

(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
2020年7月16日(16.07.2020)



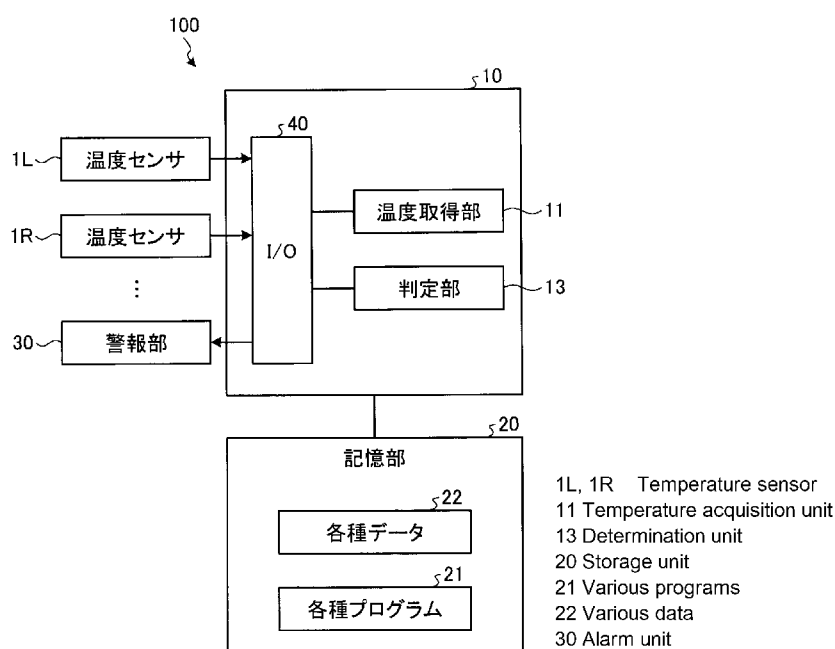
(10) 国際公開番号

WO 2020/145018 A1

- (51) 国際特許分類:
B60C 23/20 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2019/048646
- (22) 国際出願日: 2019年12月12日(12.12.2019)
- (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 2019-002167 2019年1月9日(09.01.2019) JP
- (71) 出願人: 横浜ゴム株式会社 **(THE YOKOHAMA RUBBER CO., LTD.)** [JP/JP]; 〒1058685 東京都港区新橋5丁目3番11号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 飯塚 洋 **(IIZUKA, Hiroshi)**; 〒2548601 神奈川県平塚市追分2番1号 横浜ゴム株式会社 平塚製造所内 Kanagawa (JP).
- (74) 代理人: 特許業務法人 酒井国際特許事務所 **(SAKAI INTERNATIONAL PATENT OFFICE)**; 〒1000013 東京都千代田区霞が関3丁目8番1号 虎の門三井ビルディング 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, 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, KE, KG, KH,

(54) **Title:** TIRE FAILURE PREDICTION SYSTEM AND TIRE FAILURE PREDICTION METHOD

(54) 発明の名称: タイヤ故障予知システム、タイヤ故障予知方法



(57) **Abstract:** The present invention predicts failure by determining abnormality with higher accuracy. This tire failure prediction system includes: first and second temperature sensors that detect the temperature values of a first tire and a second tire mounted on a traveling vehicle; a temperature acquisition unit that acquires the temperature values detected by the first and second temperature sensors; and a determination unit that determines the possibility of failure of the first and second tires on the basis of the acquired temperature values. The vehicle is provided with axles on which the tires are

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)）

mounted, the first tire and the second tire are mounted on the same axle of the vehicle, and the mounting position of the first tire and the mounting position of the second tire are symmetrical with respect to the same axle. The determination unit determines that the first tire may be susceptible to a failure if the temperature value of the first tire exceeds a predetermined threshold value and the difference between the temperature value of the first tire and the temperature value of the second tire exceeds a predetermined first temperature difference threshold value.

(57) 要約：より高い精度で異常判定を行い、故障を予知する。タイヤ故障予知システムは、走行中の車両に装着されている第1のタイヤおよび第2のタイヤそれぞれの温度値を検出する第1および第2の温度センサと、第1および第2の温度センサがそれぞれ検出した温度値を取得する温度取得部と、取得した温度値に基づき、第1および第2のタイヤについての故障の可能性の判定を行う判定部とを含む。車両は、タイヤが装着される車軸を備え、第1のタイヤと第2のタイヤとは、車両の同じ車軸に装着され、第1のタイヤの装着位置と第2のタイヤの装着位置とは、同じ車軸の対称位置であり、判定部は、第1のタイヤの温度値が所定閾値を超えており、かつ、第1のタイヤの温度値と第2のタイヤの温度値との差が所定の第1温度差閾値を超えている場合に、第1のタイヤに故障の可能性があると判定する。

明 細 書

発明の名称： タイヤ故障予知システム、タイヤ故障予知方法

技術分野

[0001] 本発明は、タイヤ故障予知システム、タイヤ故障予知方法に関する。

背景技術

[0002] 走行中の車両に装着されているタイヤが故障すると、事故が発生する可能性がある。事故の発生を防止するためには、タイヤの故障を予知し、その車両の運転者などに警報を出力する必要がある。

[0003] タイヤの故障を予知するための技術として、タイヤの温度およびタイヤの空気圧を検出し、検出結果に基づいてタイヤのバースト発生を予測する技術が知られている（例えば、特許文献1）。また、複数のタイヤ間におけるデータの差とその変化率の差を相互に比較しこれらの差を規定値との間で比較演算して異常時に異常情報を発信する技術が知られている（例えば、特許文献2）。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開平6－211012号公報

特許文献2：特開2002－103931号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 上述した技術は、走行中の車両に装着されているタイヤの故障を予知するうえで改善の余地がある。

[0006] 本発明は、上記に鑑みてなされたものであって、その目的は、より高い精度で異常判定を行い、故障を予知することのできる、タイヤ故障予知システム、タイヤ故障予知方法を提供することである。

課題を解決するための手段

[0007] 上述した課題を解決し、目的を達成するために、本発明のある態様による

タイヤ故障予知システムは、走行中の車両に装着されている第1のタイヤおよび第2のタイヤそれぞれの温度値を検出する第1および第2の温度センサと、前記第1および第2の温度センサがそれぞれ検出した温度値を取得する温度取得部と、前記温度取得部によって取得した温度値に基づき、前記第1および第2のタイヤについての故障の可能性の判定を行う判定部とを含み、前記車両は、タイヤが装着される車軸を備え、前記第1のタイヤと前記第2のタイヤとは、前記車両の同じ車軸に装着され、前記第1のタイヤの装着位置と前記第2のタイヤの装着位置とは、同じ車軸の対称位置であり、前記判定部は、前記温度取得部によって取得した、前記第1のタイヤの温度値が所定閾値を超えており、かつ、前記温度取得部によって取得した、前記第1のタイヤの温度値と前記第2のタイヤの温度値との差である温度差が所定の第1温度差閾値を超えている場合に、前記第1のタイヤに故障の可能性があると判定する。

[0008] また、前記第1のタイヤおよび前記第2のタイヤは空気入りタイヤであり、前記第1のタイヤおよび前記第2のタイヤそれぞれの内部の空気圧値を検出する第1および第2の空気圧センサと、前記第1および第2の空気圧センサがそれぞれ検出した空気圧値を取得する空気圧取得部とをさらに含み、前記判定部は、前記空気圧取得部によって取得した、前記第1のタイヤの空気圧値と前記第2のタイヤの空気圧値との差である空気圧差が所定の閾値を超えている場合には、前記第1温度差閾値よりも高い第2温度差閾値を用いて前記判定を行ってもよい。

[0009] 前記第1のタイヤの空気圧値は、前記第1の空気圧センサの検出値を所定温度で換算した第1の温度換算空気圧値であり、前記第2のタイヤの空気圧値は、前記第2の空気圧センサの検出値を所定温度で換算した第2の温度換算空気圧値であり、前記判定部は、前記第1の温度換算空気圧値と前記第2の温度換算空気圧値との差である空気圧差が所定の閾値を超えている場合には、前記第1温度差閾値よりも高い第2温度差閾値を用いて前記判定を行うようにしてもよい。

- [0010] 前記判定部は、前記温度取得部によって取得した、前記第1のタイヤの温度値と前記第2のタイヤの温度値との差である温度差が、前記第2温度差閾値を超えている場合には、前記第1のタイヤに故障の可能性があるとして判定し、前記温度差が、前記第2温度差閾値を超えていない場合には、前記第1のタイヤに故障の可能性があるとして判定しないようにしてもよい。
- [0011] 前記第1の温度センサが検出した温度値と、前記第2の温度センサが検出した温度値との温度差平均値を算出する温度差平均値算出部をさらに含み、前記判定部は、さらに、前記温度差平均値と前記温度差との差の絶対値が所定の第3温度差閾値を超えている場合には、前記第1のタイヤに故障の可能性があるとして判定し、前記温度差平均値と前記温度差との差の絶対値が前記第3温度差閾値を超えていない場合には、前記第1のタイヤに故障の可能性があるとして判定しないようにしてもよい。
- [0012] 前記車両の外部の気温を検出する気温センサと、前記気温センサが検出した気温に基づいて、前記温度取得部によって取得した温度値を補正する温度補正部と、をさらに含み、前記判定部は、前記温度補正部によって補正された温度値に基づいて、前記判定を行うようにしてもよい。
- [0013] 前記第1の温度センサが検出した温度値の温度変化速度と、前記第2の温度センサが検出した温度値の温度変化速度とを算出する温度変化速度算出部をさらに含み、前記判定部は、さらに、前記第1の温度センサが検出した温度値の温度変化速度が所定の変化速度閾値をより大きく、かつ、前記第1の温度センサが検出した温度値の温度変化速度と前記第2の温度センサが検出した温度値の温度変化速度との比が、所定の変化速度比閾値より大きい場合に、前記判定を行うようにしてもよい。
- [0014] 前記第1の温度センサが検出した温度値の温度変化速度と前記第2の温度センサが検出した温度値の温度変化速度との比である温度変化速度比の平均値を算出する温度変化速度比平均値算出部をさらに含み、前記判定部は、さらに、前記平均値算出部が算出した平均値に対する、前記温度変化速度比の値が、所定の閾値より大きい場合に、前記第1のタイヤに故障の可能性がある

ると判定するようにしてもよい。

[0015] 正常時における、前記第1のタイヤと前記第2のタイヤとの温度差を算出する正常時温度差算出部をさらに含み、前記判定部は、さらに、前記第1のタイヤと前記第2のタイヤとの温度差と、前記正常時の温度差との差が、所定の閾値より大きい場合に、前記第1のタイヤに故障の可能性があるとして判定するようにしてもよい。

[0016] 正常時における、前記第1のタイヤと前記第2のタイヤとの温度変化速度比を算出する正常時温度変化速度算出部と、をさらに含み、前記判定部は、さらに、前記正常時の温度変化速度比の最大値に対する、前記正常時の温度変化速度比の値が、所定の閾値より大きい場合に、前記第1のタイヤに故障の可能性があるとして判定するようにしてもよい。

[0017] 前記温度取得部は、所定の周期で前記温度値を取得し、前記温度取得部は、前記温度取得部によって取得した、前記第1のタイヤの温度値が所定閾値を超えており、かつ、前記第1のタイヤの温度と前記第2のタイヤの温度との差が所定閾値を超えている場合に、前記所定の周期より短い周期で前記温度値を取得するようにしてもよい。

[0018] 前記判定部による判定結果に基づいて、タイヤに関する警報を出力する警報部をさらに含んでもよい。

[0019] 上述した課題を解決し、目的を達成するために、本発明のある態様によるタイヤ故障予知方法は、走行中の車両の同じ車軸の対称位置に装着されている第1のタイヤおよび第2のタイヤそれぞれの温度値を検出する第1および第2の温度センサがそれぞれ検出した温度値を取得する温度値取得ステップと、前記第1のタイヤの温度値が所定閾値を超えており、かつ、前記第1のタイヤの温度値と前記第2のタイヤの温度値との差である温度差が所定の第1温度差閾値を超えている場合に、前記第1のタイヤに故障の可能性があるとして判定する判定ステップと、を含む。

