、第2側部（10b）に前記第2流体の熱が移動可能となるように設けられて、前記第1側部と前記第2側部との温度差によって発電する熱電発電器（10）と、

前記熱電発電器についての開放電圧と交流抵抗とを取得可能な制御装置（5）と、

を備え、

前記制御装置は、前記エンジンが停止してから再始動する直前に、検出した前記開放電圧が基準値を下回る場合に、検出した前記交流抵抗に応じて前記熱電発電器の故障発生か否かを判定する熱電発電装置。

[請求項2]

前記制御装置は、前記エンジンの運転中に検出した前記開放電圧の実績値を記憶しており、

前記制御装置は、前記エンジンが前記再始動する直前に、検出した前記開放電圧が前記基準値を下回り、かつ検出した前記交流抵抗が判定値を上回る場合に、前記エンジンの再始動後に検出した前記開放電圧が前記開放電圧の実績値を上回っているときに故障が発生していると判定する請求項1に記載の熱電発電装置。

[請求項3]

前記制御装置は、前記エンジンが前記再始動する直前に、検出した前記開放電圧が前記基準値を下回り、検出した前記交流抵抗が前記判定値を上回り、さらに前記エンジンの再始動後に検出した前記開放電圧が前記開放電圧の実績値を上回っている場合に、検出した前記交流抵抗と前記開放電圧の実績値とを用いて求めた発電能力の推定値が許容レベルよりも低下しているときに故障が発生していると判定する請

