(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
2019年6月6日(06.06.2019)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2019/107337 A1

(51) 国際特許分類:
B60G 17/0185 (2006.01) *F16F 15/03* (2006.01)
B60G 99/00 (2010.01) *H02K 11/25* (2016.01)
B61F 5/30 (2006.01) *H02K 41/02* (2006.01)
F16F 15/02 (2006.01) *H02K 41/03* (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2018/043513

(22) 国際出願日： 2018年11月27日(27.11.2018)

(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 2017-227992 2017年11月28日(28.11.2017) JP

(71) 出願人: 日立オートモティブシステムズ株式会社(**HITACHI AUTOMOTIVE SYSTEMS, LTD.**) [JP/JP]; 〒3128503 茨城県ひたちなか市高場２５２０番地 Ibaraki (JP).

(72) 発明者: 香田 直樹(**KODA, Naoki**); 〒3128503 茨城県ひたちなか市高場２５２０番地 日立オートモティブシステムズ株式会社内 Ibaraki (JP).
李 友行(**RI, Tomoyuki**); 〒3128503 茨城県ひたちなか市高場２５２０番地 日立オートモティブシステムズ株式会社内 Ibaraki (JP).

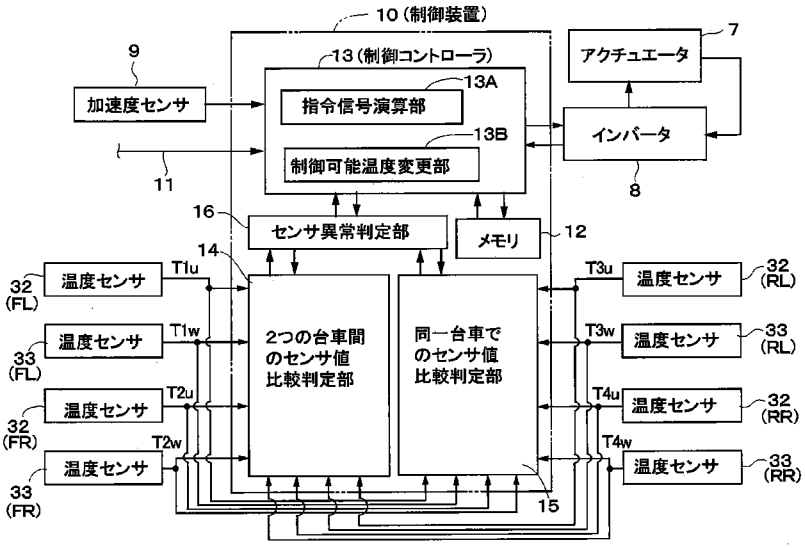
(74) 代理人: 小野 新次郎, 外(**ONO, Shinjiro** et al.); 〒1000004 東京都千代田区大手町二丁目２番１号 新大手町ビル２０６区 ユアサハラ法律特許事務所 Tokyo (JP).

(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,

(54) **Title:** VEHICLE VIBRATION CONTROL DEVICE

(54) 発明の名称： 車両振動制御装置

[図3]



7... ACTUATOR
8... INVERTER
9... ACCELERATION SENSOR
10... CONTROL DEVICE
12... MEMORY
13... CONTROLLER
13A... COMMAND SIGNAL COMPUTATION UNIT
13B... CONTROLLABLE TEMPERATURE MODIFICATION UNIT
14... COMPARISON DETERMINATION UNIT FOR SENSOR VALUES BETWEEN TWO TRUCKS
15... COMPARISON DETERMINATION UNIT FOR SENSOR VALUES OF SAME TRUCK
32, 33... TEMPERATURE SENSOR

(57) **Abstract:** In this vehicle vibration control device, an abnormal temperature sensor, from among a plurality of temperature sensors provided on respective actuators, can be identified through mutual comparison of outputs. The present invention comprises: first and second actuators that are provided on one truck and generate a force; other first and second actuators provided on another truck; and a control device that controls the actuators. Each of the actuators comprises a three-phase linear motor with a temperature sensor on the coil of at least one phase. The control device comprises: a first comparison determination unit that, between the one truck and the other truck, compares the output values of the same-phase temperature sensors provided on the first actuators, and compares the output values of the same-phase tem-

WO 2019/107337 A1

[続葉有]

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, JO, JP, 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, 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:

一 国際調査報告(条約第21条(3))

perature sensors provided on the second actuators; a second comparison determination unit that compares the output values of the same-phase temperature sensors provided on the actuators on the one truck, and compares the output values of the same-phase temperature sensors provided on the actuators on the other truck; and a sensor abnormality determination unit that identifies an abnormal temperature sensor from among the temperature sensors on the basis of the determination results from the first and second comparison determination units.

(57) 要約:車両振動制御装置の各アクチュエータに設ける複数の温度センサのうち、異常となった温度センサを出力の相互比較により特定できるようにする。一方の台車に設けられて力を発生する第1および第2アクチュエータと、他方の台車に設けられる他の第1および第2アクチュエータと、各アクチュエータを制御する制御装置と、を備える。各アクチュエータは、少なくとも一相のコイルに温度センサを備えた三相リニアモータを備える。制御装置は、一方の台車と他方の台車との間で各第1アクチュエータに設けられた同相の温度センサのそれぞれの出力値を比較し、かつ各第2アクチュエータに設けられた同相の温度センサのそれぞれの出力値を比較する第1の比較判定部と、一方の台車において各アクチュエータに設けられた同相の温度センサのそれぞれの出力値を比較し、かつ他方の台車において各アクチュエータに設けられた同相の温度センサのそれぞれの出力値を比較する第2の比較判定部と、第1および第2の比較判定部の判定結果に基づいて各温度センサのうち異常な温度センサを特定するセンサ異常判定部と、を備える。

明　細　書

発明の名称 ： 車両振動制御装置

技術分野

[0001] 本発明は、例えば鉄道車両の振動等を低減するのに好適に用いられる車両振動制御装置に関する。

背景技術

[0002] 一般に、車両の振動を緩衝するため、車両の車体（ばね上）とばね下との間に電磁サスペンションを設ける構成とした車両振動制御装置は知られている（例えば、特許文献１参照）。この種の従来技術では、電磁サスペンションに用いるリニアモータ（リニアアクチュエータ）のコイル温度を検出するために、常用ストローク領域での作動に伴って温度上昇し易いｕ相コイル群と、熱が篭り易いｗ相コイル群とにそれぞれ温度センサを設ける構成としている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開２００９－１５９７９０号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] ところで、上述した従来技術では、リニアアクチュエータのコイル温度を検出するため、ｕ相コイル群とｗ相コイル群とにそれぞれ温度センサを設けている。しかし、温度センサの異常診断は行っておらず、センサの異常時に対処することが難しい。また、１個の温度センサが故障した場合、他の温度センサは正常に動作しているにもかかわらず、温度センサの全てが異常と判断されるので、アクチュエータの電流や出力を制限することになる。このため、本来期待すべき車両の乗り心地を確保するのが難しくなる。

[0005] 本発明の目的は、複数の温度センサのいずれかが異常のときに、出力値の相互比較により異常となった温度センサを特定することができるようにした

車両振動制御装置を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0006] 本発明は、一両の鉄道車両が有する２つの台車のうち一方の台車にそれぞれ設けられて力を発生する第１，第２アクチュエータと、前記２つの台車のうち他方の台車にそれぞれ設けられて力を発生する他の第１，第２アクチュエータと、前記各第１アクチュエータと各第２アクチュエータとを制御する制御装置と、を備える車両振動制御装置に適用される。

[0007] そして、本発明の一実施形態によれば、各第１アクチュエータおよび各第２アクチュエータは、少なくとも一相のコイルに温度センサを備えた三相リニアモータを備える。制御装置は、一方の台車と他方の台車との間で各第１アクチュエータに設けられた同相の温度センサのそれぞれの出力値を比較し、かつ各第２アクチュエータに設けられた同相の温度センサのそれぞれの出力値を比較する２つの台車間のセンサ値比較判定部と、一方の台車において第１および第２アクチュエータに設けられた同相の温度センサのそれぞれの出力値を比較し、かつ他方の台車において第１および第２アクチュエータに設けられた同相の温度センサのそれぞれの出力値を比較する同一の台車でのセンサ値比較判定部と、２つの台車間のセンサ値比較判定部および同一の台車でのセンサ値比較判定部の判定結果に基づいて各温度センサのうち異常な温度センサを特定するセンサ異常判定部と、を備えている。同相の温度センサは、少なくとも１相のコイルのうちの同相の電流が流れるコイルにそれぞれ設けられた温度センサである。

[0008] 本発明の一実施形態によれば、複数のアクチュエータにそれぞれ設けられた温度センサのうち、いずれの温度センサが異常となっても、出力値の相互比較により異常なセンサを適切に特定することができる。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]本発明の実施の形態による車両振動制御装置が適用された鉄道車両を示す正面図である。

[図2]図１中のインバータ、アクチュエータおよび加速度センサ等の位置関係

を説明するために鉄道車両の内部を上側からみた平面図である。

[図3]図２中の制御装置を示す制御ブロック図である。

[図4]リニアアクチュエータの具体的構成を示す縦断面図である。

[図5]温度センサの故障判定を行う上での第１パターンを示す特性線図である。

[図6]温度センサの故障判定を行う上での第２パターンを示す特性線図である。

[図7]温度センサの故障判定を行う上での第３パターンを示す特性線図である。

[図8]第１の実施の形態による２つの台車間で行う温度センサのセンサ値比較判定部の処理手順を示す流れ図である。

[図9]第１の実施の形態による同一の台車で行う温度センサのセンサ値比較判定部の処理手順を示す流れ図である。

[図10]実施の形態による異常な温度センサを特定するセンサ異常判定部の処理手順を示す流れ図である。

[図11]センサ異常判定部により異常な温度センサを特定するための判定テーブルを示す図である。

[図12]第２の実施の形態による２つの台車間で行う温度センサのセンサ値比較判定部の処理手順を示す流れ図である。

[図13]第２の実施の形態による同一の台車で行う温度センサのセンサ値比較判定部の処理手順を示す流れ図である。

発明を実施するための形態

[0010] 以下、本発明の実施の形態による車両振動制御装置を、電車等の鉄道車両に搭載した場合を例に挙げ、添付図面に従って詳細に説明する。

[0011] ここで、図１ないし図１１は第１の実施の形態を示している。図１において、鉄道車両１は、例えば乗客、乗員等が乗車する車体２と、該車体２の下側に設けられた前側，後側の台車３とを備えている。これら２つの台車３は、車体２の前部側と後部側とに離間して配置され、各台車３にはそれぞれ４

個の車輪４が設けられている。鉄道車両１は、各車輪４が左，右のレール５（一方のみ図示）上を転動（回転）することによりレール５に沿って、例えば前進時に矢示Ａ方向に走行駆動される。

[0012] 車体２と各台車３との間には、それぞれの台車３上で車体２を弾性的に支持する複数の懸架ばね６と、該各懸架ばね６と並列関係をなすように配置された複数のリニアアクチュエータ７（以下、アクチュエータ７という）とが設けられている。これらのアクチュエータ７は、車体２と車輪４（台車３）との間に設けられた三相リニアモータからなり、例えば上，下方向の振動を緩衝（減衰）する電磁サスペンションを構成している。１つの台車３毎に左，右方向に離間して設けられた２つのアクチュエータ７は、上，下方向に調整可能な力を発生する第１，第２アクチュエータ７Ａ～７Ｄを構成している。

[0013] 電磁サスペンションとしてのアクチュエータ７は、１つの台車３に対して２軸配置され、１台の車両（２つの台車３）に対して４軸配置される。図２に示すように、これらのアクチュエータ７は、車体２の前部側に位置する前側の台車３に設けられ左，右方向に離間して配置されたＦＬ側の第１アクチュエータ７Ａ，ＦＲ側の第２アクチュエータ７Ｂと、後部側に位置する後側の台車３に設けられ左，右方向に離間して配置されたＲＬ側の第１アクチュエータ７Ｃ，ＲＲ側の第２アクチュエータ７Ｄとにより構成されている。各アクチュエータ７は、鉄道車両１に対して上，下方向に取付けられ、第１アクチュエータ７Ａ，７Ｃと第２アクチュエータ７Ｂ，７Ｄとは、鉄道車両１の進行方向に対して各台車３の左，右方向に離間して設けられている。

[0014] これらのアクチュエータ７（即ち、第１アクチュエータ７Ａ，７Ｃと第２アクチュエータ７Ｂ，７Ｄ）は、前，後の台車３に対する車体２の振動を左，右方向でそれぞれ個別に緩衝して低減させるように、後述の制御装置１０から個別に出力される指令信号に従って減衰力が可変に制御されるものである。この場合、アクチュエータ７は、ハードな特性とソフトな特性との間で減衰力特性を連続的に調整する構成であってもよく、２段階または複数段階

で調整可能な構成であってもよい。

[0015] 図２に示す第１インバータ８Ａ，８Ｃと第２インバータ８Ｂ，８Ｄ（全体として、インバータ８という）は、アクチュエータ７（第１アクチュエータ７Ａ，７Ｃと第２アクチュエータ７Ｂ，７Ｄ）用の電源回路である。インバータ８は、電力線側が車両の電源（いずれも図示せず）に接続されると共に、動力線側がアクチュエータ７（第１アクチュエータ７Ａ，７Ｃと第２アクチュエータ７Ｂ，７Ｄ）に接続されている。インバータ８は、例えばトランジスタ、電界効果トランジスタ（ＦＥＴ）、絶縁ゲートバイポーラトランジスタ（ＩＧＢＴ）等からなる複数のスイッチング素子を含んで構成され、各スイッチング素子は、その開，閉成（ＯＮ－ＯＦＦ）が制御装置１０からの指令信号に基づいて制御される。

[0016] インバータ８は、制御装置１０からの指令信号と前記電源からの電力とに基づいて、各輪に配置されたアクチュエータ７を駆動する。アクチュエータ７（電磁アクチュエータ）の力行時は、前記電源からインバータ８を経由して、アクチュエータ７に電力が供給される。このとき、インバータ８は、前記電源から電力線を介して供給される電力から三相（ｕ相、ｖ相、ｗ相）の交流電力を生成し、前記動力線を介して各アクチュエータ７の各コイル２５Ａ，２５Ｂ，２５Ｃに電力を供給する。

[0017] 図２に示すように、車体２には、前，後方向と左，右方向に離間した４隅側の位置に、夫々の位置で車体２の上，下方向の加速度をばね上加速度として検出する合計４個の加速度センサ９が設けられている。これらの加速度センサ９は、鉄道車両１の異なる複数個所にそれぞれ搭載されて該鉄道車両１の挙動を検出する複数のセンサ（挙動センサ）を構成している。加速度センサ９としては、例えば圧電式、ピエゾ抵抗式等のアナログ式加速度センサが用いられ、特に、耐水性、耐熱性に優れた加速度センサを用いるのがよい。

[0018] ここで、例えば第１の加速度センサ９は、車体２の前部左側（ＦＬ）で一の第１アクチュエータ７Ａに近い位置に配置され、第２の加速度センサ９は、車体２の前部右側（ＦＲ）で一の第２アクチュエータ７Ｂに近い位置に配

置されている。第３の加速度センサ９は、車体２の後部左側（ＲＬ）で他の第１アクチュエータ７Ｃに近い位置に配置され、第４の加速度センサ９は、車体２の後部右側（ＲＲ）で他の第２アクチュエータ７Ｄに近い位置に配置されている。

[0019] 各加速度センサ９は、それぞれの位置で検出した加速度の検出信号を後述の制御装置１０に互いに異なる信号（車両挙動の検出信号）として出力する。なお、加速度センサ９は、車体２の前部左側、前部右側、後部左側、後部右側に限らず、例えば車体２の前部中央、中央部左側、中央部右側、後部中央に配置する等、車体２上のセンサ配置はいかなる形をとっても良い。また、加速度センサ９の個数も４個に限らず、測定・制御の目的に合わせて自由に選んでよい。但し、少なくとも２個配置することが望ましい。

[0020] 次に、各アクチュエータ７の発生減衰力を可変に制御する制御装置１０について説明する。この制御装置１０は、鉄道車両１の予め決められた位置（例えば、図２に示すように車体２のほぼ中央となる位置等）に設置されるものである。制御装置１０は、例えばマイクロコンピュータ等により構成され、その入力側にはインバータ８、加速度センサ９および後述の温度センサ３２，３３等が接続されている。制御装置１０の出力側には、インバータ８を介してアクチュエータ７がそれぞれ接続されている。

[0021] また、制御装置１０は、例えば通信回線１１を介して図１に示す車体２に連接（連結）された他の車体の制御装置（いずれも図示せず）に接続されると共に、鉄道車両１の車両情報（例えば、車両の走行位置、走行速度等）が通信回線１１を介して入出力される。制御装置１０は、１台の車体２に１個配置され、通信回線１１を介した車両の上位部との通信や、センサ信号を元に内部で演算を行い、各アクチュエータ７（具体的には、インバータ８）に減衰力指令に基づいた電流を通電すると共に、例えば各アクチュエータ７の故障診断、異常検知等を行う。

[0022] ここで、制御装置１０は、例えばＲＯＭ，ＲＡＭ，不揮発性メモリ等からなる記憶部としてのメモリ１２を有し、このメモリ１２内には、例えば図５

～図７に示す温度センサ３２，３３の故障判定（異常判断）を行うための第１～第３パターンの特性と、例えば図８～図１０に示す温度センサ３２，３３を用いて２つの台車間のセンサ値比較判定部１４と同一の台車でのセンサ値比較判定部１５およびセンサ異常判定部１６の処理を行うためのプログラムと、温度センサ３２，３３の異常判断を行うために異常判定値として予め決められた判定用閾値Ｔａ，Ｔｂと、図１１に示す異常な温度センサを特定するための判定テーブルと、アクチュエータ７の制御可能温度閾値である第１，第２の温度上限値Ｔα，Ｔβ（いずれも図示せず：Ｔα＞Ｔβ）等とが更新可能に格納されている。

[0023] 図３に示すように、制御装置１０は、アクチュエータ７の発生減衰力をインバータ８を介して可変に制御する制御コントローラ１３と、アクチュエータ７にそれぞれ設けられた複数の温度センサ３２，３３の故障診断（異常判断）を行うための２つの台車間のセンサ値比較判定部１４、同一の台車でのセンサ値比較判定部１５およびセンサ異常判定部１６と、前記メモリ１２とを含んで構成されている。制御コントローラ１３は、指令信号演算部１３Ａと制御可能温度変更部１３Ｂとを含んで構成されている。