発明の効果

[0020] 本発明のタイヤ故障予知システム、タイヤ故障予知方法によれば、より高

い精度で異常判定を行い、故障を予知することができる。

図面の簡単な説明

[0021] [図1]図 1 は、第 1 実施形態によるタイヤ故障予知システムの構成を示すブロック図である。

[図2]図 2 は、温度センサを設ける位置の例を示す図である。

[図3]図 3 は、タイヤにおける各センサの配置例を説明する図である。

[図4]図 4 は、温度センサを設ける位置の他の例を示す図である。

[図5]図 5 は、第 1 実施形態によるタイヤ故障予知システムの動作例を示すフローチャートである。

[図6]図 6 は、走行中の車両に装着されている、あるタイヤの温度変化の例を示す図である。

[図7]図 7 は、車両に装着されている各タイヤの内部の温度の変化例を示す図である。

[図8]図 8 は、第 2 実施形態によるタイヤ故障予知システムの構成を示すブロック図である。

[図9]図 9 は、空気圧センサを設ける位置の例を示す図である。

[図10]図 10 は、空気圧センサを設ける位置の他の例を示す図である。

[図11]図 11 は、第 2 実施形態によるタイヤ故障予知システムの動作例を示すフローチャートである。

[図12]図 12 は、第 3 実施形態によるタイヤ故障予知システムの構成を示すブロック図である。

[図13]図 13 は、第 3 実施形態によるタイヤ故障予知システムの動作例を示すフローチャートである。

[図14]図 14 は、気温センサを設ける位置の例を示す図である。

[図15]図 15 は、第 4 実施形態によるタイヤ故障予知システムの構成を示すブロック図である。

[図16]図 16 は、第 4 実施形態によるタイヤ故障予知システムの動作例を示すフローチャートである。

[図17]図 1 7 は、第 5 実施形態によるタイヤ故障予知システムの構成を示すブロック図である。

[図18]図 1 8 は、第 5 実施形態によるタイヤ故障予知システムの動作例を示すフローチャートである。

[図19]図 1 9 は、第 6 実施形態によるタイヤ故障予知システムの構成を示すブロック図である。

[図20]図 2 0 は、第 6 実施形態によるタイヤ故障予知システムの動作例を示すフローチャートである。

[図21]図 2 1 は、第 7 実施形態によるタイヤ故障予知システムの構成を示すブロック図である。

[図22]図 2 2 は、第 7 実施形態によるタイヤ故障予知システムの動作例を示すフローチャートである。

[図23]図 2 3 は、第 8 実施形態によるタイヤ故障予知システムの構成を示すブロック図である。

[図24]図 2 4 は、第 8 実施形態によるタイヤ故障予知システムの動作例を示すフローチャートである。

[図25]図 2 5 は、第 9 実施形態によるタイヤ故障予知システムの構成を示すブロック図である。

[図26]図 2 6 は、第 9 実施形態によるタイヤ故障予知システム 1 0 0 H の動作例を示すフローチャートである。

発明を実施するための形態

[0022] 以下に、本発明の実施形態を図面に基づいて詳細に説明する。以下の各実施形態の説明において、他の実施形態と同一又は同等の構成部分については同一の符号を付し、その説明を簡略又は省略する。各実施形態により本発明が限定されるものではない。また、各実施形態の構成要素には、当業者が置換可能かつ容易なもの、あるいは実質的に同一のものが含まれる。なお、この実施形態に記載された複数の変形例は、当業者自明の範囲内にて任意に組み合わせが可能である。

[0023] [第1実施形態]

以下、第1実施形態によるタイヤ故障予知システムについて説明する。

[0024] [構成]

図1は、第1実施形態によるタイヤ故障予知システム100の構成を示すブロック図である。図1において、タイヤ故障予知システム100は、制御部10と、記憶部20と、警報部30とを備える。制御部10は、タイヤ故障予知システム100の動作を統括的に制御する装置であり、例えば、CPU (Central Processing Unit)、ROM (Read-Only Memory)、RAM (Random-Access Memory)などを備える。また、制御部10は、温度取得部11と、判定部13と、入出力部(I/O)40とを有する。具体的には、制御部10のCPUが、記憶部20内のプログラムを読み込んで実行することにより、これらの機能が実現される。

[0025] 温度取得部11は、温度センサ1Lおよび1Rから温度のデータを取得する。温度取得部11は、所定の周期で温度のデータを取得する。温度取得部11が取得した温度のデータは、記憶部20に記憶される。入出力部(I/O)40は、温度センサ1L、1Rなどのデータを入力する入力部として機能する。また、入出力部(I/O)40は、判定部13の判定結果に基づくデータを出力する出力部として機能する。

[0026] 記憶部20は、制御部10での処理に用いられる各種プログラム21や各種データ22を格納する装置である。記憶部20は、例えば、不揮発性メモリあるいは磁気記憶装置により構成される。制御部10の内部に記憶部20が設けられ、制御部10と記憶部20とが一体になっていてもよい。各種プログラム21は、後述する各判定を行うためのプログラムを含む。各種データ22は、後述する各判定を行うための閾値を含む。

[0027] 警報部30は、警報を出力する装置である。警報部30は、制御部10から出力される警報信号に基づいて警報を出力する。制御部10は、自車のタイヤに故障の可能性があるかと判定した場合に、警報信号を出力する。警報部30は、例えば、車両の運転者に対して警報を出力する。警報は、例えば、

音声出力や表示出力によって行われる。また、警報部 30 は、外部装置に向けて警報を出力してもよい。警報部 30 は、車両の運転者に対して警報を出力するとともに、外部装置に向けて警報を出力してもよい。

[0028] タイヤ故障予知システム 100 においては、車両に装着されているタイヤについて、同じ車軸の対称位置に装着されている他のタイヤの温度のデータを参照して、異常があるか否かを判定する。例えば、第 1 のタイヤが異常であるか否かを判定する場合に、同じ車軸の対称位置に装着されている第 2 のタイヤの温度のデータを参照して判定する。

[0029] 図 2 は、温度センサ 1 L および 1 R を設ける位置の例を示す図である。本例において、車両 50 は、前輪が 1 軸 2 輪で、後輪が 1 軸 4 輪である。車両 50 の進行方向を矢印 Y の方向とする。前輪の車軸 J F には、進行方向の左側にタイヤ P 1 L が、進行方向の右側にタイヤ P 1 R が、それぞれ装着されている。後輪の車軸 J R には、進行方向の左外側にタイヤ P 2 L が、進行方向の右外側にタイヤ P 2 R が、それぞれ装着されている。また、後輪の車軸 J R には、進行方向の左内側にタイヤ P 3 L が、進行方向の右内側にタイヤ P 3 R が、それぞれ装着されている。後輪に装着された左右 2 つずつのタイヤは、ダブルタイヤである。ダブルタイヤは、1 つの車輪において、車両外側および車両内側に 2 つのタイヤが装着された構成である。なお、車両に装着されているタイヤを総称してタイヤ P と呼ぶことがある。

[0030] 本実施形態では、車両の対称位置に装着されているタイヤとの温度差などを処理の対象にする。対称位置に装着とは、車両の前側（進行方向）から後側（後退方向）に向かう仮想線 X に対し、第 1 のタイヤと第 2 のタイヤとが同じ車軸の左右対称の位置に装着されていることをいう。

[0031] 前輪が 1 軸 2 輪の車両については、前輪の車軸 J F に装着されている第 1 のタイヤ（例えば、左側のタイヤ P 1 L）と、同じ前輪の車軸 J F に装着されている第 2 のタイヤ（例えば、右側のタイヤ P 1 R）とが対称位置に装着されているタイヤである。

[0032] 後輪が 1 軸 4 輪の車両については、後輪の車軸 J R の外側に装着されてい

る第1のタイヤ（例えば、左外側のタイヤP2L）と、同じ後輪の車軸JRの外側に装着されている第2のタイヤ（例えば、右外側のタイヤP2R）とが対称位置に装着されているタイヤである。また、後輪の車軸JRの内側に装着されている第1のタイヤ（例えば、左内側のタイヤP3L）と、同じ後輪の車軸の内側に装着されている第2のタイヤ（例えば、右内側のタイヤP3R）とが対称位置に装着されているタイヤである。

[0033] 本例において、温度センサ1Lおよび1Rは、各タイヤPの内部に設けられる。制御部10は、温度センサ1Lおよび1Rのデータを無線で取得する。制御部10は、各センサからデータを直接取得してもよいし、中継器を設けておき、各センサから中継器を経由してデータを取得してもよい。なお、図2において、記憶部20については、図示を省略している。

[0034] 図3は、タイヤPにおける各センサの配置例を説明する図である。図3に示すように、温度センサ1（1L、1R）は、タイヤPの内部すなわち内腔に設ける。本例では、温度センサ1（1L、1R）は、タイヤPのトレッド部の内側に設置することが好ましい。なお、後述する空気圧センサ2も温度センサ1と同様に、タイヤPの内部すなわち内腔に設けることが好ましい。

[0035] 図4は、温度センサ1Lおよび1Rを設ける位置の他の例を示す図である。本例において、車両51は前輪が1軸2輪で、後輪が2軸8輪である。車両51の進行方向を矢印Yの方向とする。前輪の車軸JFには、進行方向の左側にタイヤP1Lが、進行方向の右側にタイヤP1Rが、それぞれ装着されている。後輪の後側の車軸JRには、進行方向の左外側にタイヤP2Lが、進行方向の右外側にタイヤP2Rが、それぞれ装着されている。また、後輪の後側の車軸JRには、進行方向の左内側にタイヤP3Lが、進行方向の右内側にタイヤP3Rが、それぞれ装着されている。後輪の前側の車軸JMには、進行方向の左外側にタイヤP4Lが、進行方向の右外側にタイヤP4Rが、それぞれ装着されている。また、後輪の前側の車軸JMには、進行方向の左内側にタイヤP5Lが、進行方向の右内側にタイヤP5Rが、それぞれ装着されている。後輪の前側、後側にそれぞれ装着された左右2つずつの

タイヤは、ダブルタイヤである。ダブルタイヤは、1つの車輪において、車両外側および車両内側に2つのタイヤが装着された構成である。このように、ダブルタイヤの場合、同じ車輪に2つのタイヤが装着される。

[0036] 図4において、前輪の車軸J Fに装着されている第1のタイヤ（例えば、左側のタイヤP 1 L）と、同じ前輪の車軸J Fに装着されている第2のタイヤ（例えば、右側のタイヤP 1 R）とが対称位置に装着されているタイヤである。

[0037] 後輪の後側の車軸J Rの外側に装着されている第1のタイヤ（例えば、左外側のタイヤP 2 L）と、同じ後輪の後側の車軸J Rの外側に装着されている第2のタイヤ（例えば、右外側のタイヤP 2 R）とが対称位置に装着されているタイヤである。また、後輪の後側の車軸J Rの内側に装着されている第1のタイヤ（例えば、左内側のタイヤP 3 L）と、同じ後輪の後側の車軸J Rの内側に装着されている第2のタイヤ（例えば、右内側のタイヤP 3 R）とが対称位置に装着されているタイヤである。

[0038] 後輪の前側の車軸J Mの外側に装着されている第1のタイヤ（例えば、左外側のタイヤP 4 L）と、同じ後輪の前側の車軸J Mの外側に装着されている第2のタイヤ（例えば、右外側のタイヤP 4 R）とが対称位置に装着されているタイヤである。また、後輪の前側の車軸J Mの内側に装着されている第1のタイヤ（例えば、左内側のタイヤP 5 L）と、同じ後輪の前側の車軸J Mの内側に装着されている第2のタイヤ（例えば、右内側のタイヤP 5 R）とが対称位置に装着されているタイヤである。

[0039] 図4に示すように、前輪が1軸2輪で、後輪が2軸8輪の車両についても、上記同様に、同じ車軸の左右対称の位置に装着されている第1のタイヤおよび第2のタイヤについてのデータを処理の対象とする。

[0040] 本例において、温度センサ1 Lおよび1 Rは、各タイヤ内部に設けられる。制御部1 0は、温度センサ1 Lおよび1 Rのデータを無線で取得する。制御部1 0は、各センサからデータを直接取得してもよいし、中継器を設けておき、各センサから中継器を経由してデータを取得してもよい。なお、図4

において、記憶部20については、図示を省略している。

[0041] 車輪の配置が異なる他の車両についても、各タイヤPに温度センサを設けておき、同じ車軸の対称位置に装着されている他のタイヤの温度のデータを参照して、異常があるか否かを判定する。

[0042] 本実施形態では、走行中の車両において、各タイヤPに装着された温度センサ1L、1Rから、温度Tのデータを所定の周期で取得する。そして、同じ車軸の対称位置に装着された第1のタイヤと第2のタイヤとの温度差TSを算出する。対称位置毎の温度差は、式(F0)によって算出する。

$$TS_x = T(P \times L) - T(P \times R) \quad \dots (F0)$$

[0043] ただし、式(F0)において、 $x = 1, 2, 3 \dots$ である。式(F0)において、 $T(P \times L)$ は車両の左側に装着されたタイヤの温度であり、 $T(P \times R)$ は車両の右側に装着されたタイヤの温度である。

[0044] 本実施形態では、下記の条件(1)および条件(2)を満たす場合に、タイヤが異常であると判定し、警報を出力する。

[0045] 条件(1)：いずれかのタイヤの温度が予め設定した閾値 T_{r1} より大きい。すなわち、

$$T(P \times y) > T_{r1} \quad \dots (F1)$$

である。式(F1)において、 $x = 1, 2, 3 \dots$ 、 y はL(車両左側)またはR(車両右側)である。式(F1)において、閾値 T_{r1} は、 50°C 以上 80°C 以下が好ましい。

[0046] 条件(2)：上記の条件(1)で閾値を超えたタイヤ(第1のタイヤ)について、対称位置のタイヤ(第2のタイヤ)との温度差TSが所定の閾値 T_{r2} を超えている。すなわち、

$$|TS_x| > T_{r2} \quad \dots (F2)$$

である。式(F2)において、 $x = 1, 2, 3 \dots$ である。式(F2)において、閾値 T_{r2} は、 3°C 以上 5°C 以下が好ましい。

[0047] [動作例]

図5は、第1実施形態によるタイヤ故障予知システム100の動作例を示

すフローチャートである。図5において、例えば、車両の動力発生装置（図示せず）が始動した場合、タイヤ故障予知システム100は以下の処理を行う。動力発生装置とは、例えば、エンジン、電動機である。例えば、車両のイグニッションスイッチがオンになったことを検出したときに、動力発生装置が始動したと判定してもよい。

[0048] 第1実施形態によるタイヤ故障予知システム100は、車両に装着されているタイヤそれぞれについて、図5に示すフローチャートに沿って処理を行う。タイヤ故障予知システム100は、図5に示すフローチャートに沿った処理を周期的に行う。