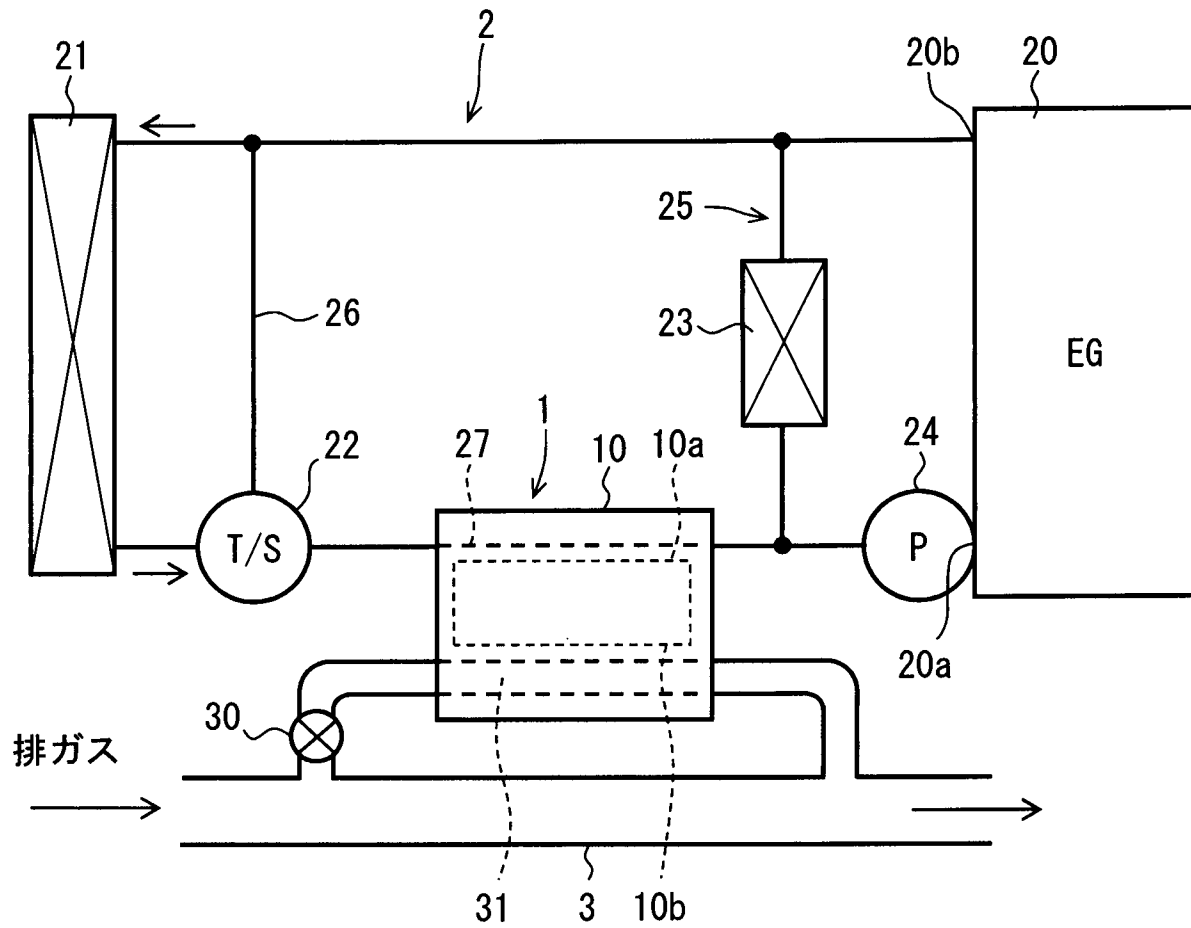
求項 2 に記載の熱電発電装置。

[請求項4] 前記制御装置は、前記エンジンの再始動の際に検出した前記開放電圧が、前記エンジンの実回転速度に対応付けて記憶された前記開放電圧の実績値のうち、すべての前記実回転速度における前記開放電圧の最大値に対して上回っている場合に、故障が発生していると判定する請求項 2 に記載の熱電発電装置。

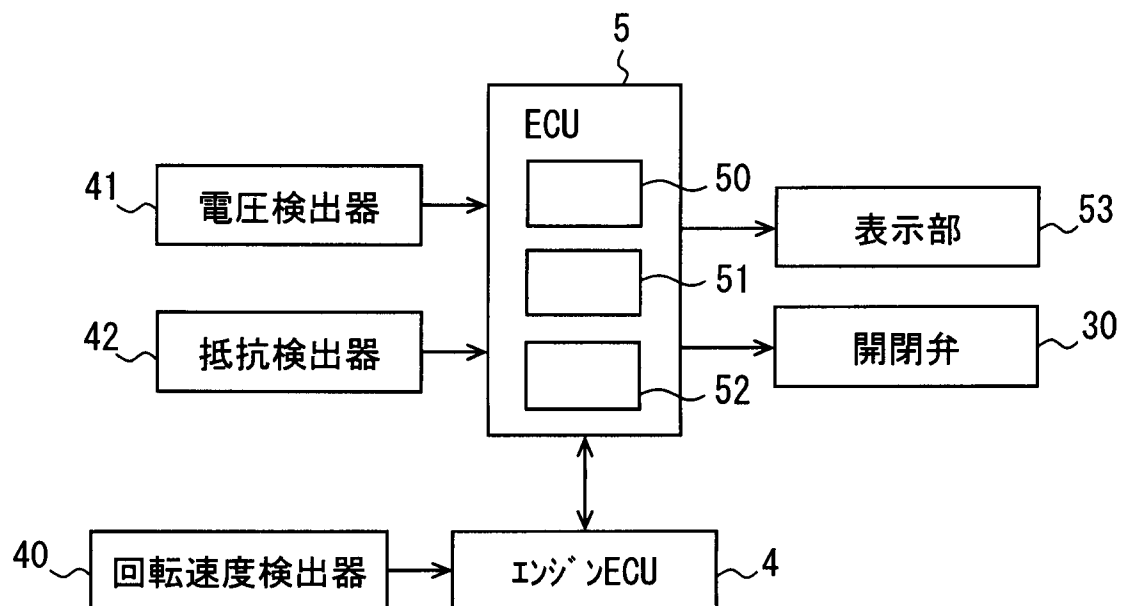
[請求項5] 前記制御装置は、前記エンジンの再始動の際に検出した前記開放電圧が、前記エンジンの目標回転速度に対応付けて記憶された前記開放電圧の実績値のうち、すべての前記目標回転速度における前記開放電圧の最大値に対して上回っている場合に、故障が発生していると判定する請求項 2 に記載の熱電発電装置。

[請求項6] 前記制御装置は、前記エンジンの再始動の際に検出した前記開放電圧が、車速に対応付けて記憶された前記開放電圧の実績値のうち、すべての車速における前記開放電圧の最大値に対して上回っている場合に、故障が発生していると判定する請求項 2 に記載の熱電発電装置。