[0024] 制御コントローラ１３の指令信号演算部１３Ａは、車体２のロール（横揺れ）、ピッチ（前，後方向の揺れ）等の振動を低減すべく、サンプリング時間毎に加速度センサ９からの検出信号等を読込みつつ、例えばスカイフック理論（スカイフック制御則）に従って指令信号（制御指令の電流値）を演算により求める。この上で、指令信号演算部１３Ａは、前記指令信号をインバータ８（図２中の第１インバータ８Ａ，８Ｃと第２インバータ８Ｂ，８Ｄ）に個別に出力し、アクチュエータ７（図２中の第１アクチュエータ７Ａ，７Ｃと第２アクチュエータ７Ｂ，７Ｄ）毎の減衰力特性を可変に制御する。なお、アクチュエータ７の制御則としては、スカイフック制御則に限るものではなく、例えばＬＱＧ制御則またはＨ∞制御則等を用いる構成でもよい。

[0025] 制御コントローラ１３の制御可能温度変更部１３Ｂは、センサ異常判定部１６により、複数の温度センサ３２，３３のうちいずれかの温度センサが故

障と判定されたときに、前記制御可能温度閾値を前記第１の温度上限値Ｔαより小さい第２の温度上限値Ｔβに変更する機能を有している。そして、前記制御可能温度閾値の変更後は、複数の温度センサ３２，３３のうち異常が検出されてない正常な温度センサの検出信号（出力値）に基づいて、アクチュエータ７の駆動制御は継続して行われる。

[0026] ２つの台車間のセンサ値比較判定部１４は、一の台車（前側の台車３）と他の台車（後側の台車３）とに設けられた第１アクチュエータ７Ａ，７Ｃ、第２アクチュエータ７Ｂ，７Ｄのそれぞれの同相の温度センサ３２，３３の出力値（図２、図３に示す出力値Ｔ1u，Ｔ1w，Ｔ2u，Ｔ2w，Ｔ3u，Ｔ3w，Ｔ4u，Ｔ4w）を、後述するように図８に示す処理手順に沿って比較し判定する。同一の台車でのセンサ値比較判定部１５は、同一の台車３に設けられた第１アクチュエータ７Ａ，７Ｃと第２アクチュエータ７Ｂ，７Ｄとの同相の温度センサ３２，３３のそれぞれの出力値Ｔ1u，Ｔ1w，Ｔ2u，Ｔ2w，Ｔ3u，Ｔ3w，Ｔ4u，Ｔ4wを、後述の如く図９に示す処理手順に沿って比較し判定する。

[0027] さらに、制御装置１０のセンサ異常判定部１６は、前記各温度センサ３２，３３のうち異常な温度センサ（故障している温度センサ）を前記比較判定部１４，１５の判定結果に基づいて、後述の如く図１０に示す処理手順に沿って特定するものである。

[0028] 次に、車体２の振動減衰を行う電磁サスペンション（例えば、三相リニアモータ）を構成するアクチュエータ７の具体的構成について、図４を参照しつつ説明する。

[0029] アクチュエータ７は、例えば車体２側に配置される固定子２１と、台車３（車輪４）側に配置される可動子２６とを有し、固定子２１に設けられた電機子２３のコイル部材２５と、可動子２６に設けられた永久磁石３１とにより三相リニアモータ（三相リニア同期）モータを構成している。換言すると、アクチュエータ７は、車体２（ばね上部材）と車輪４側の台車３（ばね下部材）との間に介装され、相対変位可能な同軸状の内筒（変位部材）と外筒（変位部材）とのうちの内筒に対応するロッド２２にコア２４を介して設け

られた複数相のコイル群からなるコイル部材２５（コイル２５Ａ，２５Ｂ，２５Ｃ）と、外筒に対応するチューブ（ヨーク）２７に設けられコイル部材２５と対向する磁性部材としての永久磁石３１とからなる筒状リニア電磁式アクチュエータとして構成されている。

[0030] アクチュエータ７の固定子２１と可動子２６とは、車体２と台車３との間に介装された第１部材と第２部材として、直線状に互いに相対変位可能に配置されている。本実施の形態にあっては、第１部材と第２部材のうち、第１部材を固定子２１とし、第２部材を可動子２６とした場合を例示している。しかし、これに限らず、第１部材を可動子とし、第２部材を固定子としてもよい。

[0031] ここで、第１部材に相当する固定子２１は、ロッド２２と電機子２３とにより大略構成されている。ロッド２２は、例えば有底円筒状に形成されストローク方向となる軸方向（即ち、相対変位の方向である図４の上，下方向）に延びるロッド筒部２２Ａと、該ロッド筒部２２Ａの一端側（図４の上端側）を閉塞する底部２２Ｂと、ロッド筒部２２Ａの径方向内側に位置してロッド筒部２２Ａと同心状に形成され一端側（図４の上端側）が底部２２Ｂの位置まで軸方向に延びて底部２２Ｂにより閉塞された内側筒部２２Ｃと、を含んで構成されている。

[0032] ロッド２２の内側筒部２２Ｃは、その他端側（図４の下端側）が電機子２３（コア２４）の内周側を軸方向に延び、例えば嵌合、圧入等の手段を用いてコア２４の内側に固定されている。また、ロッド２２の底部２２Ｂには、例えば鉄道車両１のばね上（例えば、車体２）に取付けられる取付アイ２２Ｄが設けられている。この取付アイ２２Ｄは、ロッド２２の底部２２Ｂ（突出端）を車両のばね上部材（車体２側）に取付けるための取付部材である。一方、ロッド筒部２２Ａの開口端側（図４の下端側）には、電機子２３が一体化（固定）するように設けられている。

[0033] 電機子２３は、例えば磁性体からなる略筒状のコア２４と、該コア２４に設けられコイル部材２５を構成する複数のコイル２５Ａ，２５Ｂ，２５Ｃ（

即ち、ｕ相コイル２５Ａ，ｖ相コイル２５Ｂ，ｗ相コイル２５Ｃ）とにより構成されている。なお、コイル部材２５（コイル２５Ａ，２５Ｂ，２５Ｃ）の個数は、３個に限らず、例えば６個、９個、１２個等、設計仕様等に応じて適宜に変更することができる。

[0034] 可動子２６は、電機子２３（コア２４およびコイル２５Ａ，２５Ｂ，２５Ｃ）の外周側に配置されるヨーク（外筒）としてのチューブ２７と、該チューブ２７の内側に位置してストローク方向に延びる案内ロッド２８と、チューブ２７に設けられコイル２５Ａ，２５Ｂ，２５Ｃに対し径方向に隙間をもって対向する磁性部材としての複数の永久磁石３１とにより構成されている。

[0035] チューブ２７は、例えば、磁場の中に置くと磁路を形成する磁性材料、例えば機械構造用炭素鋼鋼管（ＳＴＫＭ１２Ａ）等を用いて有底円筒状に形成され、ストローク方向となる軸方向に延びている。即ち、チューブ２７は、磁性材料を用いることにより、アクチュエータ７の磁気回路を形成すると共に、後述する永久磁石３１の磁束を外部に漏らさないためのカバーとしての機能も有している。

[0036] ここで、チューブ２７は、軸方向に延びる筒部２７Ａと、該筒部２７Ａの他端側（図４の下端側）を閉塞する底部２７Ｂと、筒部２７Ａの開口側（一端側）に位置し固定子２１のロッド２２側に向けて径方向の内側へと延びた環状の軸受取付部２７Ｃとにより構成されている。前記筒部２７Ａの内側には、複数の永久磁石３１が軸方向に並んで配置されている。

[0037] 底部２７Ｂには、筒部２７Ａの内側に位置して底部２７Ｂから電機子２３の内側（ロッド２２の内側筒部２２Ｃの内側）を軸方向に延びる案内ロッド２８が設けられている。この案内ロッド２８は、ロッド２２の内側筒部２２Ｃ内を第１，第２軸受２９Ａ，２９Ｂを介して軸方向に相対変位可能に摺動する。第１軸受２９Ａは、例えばロッド２２（内側筒部２２Ｃ）の内周側に設けられ、第２軸受２９Ｂは、例えばコア２４の内周側に設けられている。なお、案内ロッド２８は、チューブ２７の底部２７Ｂに該チューブ２７と一

体に形成する構成や、チューブ２７とは別体の案内ロッド２８を底部２７Ｂにねじやボルト等を用いて固定する構成を採用することができる。

[0038] また、チューブ２７の底部２７Ｂには、案内ロッド２８とは軸方向の反対側に位置して取付アイ２７Ｄが設けられている。この取付アイ２７Ｄは、チューブ２７を車両のばね下部材（台車３側）に取付けるための取付部材である。一方、軸受取付部２７Ｃの内周面には、ロッド２２の外周面と摺接する軸受、スリーブ等の摺動部材からなる第３軸受３０が設けられている。軸受取付部２７Ｃと第３軸受３０は、ロッド２２を軸方向に摺動可能に支持するロッドガイドを構成している。

[0039] チューブ２７の筒部２７Ａの内周面側には、磁場を生じさせる部材である磁性部材としての複数の円環状の永久磁石３１が軸方向に沿って並んで配置されている。この場合、軸方向に隣合う各永久磁石３１は、例えば互いに逆極性になっている。例えば、チューブ２７の一端側から数えて奇数個目の永久磁石３１を、内周面側がＮ極で外周面側がＳ極のものとすれば、一端側から数えて偶数個目の永久磁石３１は、内周面側がＳ極で外周面側がＮ極のものとなっている。

[0040] この場合、各永久磁石３１は、例えば、円筒状に一体に形成されたリング磁石や、円弧状の複数の磁石素子を周方向に並べることにより円環状に構成した分割型のセグメント磁石とすることができる。なお、永久磁石３１の個数は、図示の例に限るものではない。また、ヨークを構成するチューブ２７は、磁気回路や磁気漏洩の観点から磁性体が好ましいが、第３軸受３０と軸受取付部２７Ｃのうちの少なくとも一方は、非磁性体が好ましい。

[0041] 温度センサ３２，３３は、電機子２３（コイル部材２５）の発熱温度を検出するセンサである。このうち、ｕ相の温度センサ３２は、常用ストローク領域での作動に伴って温度上昇し易いコイル２５Ａ（即ち、ｕ相コイル２５Ａ）近傍に配置され、ｗ相の温度センサ３３は、熱が篭り易いコイル２５Ｃ（即ち、ｗ相コイル２５Ｃ）近傍に配置されている。これらの温度センサ３２，３３は、アクチュエータ７（第１アクチュエータ７Ａ，７Ｃと第２アク

チュエータ７Ｂ，７Ｄ）の電機子２３（コイル部材２５の近傍）にそれぞれ配設されている。

[0042] 前側の台車３に設けられた前部左側（ＦＬ）の第１アクチュエータ７Ａにおいては、図３に示す温度センサ３２（ＦＬ）がｕ相コイル２５Ａ近傍の温度を、例えば出力値Ｔ1uとして検出し、温度センサ３３（ＦＬ）はｗ相コイル２５Ｃ近傍の温度を、例えば出力値Ｔ1wとして検出する。前側の台車３に設けられた前部右側（ＦＲ）の第２アクチュエータ７Ｂでは、温度センサ３２（ＦＲ）がｕ相コイル２５Ａ近傍の温度を、例えば出力値Ｔ2uとして検出し、温度センサ３３（ＦＲ）がｗ相コイル２５Ｃ近傍の温度を、例えば出力値Ｔ2wとして検出する。

[0043] 後側の台車３に設けられた後部左側（ＲＬ）の第１アクチュエータ７Ｃでは、図３に示す温度センサ３２（ＲＬ）がｕ相コイル２５Ａ近傍の温度を、例えば出力値Ｔ3uとして検出し、温度センサ３３（ＲＬ）がｗ相コイル２５Ｃ近傍の温度を、例えば出力値Ｔ3wとして検出する。後側の台車３に設けられた後部右側（ＲＲ）の第２アクチュエータ７Ｄでは、温度センサ３２（ＲＲ）がｕ相コイル２５Ａ近傍の温度を、例えば出力値Ｔ4uとして検出し、温度センサ３３（ＲＲ）がｗ相コイル２５Ｃ近傍の温度を、例えば出力値Ｔ4wとして検出する。

[0044] ここで、図４に示す電機子２３のコイル部材２５（コイル２５Ａ，２５Ｂ，２５Ｃ）は、ｕ相コイル２５Ａとｗ相コイル２５Ｃとの中間に位置するｖ相コイル２５Ｂが最も高温になり易い。このため、ｖ相コイル２５Ｂの耐久性、寿命を維持する上での上限となる温度を、両側のｕ相コイル２５Ａとｗ相コイル２５Ｃの検出温度（温度センサ３２，３３の出力値Ｔ1u，Ｔ1w）から熱抵抗を考慮して導き出すように、前記第１の温度上限値Ｔαは決められている。

[0045] 前側の台車３に設けられた前部左側（ＦＬ）の第１アクチュエータ７Ａを例に挙げると、温度センサ３２，３３の出力値Ｔ1u，Ｔ1wが、例えば第１の温度上限値Ｔα以上になると、コイル部材２５のうち最も高温になり易いｖ

相コイル２５Ｂ（即ち、コイル２５Ｂ）が損傷される可能性がある。このため、制御装置１０の制御コントローラ１３は、温度センサ３２の出力値Ｔ1uまたは温度センサ３３の出力値Ｔ1wが第１の温度上限値Ｔα（制御可能温度閾値）を超えたときに、第１アクチュエータ７Ａの出力を制限して温度上昇を抑えるような制御を行う。この点は、他のアクチュエータ７Ｂ～７Ｄについても同様であるので、説明を省略する。

[0046] 一方、第２の温度上限値Ｔβは、例えばｕ相コイル２５Ａの耐久性、寿命を維持する上での上限となる温度を、反対側のｗ相コイル２５Ｃの検出温度（温度センサ３３の出力値Ｔ1w）から熱抵抗を考慮して導き出すか、またはｗ相コイル２５Ｃの耐久性、寿命を維持する上での上限となる温度を反対側のｕ相コイル２５Ａの検出温度（温度センサ３２の出力値Ｔ1u）から熱抵抗を考慮して導き出すように設定した温度上限値である。このように、第１の温度上限値Ｔαと第２の温度上限値Ｔβとは、考慮する熱抵抗が異なっているために、第１の温度上限値Ｔαの方が第２の温度上限値Ｔβよりも高い温度（Ｔα＞Ｔβ）となる。

[0047] 次に、例えば図５～図７に示す温度センサ３２，３３の異常判断を行うための第１～第３パターンの特性について説明する。

[0048] 温度センサ３２，３３の異常判断（故障判定）を行うための第１パターンは、図５中に実線で示す正常時の特性線３４に対し、点線で示す特性線３５では、検出開始時の温度が下限閾値よりも低い温度となる故障パターンとなっている。また、点線で示す他の特性線３６では、検出温度が上限閾値よりも高い温度となる故障パターンとなっている。図５中に点線で示す特性線３５，３６の故障パターン（第１パターン）に対しては、温度センサ３２，３３の出力値（検出温度）に上限閾値と下限閾値を設け、閾値以上または以下となった場合に、センサ異常と判断することで、温度センサ３２，３３の故障を適切に検出することが可能となる。

[0049] 図６に示す第２パターンは、実線で示す正常時の特性線３４に対し、点線で示す特性線３７では、検出開始後の温度が下限閾値よりも僅かに高いもの

の、ほぼ同じ温度で推移する故障パターンとなっている。また、点線で示す他の特性線３８は、検出開始後の温度が上限閾値よりも僅かに低いものの、ほぼ同じ温度で推移する故障パターンとなっている。このような故障の第２パターンは、温度センサ３２または３３が計測対象物（例えば、コイル２５Ａまたは２５Ｃ）から剥がれるか、または温度センサ本体や計測回路の故障により、出力値が一定値で固着した場合である。

[0050] この故障（第２パターン）は、温度センサ３２，３３の出力値がどの値で固着したかによって故障検出方法が変わってくる。例えば、上限閾値以上または下限閾値以下で固着した場合、単純な出力異常でありセンサ故障として検出することができる。しかし、正常範囲内（下限閾値以上で、かつ上限閾値以下）で固着した場合、例えば他のアクチュエータ７に設けた温度センサの出力値と比較し偏差が大きいか否かにより、異常候補となる温度センサを検出できるが、異常軸（いずれのアクチュエータ７における温度センサの故障か）の特定ができない。その理由は、複数の温度センサが正常範囲内にある場合、どちらのセンサ出力値が正常と見做すかを判断しなければならず、異常軸の特定が難しいからである。

[0051] 一方、図７に示す第３パターンは、実線で示す正常時の特性線３４に対し、点線で示す特性線３９では、検出開始後の温度が漸次低い温度となり、特性線３４（正常時）との温度検出誤差が大きくなっている故障パターンである。このような故障の第３パターンは、温度センサ３２または３３が計測対象物から一部のみ剥がれ、正常時と比べて出力値の変化が緩やかになった場合である。例えば、温度センサ３２または３３と計測対象物との間に隙間ができることで、温度センサ３２，３３の出力値の時定数が大きくなった状態である。

[0052] この第３パターンの故障は、正常時と異常時の出力差が小さい場合、複数の温度センサの出力値の差（出力差）による異常検出が難しい。即ち、温度の不平衡がある環境において、正常時に比べて温度センサの出力値が高いか、低いかという判断をするのは困難である。例えば、他の温度センサとの出

力差（偏差）を演算することで、偏差がある閾値以上になった場合に温度センサの故障と判断することも可能であるが、この場合、温度センサが故障したことに伴う温度差なのか、それとも温度不平衡による温度差なのかを判断できず、温度センサの故障として誤検知する虞れがある。

[0053] 以上のことから、温度センサ３２，３３の故障パターン（特に、第２，第３パターン）によっては、温度センサ３２，３３の出力値の平均値や偏差から故障検知するのは困難な場合がある。以上の技術背景に鑑みて、本実施の形態では、制御装置１０が２つのセンサ値比較判定部（２つの台車間のセンサ値比較判定部１４，同一の台車でのセンサ値比較判定部１５）およびセンサ異常判定部１６を備えている。これにより、アクチュエータ７（図２中の第１アクチュエータ７Ａ，７Ｃと第２アクチュエータ７Ｂ，７Ｄ）にそれぞれ取付けた複数の温度センサ３２，３３のうち、いずれかのセンサが異常となっても、出力値の相互比較で故障した温度センサを特定することができるようにしている。

[0054] 次に、制御装置１０の前記２つの台車間のセンサ値比較判定部１４，前記同一の台車でのセンサ値比較判定部１５およびセンサ異常判定部１６について、それぞれの具体的な構成を詳述する。