[0049] ステップS100において、タイヤ故障予知システム100は、温度センサ1L、1Rによってデータを取得する。次に、ステップS103において、タイヤ故障予知システム100の判定部13は、取得した各データの温度Tが所定の閾値 T_{r1} を超えているか否か判定する（ステップS103）。

[0050] ステップS103において、判定部13は、温度Tが所定の閾値 T_{r1} を超えていると判定した場合（ステップS103においてYes）、ステップS107の処理に進む。

[0051] ステップS107において、判定部13は、温度センサ1Lのデータと温度センサ1Rのデータとの温度差TSが所定の閾値 T_{r2} を超えているか否か判定する（ステップS107）。

[0052] ステップS107において、判定部13が、温度差TSが閾値 T_{r2} を超えていると判定した場合（ステップS107においてYes）、警報部30は警報を出力し（ステップS109）、タイヤ故障予知システム100は処理を終了する（ステップS111）。その後、タイヤ故障予知システム100は、車両に装着されている、他のタイヤについてのデータを処理の対象とする。

[0053] なお、上記ステップS103において、判定部13が、温度Tが所定の閾値 T_{r1} を超えていないと判定した場合（ステップS103においてNo）、タイヤ故障予知システム100は処理を終了する（ステップS111）。

この場合、タイヤ故障予知システム100は警報を出力しない。その後、タイヤ故障予知システム100は、車両に装着されている、他のタイヤについてのデータを処理の対象とする。

[0054] また、上記ステップS107において、判定部13が、温度差TSが所定の閾値Tr2を超えていないと判定した場合（ステップS107においてNo）、タイヤ故障予知システム100は処理を終了する（ステップS111）。この場合、タイヤ故障予知システム100は警報を出力しない。その後、タイヤ故障予知システム100は、車両に装着されている、他のタイヤについてのデータを処理の対象とする。

[0055] 以上の処理を、車両に装着されている各タイヤについて順次行い、様々なタイヤ、車両の組み合わせによる各々の異常温度を、同一車両の適切な装着位置で比較判定することにより、より精度の高い異常判定を行うことができる。

[0056] [タイヤの温度変化の例]

ここで、図6は、走行中の車両に装着されている、あるタイヤの温度変化の例を示す図である。図6において、車両の走行開始時刻（0：00）において、タイヤの気室内の温度は75℃である。車両の走行開始後、時刻（10：00）を過ぎると、温度はわずかに変化する。その後、時刻（17：00）の少し前から温度が上昇し始め、時刻（18：00）においてタイヤにバーストBが発生している。バーストBの発生時において、タイヤの気室内の温度は上昇している。上昇温度TUは約10℃である。本例では、バーストBの発生から約1時間前が、温度上昇開始時刻TUSである。したがって、温度上昇開始時刻TUSからバーストBが発生するまでの間に、温度の上昇などを検出すれば、バーストBすなわちタイヤの故障を予知することができる。

[0057] 図7は、車両に装着されている各タイヤの内部の温度の変化例を示す図である。図7は、前輪に装着されたタイヤを2つ（左右に1つずつ）有し、後輪に装着されたタイヤを4つ（左右に2つずつ）有する車両について、各タ

イヤの内部の温度の変化例を示す。

[0058] 図7において、一点鎖線および二点鎖線は、前輪に装着されたタイヤ（同じ車軸の対称位置に装着されたタイヤ）の内部の温度の変化例を示す。図7において、短い破線および長い破線は、後輪の車両内側に装着されたタイヤ（同じ車軸の対称位置に装着されたタイヤ）の内部の温度の変化例を示す。図7において、太い実線および細い実線は、後輪の車両外側に装着されたタイヤ（同じ車軸の対称位置に装着されたタイヤ）の内部の温度の変化例を示す。

[0059] 図7において、変化例D1、変化例D2は、車両が運行を開始してから運行を終了するまで（以下、運行オペレーションと呼ぶ）の時間すなわち1サイクルにおける温度の変化の例を示す。変化例D1は、8時頃から21時頃まで車両が走行した場合におけるタイヤ内の温度の変化を示す。変化例D2は、6時頃から0時頃まで車両が走行した場合におけるタイヤ内の温度の変化を示す。

[0060] 図7において、変化例D1およびD2を参照すると理解できるように、走行時間や走行距離が異なっても同じ車軸の対称位置に装着された第1のタイヤおよび第2のタイヤは、温度の変化の傾向が近似している。このため、同じ車軸の対称位置に装着されたタイヤ同士について、温度の値を比較すれば、バーストBすなわちタイヤの故障をより正確に予知することができる。なお、図7に示す例においては、車両が運行を開始する時、同じ車軸の対称位置に装着された第1のタイヤおよび第2のタイヤは、同じ温度になっているが、異なる温度であってもよい。

[0061] 以上のように、第1実施形態のタイヤ故障予知システムによれば、同じ車軸の対称位置に装着されたタイヤの温度を参照して判定を行うことにより、より精度の高い異常判定が可能となる。

[0062] [第2実施形態]

以下、第2実施形態によるタイヤ故障予知システムについて説明する。

[0063] [構成]

図8は、第2実施形態によるタイヤ故障予知システム100Aの構成を示すブロック図である。図8において、タイヤ故障予知システム100Aは、上述した第1実施形態によるタイヤ故障予知システム100に空気圧センサ2Lおよび2Rを追加し、制御部10に空気圧取得部12を追加した構成になっている。制御部10のCPUが、記憶部20内のプログラムを読み込んで実行することにより、空気圧取得部12の機能が実現される。なお、制御部10の内部に記憶部20が設けられ、制御部10と記憶部20とが一体になっているもよい。

[0064] 空気圧取得部12は、空気圧センサ2Lおよび2Rから空気圧のデータを取得する。空気圧取得部12は、所定の周期で空気圧のデータを取得する。空気圧取得部12が取得した空気圧のデータは、記憶部20に記憶される。入出力部(I/O)40は、空気圧センサ2L、2Rなどのデータを入力する入力部として機能する。

[0065] 図9は、空気圧センサ2(2L、2R)を設ける位置の例を示す図である。本例において、車両52は前輪が1軸2輪で、後輪が1軸4輪である。本例において、空気圧センサ2Lは、温度センサ1Lと同様に、各タイヤ内部に設けられる。本例において、空気圧センサ2Rは、温度センサ1Rと同様に、各タイヤ内部に設けられる。制御部10は、温度センサ1Lおよび1R、空気圧センサ2Lおよび2Rのデータを無線で取得する。制御部10は、各センサからデータを直接取得してもよいし、中継器を設けておき、各センサから中継器を経由してデータを取得してもよい。なお、図9において、記憶部20については、図示を省略している。

[0066] 図10は、空気圧センサ2Lおよび2Rを設ける位置の他の例を示す図である。本例において、車両53は前輪が1軸2輪で、後輪が2軸8輪である。本例において、空気圧センサ2Lは、温度センサ1Lと同様に、各タイヤ内部に設けられる。本例において、空気圧センサ2Rは、温度センサ1Rと同様に、各タイヤ内部に設けられる。制御部10は、温度センサ1Lおよび1R、空気圧センサ2Lおよび2Rのデータを無線で取得する。制御部10

は、各センサからデータを直接取得してもよいし、中継器を設けておき、各センサから中継器を経由してデータを取得してもよい。なお、図10において、記憶部20については、図示を省略している。

[0067] 本実施形態では、温度センサを各タイヤに設けて各タイヤの温度を取得するとともに、空気圧センサを各タイヤに設けて各タイヤの空気圧を取得する。そして、取得した温度が温度判定のための閾値 T_{r1} を超えているか否かを判定し、超えている場合はさらに取得した空気圧が空気圧の異常性判定のための閾値 A_r を超えているか否かを判定する。取得した空気圧が上記閾値 A_r を超えていない場合は閾値 T_{r2} を用いて同じ車軸の対称位置のタイヤの温度差を判定する。空気圧が異常であり、上記閾値 A_r を超えている場合はより高い閾値 T_{r2}' を用いて同じ車軸の対称位置のタイヤの温度差を判定する。

[0068] [動作例]

図11は、第2実施形態によるタイヤ故障予知システム100Aの動作例を示すフローチャートである。第2実施形態によるタイヤ故障予知システム100Aは、車両に装着されているタイヤそれぞれについて、図11に示すフローチャートに沿って処理を行う。タイヤ故障予知システム100Aは、図11に示すフローチャートに沿った処理を周期的に行う。

[0069] タイヤ故障予知システム100Aは、温度センサ1L、1R、空気圧センサ2L、2Rによってデータを取得する（ステップS101）。次に、タイヤ故障予知システム100Aの判定部13は、取得した各データの温度 T が所定の閾値 T_{r1} を超えているか否かを判定する（ステップS103）。

[0070] ステップS103において、判定部13は、温度 T が所定の閾値 T_{r1} を超えていると判定した場合（ステップS103においてYes）、ステップS105の処理に進む。

[0071] ステップS105において、判定部13は、取得した空気圧 A 同士の差すなわち空気圧差 AS が所定の閾値 A_r を超えているか否かを判定する（ステップS105）。ステップS105において、判定部13は、空気圧差 AS が

所定の閾値 A_r を超えていないと判定した場合（ステップ $S105$ において No ）、ステップ $S107$ の処理に進む。

[0072] ステップ $S107$ において、判定部 13 は、温度センサ $1L$ のデータと温度センサ $1R$ のデータとの温度差 TS が所定の温度差の閾値 $Tr2$ を超えているか否か判定する（ステップ $S107$ ）。ステップ $S107$ において、判定部 13 が、温度差 TS が閾値 $Tr2$ を超えていると判定した場合（ステップ $S107$ において Yes ）、警報部 30 は警報を出力し（ステップ $S109$ ）、タイヤ故障予知システム $100A$ は処理を終了する（ステップ $S111$ ）。その後、タイヤ故障予知システム $100A$ は、車両に装着されている、他のタイヤについてのデータを処理の対象とする。

[0073] 一方、ステップ $S105$ において、判定部 13 は、空気圧差 AS が所定の閾値 A_r を超えていないと判定した場合（ステップ $S105$ において Yes ）、ステップ $S113$ の処理に進む。判定部 13 は、温度差の閾値 $Tr2$ を、より高い閾値 $Tr2'$ に変更し（ステップ $S113$ ）、温度センサ $1L$ のデータと温度センサ $1R$ のデータとの温度差 TS が変更後の閾値 $Tr2'$ を超えているか否か判定する（ステップ $S115$ ）。

[0074] ステップ $S115$ において、判定部 13 が、温度差 TS が閾値 $Tr2'$ を超えていると判定した場合（ステップ $S115$ において Yes ）、警報部 30 は警報を出力し（ステップ $S109$ ）、タイヤ故障予知システム $100A$ は処理を終了する（ステップ $S111$ ）。その後、タイヤ故障予知システム $100A$ は、車両に装着されている、他のタイヤについてのデータを処理の対象とする。

[0075] なお、上記ステップ $S103$ において、判定部 13 が、温度 T が閾値 $Tr1$ を超えていないと判定した場合（ステップ $S103$ において No ）、タイヤ故障予知システム $100A$ は処理を終了する（ステップ $S111$ ）。この場合、タイヤ故障予知システム $100A$ は警報を出力しない。その後、タイヤ故障予知システム $100A$ は、車両に装着されている、他のタイヤについてのデータを処理の対象とする。

- [0076] また、上記ステップS 1 0 7において、判定部1 3が、温度差TSが閾値 T_{r2} を超えていないと判定した場合（ステップS 1 0 7においてNo）、タイヤ故障予知システム1 0 0 Aは処理を終了する（ステップS 1 1 1）。この場合、タイヤ故障予知システム1 0 0 Aは警報を出力しない。その後、タイヤ故障予知システム1 0 0 Aは、車両に装着されている、他のタイヤについてのデータを処理の対象とする。
- [0077] 上記ステップS 1 1 5において、判定部1 3が、温度差TSが閾値 T_{r2} を超えていないと判定した場合（ステップS 1 1 5においてNo）、タイヤ故障予知システム1 0 0 Aは処理を終了する（ステップS 1 1 1）。この場合、タイヤ故障予知システム1 0 0 Aは警報を出力しない。その後、タイヤ故障予知システム1 0 0 Aは、車両に装着されている、他のタイヤについてのデータを処理の対象とする。
- [0078] 以上のように、第2実施形態のタイヤ故障予知システムによれば、温度とともに空気圧も参照して判定を行うことにより、より精度の高い異常判定が可能となる。
- [0079] なお、上記の処理において、空気圧センサによって取得した空気圧値を用いてもよいし、取得した値を温度換算した空気圧値を用いてもよい。つまり、空気圧センサによって取得した空気圧値を、所定温度（例えば、気温25℃）における空気圧値に換算し、換算された空気圧値同士の差を求めてもよい。
- [0080] 具体的には、判定部1 3は、空気圧センサ2 L、2 Rによってそれぞれ取得したデータを、所定温度（例えば、気温25℃）における空気圧値にそれぞれ変換する。判定部1 3は、換算された空気圧（以下、温度換算空気圧値と記す）同士の差をステップS 1 0 5における空気圧差ASとし、所定の閾値 A_r を超えているか否かを判定する（ステップS 1 0 5）。つまり、第1のタイヤの空気圧値は、第1の空気圧センサの検出値を所定温度で換算した第1の温度換算空気圧値であり、第2のタイヤの空気圧値は、第2の空気圧センサの検出値を所定温度で換算した第2の温度換算空気圧値であり、判定