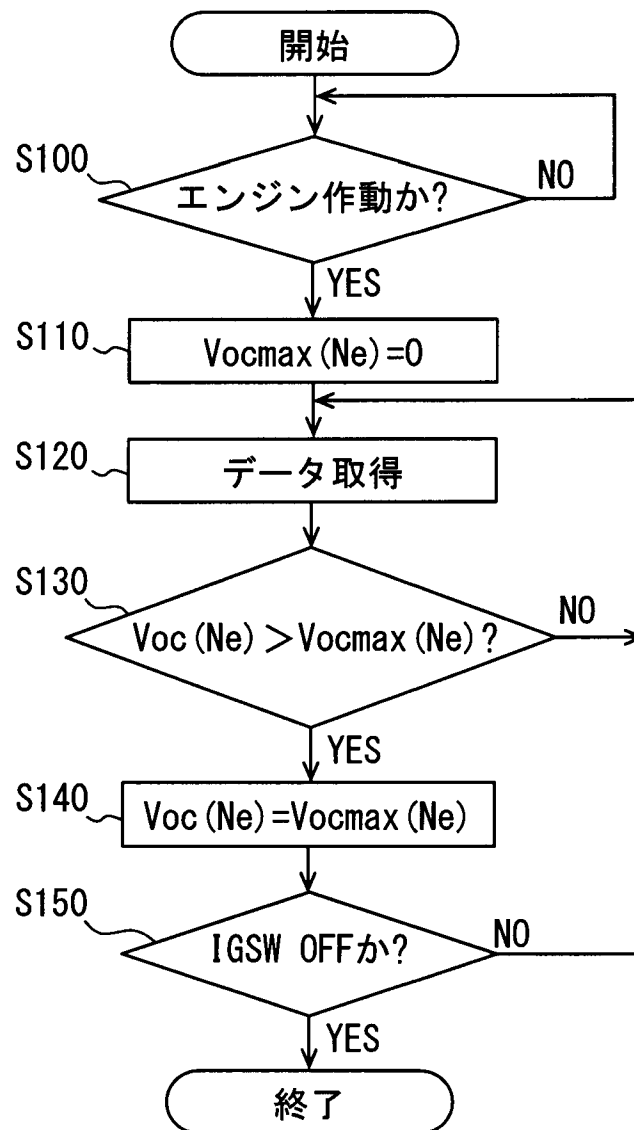
[図1]



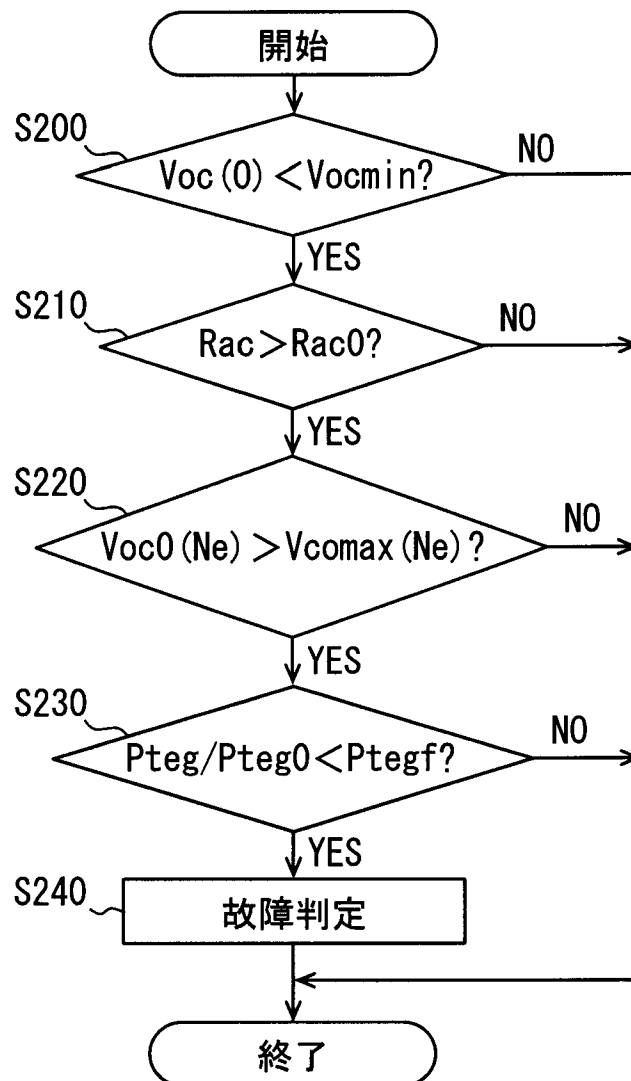
[図2]