[0055] ここで、２つの台車間のセンサ値比較判定部１４は、後述の図８に示す処理手順に沿って一方の台車（例えば、前側の台車３）と他方の台車（例えば、後側の台車３）との間で第１アクチュエータ７Ａ，７Ｃに設けられた同相の温度センサ３２の出力値Ｔ1u，Ｔ3uを比較すると共に、他の同相の温度センサ３３の出力値Ｔ1w，Ｔ3wを比較し、かつ各第２アクチュエータ７Ｂ，７Ｄに設けられた同相の温度センサ３２の出力値Ｔ2u，Ｔ4uを比較すると共に、他の同相の温度センサ３３の出力値Ｔ2w，Ｔ4wを比較する比較演算を行う。

[0056] 即ち、２つの台車間のセンサ値比較判定部１４は、第１アクチュエータ７Ａ，７Ｃに設けられた各温度センサ３２の出力値Ｔ1u，Ｔ3uの差（より具体的には、両者の差の絶対値｜Ｔ1u－Ｔ3u｜）が予め決められた判定用閾値Ｔ

ａに比較して大きいか否かを判定し、かつ各温度センサ３３の出力値Ｔ1w，Ｔ3wの差（より具体的には、両者の差の絶対値｜Ｔ1w－Ｔ3w｜）が予め決められた判定用閾値Ｔａに比較して大きいか否か、例えば判定用閾値Ｔａ以上まで大きくなっているか否かを判定する比較演算を行う。

[0057] また、２つの台車間のセンサ値比較判定部１４は、第２アクチュエータ７Ｂ，７Ｄに設けられた各温度センサ３２の出力値Ｔ2u，Ｔ4uの差（より具体的には、両者の差の絶対値｜Ｔ2u－Ｔ4u｜）が予め決められた判定用閾値Ｔａに比較して大きいか否かを判定し、かつ各温度センサ３３の出力値Ｔ2w，Ｔ4wの差（より具体的には、両者の差の絶対値｜Ｔ2w－Ｔ4w｜）が予め決められた判定用閾値Ｔａに比較して大きいか否か、例えば判定用閾値Ｔａ以上まで大きくなっているか否かを判定する比較演算を行う。

[0058] ２つの台車間のセンサ値比較判定部１４は、例えば前側の台車３の第１アクチュエータ７Ａにおいてｕ相コイル２５Ａ近傍の温度を検出する温度センサ３２の出力値Ｔ1uと、後側の台車３の第１アクチュエータ７Ｃにおいて同じくｕ相コイル２５Ａ近傍の温度を検出する温度センサ３２の出力値Ｔ3uというように、同じ車両の異なる台車３間で、かつ進行方向（例えば、矢示Ａ方向）で左，右方向の同じ側（左側）に取付けられた前，後の第１アクチュエータ７Ａ，７Ｃ（または、右側に取付けられた前，後の第２アクチュエータ７Ｂ，７Ｄ）の同じ相に取付けられた各温度センサ３２（または、各温度センサ３３）間において、それぞれの出力値を相互比較する。

[0059] このように、前，後の第１アクチュエータ７Ａ，７Ｃ（または、前，後の第２アクチュエータ７Ｂ，７Ｄ）の温度センサ出力を相互に比較することで、鉄道車両１の左側のレール５と右側のレール５の軌道違い（軌道狂い）、または軌道曲線に伴う入力条件の差による影響を小さく抑えることができ、軌道から台車３、車体２間への入力の影響を前，後でほぼ同等とすることができる。さらに、車両の左，右方向で同じ側に取付けられている前，後の第１アクチュエータ７Ａ，７Ｃ（または、前，後の第２アクチュエータ７Ｂ，７Ｄ）は、それぞれが受ける冷却風の条件もほぼ同等となる。

[0060] 以上のことから、車両の左，右方向で同じ側に取付けられている前，後の第１アクチュエータ７Ａ，７Ｃ間（または、前，後の第２アクチュエータ７Ｂ，７Ｄ間）は、それぞれが発生する推力、推力に伴う発熱、冷却風の影響は、ほぼ同等となるので、ｕ相コイル２５Ａ近傍の温度を検出する温度センサ３２の出力値は同等となり、ｗ相コイル２５Ｃ近傍の温度を検出する温度センサ３３の出力値もほぼ同等になるといえる。

[0061] そこで、２つの台車間のセンサ値比較判定部１４は、ほぼ同等となる温度センサ間の出力値の差を、後述の図８に示すステップ２，４，６，８の如く比較し、判定用閾値Ｔａ以上の場合、閾値Ｔａ以上となった２つの温度センサのうち、いずれか一方をステップ３，５，７，９の如く異常と判定する。例えば、出力値Ｔ1uが３０℃、出力値Ｔ3uが１００℃、判定用閾値Ｔａを４０Ｋとした場合、両者の差の絶対値｜Ｔ1u－Ｔ3u｜は、｜Ｔ1u－Ｔ3u｜＝｜３０－１００｜＝７０Ｋとなり、絶対値｜Ｔ1u－Ｔ3u｜は、例えば４０Ｋの判定用閾値Ｔａ以上であり、出力値Ｔ1uの温度センサ３２と出力値Ｔ3uの温度センサ３２のいずれか一方は異常と判定される。そして、後述のステップ１１において「異常判断候補１」をメモリ１２に記憶させる。

[0062] しかし、この場合の「異常判断候補１」は、２つの温度センサのうちのいずれかであり、これだけでは異常となった故障している温度センサを特定することはできない。換言すれば、出力値Ｔ1uまたは出力値Ｔ3uの温度センサ３２が測定対象物から剥がれてしまい適切な温度が取得できないのか、それとも出力値Ｔ1uまたは出力値Ｔ3uのどちらかの温度センサ３２または温度センサ用の回路が故障し、一定値に固着したのか、またはそれ以外にまた別の原因があるのかを判断することはできない。

[0063] そこで、同一の台車でのセンサ値比較判定部１５は、別の観点から比較判定して温度センサの異常判断候補２を記録（記憶）し、その後のセンサ異常判定部１６において、２つの異常判断候補１，２からアンド条件を満たす温度センサを異常とし、温度センサの故障を確定する。

[0064] 同一の台車でのセンサ値比較判定部１５は、後述の図９に示す処理手順に

沿って一方の台車（例えば、前側の台車３）において、第１，第２アクチュエータ７Ａ，７Ｂに設けられた同相の温度センサ３２のそれぞれの出力値Ｔ1u，Ｔ2uを比較すると共に、他の同相の温度センサ３３の出力値Ｔ1w，Ｔ2wを比較し、かつ他方の台車（例えば、後側の台車３）において第１，第２アクチュエータ７Ｃ，７Ｄに設けられた同相の温度センサ３２のそれぞれの出力値Ｔ3u，Ｔ4uを比較すると共に、他の同相の温度センサ３３の出力値Ｔ3w，Ｔ4wを比較する比較演算を行う。

[0065] 即ち、センサ値比較判定部１５は、前側の台車３において、第１，第２アクチュエータ７Ａ，７Ｂに設けられた同相の温度センサ３２のそれぞれの出力値Ｔ1u，Ｔ2uの出力差（両者の絶対値｜Ｔ1u－Ｔ2u｜＝Ｔ12u）と、他の温度センサ３３のそれぞれの出力値Ｔ1w，Ｔ2wの出力差（両者の絶対値｜Ｔ1w－Ｔ2w｜＝Ｔ12w）とを演算する。また、後側の台車３において、第１，第２アクチュエータ７Ｃ，７Ｄに設けられた同相の温度センサ３２のそれぞれの出力値Ｔ3u，Ｔ4uの出力差（両者の絶対値｜Ｔ3u－Ｔ4u｜＝Ｔ34u）と、他の温度センサ３３のそれぞれの出力値Ｔ3w，Ｔ4wの出力差（両者の絶対値｜Ｔ3w－Ｔ4w｜＝Ｔ34w）とを演算する。

[0066] この上で、センサ値比較判定部１５は、同一の台車３毎にそれぞれ演算した前記各出力差（即ち、出力差の絶対値Ｔ12u，Ｔ12w，Ｔ34u，Ｔ34w）の平均値Ｔaveを、下記の数１式の如く演算する共に、前記各出力差（絶対値Ｔ12u，Ｔ12w，Ｔ34u，Ｔ34w）と平均値Ｔaveとの偏差である差分ΔＴ12u，ΔＴ12w，ΔＴ34u，ΔＴ34wを下記の数２式の如く演算する。そして、これらの差分ΔＴ12u，ΔＴ12w，ΔＴ34u，ΔＴ34wが予め決められた判定用閾値Ｔｂに比較して大きいか否か、例えば判定用閾値Ｔｂ以上まで大きくなっているか否かを判定する比較演算を行う。

[0067] [数1]

$$Tave=\frac{T12u+T12w+T34u+T34w}{4}$$

[0068] [数2]

$$\Delta T12u=|Tave-T12u|\ \Delta T12w=|Tave-T12w|\ \Delta T34u=|Tave-T34u|$$
$$\Delta T34w=|Tave-T34w|$$

[0069] 同一の台車でのセンサ値比較判定部１５は、１車両に８個取付けられる温度センサ３２，３３のうち、同相の２個ずつ温度センサ値の差分を出力差Ｔ12u，Ｔ12w，Ｔ34u，Ｔ34wとして求める（図９のステップ２２参照）。ここで、温度センサの差分（出力差Ｔ12u，Ｔ12w，Ｔ34u，Ｔ34w）を求める際には、同じ台車３の左，右方向に離間して取付けられた第１，第２アクチュエータ７Ａ，７Ｂ（７Ｃ，７Ｄ）で、かつ同じ相の温度センサの出力差とする。

[0070] 同じ台車３で左，右方向に離間して取付けられた第１，第２アクチュエータ７Ａ，７Ｂ間（または、第１，第２アクチュエータ７Ｃ，７Ｄ間）では、軌道違い（軌道狂い）、または軌道曲線に伴う入力条件が異なり、さらに冷却風の影響も互いに異なることになる。このため、第１，第２アクチュエータ７Ａ，７Ｂ間（または、第１，第２アクチュエータ７Ｃ，７ＢＤ間）には、ある一定の幅を持った温度差があると考えられる。この温度差は、後述のステップ２２で求められる出力差Ｔ12u，Ｔ12w，Ｔ34u，Ｔ34wである。ステップ２３では、これらの出力差Ｔ12u，Ｔ12w，Ｔ34u，Ｔ34wの平均値Ｔaveを、前記数１式により演算して求める。即ち、前記温度差を平均化した平均値Ｔaveを算出する。

[0071] 次のステップ２４では、ステップ２３で算出した平均値Ｔaveと、ステップ２２で算出した温度差（出力差Ｔ12u，Ｔ12w，Ｔ34u，Ｔ34w）との偏差を差分ΔＴ12u，ΔＴ12w，ΔＴ34u，ΔＴ34wとして演算する。次のステップ２５では、これらの差分ΔＴ12u，ΔＴ12w，ΔＴ34u，ΔＴ34wのうち、最も大きな差分（最大値ΔＴmax1）を、平均値Ｔaveから最も乖離の大きいものとして算出する。次のステップ２６では、最大値ΔＴmax1と判定用閾値Ｔｂとを比較し、最大値ΔＴmax1が判定用閾値Ｔｂ以上の場合は、最大値ΔＴmax1を求めた２つの温度センサのどちらかが異常とし、ステップ２７で「異常判断候

補２」として記憶させる。

[0072] 次に、制御装置１０のセンサ異常判定部１６は、後述の図１０に示す処理手順に沿って、前記比較判定部１４，１５の判定結果に基づき各温度センサ３２，３３のうちいずれのセンサが異常な温度センサであるか否かを特定する。図１１に示す判定テーブル４０は、２つの比較判定部１４，１５の判定結果（異常判断候補１，２）から、両候補で重複してアンド条件を満たす温度センサを異常とし、故障確定の温度センサを上から順に出力値Ｔ1u，Ｔ1w，Ｔ4u，Ｔ4w，Ｔ3u，Ｔ3w，Ｔ2u，Ｔ2wとして特定した場合を表している。

[0073] 即ち、センサ異常判定部１６は、各温度センサ３２，３３のうち前記比較判定部１４により前記出力差の絶対値（｜Ｔ1u－Ｔ3u｜，｜Ｔ1w－Ｔ3w｜，｜Ｔ2u－Ｔ4u｜，｜Ｔ2w－Ｔ4w｜）が判定用閾値Ｔａに比較して大きい（例えば、判定用閾値Ｔａ以上まで大きくなっている）と判定された温度センサと、前記比較判定部１５により前記差分ΔＴ12u，ΔＴ12w，ΔＴ34u，ΔＴ34wが判定用閾値Ｔｂに比較して大きい（例えば、判定用閾値Ｔｂ以上まで大きくなっている）と判定された温度センサとから、例えばアンド条件を満たす温度センサを、出力異常で故障している温度センサとして特定する処理を行う。

[0074] 第１の実施の形態による鉄道車両１の車両振動制御装置は、上述の如き構成を有するもので、次に、その作動について説明する。

[0075] 鉄道車両１がレール５に沿って図１、図２中の矢示Ａ方向に走行しているときに、例えばロール（横揺れ）またはピッチ（前，後方向の揺れ）等の振動が発生すると、このときの上，下方向の振動を各加速度センサ９によって検出する。即ち、第１アクチュエータ７Ａ側の加速度センサ９は、車体２の前部左側（ＦＬ）の振動を検出し、第２アクチュエータ７Ｂ側の加速度センサ９は車体２の前部右側（ＦＲ）の振動を検出する。第１アクチュエータ７Ｃ側の加速度センサ９は、車体２の後部左側（ＲＬ）の振動を検出し、第２アクチュエータ７Ｄ側の加速度センサ９は、車体２の後部右側（ＲＲ）の振動を検出する。

[0076] 制御装置１０の制御コントローラ１３は、各加速度センサ９で検出した信号をそれぞれ個別な車両挙動（加速度）の検出信号として判別しつつ、鉄道車両１の振動を抑えるために、例えばＦＬ，ＦＲ，ＲＬ，ＲＲ側の各アクチュエータ７（第１アクチュエータ７Ａ，７Ｃと第２アクチュエータ７Ｂ，７Ｄ）で発生すべき目標減衰力を演算する。そして、第１アクチュエータ７Ａ，７Ｃと第２アクチュエータ７Ｂ，７Ｄは、制御コントローラ１３から個別に出力される指令信号に従って、それぞれの発生減衰力が目標減衰力に沿った特性となるように可変に制御される。

[0077] ところで、従来の車両振動制御装置（即ち、温度センサを２個配置してなるアクチュエータを用いた鉄道車両の車両振動制御装置）において、温度センサの故障パターン（例えば、図６，図７に示す第２，第３パターン）によっては、温度センサの出力値の平均値や偏差から複数の温度センサのうちいずれのセンサが故障しているかを特定することが困難な場合がある。そして、１個の温度センサが故障した場合、残余の温度センサは正常に動作しているにもかかわらず、従来技術では温度センサの全てが異常と判断される虞れがある。

[0078] そこで、第１の実施の形態では、例えば図３に示す制御装置１０が２つの台車間のセンサ値比較判定部１４，同一の台車でのセンサ値比較判定部１５およびセンサ異常判定部１６を備え、図８～図１０に示す制御処理を実施することにより、合計８個の温度センサ３２，３３のうち、いずれの温度センサが異常となっても、異常な温度センサを確実に特定することができるようにしている。

[0079] ２つの台車間のセンサ値比較判定部１４は、図８に示す処理動作がスタートすると、ステップ１で合計８個の温度センサ３２，３３から出力される温度検出信号（出力値Ｔ1u，Ｔ1w，Ｔ2u，Ｔ2w，Ｔ3u，Ｔ3w，Ｔ4u，Ｔ4w）を読込む。即ち、前側の台車３に設けられた前部左側（ＦＬ）の第１アクチュエータ７Ａにおいて、温度センサ３２（ＦＬ）はｕ相コイル２５Ａ近傍の温度を出力値Ｔ1uとして検出し、温度センサ３３（ＦＬ）はｗ相コイル２５Ｃ

近傍の温度を出力値Ｔ1wとして検出する。また、前側の台車３に設けられた前部右側（ＦＲ）の第２アクチュエータ７Ｂにおいて、温度センサ３２（ＦＲ）はｕ相コイル２５Ａ近傍の温度を出力値Ｔ2uとして検出し、温度センサ３３（ＦＲ）はｗ相コイル２５Ｃ近傍の温度を出力値Ｔ2wとして検出する。

[0080] 後側の台車３に設けられた後部左側（ＲＬ）の第１アクチュエータ７Ｃにおいて、温度センサ３２（ＲＬ）はｕ相コイル２５Ａ近傍の温度を出力値Ｔ3uとして検出し、温度センサ３３（ＲＬ）はｗ相コイル２５Ｃ近傍の温度を出力値Ｔ3wとして検出する。また、後側の台車３に設けられた後部右側（ＲＲ）の第２アクチュエータ７Ｄにおいて、温度センサ３２（ＲＲ）はｕ相コイル２５Ａ近傍の温度を出力値Ｔ4uとして検出し、温度センサ３３（ＲＲ）はｗ相コイル２５Ｃ近傍の温度を出力値Ｔ4wとして検出する。

[0081] 次のステップ２では、前側の第１アクチュエータ７Ａに設けられた温度センサ３２（ＦＬ）の出力値Ｔ1uと、後側の第１アクチュエータ７Ｃに設けられた温度センサ３２（ＲＬ）の出力値Ｔ3uとの差を、絶対値（｜Ｔ1u－Ｔ3u｜）として算出し、この絶対値（｜Ｔ1u－Ｔ3u｜）が予め決められた判定用閾値Ｔａに比較して大きいか否か、即ち判定用閾値Ｔａ以上に大きいか否かを判定する。

[0082] ステップ２で「ＹＥＳ」と判定したときには、出力値Ｔ1u，Ｔ3uの差の絶対値（｜Ｔ1u－Ｔ3u｜）が異常の判定用閾値Ｔａ以上に大きくなっているので、次のステップ３で出力値Ｔ1u，Ｔ3uの温度センサ３２のうち、いずれか一方のセンサが異常と判断することができる。また、ステップ２で「ＮＯ」と判定されるときには、出力値Ｔ1u，Ｔ3uの温度センサ３２は、いずれも異常ではないと判断することができる。

[0083] 次のステップ４では、前側の第１アクチュエータ７Ａに設けられた温度センサ３３（ＦＬ）の出力値Ｔ1wと、後側の第１アクチュエータ７Ｃに設けられた温度センサ３３（ＲＬ）の出力値Ｔ3wとの差を、絶対値（｜Ｔ1w－Ｔ3w｜）として算出し、この絶対値（｜Ｔ1w－Ｔ3w｜）が異常の判定用閾値Ｔａに比較して大きいか否か、即ち判定用閾値Ｔａ以上に大きいか否かを判定す