部 1 3 は、第 1 の温度換算空気圧値と第 2 の温度換算空気圧値との差である空気圧差 $A S$ が所定の閾値 $A r$ を超えている場合には、第 1 温度差閾値よりも高い第 2 温度差閾値を用いて判定を行う。

[0081] 判定部 1 3 は、空気圧センサによって取得した空気圧値を温度換算空気圧値に変換する際、記憶部 2 0 内のプログラム 2 1 を用いて、例えば、以下の式 (G 1) によって変換する。

温度換算空気圧値 (タイヤゲージ圧力) [k P a]

$$= (\text{タイヤゲージ圧力 [k P a]} + \text{大気圧 [k P a]}) / \text{タイヤ絶対温度 [K]} \times \text{最低気温 (絶対温度) [K]} - \text{大気圧 [k P a]} \quad \cdots (G 1)$$

なお、絶対温度 [K] = セルシウス温度 [°C] + 2 7 3 . 1 5 [K] であり、大気圧 = 1 0 1 . 3 3 [k P a] である。

[0082] 式 (G 1) において、大気圧は、気圧計 (図示せず) によって取得できる。最低外気温は、温度計 (図示せず) によって取得できる。1 [a t m] = 1 0 1 . 3 2 5 [k P a] である。なお、空気圧センサによって取得した空気圧値を温度換算空気圧値に変換するためのテーブルを記憶部 2 0 に記憶しておき、そのテーブルを参照して空気圧値を温度換算空気圧値に変換してもよい。

[0083] 温度換算空気圧値を用いることにより、以下の効果が得られる。すなわち、同一雰囲気温度環境において、走行前に空気圧センサ 2 L、2 R によってそれぞれ取得される 2 つのタイヤの空気圧値が同じであっても、走行中にタイヤが発熱して 2 つのタイヤに温度差が発生する場合がある。タイヤが故障した場合も 2 つのタイヤに温度差が発生する。このような場合に、その温度差によって見かけ上、空気圧値にも差が出ることがある。すなわち、温度が高い方が、空気圧の上昇が大きくなり、閾値 $A r$ を用いた判定によって正しく判定されない可能性がある。そこで、上述したように、温度換算空気圧値を求め、それらの空気圧差 $A S$ について、所定の閾値 $A r$ を超えているか否かを判定することにより、正しい判定を行うことができる。

[0084] [第 3 実施形態]

以下、第3実施形態によるタイヤ故障予知システムについて説明する。

[0085] [構成]

図12は、第3実施形態によるタイヤ故障予知システム100Bの構成を示すブロック図である。図12において、タイヤ故障予知システム100Bは、上述した第2実施形態によるタイヤ故障予知システム100Aの制御部10に温度差平均値算出部14を追加した構成になっている。制御部10のCPUが、記憶部20内のプログラムを読み込んで実行することにより、温度差平均値算出部14の機能が実現される。なお、制御部10の内部に記憶部20が設けられ、制御部10と記憶部20とが一体になっていてもよい。

[0086] 温度差平均値算出部14は、温度取得部11が取得した温度のデータについて、対称位置毎に第1のタイヤの温度と第2のタイヤの温度との差すなわち温度差を算出する。温度差平均値算出部14は、車両に装着されているすべてのタイヤについて、同様に温度差を算出する。さらに、温度差平均値算出部14は、それら温度差の平均値Tsaveを算出する。

[0087] 本実施形態では、走行中の車両において、各タイヤPに装着された温度センサ1L、1Rから、温度Tのデータを所定の周期で取得する。そして、同じ車軸の対称位置に装着された第1のタイヤと第2のタイヤとの温度差TSを算出する。対称位置毎の温度差は、上記の式(F0)によって算出する。

[0088] また、本実施形態では、同じ車軸の対称位置に装着されたタイヤ毎の温度差の平均値である、温度差平均値Tsaveを算出する。温度差平均値Tsaveは、各対称位置の温度差TSの合計値を、対称位置の数(図2の場合は「3」、図4の場合は「5」)で除することによって算出できる。

[0089] 本実施形態では、第2実施形態においてタイヤが異常であると判定しない場合でも、下記の条件(1)から条件(3)を満たす場合に、タイヤが異常であると判定し、警報を出力する。

[0090] 条件(1)：いずれかのタイヤの温度が予め設定した閾値Tr1を超えている。すなわち、

$$T(P \times y) > T_{r1} \quad \dots (F1)$$

である。式（F 1）において、閾値 T_{r1} は、 50°C 以上 80°C 以下が好ましい。

[0091] 条件（2）：上記の条件（1）で閾値 T_{r1} を超えたタイヤ（第1のタイヤ）について、対称位置のタイヤ（第2のタイヤ）との相対温度差 T_S が所定の閾値 T_{r2} を超えている。すなわち、

$$|T_S x| > T_{r2} \quad \dots (F2)$$

である。式（F 2）において、閾値 T_{r2} は、 3°C 以上 5°C 以下が好ましい。

[0092] なお、上記の条件（2）には、

$$|T_S x| > T_{r2}' \quad \dots (F2')$$

である場合も含む。

[0093] 条件（3）：上記の条件（2）で閾値 T_{r2} を超えたタイヤにおいて、相対温度差 T_S と同じ車両のすべてのタイヤの温度差平均値 T_{save} との差が、予め設定した閾値 T_{r3} を超えている。すなわち、

$$|T_S x - T_{save}| > T_{r3} \quad \dots (F3)$$

である。式（F 3）において、 $x = 1, 2, 3 \dots$ である。式（F 3）において、閾値 T_{r3} は、 3°C 以上 5°C 以下が好ましい。

[0094] 以上の処理を行うことにより、例えば、日射や左右の偏荷重などによる車両全体の温度の左右非対称性の影響を除外できる。例えば、車両の左側に日光が長時間当たっている場合において、上記の処理を行うことにより、温度の左右非対称性の影響を除外できる。

[0095] [動作例]

図13は、第3実施形態によるタイヤ故障予知システム100Bの動作例を示すフローチャートである。図13において、ステップS101からステップS107までの処理は、図11を参照して説明した処理と同様である。図13の処理においては、図11を参照して説明した処理に、ステップS117およびS119の処理が追加されている。タイヤ故障予知システム100Bは、図13に示すフローチャートに沿った処理を周期的に行う。

[0096] ステップS 1 0 3において、判定部1 3が、温度Tが閾値T r 1を超えていないと判定した場合（ステップS 1 0 3においてN o）、ステップS 1 1 7の処理に進む。また、ステップS 1 0 7において、判定部1 3が、温度差T Sが閾値T r 2を超えていないと判定した場合（ステップS 1 0 7においてN o）、ステップS 1 1 7の処理に進む。

[0097] ステップS 1 1 7において、温度差平均値算出部1 4は、温度差平均値T S a v eを算出する（ステップS 1 1 7）。次に、判定部1 3は、温度差と温度差平均値T S a v eとの差の絶対値が所定の閾値T r 3を超えているかどうかを判定する（ステップS 1 1 9）。上記の差の絶対値が所定の閾値T r 3を超えていると判定した場合（ステップS 1 1 9においてY e s）、警報部3 0は警報を出力し（ステップS 1 0 9）、タイヤ故障予知システム1 0 0 Bは処理を終了する（ステップS 1 1 1）。その後、タイヤ故障予知システム1 0 0 Bは、車両に装着されている、他のタイヤについてのデータを処理の対象とする。

[0098] 一方、上記の差の絶対値が所定の閾値T r 3を超えていないと判定した場合（ステップS 1 1 9においてN o）、タイヤ故障予知システム1 0 0 Bは処理を終了する（ステップS 1 1 1）。この場合、タイヤ故障予知システム1 0 0 Bは警報を出力しない。その後、タイヤ故障予知システム1 0 0 Bは、車両に装着されている、他のタイヤについてのデータを処理の対象とする。

[0099] 以上のように、第3実施形態のタイヤ故障予知システムによれば、温度差平均値T S a v eを用いて判定を行うことにより、より精度の高い異常判定が可能となる。

[0100] [第4実施形態]

以下、第4実施形態によるタイヤ故障予知システムについて説明する。

[0101] [構成]

第4実施形態においては、車両の外気温を取得し、温度センサ1 Lおよび1 Rから取得した温度のデータを補正する。

[0102] 図14は、気温センサ3を設ける位置の例を示す図である。気温センサ3は、車両54の発熱体から離れた位置に設けられる。車両54において、エンジン、タイヤは発熱体であるため、これらから離れた位置に気温センサ3が設けられる。例えば、気温センサ3は、車両のボディに設けられる。図14において、本例の気温センサ3は、車両54の先頭位置に設けられる。気温センサ3は、車両54の外気温を検出する。気温センサ3は、検出した外気温のデータを出力する。

[0103] 図15は、第4実施形態によるタイヤ故障予知システム100Cの構成を示すブロック図である。図15において、タイヤ故障予知システム100Cは、上述した第2実施形態によるタイヤ故障予知システム100Aに気温センサ3を追加し、制御部10に温度差補正部15を追加した構成になっている。制御部10のCPUが、記憶部20内のプログラムを読み込んで実行することにより、温度差補正部15の機能が実現される。なお、制御部10の内部に記憶部20が設けられ、制御部10と記憶部20とが一体になっていてもよい。

[0104] 温度取得部11は、温度センサ1Lおよび1Rならびに気温センサ3からデータを取得する。温度取得部11は、所定の周期で温度のデータを取得する。なお、入出力部(I/O)40は、温度センサ1Lおよび1Rならびに気温センサ3などのデータを入力する入力部として機能する。

[0105] 温度差補正部15は、温度センサ1Lおよび1Rから取得した温度のデータを、外気温のデータによって補正する。具体的には、温度差補正部15は、温度センサ1Lおよび1Rから取得した温度のデータと、外気温のデータとの差の絶対値を求める。

[0106] 本実施形態では、走行中の車両において、各タイヤPに装着された温度センサ1L、1Rから、温度Tのデータを所定の周期で取得する。そして、同じ車軸の対称位置に装着された第1のタイヤと第2のタイヤとの温度差TSを算出する。対称位置毎の温度差は、式(F0)によって算出する。

$$TS_x = T(P \times L) - T(P \times R) \quad \dots (F0)$$

[0107] ただし、式 (F 0) において、 $x = 1, 2, 3 \dots$ である。式 (F 0) において、 $T (P \times L)$ は車両の左側に装着されたタイヤの温度であり、 $T (P \times R)$ は車両の右側に装着されたタイヤの温度である。さらに、本実施形態では、気温センサ 3 により、気温 T_a のデータを取得する。

[0108] 本実施形態では、下記の条件 (1') および条件 (2) を満たす場合に、タイヤが異常であると判定し、警報を出力する。

[0109] 条件 (1') : いずれかのタイヤの温度を気温 T_a で補正した温度が、予め設定した閾値 T_{r1}' より大きい。すなわち、

$$|T (P \times y) - T_a| > T_{r1}' \quad \dots (F 1')$$

である。式 (F 1') において、 $x = 1, 2, 3 \dots$ 、 y は L または R である。式 (F 1') において、閾値 T_{r1}' は、 30°C 以上 50°C 以下が好ましい。

[0110] 条件 (2) : 上記の条件 (1') で閾値を超えたタイヤ (第 1 のタイヤ) について、対称位置のタイヤ (第 2 のタイヤ) との温度差 T_S が所定の閾値 T_{r2} を超えている。すなわち、

$$|T_{Sx}| > T_{r2} \quad \dots (F 2)$$

である。式 (F 2) において、 $x = 1, 2, 3 \dots$ である。式 (F 2) において、閾値 T_{r2} は、 3°C 以上 5°C 以下が好ましい。

[0111] なお、上記の条件 (2) には、

$$|T_{Sx}| > T_{r2}' \quad \dots (F 2')$$

である場合も含む。

[0112] 車両の外部の気温で補正を行うことにより、タイヤの温度そのままを用いて判定を行う場合に比べて、より精度の高い異常判定が可能となる。

[0113] [動作例]

図 16 は、第 4 実施形態によるタイヤ故障予知システム 100C の動作例を示すフローチャートである。第 4 実施形態によるタイヤ故障予知システム 100C は、車両に装着されているタイヤそれぞれについて、図 16 に示すフローチャートに沿って処理を行う。タイヤ故障予知システム 100C は、

図 1 6 に示すフローチャートに沿った処理を周期的に行う。

[0114] タイヤ故障予知システム 1 0 0 C は、温度センサ 1 L、1 R、空気圧センサ 2 L、2 R によってデータを取得する（ステップ S 1 0 1）。また、タイヤ故障予知システム 1 0 0 C は、気温センサ 3 から、外気温 T_a のデータを取得する（ステップ S 1 0 2）。

[0115] 次に、タイヤ故障予知システム 1 0 0 C の判定部 1 3 は、取得した各データの温度 T と外気温 T_a のデータとの差の絶対値が所定の閾値 $T_{r1'}$ を超えているか否か判定する（ステップ S 1 0 4）。

[0116] ステップ S 1 0 4 において、判定部 1 3 は、温度 T と外気温 T_a のデータとの差の絶対値が閾値 $T_{r1'}$ を超えていると判定した場合（ステップ S 1 0 4 において Y e s）、ステップ S 1 0 5 の処理に進む。ステップ S 1 0 5 以降の処理は、図 1 1 を参照して説明した処理と同様である。