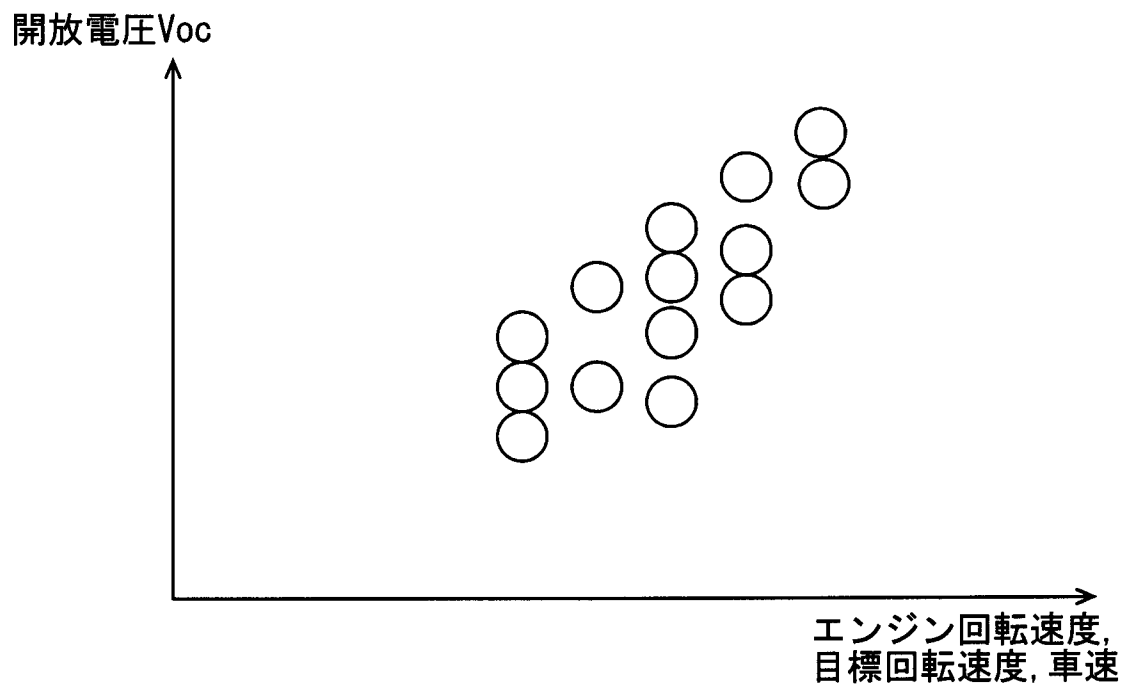
[図3]



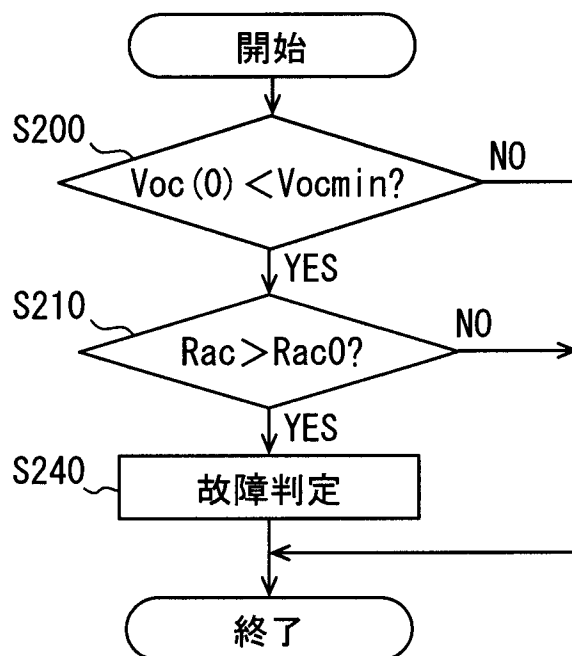
[図4]