る。

[0084] ステップ４で「ＹＥＳ」と判定したときには、出力値Ｔ1w，Ｔ3wの差の絶対値（｜Ｔ1w－Ｔ3w｜）が異常の判定用閾値Ｔａ以上に大きくなっているので、次のステップ５で出力値Ｔ1w，Ｔ3wの温度センサ３３のうち、いずれか一方のセンサが異常と判断することができる。また、ステップ４で「ＮＯ」と判定されるときには、出力値Ｔ1w，Ｔ3wの温度センサ３３は、いずれも異常ではないと判断することができる。

[0085] 次のステップ６では、前側の第２アクチュエータ７Ｂに設けられた温度センサ３２（ＦＲ）の出力値Ｔ2uと、後側の第２アクチュエータ７Ｄに設けられた温度センサ３２（ＲＲ）の出力値Ｔ4uとの差を、絶対値（｜Ｔ2u－Ｔ4u｜）として算出し、この絶対値（｜Ｔ2u－Ｔ4u｜）が異常の判定用閾値Ｔａに比較して大きいか否か、即ち判定用閾値Ｔａ以上に大きいか否かを判定する。

[0086] ステップ６で「ＹＥＳ」と判定したときには、出力値Ｔ2u，Ｔ4uの差の絶対値（｜Ｔ2u－Ｔ4u｜）が異常の判定用閾値Ｔａ以上に大きくなっているので、次のステップ７で出力値Ｔ2u，Ｔ4uの温度センサ３２のうち、いずれか一方のセンサが異常と判断することができる。また、ステップ６で「ＮＯ」と判定されるときには、出力値Ｔ2u，Ｔ4uの温度センサ３２は、いずれも異常ではないと判断することができる。

[0087] 次のステップ８では、前側の第２アクチュエータ７Ｂに設けられた温度センサ３３（ＦＲ）の出力値Ｔ2wと、後側の第２アクチュエータ７Ｄに設けられた温度センサ３３（ＲＲ）の出力値Ｔ4wとの差を、絶対値（｜Ｔ2w－Ｔ4w｜）として算出し、この絶対値（｜Ｔ2w－Ｔ4w｜）が異常の判定用閾値Ｔａに比較して大きいか否か、即ち判定用閾値Ｔａ以上に大きいか否かを判定する。

[0088] ステップ８で「ＹＥＳ」と判定したときには、出力値Ｔ2w，Ｔ4wの差の絶対値（｜Ｔ2w－Ｔ4w｜）が異常の判定用閾値Ｔａ以上に大きくなっているので、次のステップ９で出力値Ｔ2w，Ｔ4wの温度センサ３３のうち、いずれか

一方のセンサが異常と判断することができる。また、ステップ８で「ＮＯ」と判定されるときには、出力値Ｔ2w，Ｔ4wの温度センサ３３は、いずれも異常ではないと判断することができる。

[0089] 次のステップ１０では、前記各温度センサ３２，３３のいずれかに異常が発生しているか否かを判定し、「ＮＯ」と判定するときには、各温度センサ３２，３３のいずれにも異常は発生していないので、前記ステップ１に戻って、これ以降の処理を続行する。しかし、ステップ１０で「ＹＥＳ」と判定するときには、前記ステップ３，５，７または９のいずれかで、温度センサ３２または３３が異常と判断されている場合である。

[0090] そこで、次のステップ１１では、異常と判断されている温度センサ３２または３３（即ち、出力値Ｔ1uまたはＴ3uの温度センサ３２、出力値Ｔ1wまたはＴ3wの温度センサ３３、出力値Ｔ2uまたはＴ4uの温度センサ３２、出力値Ｔ2wまたはＴ4wの温度センサ３３のいずれか）を、例えば図１１に示すように「異常判断候補１」としてメモリ１２に記憶させる。そして、ステップ１２ではメインのフロー（図示せず）にリターンする。

[0091] 次に、同一の台車でのセンサ値比較判定部１５は、図９に示す処理動作がスタートすると、ステップ２１で前記ステップ１と同様に合計８個の温度センサ３２，３３から出力される温度検出信号としての出力値Ｔ1u，Ｔ1w，Ｔ2u，Ｔ2w，Ｔ3u，Ｔ3w，Ｔ4u，Ｔ4w）を読込む。次のステップ２２では、前側の台車３において、第１，第２アクチュエータ７Ａ，７Ｂに設けられた同相の温度センサ３２の出力値Ｔ1u，Ｔ2uを相互比較すると共に、他の同相の温度センサ３３の出力値Ｔ1w，Ｔ2wを相互比較し、かつ後側の台車３において、第１，第２アクチュエータ７Ｃ，７Ｄに設けられた同相の温度センサ３２の出力値Ｔ3u，Ｔ4uを相互比較すると共に、他の同相の温度センサ３３の出力値Ｔ3w，Ｔ4wを相互比較する比較演算を行う。

[0092] 即ち、センサ値比較判定部１５は、ステップ２２において、前側の台車３の第１，第２アクチュエータ７Ａ，７Ｂに設けられた同相の温度センサ３２の出力値Ｔ1u，Ｔ2uの出力差（両者の絶対値｜Ｔ1u－Ｔ2u｜＝Ｔ12u）と、他

の温度センサ３３の出力値Ｔ1w，Ｔ2wの出力差（両者の絶対値｜Ｔ1w－Ｔ2w｜＝Ｔ12w）とを演算する。また、後側の台車３において、第１，第２アクチュエータ７Ｃ，７Ｄに設けられた同相の温度センサ３２の出力値Ｔ3u，Ｔ4uの出力差（両者の絶対値｜Ｔ3u－Ｔ4u｜＝Ｔ34u）と、他の温度センサ３３の出力値Ｔ3w，Ｔ4wの出力差（両者の絶対値｜Ｔ3w－Ｔ4w｜＝Ｔ34u）とを演算する。

[0093] 次のステップ２３では、前記出力差Ｔ12u，Ｔ12w，Ｔ34u，Ｔ34wの平均値Ｔaveを、前記数１式により演算して求める。次のステップ２４では、前記各出力差（絶対値Ｔ12u，Ｔ12w，Ｔ34u，Ｔ34w）と平均値Ｔaveとの偏差である差分ΔＴ12u，ΔＴ12w，ΔＴ34u，ΔＴ34wを前記数２式に従って演算する。そして、次のステップ２５では、数２式による差分ΔＴ12u，ΔＴ12w，ΔＴ34u，ΔＴ34wのうち、最も大きな差分を最大値ΔＴmax1として算出する。

[0094] 次のステップ２６では、前記最大値ΔＴmax1が予め決められた異常の判定用閾値Ｔｂに比較して大きいか否か、例えば判定用閾値Ｔｂ以上まで大きくなっているか否かを判定する。ステップ２６で「ＮＯ」と判定するときは、前記最大値ΔＴmax1が判定用閾値Ｔｂよりも小さく、この場合は、全ての差分ΔＴ12u，ΔＴ12w，ΔＴ34u，ΔＴ34wが判定用閾値Ｔｂよりも小さいことになる。これによって、前記出力差Ｔ12u，Ｔ12w，Ｔ34u，Ｔ34wは、平均値Ｔaveに近い値であり、平均値Ｔaveとの偏差は無視できる程度に小さいと判断できる。

[0095] このため、前記出力値Ｔ1u，Ｔ2u，Ｔ3u，Ｔ4uの温度センサ３２と出力値Ｔ1w，Ｔ2w，Ｔ3w，Ｔ4wの温度センサ３３とは、いずれも異常ではなく、正常に動作していると判断することができる。そこで、ステップ２６で「ＮＯ」と判定したときには、全ての温度センサ３２，３３は正常と判断して前記ステップ２１に戻り、これ以降の処理を続行する。

[0096] 一方、ステップ２６で「ＹＥＳ」と判定したときには、前記最大値ΔＴmax1が異常の判定用閾値Ｔｂ以上となり、前記差分ΔＴ12u，ΔＴ12w，ΔＴ34u，ΔＴ34wのうち、最も大きな差分（最大値ΔＴmax1）は、異常の判定用閾値

Ｔｂ以上まで大きくなっている。このため、最大値ΔＴmax1に該当する前記差分ΔＴ12u，ΔＴ12w，ΔＴ34u，ΔＴ34wのいずれか、即ち出力値Ｔ1u，Ｔ2uの温度センサ３２、出力値Ｔ1w，Ｔ2wの温度センサ３３、出力値Ｔ3u，Ｔ4uの温度センサ３２または出力値Ｔ3w，Ｔ4wの温度センサ３３のいずれかは、出力値が異常となって故障している。

[0097] そこで、次のステップ２７では、出力値Ｔ1uまたはＴ2uの温度センサ３２、出力値Ｔ1wまたはＴ2wの温度センサ３３、出力値Ｔ3uまたはＴ4uの温度センサ３２、出力値Ｔ3wまたはＴ4wの温度センサ３３のいずれかを、例えば図１１に示すように「異常判断候補２」としてメモリ１２に記憶させる。そして、ステップ２８ではメインのフロー（図示せず）にリターンする。

[0098] 次に、制御装置１０のセンサ異常判定部１６は、図１０に示す処理動作がスタートすると、ステップ３１において前記ステップ１１（図８参照）による「異常判断候補１」を読込む。また、ステップ３２において前記ステップ２７（図９参照）による「異常判断候補２」を読込む。

[0099] 次のステップ３３では、前述した「異常判断候補１」と「異常判断候補２」とに重複する温度センサ３２または３３があるか否かを判定する。ステップ３３で「ＮＯ」と判定するときには、前記ステップ３１に戻って、これ以降の処理を続行する。しかし、ステップ３３で「ＹＥＳ」と判定するときには、例えば図１１に示す判定テーブル４０のように、２つの異常判断候補１，２で重複したアンド条件を満たす温度センサがあるので、次のステップ３４で該当する温度センサを故障と確定する。

[0100] 即ち、制御装置１０のセンサ異常判定部１６は、図１１に示す判定テーブル４０により２つの異常判断候補１，２で重複したアンド条件を満たす温度センサを故障確定の温度センサとして、上から順に出力値Ｔ1uの温度センサ３２、出力値Ｔ1wの温度センサ３３、出力値Ｔ4uの温度センサ３２、出力値Ｔ4wの温度センサ３３、出力値Ｔ3uの温度センサ３２、出力値Ｔ3wの温度センサ３３、出力値Ｔ2uの温度センサ３２、出力値Ｔ2wの温度センサ３３のいずれかとして特定することができる。

[0101] かくして、第１の実施の形態によれば、２つ台車３の間で第１アクチュエータ７Ａ，７Ｃに設けられた同相の温度センサ３２，３３のそれぞれの出力値Ｔ1u，Ｔ1w，Ｔ3u，Ｔ3wを比較し、かつ第２アクチュエータ７Ｂ，７Ｄに設けられた同相の温度センサ３２，３３のそれぞれの出力値Ｔ2u，Ｔ2w，Ｔ4u，Ｔ4wを比較する２つの台車間のセンサ値比較判定部１４と、前側の台車３において第１，第２アクチュエータ７Ａ，７Ｂに設けられた同相の温度センサ３２，３３のそれぞれの出力値Ｔ1u，Ｔ1w，Ｔ2u，Ｔ2wを比較し、かつ後側の台車３において第１，第２アクチュエータ７Ｃ，７Ｄに設けられた同相の温度センサ３２，３３のそれぞれの出力値Ｔ3u，Ｔ3w，Ｔ4u，Ｔ4wを比較する同一の台車でのセンサ値比較判定部１５と、前記比較判定部１４，１５の判定結果（異常判断候補１，２）に基づいて前記各温度センサ３２，３３のうち異常な温度センサを特定するセンサ異常判定部１６とを備えている。

[0102] 即ち、第１の実施の形態では、２つの台車間のセンサ値比較判定部１４により異常と判断された異常判断候補１と、同一の台車でのセンサ値比較判定部１５により異常と判断された異常判断候補２とから、センサ異常判定部１６により異常判断候補１，２で重複する温度センサ３２または３３があるか否かを判定する。これにより、合計８個の温度センサ３２，３３のうち、いずれの温度センサが異常となっても、異常な温度センサを確実に特定することができる。

[0103] この上で、例えば１個の温度センサが故障し、他の温度センサが正常に動作している場合には、制御コントローラ１３の制御可能温度変更部１３Ｂにより、制御可能温度閾値を前記第１の温度上限値Ｔαより小さい第２の温度上限値Ｔβに変更する。そして、前記制御可能温度閾値の変更後は、複数の温度センサ３２，３３のうち異常が検出されてない正常な温度センサの検出信号（出力値）に基づいて、アクチュエータ７の駆動制御を継続して行うことができる。これにより、本来期待すべき車両の乗り心地を確保することが可能となる。

[0104] 従って、第１の実施の形態によれば、第１アクチュエータ７Ａ，７Ｃ、第

２アクチュエータ７Ｂ，７Ｄの各コイル２５Ａ，２５Ｃ近傍に取付けた温度センサ３２，３３のうち、いずれかのセンサが異常となっても、異常なセンサ（故障した温度センサ）を適切に特定することができる。また、温度センサの異常（異常が発生している温度センサ）が特定されることで、第１アクチュエータ７Ａ，７Ｃ、第２アクチュエータ７Ｂ，７Ｄの発火・発煙という故障モードのリスクが減るので、信頼性を高めることができる。

[0105] なお、前記第１の実施の形態では、図９に示すステップ２６で差分ΔＴ12u，ΔＴ12w，ΔＴ34u，ΔＴ34wの最大値ΔＴmax2を算出する場合を例に挙げて説明した。しかし、本発明はこれに限るものではなく、例えば判定用閾値Ｔｂに比較して、差分ΔＴ12u，ΔＴ12w，ΔＴ34u，ΔＴ34wのいずれかが閾値Ｔｂ以上となっているか否かを判定し、これによって「異常判断候補２」を検知（判別）する構成としてもよい。

[0106] 次に、図１２および図１３は第２の実施の形態を示している。この実施の形態では、前述した第１の実施の形態と同一の構成要素に同一の符号を付し、その説明を省略する。しかし、第２の実施の形態の特徴は、各温度センサの出力値の差を当該温度センサ毎の一定時間当りの出力変化の差から算出し、一定時間内における温度変化をもとにした温度勾配を使用して異常な温度センサを特定する構成としたことにある。

[0107] 前記第１の実施の形態においては、温度センサ３２，３３の検出信号は夫々の瞬時値を、出力値Ｔ1u，Ｔ1w，Ｔ2u，Ｔ2w，Ｔ3u，Ｔ3w，Ｔ4u，Ｔ4wとして使用し、これらの出力値の差からセンサの故障判別の演算を行うようにしている。このため、温度センサ３２，３３の検出信号にノイズが入った場合、温度センサ３２，３３の故障を誤検知する虞れがある。そこで、このような不具合を改善した第２の実施の形態による制御処理を、図１２および図１３を参照して説明する。

[0108] 第２の実施の形態では、図１２に示す処理手順が２つの台車間のセンサ値比較判定部１４による比較判定処理の具体例を示し、図１３に示す処理手順が同一の台車でのセンサ値比較判定部１５による比較判定処理の具体例を示

している。

[0109] ２つの台車間のセンサ値比較判定部１４は、図１２に示す処理動作がスタートすると、ステップ４１で合計８個の温度センサ３２，３３から出力される温度検出信号（出力値Ｔ1u，Ｔ1w，Ｔ2u，Ｔ2w，Ｔ3u，Ｔ3w，Ｔ4u，Ｔ4w）を、当該温度センサ３２，３３毎の一定時間当りの出力変化の差ΔＴ1u，ΔＴ1w，ΔＴ2u，ΔＴ2w，ΔＴ3u，ΔＴ3w，ΔＴ4u，ΔＴ4wとして算出する。

[0110] 次のステップ４２では、前側の第１アクチュエータ７Ａに設けられた温度センサ３２（ＦＬ）の一定時間当りの出力変化の差ΔＴ1u（出力値Ｔ1uに相当）と、後側の第１アクチュエータ７Ｃに設けられた温度センサ３２（ＲＬ）の一定時間当りの出力変化の差ΔＴ1u（出力値Ｔ3uに相当）との偏差を、絶対値（｜ΔＴ1u－ΔＴ3u｜）として算出し、この算出値としての絶対値（｜ΔＴ1u－ΔＴ3u｜）が予め決められた判定用閾値Ｔａに比較して大きいか否か、即ち判定用閾値Ｔａ以上に大きいか否かを判定する。

[0111] ステップ４２で「ＹＥＳ」と判定したときには、出力変化の差ΔＴ1u，ΔＴ3uの偏差の絶対値（｜ΔＴ1u－ΔＴ3u｜）が異常の判定用閾値Ｔａ以上に大きくなっているので、次のステップ４３で出力値Ｔ1u，Ｔ3uの温度センサ３２のうち、いずれか一方のセンサが異常と判断することができる。また、ステップ４２で「ＮＯ」と判定されるときには、出力値Ｔ1u，Ｔ3uの温度センサ３２は、いずれも異常ではなく正常と判断することができる。

[0112] 次のステップ４４では、前側の第１アクチュエータ７Ａに設けられた温度センサ３３（ＦＬ）の一定時間当りの出力変化の差ΔＴ1w（出力値Ｔ1wに相当）と、後側の第１アクチュエータ７Ｃに設けられた温度センサ３３（ＲＬ）の一定時間当りの出力変化の差ΔＴ3w（出力値Ｔ3wに相当）との偏差を、絶対値（｜ΔＴ1w－ΔＴ3w｜）として算出し、この算出値としての絶対値（｜ΔＴ1w－ΔＴ3w｜）が異常の判定用閾値Ｔａに比較して大きいか否か、即ち判定用閾値Ｔａ以上に大きいか否かを判定する。

[0113] ステップ４４で「ＹＥＳ」と判定したときには、出力変化の差ΔＴ1w，Δ

Ｔ3wの偏差の絶対値（｜Ｔ1w－Ｔ3w｜）が異常の判定用閾値Ｔａ以上に大きくなっているので、次のステップ４５で出力値Ｔ1w，Ｔ3wの温度センサ３３のうち、いずれか一方のセンサが異常と判断することができる。また、ステップ４４で「ＮＯ」と判定されるときには、出力値Ｔ1w，Ｔ3wの温度センサ３３は、いずれも異常ではなく正常と判断することができる。