[0117] なお、上記ステップ S 1 0 4 において、判定部 1 3 が、温度 T と外気温 T_a のデータとの差の絶対値が閾値 $T_{r1'}$ を超えていないと判定した場合（ステップ S 1 0 4 において N o）、タイヤ故障予知システム 1 0 0 C は処理を終了する（ステップ S 1 1 1）。この場合、タイヤ故障予知システム 1 0 0 C は警報を出力しない。その後、タイヤ故障予知システム 1 0 0 C は、車両に装着されている、他のタイヤについてのデータを処理の対象とする。

[0118] 以上のように、第 4 実施形態のタイヤ故障予知システムによれば、外気温で補正することにより、より高い精度で判定を行うことができる。

[0119] [第 5 実施形態]

以下、第 5 実施形態によるタイヤ故障予知システムについて説明する。

[0120] [構成]

図 1 7 は、第 5 実施形態によるタイヤ故障予知システム 1 0 0 D の構成を示すブロック図である。図 1 7 において、タイヤ故障予知システム 1 0 0 D は、上述した第 2 実施形態によるタイヤ故障予知システム 1 0 0 A の制御部 1 0 に温度変化速度算出部 1 6 と、温度変化速度比算出部 1 6 A とを追加した構成になっている。制御部 1 0 の CPU が、記憶部 2 0 内のプログラムを

読み込んで実行することにより、温度変化速度算出部 16、温度変化速度比算出部 16A の機能が実現される。なお、制御部 10 の内部に記憶部 20 が設けられ、制御部 10 と記憶部 20 とが一体になっていてもよい。

[0121] 温度変化速度算出部 16 は、あるタイヤ（例えば、第 1 のタイヤ）について、所定期間（例えば、時刻 t_1 から時刻 t_2 までの間）における温度変化速度 K_T を算出する。温度変化速度比算出部 16A は、温度変化速度 K_T を基に、同じ車軸の対称位置に装着されているタイヤ（例えば、第 1 のタイヤ、第 2 のタイヤ）について、温度変化速度比 K_{TH} を算出する。

[0122] 本実施形態では、走行中の車両において、各タイヤ P に装着された温度センサ 1L、1R から、温度 T のデータを所定の周期で取得する。そして、同じ車軸の対称位置に装着された第 1 のタイヤと第 2 のタイヤとの温度差 T_S を算出する。対称位置毎の温度差は、上記の式 (F0) によって算出する。

[0123] また、本実施形態では、同じ車軸の対称位置に装着されているタイヤにおける温度変化速度 K_T を算出する。時刻 t_1 から時刻 t_2 までの間における温度変化速度 K_T は、

$$K_T(P_x) = T(P_x @ t_2) - T(P_x @ t_1) / (t_2 - t_1) \quad \dots (F4)$$

によって算出する。 $T(P_x @ t_1)$ は時刻 t_1 における温度、 $T(P_x @ t_2)$ は時刻 t_2 における温度である。さらに、本実施形態では、温度変化速度 K_T を基に、温度変化速度比 K_{TH} を算出する。温度変化速度比 K_{TH} は、

$$K_{THx} = K_T(P_x L) / K_T(P_x R) \quad \dots (F5)$$

によって算出する。

[0124] 本実施形態では、第 2 実施形態においてタイヤが異常であると判定しない場合でも、下記の条件 (4) および条件 (5) を満たす場合に、タイヤが異常であると判定し、警報を出力する。

[0125] 条件 (4) : いずれかのタイヤの時系列の温度データにおける差分値から求めた温度変化速度が、予め設定した閾値 K_{Tr1} を超えている。すなわち

、

$$K T (P x) > K T r 1 \quad \cdots (F 6)$$

である。式 (F 6) において、閾値 $K T r 1$ は、例えば、 $0.3 (^{\circ}C / m i n)$ であることが好ましい。

[0126] 条件 (5) : 上記の条件 (4) で閾値 $K T r 1$ を超えた装着位置に関する温度変化速度比 $K T H$ が、予め設定した閾値 $K T r 2$ を超えている。すなわち、

$$K T H x > K T r 2 \quad \cdots (F 7)$$

である。式 (F 7) において、閾値 $K T r 2$ は、例えば、 1.1 であることが好ましい。

[0127] [動作例]

図 18 は、第 5 実施形態によるタイヤ故障予知システム 100D の動作例を示すフローチャートである。図 18 において、ステップ S 101 からステップ S 107 までの処理は、図 11 を参照して説明した処理と同様である。図 18 の処理においては、図 11 を参照して説明した処理に、ステップ S 121、S 123、S 125 および S 127 の処理が追加されている。タイヤ故障予知システム 100D は、図 18 に示すフローチャートに沿った処理を周期的に行う。

[0128] ステップ S 103 において、判定部 13 が、温度 T が閾値 $T r 1$ を超えていないと判定した場合 (ステップ S 103 において No)、ステップ S 121 の処理に進む。また、ステップ S 107 において、判定部 13 が、温度差 $T S$ が閾値 $T r 2$ を超えていないと判定した場合 (ステップ S 107 において No)、ステップ S 121 の処理に進む。

[0129] ステップ S 121 において、温度変化速度算出部 16 は、温度変化速度 $K T$ を算出する (ステップ S 121)。また、温度変化速度比算出部 16A は、温度変化速度比 $K T H$ を算出する (ステップ S 123)。次に、判定部 13 は、温度変化速度 $K T$ が所定の閾値 $K T r 1$ を超えているか否かを判定する (ステップ S 125)。

[0130] 温度変化速度 K_T が所定の閾値 K_{Tr1} を超えていると判定した場合（ステップS125においてYes）、判定部13は、温度変化速度比 K_{TH} が所定の閾値 K_{Tr2} を超えているか否かを判定する（ステップS127）。

[0131] 温度変化速度比 K_{TH} が所定の閾値 K_{Tr2} を超えていると判定した場合（ステップS127においてYes）、警報部30は警報を出力し（ステップS109）、タイヤ故障予知システム100Dは処理を終了する（ステップS111）。その後、タイヤ故障予知システム100Dは、車両に装着されている、他のタイヤについてのデータを処理の対象とする。

[0132] ステップS125において温度変化速度 K_T が所定の閾値 K_{Tr1} を超えていないと判定した場合（ステップS125においてNo）、または、ステップS127において温度変化速度比 K_{TH} が所定の閾値 K_{Tr2} を超えていないと判定した場合（ステップS127においてNo）、タイヤ故障予知システム100Dは処理を終了する（ステップS111）。この場合、タイヤ故障予知システム100Dは警報を出力しない。その後、タイヤ故障予知システム100Dは、車両に装着されている、他のタイヤについてのデータを処理の対象とする。

[0133] 以上のように、第5実施形態のタイヤ故障予知システムによれば、温度変化速度を用いて判定を行うことにより、より精度の高い異常判定が可能となる。

[0134] [第6実施形態]

以下、第6実施形態によるタイヤ故障予知システムについて説明する。

[0135] [構成]

図19は、第6実施形態によるタイヤ故障予知システム100Eの構成を示すブロック図である。図19において、タイヤ故障予知システム100Eは、上述した第5実施形態によるタイヤ故障予知システム100Dの制御部10に温度変化速度比平均値算出部17を追加した構成になっている。制御部10のCPUが、記憶部20内のプログラムを読み込んで実行することにより、温度変化速度比平均値算出部17の機能が実現される。なお、制御部

10の内部に記憶部20が設けられ、制御部10と記憶部20とが一体になっていてもよい。

[0136] 温度変化速度比平均値算出部17は、温度変化速度比の平均値を算出する。温度変化速度比平均値算出部17は、温度変化速度 K_T を基に、温度変化速度比 K_{TH} を算出し、さらに、温度変化速度比 K_{TH} を基に、その平均値である温度変化速度比平均値 K_{THave} を算出する。

[0137] 本実施形態では、走行中の車両において、各タイヤPに装着された温度センサ1L、1Rから、温度Tのデータを所定の周期で取得する。そして、同じ車軸の対称位置に装着された第1のタイヤと第2のタイヤとの温度差TSを算出する。対称位置毎の温度差は、式(F0)によって算出する。

[0138] また、本実施形態では、同じ車軸の対称位置に装着されているタイヤにおける温度変化速度 K_T を算出する。時刻 t_1 から時刻 t_2 までの間における温度変化速度 K_T は、

$$K_T(P_x) = T(P_x @ t_2) - T(P_x @ t_1) / (t_2 - t_1) \quad \dots (F4)$$

によって算出する。 $T(P_x @ t_1)$ は時刻 t_1 における温度、 $T(P_x @ t_2)$ は時刻 t_2 における温度である。

[0139] さらに、本実施形態では、温度変化速度 K_T を基に、温度変化速度比 K_{TH} を算出する。温度変化速度比 K_{TH} は、

$$K_{THx} = K_T(P_x L) / K_T(P_x R) \quad \dots (F5)$$

によって算出する。

[0140] そして、本実施形態では、温度変化速度比 K_{TH} を基に、その平均値である温度変化速度比平均値 K_{THave} を算出する。温度変化速度比平均値 K_{THave} は、各対称位置の温度変化速度比 K_{TH} の合計値を、対称位置の数(図2の場合は「3」、図4の場合は「5」)で除することによって算出できる。

[0141] 本実施形態では、第2実施形態においてタイヤが異常であると判定しない場合でも、下記の条件(4)、条件(5)および条件(6)を満たす場合に

、タイヤが異常であると判定し、警報を出力する。

[0142] 条件（４）：いずれかのタイヤの時系列の温度データにおける差分値から求めた温度変化速度が、予め設定した閾値 $KTr1$ を超えている。すなわち、

$$KT(Px) > KTr1 \quad \dots (F6)$$

である。式（F6）において、閾値 $KTr1$ は、例えば、 $0.3 (^{\circ}C/min)$ であることが好ましい。

[0143] 条件（５）：上記の条件（４）で閾値 $KTr1$ を超えた装着位置に関する温度変化速度比が、予め設定した閾値 $KTr2$ を超えている。すなわち、

$$KTHx > KTr2 \quad \dots (F7)$$

である。式（F7）において、閾値 $KTr2$ は、例えば、 1.1 であることが好ましい。

条件（６）：上記の条件（５）で閾値 $KTr2$ を超えた装着位置に関する温度変化速度比と全平均温度比との比が、予め設定した閾値 $KTr3$ を超えている。すなわち、

$$KTHx / KTHave > KTr3 \quad \dots (F8)$$

である。式（F8）において、閾値 $KTr3$ は、例えば、 1.1 であることが好ましい。

[0144] [動作例]

図20は、第6実施形態によるタイヤ故障予知システム100Eの動作例を示すフローチャートである。図20において、ステップS101からステップS123までの処理は、図18を参照して説明した処理と同様である。図20の処理においては、図18を参照して説明した処理に、ステップS124およびS129の処理が追加されている。タイヤ故障予知システム100Eは、図20に示すフローチャートに沿った処理を周期的に行う。

[0145] ステップS103において、判定部13が、温度 T が閾値 $Tr1$ を超えていないと判定した場合（ステップS103においてNo）、ステップS121の処理に進む。また、ステップS107において、判定部13が、温度差

T Sが閾値T r 2を超えていないと判定した場合（ステップS 1 0 7においてN o）、ステップS 1 2 1の処理に進む。

[0146] ステップS 1 2 1において、温度変化速度算出部1 6は、温度変化速度K Tを算出する（ステップS 1 2 1）。また、温度変化速度比算出部1 6 Aは、温度変化速度比K T Hを算出する（ステップS 1 2 3）。さらに、温度変化速度比平均値算出部1 7は、温度変化速度比平均値K T H a v eを算出する（ステップS 1 2 4）。次に、判定部1 3は、温度変化速度K Tが所定の閾値K T r 1を超えているか否かを判定する（ステップS 1 2 5）。

[0147] 温度変化速度K Tが所定の閾値K T r 1を超えていると判定した場合（ステップS 1 2 5においてY e s）、判定部1 3は、温度変化速度比K T Hが所定の閾値K T r 2を超えているか否かを判定する（ステップS 1 2 7）。温度変化速度比K T Hが所定の閾値K T r 2を超えていると判定した場合（ステップS 1 2 7においてY e s）、判定部1 3は、温度変化速度比平均値K T H a v eに対する、温度変化速度比K T Hの比が所定の閾値K T r 3を超えているか否かを判定する（ステップS 1 2 9）。

[0148] 上記の比が所定の閾値K T r 3を超えていると判定した場合（ステップS 1 2 9においてY e s）、警報部3 0は警報を出力し（ステップS 1 0 9）、タイヤ故障予知システム1 0 0 Eは処理を終了する（ステップS 1 1 1）。その後、タイヤ故障予知システム1 0 0 Eは、車両に装着されている、他のタイヤについてのデータを処理の対象とする。

[0149] ステップS 1 2 9において上記の比が所定の閾値K T r 3を超えていないと判定した場合（ステップS 1 2 9においてN o）、タイヤ故障予知システム1 0 0 Eは処理を終了する（ステップS 1 1 1）。この場合、タイヤ故障予知システム1 0 0 Eは警報を出力しない。その後、タイヤ故障予知システム1 0 0 Eは、車両に装着されている、他のタイヤについてのデータを処理の対象とする。

[0150] なお、図1 8を参照して説明した処理と同様に、ステップS 1 2 5において温度変化速度K Tが所定の閾値K T r 1を超えていないと判定した場合（