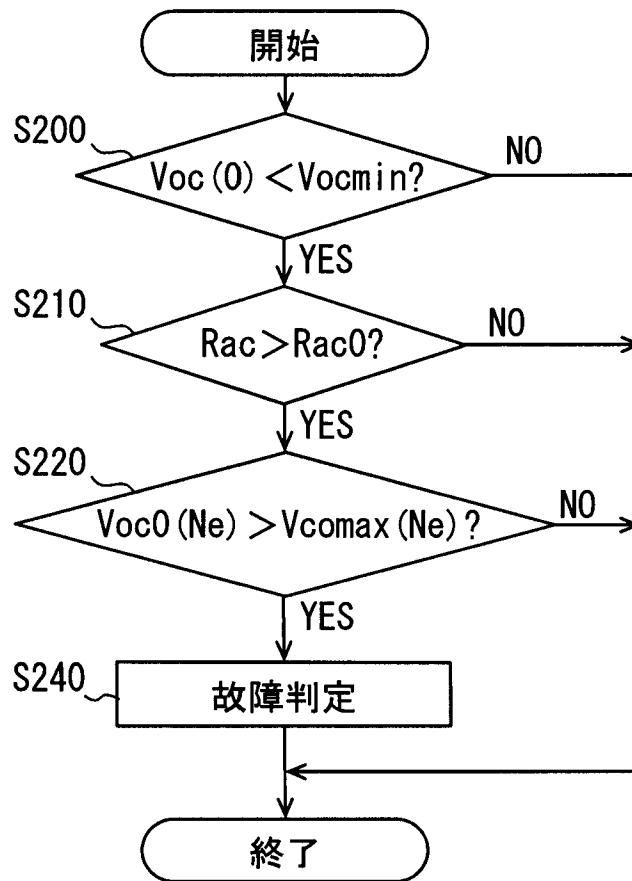
[図5]



[図6]



[図7]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/017514

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H02N11/00(2006.01)i, F01N5/02(2006.01)i, H01L35/28(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)

H02N11/00, F01N5/02, H01L35/28

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	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2017

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 2013-147974 A (Toyota Motor Corp.), 01 August 2013 (01.08.2013), claim 1 (Family: none)	1-6
A	JP 2010-10637 A (Hiroshi NAGAYOSHI), 14 January 2010 (14.01.2010), claims 1 to 7 (Family: none)	1-6
A	JP 11-32492 A (Nissan Motor Co., Ltd.), 02 February 1999 (02.02.1999), paragraphs [0050] to [0084]; fig. 8 to 13 & US 6028263 A column 7, line 64 to column 12, line 28; fig. 8 to 13A & EP 878851 A2	1-6

☒ 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
03 August 2017 (03.08.17)

Date of mailing of the international search report
15 August 2017 (15.08.17)

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/JP2017/017514

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 2007-14084 A (Toyota Motor Corp.), 18 January 2007 (18.01.2007), claims 1 to 5 (Family: none)	1-6
A	JP 2013-99067 A (Daihatsu Motor Co., Ltd.), 20 May 2013 (20.05.2013), claim 1 (Family: none)	1-6

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. H02N11/00(2006.01)i, F01N5/02(2006.01)i, H01L35/28(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. H02N11/00, F01N5/02, H01L35/28

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	1971-2017年
日本国実用新案登録公報	1996-2017年
日本国登録実用新案公報	1994-2017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 2013-147974 A（トヨタ自動車株式会社）2013.08.01, 請求項1（ファミリーなし）	1-6
A	JP 2010-10637 A（永吉 浩）2010.01.14, 請求項1-7（ファミリーなし）	1-6
A	JP 11-32492 A（日産自動車株式会社）1999.02.02, 段落0050-0084, 図8-13 & US 6028263 A, 第7欄64行-第12欄28行, 図8-13A & EP 878851 A2	1-6

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

03.08.2017

国際調査報告の発送日

15.08.2017

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）

小林 紀和

3 V

4 2 4 0

電話番号 03-3581-1101 内線 3357

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 2007-14084 A (トヨタ自動車株式会社) 2007. 01. 18, 請求項 1-5 (ファミリーなし)	1-6
A	JP 2013-99067 A (ダイハツ工業株式会社) 2013. 05. 20, 請求項 1 (ファミリーなし)	1-6