[0114] 次のステップ４６では、前側の第２アクチュエータ７Ｂに設けられた温度センサ３２（ＦＲ）の一定時間当りの出力変化の差ΔＴ2u（出力値Ｔ2uに相当）と、後側の第２アクチュエータ７Ｄに設けられた温度センサ３２（ＲＲ）の一定時間当りの出力変化の差ΔＴ4u（出力値Ｔ4uに相当）との偏差を、絶対値（｜ΔＴ2u－ΔＴ4u｜）として算出し、この算出値としての絶対値（｜ΔＴ2u－ΔＴ4u｜）が異常の判定用閾値Ｔａに比較して大きいか否か、即ち判定用閾値Ｔａ以上に大きいか否かを判定する。

[0115] ステップ４６で「ＹＥＳ」と判定したときには、出力変化の差ΔＴ2u，ΔＴ4uの偏差の絶対値（｜ΔＴ2u－ΔＴ4u｜）が異常の判定用閾値Ｔａ以上に大きくなっているので、次のステップ４７で出力値Ｔ2u，Ｔ4uの温度センサ３２のうち、いずれか一方のセンサが異常と判断することができる。また、ステップ４６で「ＮＯ」と判定されるときには、出力値Ｔ2u，Ｔ4uの温度センサ３２は、いずれも異常ではなく正常と判断することができる。

[0116] 次のステップ４８では、前側の第２アクチュエータ７Ｂに設けられた温度センサ３３（ＦＲ）の一定時間当りの出力変化の差ΔＴ2w（出力値Ｔ2wに相当）と、後側の第２アクチュエータ７Ｄに設けられた温度センサ３３（ＲＲ）の一定時間当りの出力変化の差ΔＴ4w（出力値Ｔ4wに相当）との偏差を、絶対値（｜ΔＴ2w－ΔＴ4w｜）として算出し、この算出値としての絶対値（｜ΔＴ2w－ΔＴ4w｜）が異常の判定用閾値Ｔａに比較して大きいか否か、即ち判定用閾値Ｔａ以上に大きいか否かを判定する。

[0117] ステップ４８で「ＹＥＳ」と判定したときには、出力変化の差ΔＴ2w，ΔＴ4wの偏差の絶対値（｜ΔＴ2w－ΔＴ4w｜）が異常の判定用閾値Ｔａ以上に大きくなっているので、次のステップ４９で出力値Ｔ2w，Ｔ4wの温度センサ

３３のうち、いずれか一方のセンサが異常と判断することができる。また、ステップ４８で「ＮＯ」と判定されるときには、出力値Ｔ2w，Ｔ4wの温度センサ３３は、いずれも異常ではなく正常と判断することができる。

[0118] 次のステップ５０では、前記各温度センサ３２，３３のいずれかに異常が発生しているか否かを判定し、「ＮＯ」と判定するときには、各温度センサ３２，３３のいずれにも異常は発生していないので、前記ステップ４１に戻って、これ以降の処理を続行する。しかし、ステップ５０で「ＹＥＳ」と判定するときには、前記ステップ４３，４５，４７または４９のいずれかで、温度センサ３２または３３が異常と判断されている場合である。

[0119] そこで、次のステップ５１では、異常と判断されている温度センサ３２または３３（即ち、出力値Ｔ1uまたはＴ3uの温度センサ３２、出力値Ｔ1wまたはＴ3wの温度センサ３３、出力値Ｔ2uまたはＴ4uの温度センサ３２、出力値Ｔ2wまたはＴ4wの温度センサ３３のいずれか）を、例えば図１１に示すように「異常判断候補１」としてメモリ１２に記憶させる。そして、ステップ５２ではメインのフロー（図示せず）にリターンする。

[0120] 次に、同一の台車でのセンサ値比較判定部１５は、図１３に示す処理動作がスタートすると、ステップ６１で前記ステップ４１と同様に合計８個の温度センサ３２，３３から出力される温度検出信号（出力値Ｔ1u，Ｔ1w，Ｔ2u，Ｔ2w，Ｔ3u，Ｔ3w，Ｔ4u，Ｔ4w）を、当該温度センサ３２，３３毎の一定時間当りの出力変化の差ΔＴ1u，ΔＴ1w，ΔＴ2u，ΔＴ2w，ΔＴ3u，ΔＴ3w，ΔＴ4u，ΔＴ4wとして算出する。

[0121] 次のステップ６２では、前側の台車３において、第１，第２アクチュエータ７Ａ，７Ｂに設けられた同相の温度センサ３２のそれぞれの一定時間当りの出力変化の差ΔＴ1u，ΔＴ2uを比較すると共に、他の同相の温度センサ３３の一定時間当りの出力変化の差ΔＴ1w，ΔＴ2wを比較し、かつ後側の台車３において、第１，第２アクチュエータ７Ｃ，７Ｄに設けられた同相の温度センサ３２のそれぞれの一定時間当りの出力変化の差ΔＴ3u，ΔＴ4uを比較すると共に、他の同相の温度センサ３３の一定時間当りの出力変化の差ΔＴ3

w，ΔＴ4wを比較する比較演算を行う。

[0122] 即ち、センサ値比較判定部１５は、ステップ２２において、前側の台車３の第１，第２アクチュエータ７Ａ，７Ｂに設けられた温度センサ３２の一定時間当りの出力変化の差ΔＴ1u（出力値Ｔ1uに相当）と出力変化の差ΔＴ2u（出力値Ｔ2uに相当）との出力差（両者の絶対値｜ΔＴ1u－ΔＴ2u｜＝ΔＴ12u）と、他の温度センサ３３の一定時間当りの出力変化の差ΔＴ1w（出力値Ｔ1wに相当）と出力変化の差ΔＴ2w（出力値Ｔ2wに相当）との出力差（両者の絶対値｜ΔＴ1w－ΔＴ2w｜＝ΔＴ12w）とを演算する。

[0123] また、後側の台車３において、第１，第２アクチュエータ７Ｃ，７Ｄに設けられた温度センサ３２の一定時間当りの出力変化の差ΔＴ3u（出力値Ｔ3uに相当）と出力変化の差ΔＴ4u（出力値Ｔ4uに相当）との出力差（両者の絶対値｜ΔＴ3u－ΔＴ4u｜＝ΔＴ34u）と、他の温度センサ３３の一定時間当りの出力変化の差ΔＴ3w（出力値Ｔ3wに相当）と出力変化の差ΔＴ4w（出力値Ｔ4wに相当）との出力差（両者の絶対値｜ΔＴ3w－ΔＴ4w｜＝ΔＴ34w）とを演算する。

[0124] 次のステップ６３では、前記出力差（絶対値ΔＴ12u，ΔＴ12w，ΔＴ34u，ΔＴ34w）の平均値Ｔaveを、下記の数３式により演算して求める。次のステップ６４では、前記各出力差（絶対値ΔＴ12u，ΔＴ12w，ΔＴ34u，ΔＴ34w）と平均値Ｔaveとの偏差である差分ｄΔＴ12u，ｄΔＴ12w，ｄΔＴ34u，ｄΔＴ34wを下記の数４式に従って演算する。そして、次のステップ６５では、数４式による差分ｄΔＴ12u，ｄΔＴ12w，ｄΔＴ34u，ｄΔＴ34wのうち、最も大きな差分を最大値ΔＴmax2として算出する。

[0125] [数3]

$$Tave=\frac{\Delta T12u+\Delta T12w+\Delta T34u+\Delta T34w}{4}$$

[0126]

[数4]

$$d\Delta T12u=|T\,ave-\Delta T12u| \quad d\Delta T12w=|T\,ave-\Delta T12w|$$
$$d\Delta T34u=|T\,ave-\Delta T34u| \quad d\Delta T34w=|T\,ave-\Delta T34w|$$

[0127] 次のステップ６６では、前記最大値ΔＴmax2が予め決められた異常の判定用閾値Ｔｂに比較して大きいか否か、例えば判定用閾値Ｔｂ以上まで大きくなっているか否かを判定する。ステップ６６で「ＮＯ」と判定するときは、前記最大値ΔＴmax2が判定用閾値Ｔｂよりも小さく、この場合は、全ての差分ｄΔＴ12u，ｄΔＴ12w，ｄΔＴ34u，ｄΔＴ34wが判定用閾値Ｔｂよりも小さいことになる。これによって、前記出力差（絶対値ΔＴ12u，ΔＴ12w，ΔＴ34u，ΔＴ34w）は、平均値Ｔaveに近い値であり、平均値Ｔaveとの偏差は無視できる程度に小さいと判断できる。

[0128] このため、前記出力値Ｔ1u，Ｔ2u，Ｔ3u，Ｔ4uの温度センサ３２と出力値Ｔ1w，Ｔ2w，Ｔ3w，Ｔ4wの温度センサ３３とは、いずれも異常ではなく、正常に動作していると判断することができる。そこで、ステップ６６で「ＮＯ」と判定したときには、全ての温度センサ３２，３３は正常と判断して前記ステップ６１に戻り、これ以降の処理を続行する。

[0129] 一方、ステップ６６で「ＹＥＳ」と判定したときには、前記最大値ΔＴmax2が異常の判定用閾値Ｔｂ以上となり、前記差分ｄΔＴ12u，ｄΔＴ12w，ｄΔＴ34u，ｄΔＴ34wのうち、最も大きな差分（最大値ｄΔＴmax2）は、異常の判定用閾値Ｔｂ以上まで大きくなっている。このため、最大値ｄΔＴmax2に該当する前記差分ｄΔＴ12u，ｄΔＴ12w，ｄΔＴ34u，ｄΔＴ34wのいずれか、即ち出力値Ｔ1u，Ｔ2uの温度センサ３２、出力値Ｔ1w，Ｔ2wの温度センサ３３、出力値Ｔ3u，Ｔ4uの温度センサ３２または出力値Ｔ3w，Ｔ4wの温度センサ３３のいずれかは、出力値が異常となって故障している。

[0130] そこで、次のステップ６７では、出力値Ｔ1uまたはＴ2uの温度センサ３２、出力値Ｔ1wまたはＴ2wの温度センサ３３、出力値Ｔ3uまたはＴ4uの温度センサ３２、出力値Ｔ3wまたはＴ4wの温度センサ３３のいずれかを、例えば図

１１に示すように「異常判断候補２」としてメモリ１２に記憶させる。そして、ステップ６８ではメインのフロー（図示せず）にリターンする。

[0131] 次に、制御装置１０のセンサ異常判定部１６は、前記第１の実施の形態で図１０を参照して述べたように、前述した「異常判断候補１」と「異常判断候補２」とに重複する温度センサ３２または３３があるか否かを判定し、例えば図１１に示す判定テーブル４０のように、２つの異常判断候補１，２で重複したアンド条件を満たす温度センサがある場合には、該当する温度センサを故障と確定する。

[0132] かくして、このように構成される第２の実施の形態によれば、各温度センサ３２，３３の出力値の差を、当該温度センサ毎の一定時間当りの出力変化の差ΔＴ1u，ΔＴ1w，ΔＴ2u，ΔＴ2w，ΔＴ3u，ΔＴ3w，ΔＴ4u，ΔＴ4wから算出し、一定時間内における温度変化をもとにした温度勾配を使用して異常な温度センサ３２または３３を特定する構成としている。

[0133] 即ち、第２の実施の形態で採用した２つの台車間のセンサ値比較判定部１４は、同一の車両における前，後の台車３間で、進行方向（矢示Ａ方向）に対して左，右方向の同じ側（左側）に取付けられた第１アクチュエータ７Ａ，７Ｃ間の同相温度勾配を比較すると共に、同じ右側に取付けられた第２アクチュエータ７Ｂ，７Ｄ間の同相温度勾配を比較し、この比較結果から温度センサ３２または３３の「異常判断候補１」を判定する。

[0134] また、第２の実施の形態で採用した同一の台車でのセンサ値比較判定部１５は、同一の台車３の左，右方向に離間して取付けられた第１，第２アクチュエータ７Ａ，７Ｂ間の同相温度センサの温度勾配を比較し、また、別の台車３の左，右方向に離間して取付けられた第１，第２アクチュエータ７Ｃ，７Ｄ間の同相温度センサの温度勾配を比較する。そして、これらの出力差（絶対値ΔＴ12u，ΔＴ12w，ΔＴ34u，ΔＴ34w）の平均値Ｔaveを求め、この平均値Ｔaveとの差分ｄΔＴ12u，ｄΔＴ12w，ｄΔＴ34u，ｄΔＴ34wが判定用閾値Ｔｂ以上に大きくなっているか否かにより、複数の温度センサ３２または３３の「異常判断候補２」を判定する。

[0135] この上で、センサ異常判定部１６は、第１の実施の形態と同様に、２つの異常判断候補１，２のうち共通の異常候補と判定されたものを、異常となった故障の温度センサとして特定する。このため、第１の実施の形態のように温度センサ３２，３３の出力値として瞬時値ではなく、一定時間当りの出力変化の差ΔＴ1u，ΔＴ1w，ΔＴ2u，ΔＴ2w，ΔＴ3u，ΔＴ3w，ΔＴ4u，ΔＴ4wから、温度変化をもとにした温度勾配を使用して異常となった温度センサ３２または３３を特定することができる。

[0136] 従って、第２の実施の形態では、例えば温度センサ３２，３３の検出信号（即ち、出力値）にノイズが入るような場合でも、ノイズによる影響を抑えることができ、複数の温度センサ３２，３３のうち故障した温度センサの特定を安定して行うことができる。本実施の形態では、異常な温度センサの特定（検知）までに第１の実施の形態に比較して時間を要するが、第１の実施の形態に比べて温度センサの故障を確実に検知することができる。

[0137] なお、前記第２の実施の形態では、図１３に示すステップ６５で差分ｄΔＴ12u，ｄΔＴ12w，ｄΔＴ34u，ｄΔＴ34wの最大値ΔＴmax2を算出する場合を例に挙げて説明した。しかし、本発明はこれに限るものではなく、例えば判定用閾値Ｔｂに比較して、差分ｄΔＴ12u，ｄΔＴ12w，ｄΔＴ34u，ｄΔＴ34wのいずれかが閾値Ｔｂ以上となっているか否かを判定し、これによって「異常判断候補２」を検知（判別）する構成としてもよい。

[0138] また、前記各実施の形態では、アクチュエータ７の電機子２３に設けた複数のコイル部材２５のうちｕ相コイル２５Ａ近傍にｕ相の温度センサ３２を配置し、ｗ相コイル２５Ｃの近傍にはｗ相の温度センサ３３を配置する場合を例に挙げて説明した。しかし、本発明はこれに限られるものではなく、例えば３個以上の温度センサを１つのアクチュエータに設け、このうち少なくとも一つの温度センサが正常であれば、異常が検出されない温度センサに基づいてアクチュエータの制御を、可能な限り継続して行う構成としてもよい。

[0139] 以上説明した実施形態に基づく車両振動制御装置として、例えば、以下に

述べる態様のものが考えられる。第１の態様としては、車両振動制御装置は、一両の鉄道車両が有する２つの台車のうち一方の台車に設けられて力を発生する第１および第２アクチュエータと、前記２つの台車のうち他方の台車に設けられて力を発生する他の第１および第２アクチュエータと、前記各第１アクチュエータと前記各第２アクチュエータとを制御する制御装置と、を備えている。前記各第１アクチュエータおよび前記各第２アクチュエータは、少なくとも一相のコイルに温度センサを備えた三相リニアモータを備えている。前記制御装置は、前記一方の台車と前記他方の台車との間で前記各第１アクチュエータに設けられた同相の前記温度センサのそれぞれの出力値を比較し、かつ前記各第２アクチュエータに設けられた同相の前記温度センサのそれぞれの出力値を比較する２つの台車間のセンサ値比較判定部と、前記一方の台車において前記第１および第２アクチュエータに設けられた前記同相の温度センサのそれぞれの出力値を比較し、かつ前記他方の台車において前記第１および第２アクチュエータに設けられた前記同相の温度センサのそれぞれの出力値を比較する同一の台車でのセンサ値比較判定部と、前記２つの台車間のセンサ値比較判定部および前記同一の台車でのセンサ値比較判定部の判定結果に基づいて前記各温度センサのうち異常な温度センサを特定するセンサ異常判定部と、を備えている。前記同相の温度センサは、前記少なくとも１相のコイルのうちの同相の電流が流れるコイルにそれぞれ設けられた温度センサである。これにより、異常な温度センサを特定することができる。

[0140] 車両振動制御装置の第２の態様としては、前記第１の態様において、前記２つの台車間のセンサ値比較判定部は、前記各第１アクチュエータに設けられた前記各温度センサの出力値の差が予め決められた判定用閾値に比較して大きいか否かを判定すると共に、前記各第２アクチュエータに設けられた前記各温度センサの出力値の差が前記判定用閾値に比較して大きいか否かを判定し、前記同一の台車でのセンサ値比較判定部は、前記第１および第２アクチュエータに設けられた前記各温度センサの出力値の差を前記同一の台車毎

にそれぞれ算出して前記各出力値の差の平均値を求めると共に、前記各出力値の差と前記平均値との差分をそれぞれ算出し、これらの差分のいずれかが予め決められた他の判定用閾値に比較して大きいか否かを判定し、前記センサ異常判定部は、前記各温度センサのうち、前記２つの台車間のセンサ値比較判定部と前記同一の台車でのセンサ値比較判定部とによりそれぞれの前記判定用閾値に比較して大きいと判定された温度センサを、異常な温度センサとして特定する処理を行う。これにより、いずれの温度センサが異常となっても、異常な温度センサを確実に特定することができる。

[0141] 第３の態様としては、前記第１の態様において、前記２つの台車間のセンサ値比較判定部は、前記各第１アクチュエータに設けられた前記各温度センサの出力値の差を当該温度センサ毎の一定時間当りの出力変化の差から算出し、この算出値が予め決められた判定用閾値に比較して大きいか否かを判定すると共に、前記各第２アクチュエータに設けられた前記各温度センサの出力値の差を当該温度センサ毎の一定時間当りの出力変化の差から算出し、この算出値が前記判定用閾値に比較して大きいか否かを判定し、前記同一の台車でのセンサ値比較判定部は、前記温度センサ毎の一定時間当りの出力変化の差から前記各台車における前記各温度センサの出力差をそれぞれ算出して出力差の平均値を求めると共に、この平均値と前記各出力差との差分をそれぞれ算出し、これらの差分のいずれかが予め決められた他の判定用閾値に比較して大きいか否かを判定し、前記センサ異常判定部は、前記各温度センサのうち、前記２つの台車間のセンサ値比較判定部と前記同一の台車でのセンサ値比較判定部とによりそれぞれの前記判定用閾値に比較して大きいと判定された温度センサを、異常な温度センサとして特定する処理を行う。これにより、温度センサの検出信号（即ち、出力値）にノイズが入るような場合でも、ノイズによる影響を抑えることができ、複数の温度センサのうち故障した温度センサの特定を安定して行うことができる。