ステップS 1 2 5においてN o)、または、ステップS 1 2 7において温度変化速度比K T Hが所定の閾値K T r 2を超えていないと判定した場合(ステップS 1 2 7においてN o)、タイヤ故障予知システム1 0 0 Eは処理を終了する(ステップS 1 1 1)。この場合、タイヤ故障予知システム1 0 0 Eは警報を出力しない。その後、タイヤ故障予知システム1 0 0 Eは、車両に装着されている、他のタイヤについてのデータを処理の対象とする。

[0151] 以上のように、第6実施形態のタイヤ故障予知システムによれば、温度変化速度比を用いて判定を行うことにより、より精度の高い異常判定が可能となる。

[0152] [第7実施形態]

以下、第7実施形態によるタイヤ故障予知システムについて説明する。

[0153] [構成]

図2 1は、第7実施形態によるタイヤ故障予知システム1 0 0 Fの構成を示すブロック図である。図2 1において、タイヤ故障予知システム1 0 0 Fは、上述した第2実施形態によるタイヤ故障予知システム1 0 0 Aの制御部1 0に正常時温度差算出部1 8を追加した構成になっている。制御部1 0のC P Uが、記憶部2 0内のプログラムを読み込んで実行することにより、正常時温度差算出部1 8の機能が実現される。なお、制御部1 0の内部に記憶部2 0が設けられ、制御部1 0と記憶部2 0とが一体になっていてもよい。

[0154] 正常時温度差算出部1 8は、同じ車軸の対称位置に装着されたタイヤの正常時の温度差T S Mを算出する。

[0155] 本実施形態では、走行中の車両において、各タイヤPに装着された温度センサ1 L、1 Rから、温度Tのデータを所定の周期で取得する。そして、同じ車軸の対称位置に装着された第1のタイヤと第2のタイヤとの温度差T Sを算出する。対称位置毎の温度差は、上記の式(F 0)によって算出する。

[0156] また、本実施形態では、所定期間の温度のデータに基づいて、同じ車軸の対称位置に装着されたタイヤの正常時の温度差T S Mを算出する。所定期間は、運行オペレーションの1サイクルを含む期間が好ましい。

[0157] 本実施形態では、第2実施形態においてタイヤが異常であると判定しない場合でも、下記の条件（1）および条件（7）を満たす場合に、タイヤが異常であると判定し、警報を出力する。

[0158] 条件（1）：いずれかのタイヤの温度が予め設定した閾値 T_{r1} を超えている。すなわち、

$$T(P \times y) > T_{r1} \quad \dots (F1)$$

である。式（F1）において、閾値 T_{r1} は、50℃以上80℃以下が好ましい。

[0159] 条件（7）：上記の条件（1）で閾値 T_{r1} を超えたタイヤに関する装着位置温度差 T_S と、正常時の温度差 T_{SM} との差の絶対値が、予め設定した閾値 T_{r4} を超えている。すなわち、

$$|T_{Sx} - T_{SMx}| > T_{r4} \quad \dots (F9)$$

である。式（F9）において、閾値 T_{r4} は、3℃以上5℃以下が好ましい。

[0160] [動作例]

図22は、第7実施形態によるタイヤ故障予知システム100Fの動作例を示すフローチャートである。図22において、ステップS101からステップS107までの処理は、図11を参照して説明した処理と同様である。図22の処理においては、図11を参照して説明した処理に、ステップS122およびS135の処理が追加されている。タイヤ故障予知システム100Fは、図22に示すフローチャートに沿った処理を周期的に行う。

[0161] ステップS103において、判定部13が、温度 T が閾値 T_{r1} を超えていないと判定した場合（ステップS103においてNo）、ステップS122の処理に進む。また、ステップS107において、判定部13が、温度差 T_S が閾値 T_{r2} を超えていないと判定した場合（ステップS107においてNo）、ステップS122の処理に進む。

[0162] ステップS122において、正常時温度差算出部18は、正常時の温度差 T_{SM} を算出する（ステップS122）。次に、判定部13は、温度差 T_S

と正常時の温度差 T_{SM} との差の絶対値が所定の閾値 T_{r4} を超えているか否かを判定する（ステップ $S135$ ）。

[0163] 上記の差の絶対値が所定の閾値 T_{r4} を超えていると判定した場合（ステップ $S135$ において Yes ）、警報部 30 は警報を出力し（ステップ $S109$ ）、タイヤ故障予知システム 100F は処理を終了する（ステップ $S111$ ）。その後、タイヤ故障予知システム 100F は、車両に装着されている、他のタイヤについてのデータを処理の対象とする。

[0164] ステップ $S135$ において、上記の差の絶対値が所定の閾値 T_{r4} を超えていないと判定した場合（ステップ $S135$ において No ）、タイヤ故障予知システム 100F は処理を終了する（ステップ $S111$ ）。この場合、タイヤ故障予知システム 100F は警報を出力しない。その後、タイヤ故障予知システム 100F は、車両に装着されている、他のタイヤについてのデータを処理の対象とする。

[0165] 以上のように、第 7 実施形態のタイヤ故障予知システムによれば、所定期間の正常時温度差を基準にして判定を行うことにより、より精度の高い異常判定が可能となる。

[0166] [第 8 実施形態]

以下、第 8 実施形態によるタイヤ故障予知システムについて説明する。

[0167] [構成]

図 23 は、第 8 実施形態によるタイヤ故障予知システム 100G の構成を示すブロック図である。図 23 において、タイヤ故障予知システム 100G は、上述した第 2 実施形態によるタイヤ故障予知システム 100A の制御部 10 に温度変化速度算出部 16 と、温度変化速度比算出部 16A と、正常時温度変化速度比算出部 19 とを追加した構成になっている。制御部 10 の CPU が、記憶部 20 内のプログラムを読み込んで実行することにより、温度変化速度算出部 16、正常時温度変化速度比算出部 19 の機能が実現される。なお、制御部 10 の内部に記憶部 20 が設けられ、制御部 10 と記憶部 20 とが一体になっていてもよい。

[0168] 温度変化速度算出部 16 は、あるタイヤ（例えば、第 1 のタイヤ）について、所定期間（例えば、時刻 t_1 から時刻 t_2 までの間）における温度変化速度 K_T を算出する。温度変化速度比算出部 16A は、温度変化速度 K_T を基に、同じ車軸の対称位置に装着されているタイヤ（例えば、第 1 のタイヤ、第 2 のタイヤ）について、温度変化速度比 K_{TH} を算出する。正常時温度変化速度比算出部 19 は、所定期間の温度変化速度比 K_{TH} に基づいて、正常時の温度変化速度比 K_{THM} を算出する。所定期間は、運行オペレーションの 1 サイクルを含む期間が好ましい。

[0169] 本実施形態では、走行中の車両において、各タイヤ P に装着された温度センサ 1L、1R から、温度 T のデータを所定の周期で取得する。そして、同じ車軸の対称位置に装着された第 1 のタイヤと第 2 のタイヤとの温度差 TS を算出する。対称位置毎の温度差は、上記の式 (F0) によって算出する。

[0170] また、本実施形態では、同じ車軸の対称位置に装着されているタイヤにおける温度変化速度 K_T を算出する。時刻 t_1 から時刻 t_2 までの間における温度変化速度 K_T は、上記の式 (F4) によって算出する。さらに、本実施形態では、温度変化速度 K_T を基に、温度変化速度比 K_{TH} を算出する。温度変化速度比 K_{TH} は、上記の式 (F5) によって算出する。そして、本実施形態では、所定期間の温度変化速度比 K_{TH} に基づいて、正常時の温度変化速度比 K_{THM} を算出する。

[0171] 本実施形態では、第 2 実施形態においてタイヤが異常であると判定しない場合でも、下記の条件 (4) および条件 (8) を満たす場合に、タイヤが異常であると判定し、警報を出力する。

[0172] 条件 (4) : いずれかのタイヤの時系列の温度データにおける差分値から求めた温度変化速度が、予め設定した閾値 K_{Tr1} を超えている。すなわち、

$$K_T(P_x) > K_{Tr1} \quad \dots (F6)$$

である。式 (F6) において、閾値 K_{Tr1} は、例えば、 $0.3 (^\circ\text{C}/\text{min})$ であることが好ましい。

[0173] 条件（８）：上記の条件（１）で閾値 $KTr1$ を超えた装着位置に関する温度変化速度比と、正常時の温度変化速度比 $KTHM$ との比 $KTH/KTHM$ が、予め設定した閾値 $KTr2$ を超えている。すなわち、

$$KTH/KTHM > KTr2 \quad \dots (F7)$$

である。式（F7）において、閾値 $KTr2$ は、例えば、1.1であることが好ましい。

[0174] [動作例]

図24は、第8実施形態によるタイヤ故障予知システム100Gの動作例を示すフローチャートである。図24において、ステップS101からステップS107までの処理は、図11を参照して説明した処理と同様である。図24の処理においては、図11を参照して説明した処理に、ステップS121、S123、S126、S125およびS128の処理が追加されている。タイヤ故障予知システム100Gは、図24に示すフローチャートに沿った処理を周期的に行う。

[0175] ステップS103において、判定部13が、温度 T が閾値 $Tr1$ を超えていないと判定した場合（ステップS103においてNo）、ステップS121の処理に進む。また、ステップS107において、判定部13が、温度差 TS が閾値 $Tr2$ を超えていないと判定した場合（ステップS107においてNo）、ステップS121の処理に進む。

[0176] ステップS121において、温度変化速度算出部16は、温度変化速度 KT を算出する（ステップS121）。また、温度変化速度比算出部16Aは、温度変化速度比 KTH を算出する（ステップS123）。さらに、正常時温度変化速度比算出部19は、正常時の温度変化速度比 $KTHM$ を算出する（ステップS126）。次に、判定部13は、温度変化速度 KT が所定の閾値 $KTr1$ を超えているか否かを判定する（ステップS125）。

[0177] 温度変化速度 KT が所定の閾値 $KTr1$ を超えていると判定した場合（ステップS125においてYes）、判定部13は、正常時の温度変化速度比 $KTHM$ に対する、温度変化速度比 KTH の比が所定の閾値 $KTr2$ を超え

ているか否かを判定する（ステップS 1 2 8）。

[0178] 上記の比が所定の閾値 $KTr2$ を超えていると判定した場合（ステップS 1 2 8においてY e s）、警報部30は警報を出力し（ステップS 1 0 9）、タイヤ故障予知システム100Gは処理を終了する（ステップS 1 1 1）。その後、タイヤ故障予知システム100Gは、車両に装着されている、他のタイヤについてのデータを処理の対象とする。

[0179] ステップS 1 2 8において上記の比が所定の閾値 $KTr2$ を超えていないと判定した場合（ステップS 1 2 8においてN o）、タイヤ故障予知システム100Gは処理を終了する（ステップS 1 1 1）。この場合、タイヤ故障予知システム100Gは警報を出力しない。その後、タイヤ故障予知システム100Gは、車両に装着されている、他のタイヤについてのデータを処理の対象とする。

[0180] 以上のように、第8実施形態のタイヤ故障予知システムによれば、所定期間の正常時温度変化速度比を基準にして判定を行うことにより、より精度の高い異常判定が可能となる。

[0181] [第9実施形態]

以下、第9実施形態によるタイヤ故障予知システムについて説明する。

[0182] [構成]

図25は、第9実施形態によるタイヤ故障予知システム100Hの構成を示すブロック図である。図25において、タイヤ故障予知システム100Hは、上述した第5実施形態によるタイヤ故障予知システム100Dの制御部10において、他の温度取得部11Aを用いた構成になっている。制御部10のCPUが、記憶部20内のプログラムを読み込んで実行することにより、温度取得部11Aの機能が実現される。なお、制御部10の内部に記憶部20が設けられ、制御部10と記憶部20とが一体になっていてもよい。

[0183] 温度取得部11Aは、温度センサ1Lおよび1Rから温度のデータを取得する。温度取得部11Aは、所定の周期で温度のデータを取得する。また、温度取得部11Aは、タイヤの温度が予め設定した閾値 $Tr1$ より大きく、

かつ、対称位置のタイヤ温度の差が、閾値 T_{r2} を超えている場合に、温度のデータを取得する周期を短くする。

[0184] 本実施形態では、走行中の車両において、各タイヤ P に装着された温度センサ $1L$ 、 $1R$ から、温度 T のデータを所定の周期で取得する。そして、同じ車軸の対称位置に装着された第1のタイヤと第2のタイヤとの温度差 TS を算出する。対称位置毎の温度差は、上記の式 (F0) によって算出する。

[0185] 本実施形態では、下記の条件 (1) および条件 (2) を満たす場合に、温度のデータを取得する周期 (以下、温度データサンプリング間隔と呼ぶ) を変更する。本実施形態では、温度データサンプリング間隔を短くする。短くした後の温度データサンプリング間隔は、1分以下の間隔とすることが好ましい。

[0186] 条件 (1) : いずれかのタイヤの温度が予め設定した閾値 T_{r1} を超えている。すなわち、

$$T(P \times y) > T_{r1} \quad \dots (F1)$$

である。式 (F1) において、閾値 T_{r1} は、 50°C 以上 80°C 以下が好ましい。

[0187] 条件 (2) : 上記の条件 (1) で閾値 T_{r1} を超えたタイヤ (第1のタイヤ) について、対称位置のタイヤ (第2のタイヤ) との相対温度差 TS が所定の閾値 T_{r2} を超えている。すなわち、

$$|TS \times| > T_{r2} \quad \dots (F2)$$

である。式 (F2) において、閾値 T_{r2} は、 3°C 以上 5°C 以下が好ましい。

[0188] なお、上記の条件 (2) には、

$$|TS \times| > T_{r2}' \quad \dots (F2')$$

である場合も含む。

[0189] 本実施形態では、温度データサンプリング間隔を短くした状態で、走行中の車両において、各タイヤ P に装着された温度センサ $1L$ 、 $1R$ から、温度 T のデータを所定の周期で取得する。そして、同じ車軸の対称位置に装着さ

れた第1のタイヤと第2のタイヤとの温度差 T_S を算出する。対称位置毎の温度差は、上記の式(F0)によって算出する。

[0190] そして、本実施形態では、下記の条件(4)および条件(5)を満たす場合に、タイヤが異常であると判定し、警報を出力する。

[0191] 条件(4)：いずれかのタイヤの時系列の温度データにおける差分値から求めた温度変化速度が、予め設定した閾値 K_{Tr1} を超えている。すなわち、

$$K_T(P_x) > K_{Tr1} \quad \dots (F6)$$

である。式(F6)において、閾値 K_{Tr1} は、例えば、 $0.3 (^{\circ}\text{C}/\text{min})$ であることが好ましい。

[0192] 条件(5)：上記の条件(4)で閾値 K_{Tr1} を超えた装着位置に関する温度変化速度比 K_{TH} が、予め設定した閾値 K_{Tr2} を超えている。すなわち、

$$K_{THx} > K_{Tr2} \quad \dots (F7)$$

である。式(F7)において、閾値 K_{Tr2} は、例えば、 1.1 であることが好ましい。

[0193] 以上のように、第9実施形態のタイヤ故障予知システムによれば、温度データサンプリング間隔を短くすることにより、より精度の高い異常判定が可能となる。また、第9実施形態のタイヤ故障予知システムによれば、装着位置毎の温度差と、温度変化速度との両方から異常判定を行うことにより、判定精度が向上する。

[0194] [動作例]

図26は、第9実施形態によるタイヤ故障予知システム100Hの動作例を示すフローチャートである。図26において、ステップS101からステップS107までの処理は、図11を参照して説明した処理と同様である。図26の処理においては、図11を参照して説明した処理に、ステップS108、S121、S123、S125およびS127の処理が追加されている。タイヤ故障予知システム100Hは、図26に示すフローチャートに沿

った処理を周期的に行う。

- [0195] ステップS 1 0 7において、判定部1 3が、温度差T Sが閾値T r 2を超えていると判定した場合（ステップS 1 0 7においてY e s）、ステップS 1 0 8の処理に進む。ステップS 1 0 8において、温度取得部1 1 Aは、温度のデータを取得する周期を短くし（ステップS 1 0 8）、ステップS 1 2 0の処理に進む。
- [0196] ステップS 1 2 0において、タイヤ故障予知システム1 0 0 Hは、温度センサ1 L、1 Rによってデータを取得し（ステップS 1 2 0）、ステップS 1 2 1の処理に進む。
- [0197] ステップS 1 2 1において、温度変化速度算出部1 6は、温度変化速度K Tを算出する（ステップS 1 2 1）。また、温度変化速度比算出部1 6 Aは、温度変化速度比K T Hを算出する（ステップS 1 2 3）。次に、判定部1 3は、温度変化速度K Tが所定の閾値K T r 1を超えているか否かを判定する（ステップS 1 2 5）。
- [0198] 温度変化速度K Tが所定の閾値K T r 1を超えていると判定した場合（ステップS 1 2 5においてY e s）、判定部1 3は、温度変化速度比K T Hが所定の閾値K T r 2を超えているか否かを判定する（ステップS 1 2 7）。
- [0199] 温度変化速度比K T Hが所定の閾値K T r 2を超えていると判定した場合（ステップS 1 2 7においてY e s）、警報部3 0は警報を出力し（ステップS 1 0 9）、タイヤ故障予知システム1 0 0 Hは処理を終了する（ステップS 1 1 1）。その後、タイヤ故障予知システム1 0 0 Hは、車両に装着されている、他のタイヤについてのデータを処理の対象とする。
- [0200] ステップS 1 2 5において温度変化速度K Tが所定の閾値K T r 1を超えていないと判定した場合（ステップS 1 2 5においてN o）、または、ステップS 1 2 7において温度変化速度比K T Hが所定の閾値K T r 2を超えていないと判定した場合（ステップS 1 2 7においてN o）、タイヤ故障予知システム1 0 0 Hは処理を終了する（ステップS 1 1 1）。この場合、タイヤ故障予知システム1 0 0 Hは警報を出力しない。その後、タイヤ故障予知

システム１００Ｈは、車両に装着されている、他のタイヤについてのデータを処理の対象とする。

[0201] 以上のように、第９実施形態のタイヤ故障予知システムによれば、温度データサンプリング間隔を短くして判定を行うことにより、より精度の高い異常判定が可能となる。

[0202] なお、再び上記の条件（１）および条件（２）を満たした場合には、温度データサンプリング間隔をさらに短くしてもよい。つまり、温度データサンプリング間隔を３種類設定しておき、２段階に短くなるようにしてもよい。

[0203] [タイヤ故障予知方法]

上述したタイヤ故障予知システムによると、次のようなタイヤ故障予知方法が実現される。すなわち、走行中の車両の同じ車軸の対称位置に装着されている第１のタイヤおよび第２のタイヤそれぞれの温度値を検出する第１および第２の温度センサがそれぞれ検出した温度値を取得する温度値取得ステップと、上記第１のタイヤの温度値が所定閾値を超えており、かつ、上記第１のタイヤの温度値と上記第２のタイヤの温度値との差である温度差が所定の第１温度差閾値を超えている場合に、上記第１のタイヤに故障の可能性があると判定する判定ステップと、を含むタイヤ故障予知方法が実現される。この方法によれば、より高い精度で異常判定を行い、故障を予知することができる。

[0204] また、上記第１のタイヤおよび上記第２のタイヤそれぞれの内部の空気圧値を検出する第１および第２の空気圧センサがそれぞれ検出した空気圧値を取得するステップをさらに含み、上記判定ステップにおいては、上記第１のタイヤの空気圧値と上記第２のタイヤの空気圧値との差である空気圧差が所定の閾値を超えている場合には、上記第１温度差閾値よりも高い第２温度差閾値を用いて判定を行うようにしてもよい。この方法によれば、より高い精度で異常判定を行い、故障を予知することができる。

[0205] [変形例]

以下、上述したタイヤ故障予知システムの変形例について説明する。

(変形例 1)

温度および空気圧を取得している動作例のフローチャートにおいて、空気圧を取得せず、温度に基づいて処理を行うようにしてもよい。すなわち、図 13、図 18、図 20、図 22、図 24 および図 26 のフローチャートにおいて、空気圧を取得せず、取得した温度に基づいて処理を行うようにしてもよい。

[0206] (変形例 2)

ダブルタイヤについては、2つのタイヤが同じ車輪に装着されているために、どちらのタイヤに異常が発生しているか特定できない場合も考えられる。このような場合、例えば、ダブルタイヤにおいて、温度の絶対値が大きいタイヤが異常であると判定することができる、例えば、2つのタイヤの温度差を求めれば、より高い温度のタイヤを特定することができる。

[0207] (変形例 3)

制御部 10 は、各センサから無線でデータを取得する場合、各センサからデータを直接取得してもよいし、中継器を設けておき、各センサから中継器を経由してデータを取得してもよい。

[0208] (変形例 4)

制御部 10 から出力される警報信号を、タイヤ故障予知システムの外部の装置に送信し、外部の装置から車両の運転者に警報を出力してもよい。例えば、警報信号を移動通信網に送信し、移動通信網内のサーバ装置から車両の運転者が使用する通信端末（例えば、携帯電話機やスマートフォン）に制御信号を送信してよい。これにより、警報部 30 を設けなくても、携帯電話機やスマートフォンによって車両の運転者に警報を伝えることができる。

符号の説明

- [0209] 1 L、1 R 温度センサ
2 L、2 R 空気圧センサ
3 気温センサ
10 制御部

1 1、1 1 A 温度取得部
1 2 空気圧取得部
1 3 判定部
1 4 温度差平均値算出部
1 5 温度差補正部
1 6 温度変化速度算出部
1 6 A 温度変化速度比算出部
1 7 温度変化速度比平均値算出部
1 8 正常時温度差算出部
1 9 正常時温度変化速度比算出部
2 0 記憶部
2 1 各種プログラム
2 2 各種データ
3 0 警報部
5 0、5 1～5 4 車両
1 0 0、1 0 0 A～1 0 0 H タイヤ故障予知システム
J F、J M、J R 車軸
P、P 1 L～P 5 L、P 1 R～P 5 R タイヤ

請求の範囲

[請求項1]

走行中の車両に装着されている第1のタイヤおよび第2のタイヤそれぞれの温度値を検出する第1および第2の温度センサと、前記第1および第2の温度センサがそれぞれ検出した温度値を取得する温度取得部と、前記温度取得部によって取得した温度値に基づき、前記第1および第2のタイヤについての故障の可能性の判定を行う判定部とを含み、

前記車両は、タイヤが装着される車軸を備え、

前記第1のタイヤと前記第2のタイヤとは、前記車両の同じ車軸に装着され、

前記第1のタイヤの装着位置と前記第2のタイヤの装着位置とは、同じ車軸の対称位置であり、

前記判定部は、

前記温度取得部によって取得した、前記第1のタイヤの温度値が所定閾値を超えており、かつ、前記温度取得部によって取得した、前記第1のタイヤの温度値と前記第2のタイヤの温度値との差である温度差が所定の第1温度差閾値を超えている場合に、前記第1のタイヤに故障の可能性があると判定する

タイヤ故障予知システム。

[請求項2]

前記第1のタイヤおよび前記第2のタイヤは空気入りタイヤであり、

前記第1のタイヤおよび前記第2のタイヤそれぞれの内部の空気圧値を検出する第1および第2の空気圧センサと、前記第1および第2の空気圧センサがそれぞれ検出した空気圧値を取得する空気圧取得部とをさらに含み、

前記判定部は、

前記空気圧取得部によって取得した、前記第1のタイヤの空気圧値と前記第2のタイヤの空気圧値との差である空気圧差が所定の閾値を

超えている場合には、前記第 1 温度差閾値よりも高い第 2 温度差閾値を用いて前記判定を行う

請求項 1 に記載のタイヤ故障予知システム。

[請求項3] 前記第 1 のタイヤの空気圧値は、前記第 1 の空気圧センサの検出値を所定温度で換算した第 1 の温度換算空気圧値であり、前記第 2 のタイヤの空気圧値は、前記第 2 の空気圧センサの検出値を所定温度で換算した第 2 の温度換算空気圧値であり、

前記判定部は、前記第 1 の温度換算空気圧値と前記第 2 の温度換算空気圧値との差である空気圧差が所定の閾値を超えている場合には、前記第 1 温度差閾値よりも高い第 2 温度差閾値を用いて前記判定を行う

請求項 2 に記載のタイヤ故障予知システム。

[請求項4] 前記判定部は、

前記温度取得部によって取得した、前記第 1 のタイヤの温度値と前記第 2 のタイヤの温度値との差である温度差が、前記第 2 温度差閾値を超えている場合には、前記第 1 のタイヤに故障の可能性があるとは判定し、

前記温度差が、前記第 2 温度差閾値を超えていない場合には、前記第 1 のタイヤに故障の可能性があるとは判定しない

請求項 2 または 3 に記載のタイヤ故障予知システム。

[請求項5] 前記第 1 の温度センサが検出した温度値と、前記第 2 の温度センサが検出した温度値との温度差平均値を算出する温度差平均値算出部をさらに含み、

前記判定部は、さらに、

前記温度差平均値と前記温度差との差の絶対値が所定の第 3 温度差閾値を超えている場合には、前記第 1 のタイヤに故障の可能性があるとは判定し、

前記温度差平均値と前記温度差との差の絶対値が前記第 3 温度差閾

値を超えていない場合には、前記第 1 のタイヤに故障の可能性がある
と判定しない

請求項 1 から請求項 4 のいずれか 1 つに記載のタイヤ故障予知システム。

[請求項 6]

前記車両の外部の気温を検出する気温センサと、

前記気温センサが検出した気温に基づいて、前記温度取得部によって取得した温度値を補正する温度補正部と、

をさらに含み、

前記判定部は、

前記温度補正部によって補正された温度値に基づいて、前記判定を行う

請求項 1 から請求項 5 のいずれか 1 つに記載のタイヤ故障予知システム。

[請求項 7]

前記第 1 の温度センサが検出した温度値の温度変化速度と、前記第 2 の温度センサが検出した温度値の温度変化速度とを算出する温度変化速度算出部をさらに含み、

前記判定部は、さらに、

前記第 1 の温度センサが検出した温度値の温度変化速度が所定の変化速度閾値をより大きく、かつ、

前記第 1 の温度センサが検出した温度値の温度変化速度と前記第 2 の温度センサが検出した温度値の温度変化速度との比が、所定の変化速度比閾値より大きい場合に、

前記判定を行う

請求項 1 から請求項 6 のいずれか 1 つに記載のタイヤ故障予知システム。

[請求項 8]

前記第 1 の温度センサが検出した温度値の温度変化速度と前記第 2 の温度センサが検出した温度値の温度変化速度との比である温度変化速度比の平均値を算出する温度変化速度比平均値算出部をさらに含み

、

前記判定部は、さらに、

前記平均値算出部が算出した平均値に対する、前記温度変化速度比の値が、所定の閾値より大きい場合に、前記第1のタイヤに故障の可能性があると判定する

請求項7に記載のタイヤ故障予知システム。

[請求項9]