[0142] 第４の態様としては、前記第１乃至３の態様のいずれかにおいて、前記各第１アクチュエータおよび前記各第２アクチュエータの前記三相リニアモー

タは、少なくとも二相のコイルに前記温度センサを備えている。第５の態様としては、前記第１乃至４の態様のいずれかにおいて、前記各第１アクチュエータおよび前記各第２アクチュエータは、前記鉄道車両の車体と前記各台車との間に取付けられている。第６の態様としては、前記第１乃至５の態様のいずれかにおいて、前記各第１アクチュエータおよび前記各第２アクチュエータは、前記鉄道車両に対して上，下方向に取付けられ、前記各第１アクチュエータおよび前記各第２アクチュエータは、前記鉄道車両の進行方向に対して前記各台車の左，右方向に離間して設けられている。

[0143] 以上、本発明のいくつかの実施形態について説明してきたが、上述した発明の実施形態は、本発明の理解を容易にするためのものであり、本発明を限定するものではない。本発明は、その趣旨を逸脱することなく、変更、改良され得るとともに、本発明にはその均等物が含まれる。また、上述した課題の少なくとも一部を解決できる範囲、または、効果の少なくとも一部を奏する範囲において、特許請求の範囲および明細書に記載された各構成要素の任意の組み合わせ、または、省略が可能である。

[0144] 本願は、２０１７年１１月２８日出願の日本特許出願番号２０１７－２２７９９２号に基づく優先権を主張する。２０１７年１１月２８日出願の日本特許出願番号２０１７－２２７９９２号の明細書、特許請求の範囲、図面及び要約書を含む全ての開示内容は、参照により全体として本願に組み込まれる。

符号の説明

[0145] １ 鉄道車両、 ２ 車体、 ３ 台車、 ４ 車輪、 ５ レール、 ６ 懸架ばね、 ７ アクチュエータ、 ７Ａ，７Ｃ 第１アクチュエータ、 ７Ｂ，７Ｄ 第２アクチュエータ、 １０ 制御装置、 １１ 通信回線、 １２ メモリ、 １３ 制御コントローラ、 １４ ２つの台車間のセンサ値比較判定部、 １５ 同一の台車でのセンサ値比較判定部、 １６ センサ異常判定部、 ２１ 固定子、 ２２ ロッド、 ２３ 電機子、 ２４ コア、 ２５Ａ ｕ相コイル、 ２５Ｂ ｖ相コイル、 ２５Ｃ

ｗ相コイル、　２６　可動子、　３２，３３　温度センサ、　Ｔａ，Ｔｂ　判定用閾値、　Ｔ12u，Ｔ12w，Ｔ34u，Ｔ34w　出力差（出力値の差）、　Ｔａｖｅ　平均値、　ΔＴ12u，ΔＴ12w，ΔＴ34u，ΔＴ34w　差分、　ΔＴ1u，ΔＴ1w，ΔＴ2u，ΔＴ2w，ΔＴ3u，ΔＴ3w，ΔＴ4u，ΔＴ4w　出力変化の差、　ΔＴ12u，ΔＴ12w，ΔＴ34u，ΔＴ34w　出力差、　ｄΔＴ12u，ｄΔＴ12w，ｄΔＴ34u，ｄΔＴ34w　差分

請求の範囲

[請求項1] 車両振動制御装置であって、

一両の鉄道車両が有する２つの台車のうち一方の台車に設けられて力を発生する第１および第２アクチュエータと、

前記２つの台車のうち他方の台車に設けられて力を発生する他の第１および第２アクチュエータと、

前記各第１アクチュエータと前記各第２アクチュエータとを制御する制御装置と、

を備え、

前記各第１アクチュエータおよび前記各第２アクチュエータは、少なくとも一相のコイルに温度センサを備えた三相リニアモータを備え、

前記制御装置は、

前記一方の台車と前記他方の台車との間で前記各第１アクチュエータに設けられた同相の温度センサのそれぞれの出力値を比較し、かつ前記各第２アクチュエータに設けられた同相の前記温度センサのそれぞれの出力値を比較する２つの台車間のセンサ値比較判定部と、

前記一方の台車において前記第１および第２アクチュエータに設けられた前記同相の温度センサのそれぞれの出力値を比較し、かつ前記他方の台車において前記第１および第２アクチュエータに設けられた前記同相の温度センサのそれぞれの出力値を比較する同一の台車でのセンサ値比較判定部と、

前記２つの台車間のセンサ値比較判定部および前記同一の台車でのセンサ値比較判定部の判定結果に基づいて前記各温度センサのうち異常な温度センサを特定するセンサ異常判定部と、

を備え、

前記同相の温度センサは、前記少なくとも１相のコイルのうちの同相の電流が流れるコイルにそれぞれ設けられた温度センサである

車両振動制御装置。

[請求項2] 請求項１に記載の車両振動制御装置であって、

前記２つの台車間のセンサ値比較判定部は、前記各第１アクチュエータに設けられた前記各温度センサの出力値の差が予め決められた判定用閾値に比較して大きいか否かを判定すると共に、前記各第２アクチュエータに設けられた前記各温度センサの出力値の差が前記判定用閾値に比較して大きいか否かを判定し、

前記同一の台車でのセンサ値比較判定部は、前記第１および第２アクチュエータに設けられた前記各温度センサの出力値の差を前記同一の台車毎にそれぞれ算出して前記各出力値の差の平均値を求めると共に、前記各出力値の差と前記平均値との差分をそれぞれ算出し、これらの差分のいずれかが予め決められた他の判定用閾値に比較して大きいか否かを判定し、

前記センサ異常判定部は、前記各温度センサのうち、前記２つの台車間のセンサ値比較判定部と前記同一の台車でのセンサ値比較判定部とによりそれぞれの前記判定用閾値に比較して大きいと判定された温度センサを、異常な温度センサとして特定する処理を行う

車両振動制御装置。

[請求項3] 請求項１に記載の車両振動制御装置であって、

前記２つの台車間のセンサ値比較判定部は、前記各第１アクチュエータに設けられた前記各温度センサの出力値の差を当該温度センサ毎の一定時間当りの出力変化の差から算出し、この算出値が予め決められた判定用閾値に比較して大きいか否かを判定すると共に、前記各第２アクチュエータに設けられた前記各温度センサの出力値の差を当該温度センサ毎の一定時間当りの出力変化の差から算出し、この算出値が前記判定用閾値に比較して大きいか否かを判定し、

前記同一の台車でのセンサ値比較判定部は、前記温度センサ毎の一定時間当りの出力変化の差から前記各台車における前記各温度センサ

の出力差をそれぞれ算出して出力差の平均値を求めると共に、この平均値と前記各出力差との差分をそれぞれ算出し、これらの差分のいずれかが予め決められた他の判定用閾値に比較して大きいか否かを判定し、

前記センサ異常判定部は、前記各温度センサのうち、前記２つの台車間のセンサ値比較判定部と前記同一の台車でのセンサ値比較判定部とによりそれぞれの前記判定用閾値に比較して大きいと判定された温度センサを、異常な温度センサとして特定する処理を行う

車両振動制御装置。

[請求項4] 請求項１乃至３のいずれかに記載の車両振動制御装置であって、

前記各第１アクチュエータおよび前記各第２アクチュエータの前記三相リニアモータは、少なくとも二相のコイルに前記温度センサを備えている

車両振動制御装置。

[請求項5] 請求項１乃至４のいずれかに記載の車両振動制御装置であって、

前記各第１アクチュエータおよび前記各第２アクチュエータは、前記鉄道車両の車体と前記各台車との間に取付けられている

車両振動制御装置。

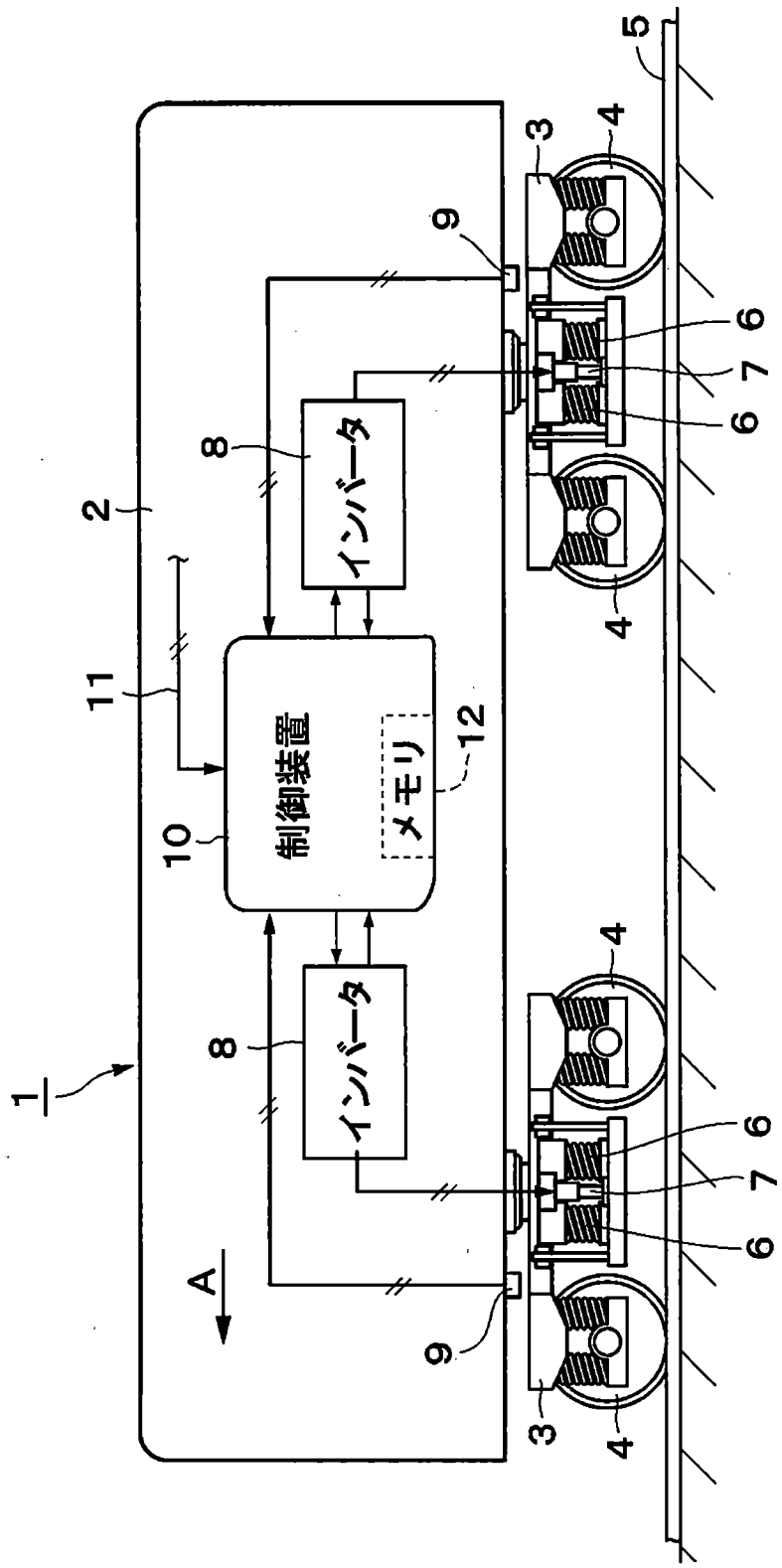
[請求項6] 請求項１乃至５のいずれかに記載の車両振動制御装置であって、

前記各第１アクチュエータおよび前記各第２アクチュエータは、前記鉄道車両に対して上，下方向に取付けられ、

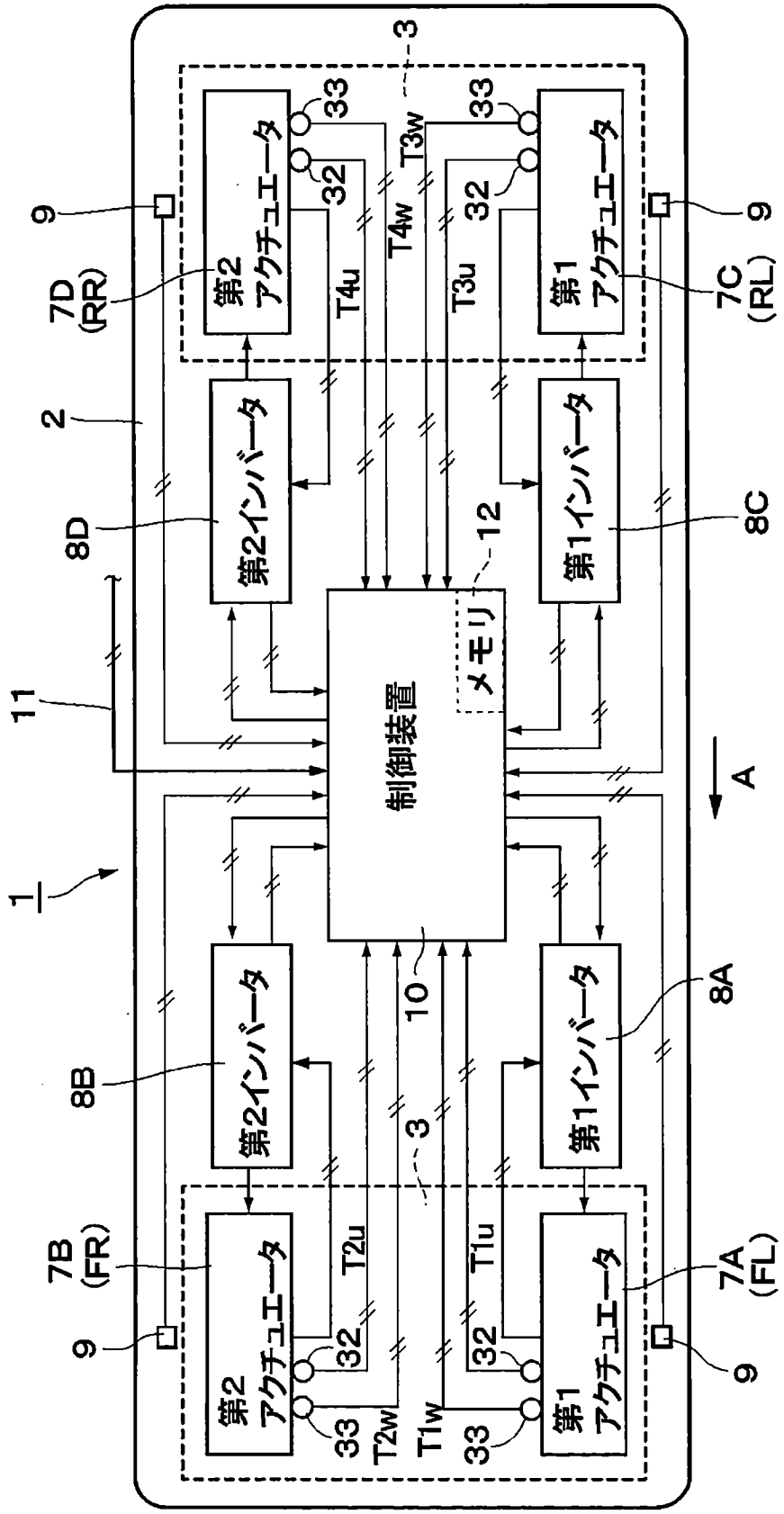
前記各第１アクチュエータおよび前記各第２アクチュエータは、前記鉄道車両の進行方向に対して前記各台車の左，右方向に離間して設けられている

車両振動制御装置。

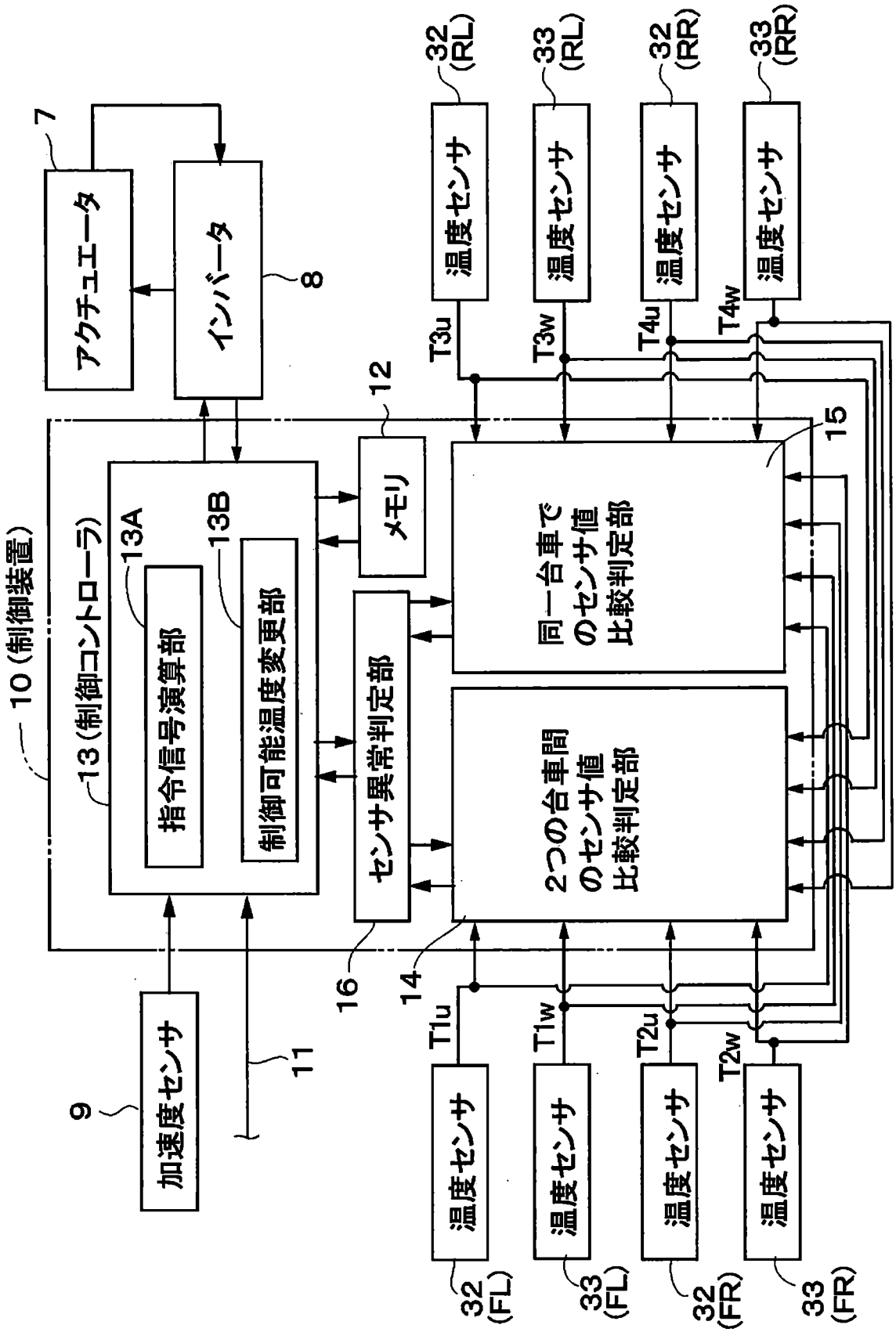
[図1]



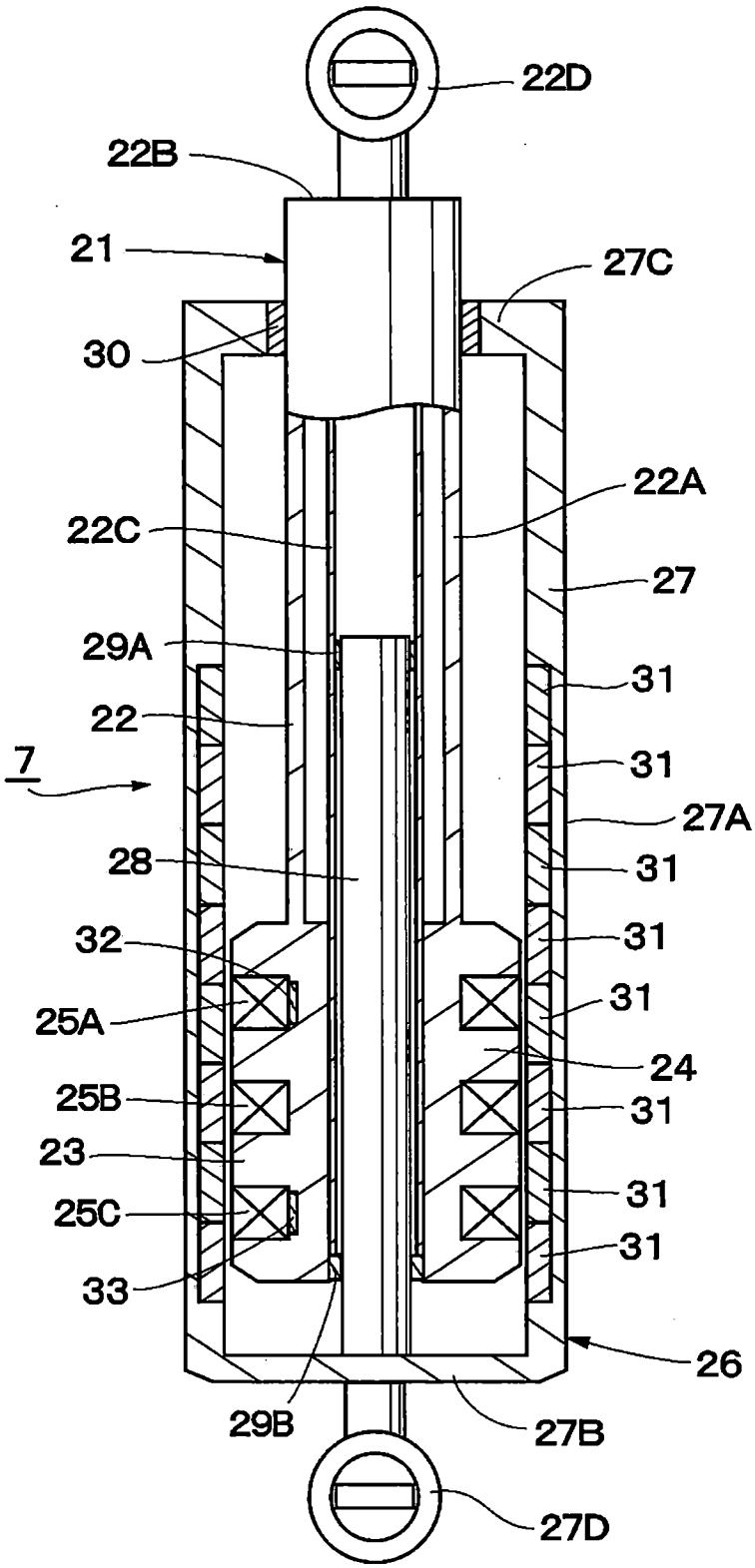
[図2]


1
2
3
9
10
11
12
A
制御装置
メモリ
第1インバータ
第2インバータ
第1アクチュエータ
第2アクチュエータ
8A
8B
8C
8D
7A (FL)
7B (FR)
7C (RL)
7D (RR)
32
33
T1u
T1w
T2u
T2w
T3u
T3w
T4u
T4w

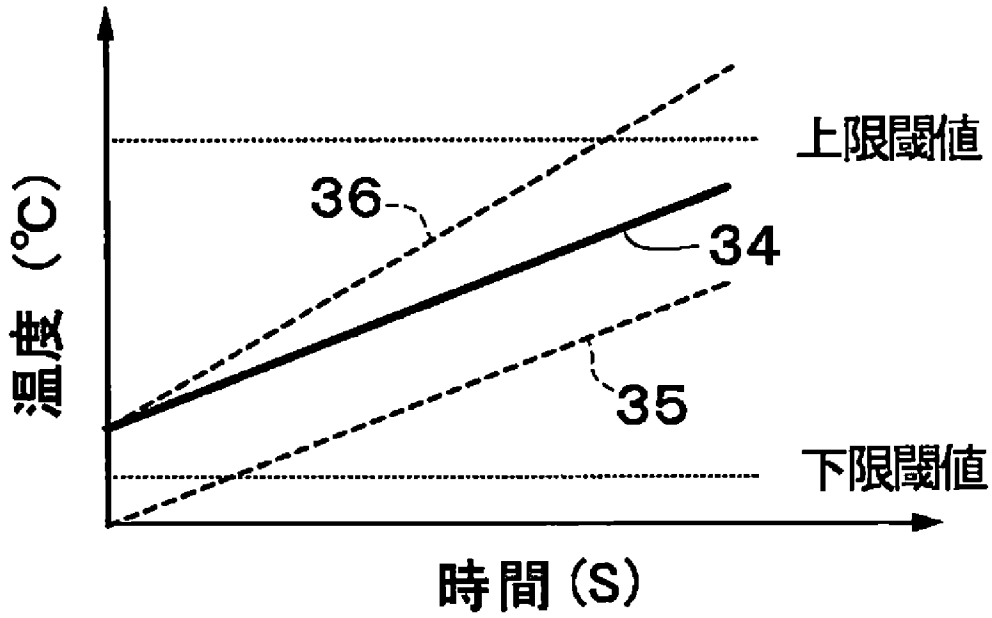
[図3]


10 (制御装置)
13 (制御コントローラ)
13A
指令信号演算部
13B
制御可能温度変更部
メモリ
12
センサ異常判定部
16
同一台車でのセンサ値比較判定部
15
2つの台車間のセンサ値比較判定部
14
アクチュエータ
7
インバータ
8
加速度センサ
9
11
温度センサ
32 (RL)
33 (RL)
32 (RR)
33 (RR)
32 (FL)
33 (FL)
32 (FR)
33 (FR)
T3u
T3w
T4u
T4w
T1u
T1w
T2u
T2w

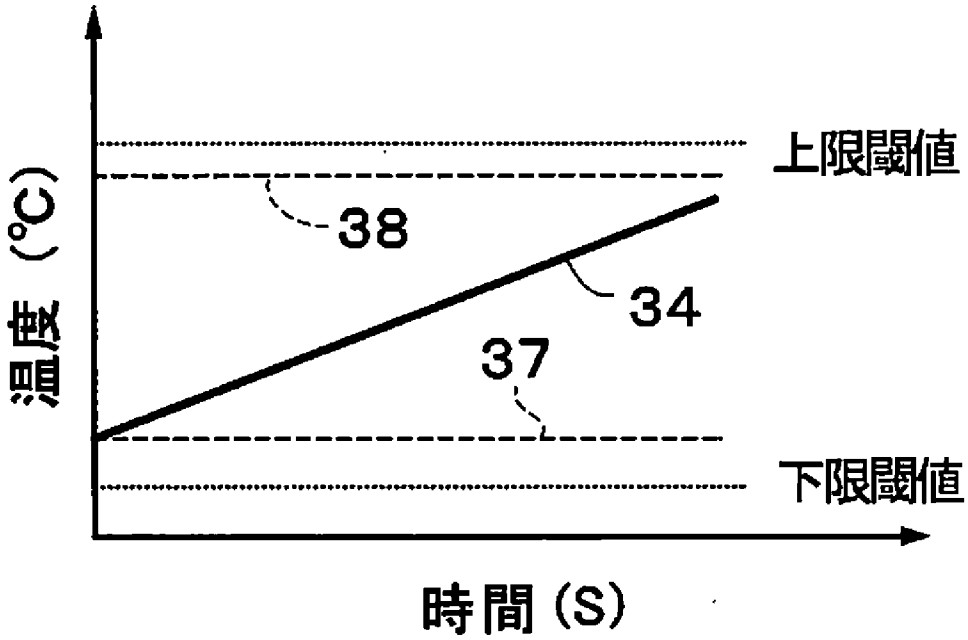
[図4]


22D
22B
21
27C
30
22A
22C
27
29A
31
22
7
31
27A
28
31
32
31
25A
31
24
25B
31
23
31
25C
31
33
26
29B
27B
27D

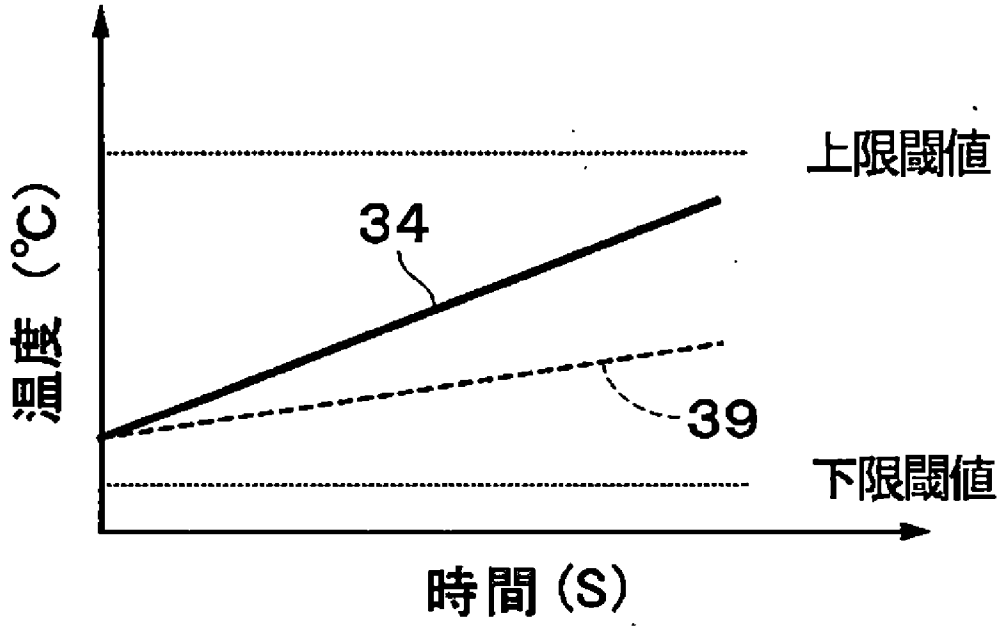
[図5]



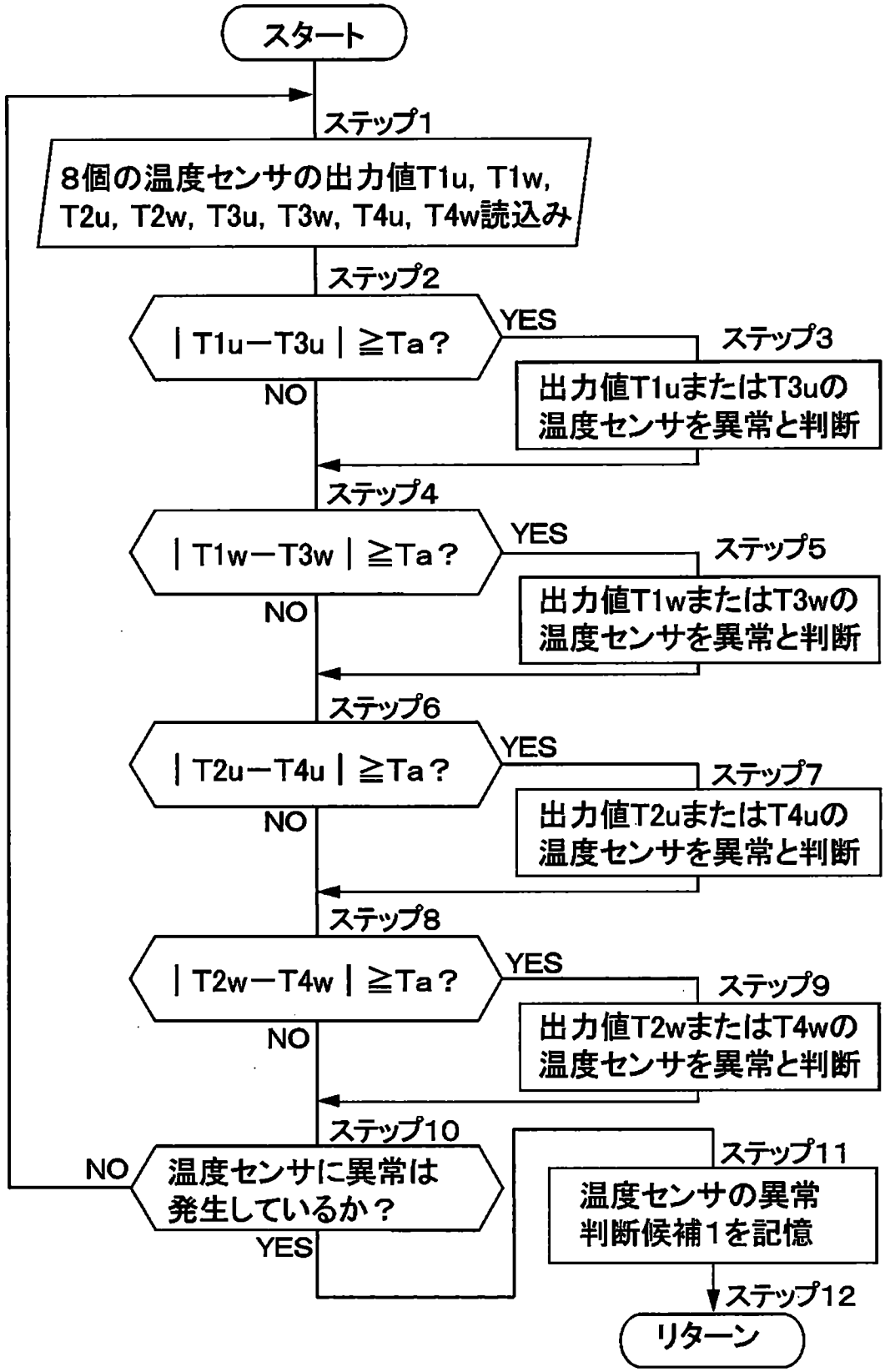
[図6]



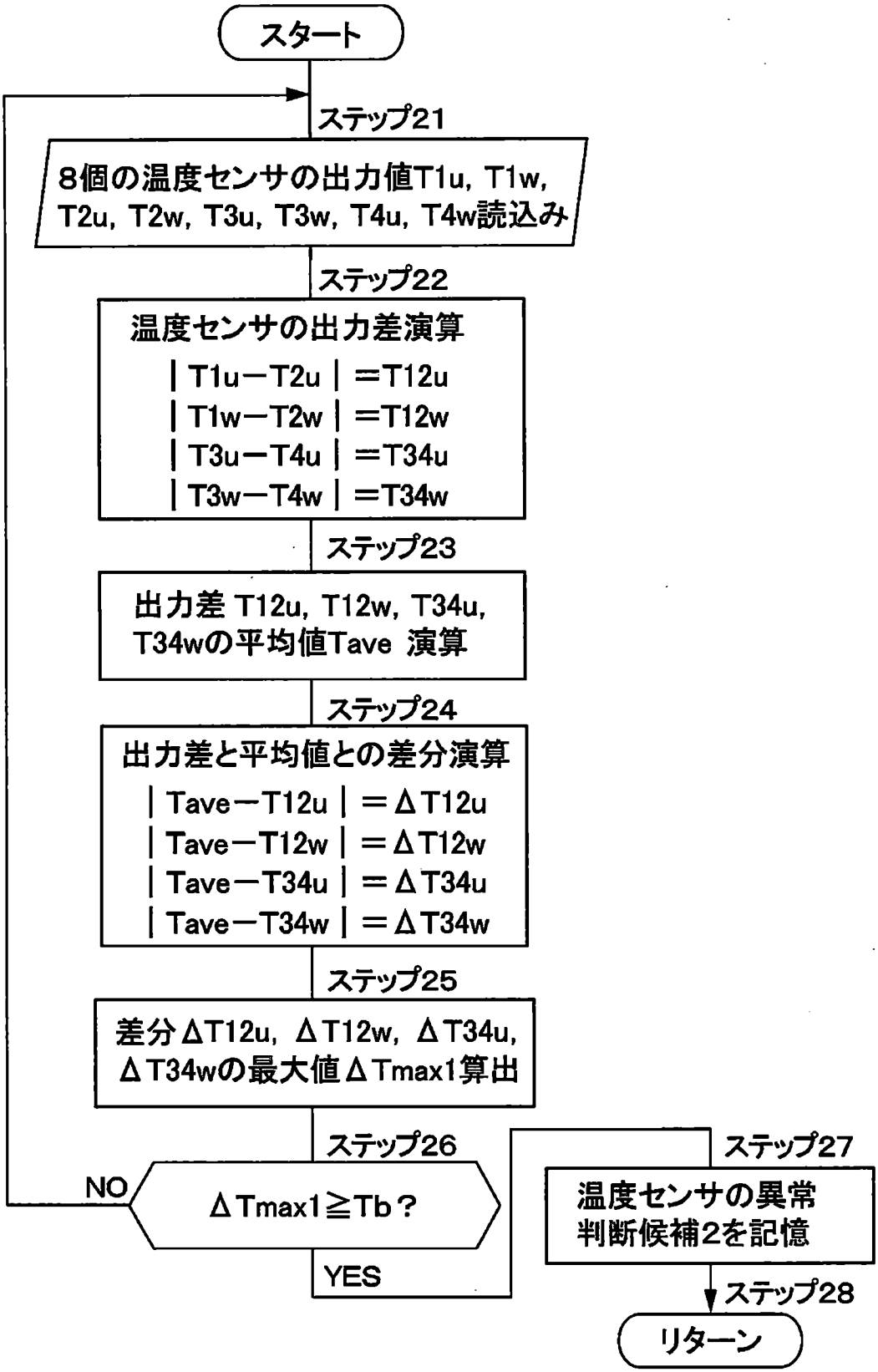
[図7]



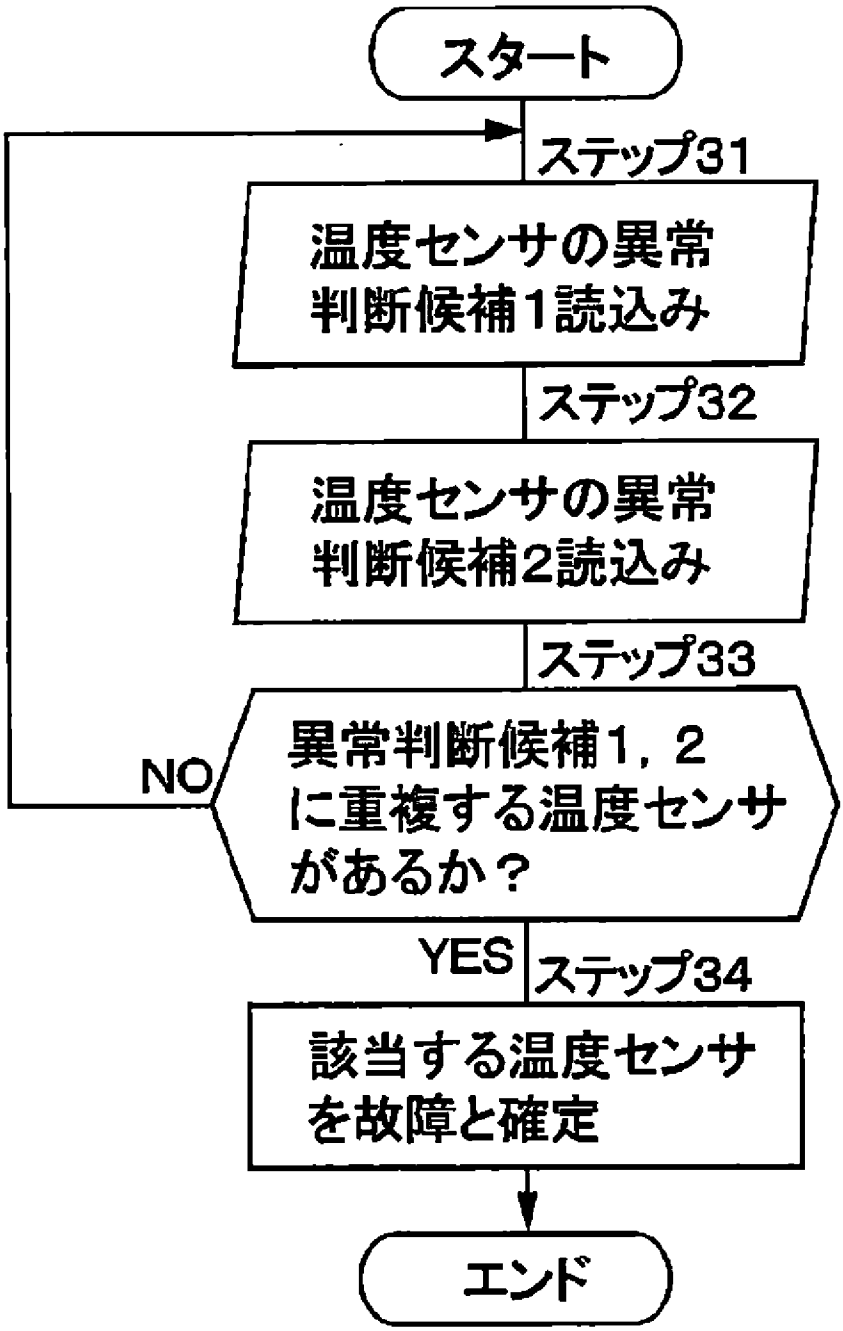
[図8]


スタート
ステップ1
8個の温度センサの出力値T1u, T1w, T2u, T2w, T3u, T3w, T4u, T4w読込み
ステップ2
｜T1u－T3u｜≧Ta？
YES
ステップ3
出力値T1uまたはT3uの温度センサを異常と判断
NO
ステップ4
｜T1w－T3w｜≧Ta？
YES
ステップ5
出力値T1wまたはT3wの温度センサを異常と判断
NO
ステップ6
｜T2u－T4u｜≧Ta？
YES
ステップ7
出力値T2uまたはT4uの温度センサを異常と判断
NO
ステップ8
｜T2w－T4w｜≧Ta？
YES
ステップ9
出力値T2wまたはT4wの温度センサを異常と判断
NO
ステップ10
温度センサに異常は発生しているか？
NO
YES
ステップ11
温度センサの異常判断候補1を記憶
ステップ12
リターン

[図9]


スタート
ステップ21
8個の温度センサの出力値T1u, T1w, T2u, T2w, T3u, T3w, T4u, T4w読込み
ステップ22
温度センサの出力差演算
| T1u−T2u | =T12u
| T1w−T2w | =T12w
| T3u−T4u | =T34u
| T3w−T4w | =T34w
ステップ23
出力差 T12u, T12w, T34u, T34wの平均値Tave 演算
ステップ24
出力差と平均値との差分演算
| Tave−T12u | =ΔT12u
| Tave−T12w | =ΔT12w
| Tave−T34u | =ΔT34u
| Tave−T34w | =ΔT34w
ステップ25
差分ΔT12u, ΔT12w, ΔT34u, ΔT34wの最大値ΔTmax1算出
ステップ26
NO
ΔTmax1≧Tb？
YES
ステップ27
温度センサの異常判断候補2を記憶
ステップ28
リターン

[図10]

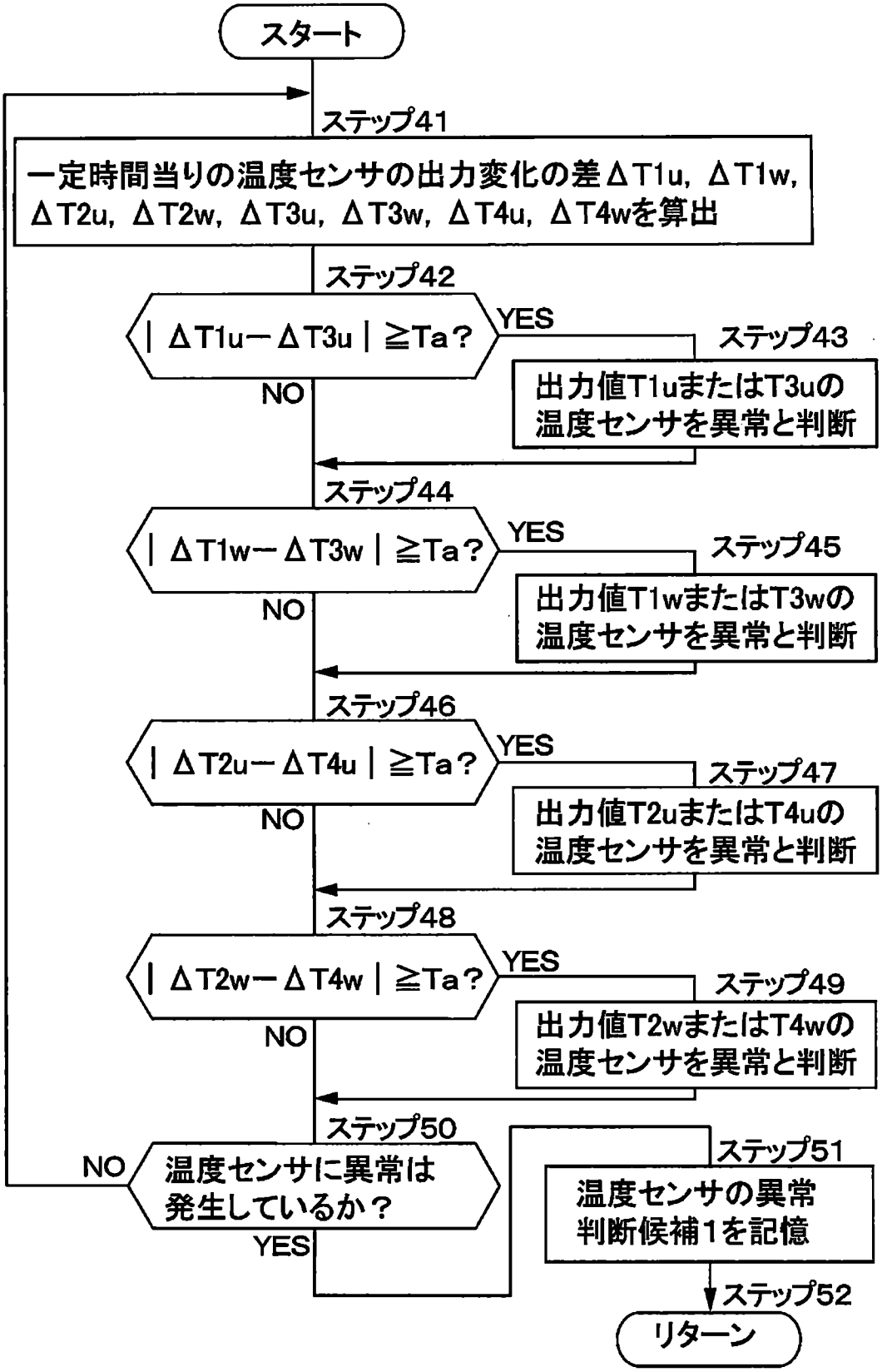

スタート
ステップ31
温度センサの異常判断候補1読込み
ステップ32
温度センサの異常判断候補2読込み
ステップ33
異常判断候補1，2に重複する温度センサがあるか？
NO
YES
ステップ34
該当する温度センサを故障と確定
エンド

[図11]

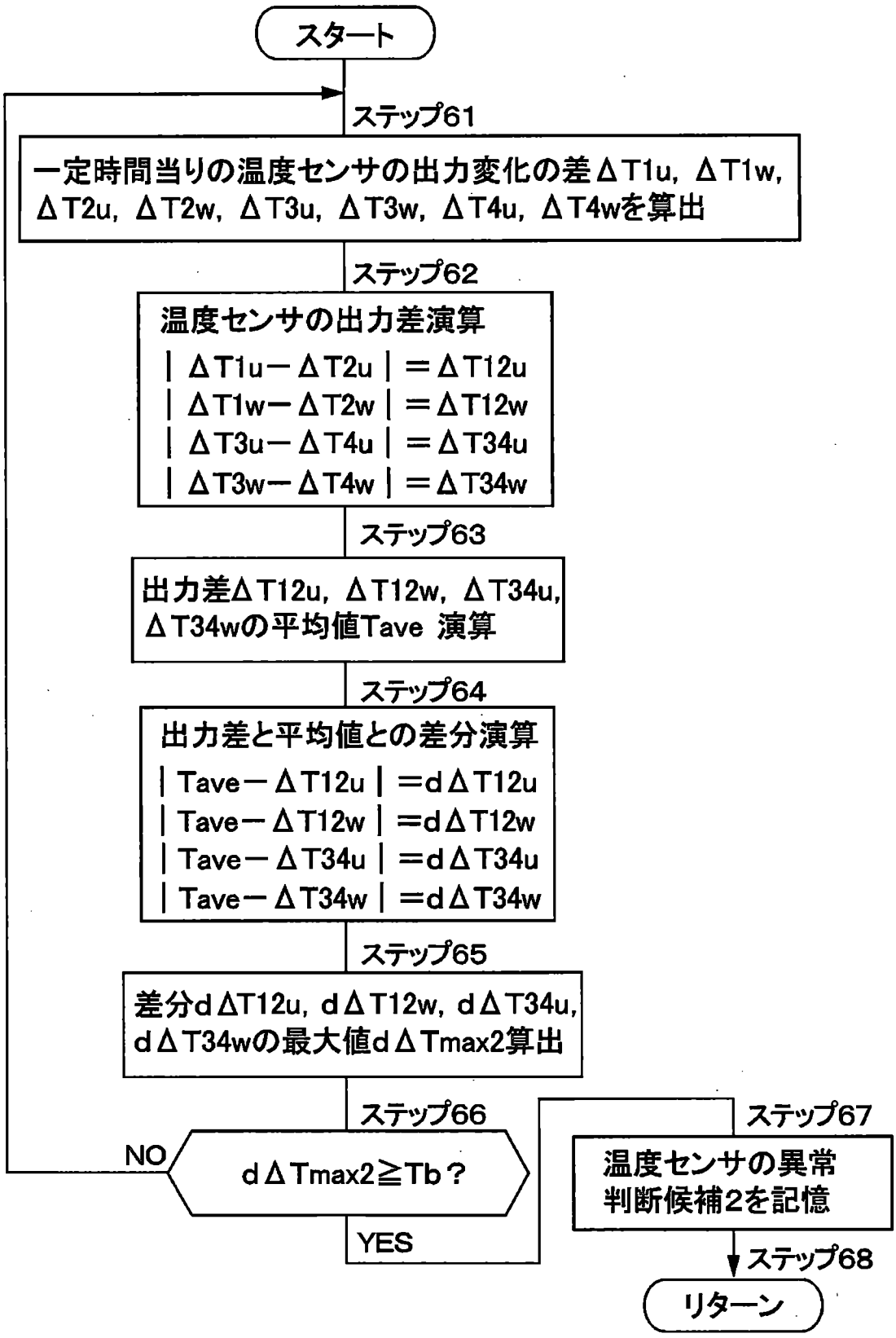
故障確定の温度センサ	異常判断候補1	異常判断候補2
出力値T1u	T1uまたはT3u	T1uまたはT2u
出力値T1w	T1wまたはT3w	T1wまたはT2w
出力値T4u	T2uまたはT4u	T3uまたはT4u
出力値T4w	T2wまたはT4w	T3wまたはT4w
出力値T3u	T1uまたはT3u	T3uまたはT4u
出力値T3w	T1wまたはT3w	T3wまたはT4w
出力値T2u	T2uまたはT4u	T1uまたはT2u
出力値T2w	T2wまたはT4w	T1wまたはT2w

40

[図12]


スタート
ステップ41
一定時間当りの温度センサの出力変化の差ΔT1u, ΔT1w, ΔT2u, ΔT2w, ΔT3u, ΔT3w, ΔT4u, ΔT4wを算出
ステップ42
| ΔT1u－ΔT3u | ≧Ta？
YES
ステップ43
出力値T1uまたはT3uの温度センサを異常と判断
NO
ステップ44
| ΔT1w－ΔT3w | ≧Ta？
YES
ステップ45
出力値T1wまたはT3wの温度センサを異常と判断
NO
ステップ46
| ΔT2u－ΔT4u | ≧Ta？
YES
ステップ47
出力値T2uまたはT4uの温度センサを異常と判断
NO
ステップ48
| ΔT2w－ΔT4w | ≧Ta？
YES
ステップ49
出力値T2wまたはT4wの温度センサを異常と判断
NO
ステップ50
温度センサに異常は発生しているか？
NO
YES
ステップ51
温度センサの異常判断候補1を記憶
ステップ52
リターン

[図13]


スタート
ステップ61
一定時間当りの温度センサの出力変化の差ΔT1u, ΔT1w, ΔT2u, ΔT2w, ΔT3u, ΔT3w, ΔT4u, ΔT4wを算出
ステップ62
温度センサの出力差演算
| ΔT1u－ΔT2u | ＝ΔT12u
| ΔT1w－ΔT2w | ＝ΔT12w
| ΔT3u－ΔT4u | ＝ΔT34u
| ΔT3w－ΔT4w | ＝ΔT34w
ステップ63
出力差ΔT12u, ΔT12w, ΔT34u, ΔT34wの平均値Tave 演算
ステップ64
出力差と平均値との差分演算
| Tave－ΔT12u | ＝dΔT12u
| Tave－ΔT12w | ＝dΔT12w
| Tave－ΔT34u | ＝dΔT34u
| Tave－ΔT34w | ＝dΔT34w
ステップ65
差分dΔT12u, dΔT12w, dΔT34u, dΔT34wの最大値dΔTmax2算出
ステップ66
NO
dΔTmax2≧Tb？
YES
ステップ67
温度センサの異常判断候補2を記憶
ステップ68
リターン

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2018/043513

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl. B60G17/0185(2006.01)i, B60G99/00(2010.01)i, B61F5/30(2006.01)i, F16F15/02(2006.01)i, F16F15/03(2006.01)i, H02K11/25(2016.01)i, H02K41/02(2006.01)i, H02K41/03(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)
Int.Cl. B60G17/0185, B60G99/00, B61F5/30, F16F15/02, F16F15/03, H02K11/25, H02K41/02, H02K41/03

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Published examined utility model applications of Japan 1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2018
Registered utility model specifications of Japan 1996-2018
Published registered utility model applications of Japan 1994-2018

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 2017-156330 A (HONDA MOTOR CO., LTD.) 07 September 2017, entire text, all drawings (Family: none)	1-6
A	JP 2015-163031 A (HITACHI AUTOMOTIVE SYSTEMS LTD.) 07 September 2015, entire text, all drawings (Family: none)	1-6
A	JP 2016-22880 A (HITACHI AUTOMOTIVE SYSTEMS LTD.) 08 February 2016, entire text, all drawings (Family: none)	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	Date of mailing of the international search report
28.12.2018	15.01.2019
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/JP2018/043513

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 2016-125960 A (DENSO CORPORATION) 11 July 2016, entire text, all drawings (Family: none)	1-6

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１８／０４３５１３

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　B60G17/0185(2006.01)i, B60G99/00(2010.01)i, B61F5/30(2006.01)i, F16F15/02(2006.01)i, F16F15/03(2006.01)i, H02K11/25(2016.01)i, H02K41/02(2006.01)i, H02K41/03(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.　B60G17/0185, B60G99/00, B61F5/30, F16F15/02, F16F15/03, H02K11/25, H02K41/02, H02K41/03

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	１９７１－２０１８年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１８年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１８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 2017-156330 A（本田技研工業株式会社）2017.09.07, 全文全図（ファミリーなし）	1-6
A	JP 2015-163031 A（日立オートモティブシステムズ株式会社）2015.09.07, 全文全図（ファミリーなし）	1-6
A	JP 2016-22880 A（日立オートモティブシステムズ株式会社）2016.02.08, 全文全図（ファミリーなし）	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	国際調査報告の発送日
２８．１２．２０１８	１５．０１．２０１９

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）　３Ｑ　５０６８
宮地　将斗
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３３８１

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 2016-125960 A（株式会社デンソー）2016.07.11，全文全図（ファミリーなし）	1-6