正常時における、前記第1のタイヤと前記第2のタイヤとの温度差を算出する正常時温度差算出部をさらに含み、

前記判定部は、さらに、

前記第1のタイヤと前記第2のタイヤとの温度差と、前記正常時の温度差との差が、所定の閾値より大きい場合に、前記第1のタイヤに故障の可能性があると判定する

請求項1から請求項8のいずれか1つに記載のタイヤ故障予知システム。

[請求項10]

正常時における、前記第1のタイヤと前記第2のタイヤとの温度変化速度比を算出する正常時温度変化速度算出部と、
をさらに含み、

前記判定部は、さらに、

前記正常時の温度変化速度比の最大値に対する、前記正常時の温度変化速度比の値が、所定の閾値より大きい場合に、前記第1のタイヤに故障の可能性があると判定する

請求項1から請求項9のいずれか1つに記載のタイヤ故障予知システム。

[請求項11]

前記温度取得部は、所定の周期で前記温度値を取得し、

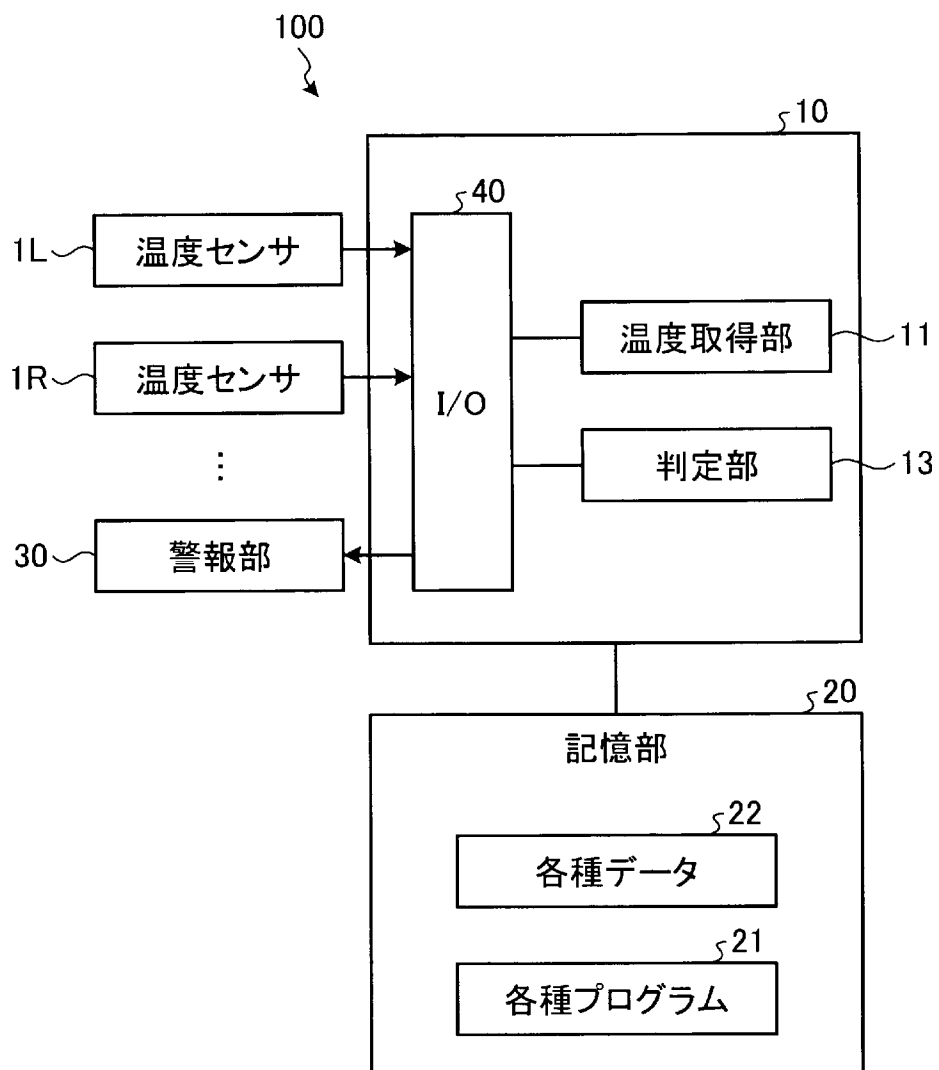
前記温度取得部は、前記温度取得部によって取得した、前記第1のタイヤの温度値が所定閾値を超えており、かつ、前記第1のタイヤの温度と前記第2のタイヤの温度との差が所定閾値を超えている場合に、前記所定の周期より短い周期で前記温度値を取得する

請求項 1 から請求項 10 のいずれか 1 つに記載のタイヤ故障予知システム。

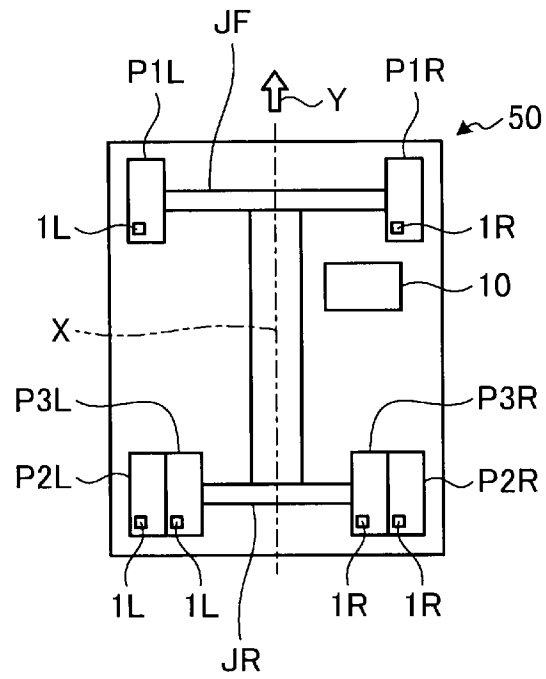
[請求項12] 前記判定部による判定結果に基づいて、タイヤに関する警報を出力する警報部をさらに含む請求項 1 から請求項 11 のいずれか 1 つに記載のタイヤ故障予知システム。

[請求項13] 走行中の車両の同じ車軸の対称位置に装着されている第 1 のタイヤおよび第 2 のタイヤそれぞれの温度値を検出する第 1 および第 2 の温度センサがそれぞれ検出した温度値を取得する温度値取得ステップと、前記第 1 のタイヤの温度値が所定閾値を超えており、かつ、前記第 1 のタイヤの温度値と前記第 2 のタイヤの温度値との差である温度差が所定の第 1 温度差閾値を超えている場合に、前記第 1 のタイヤに故障の可能性があるとは判定する判定ステップと、を含むタイヤ故障予知方法。

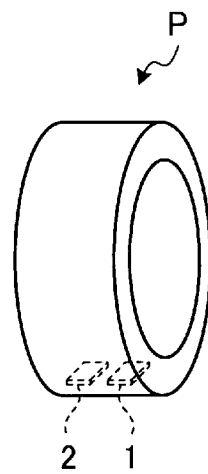
[図1]



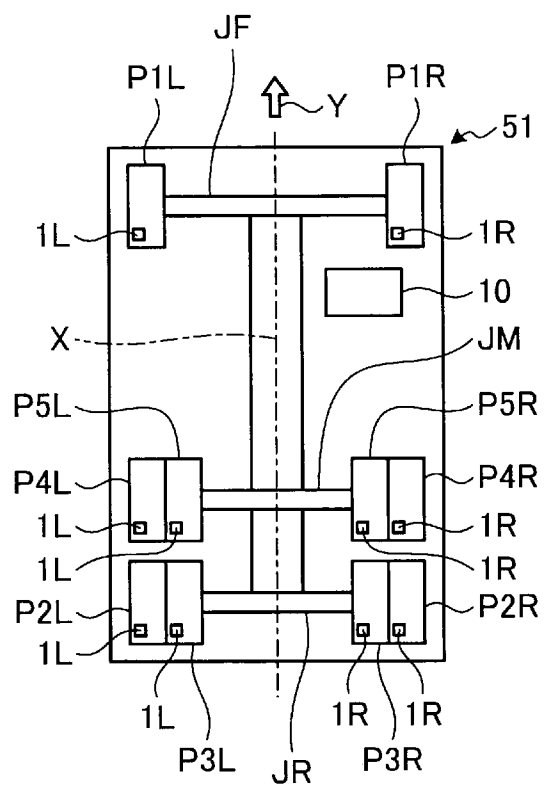
[図2]



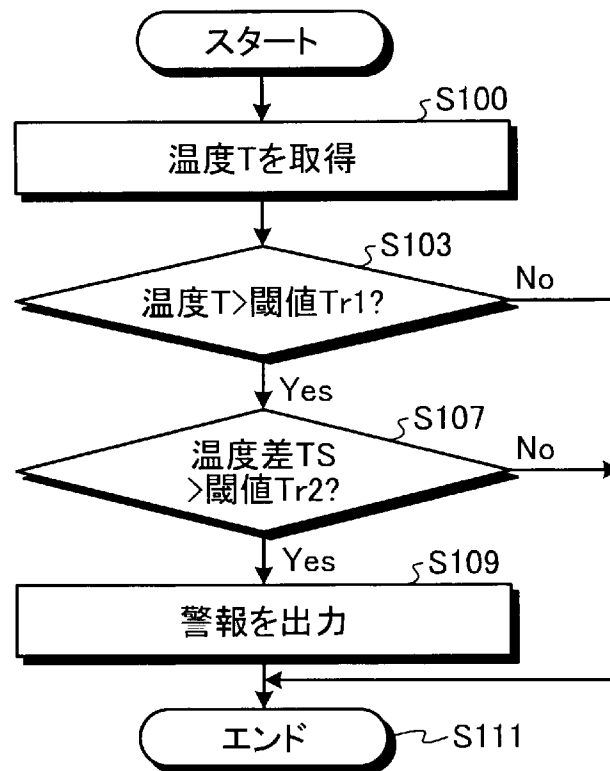
[図3]



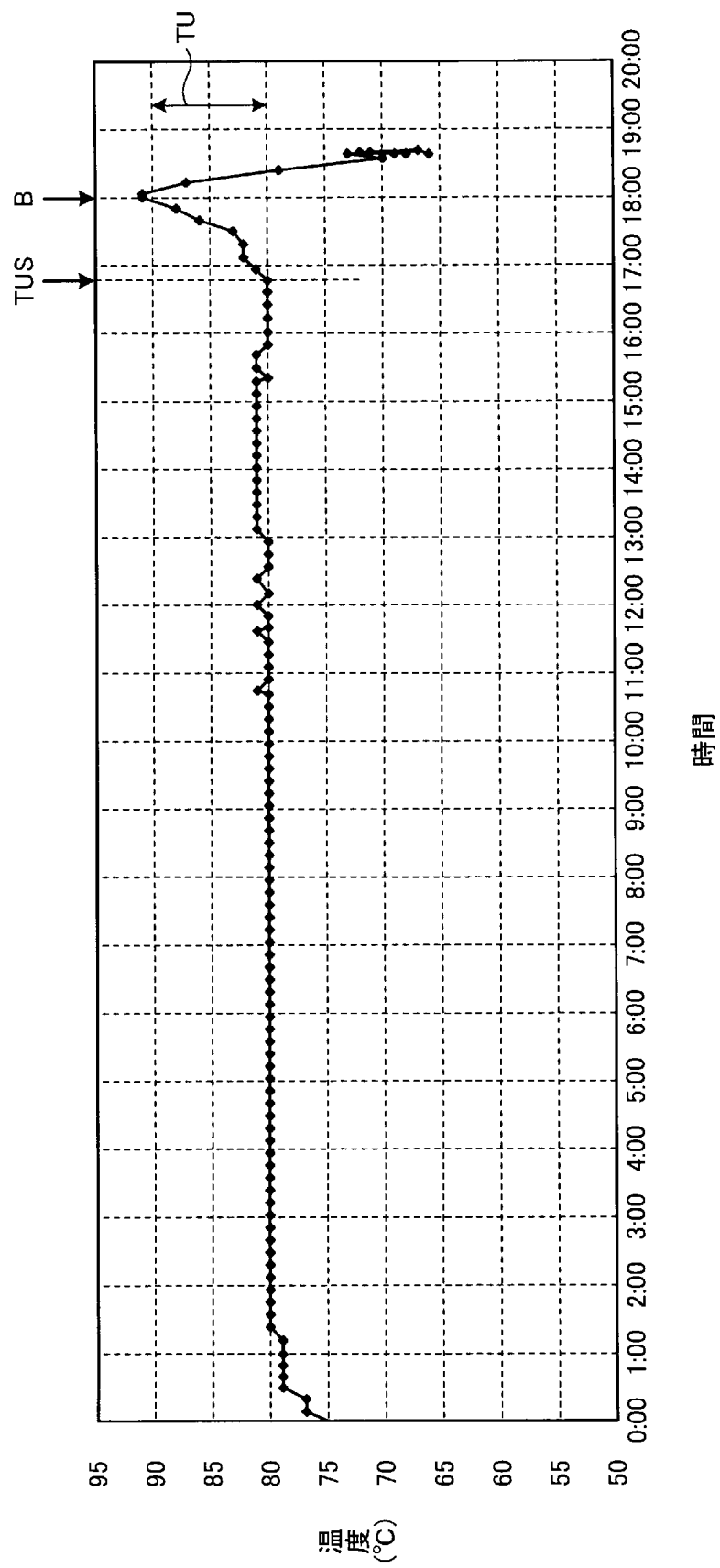
[図4]



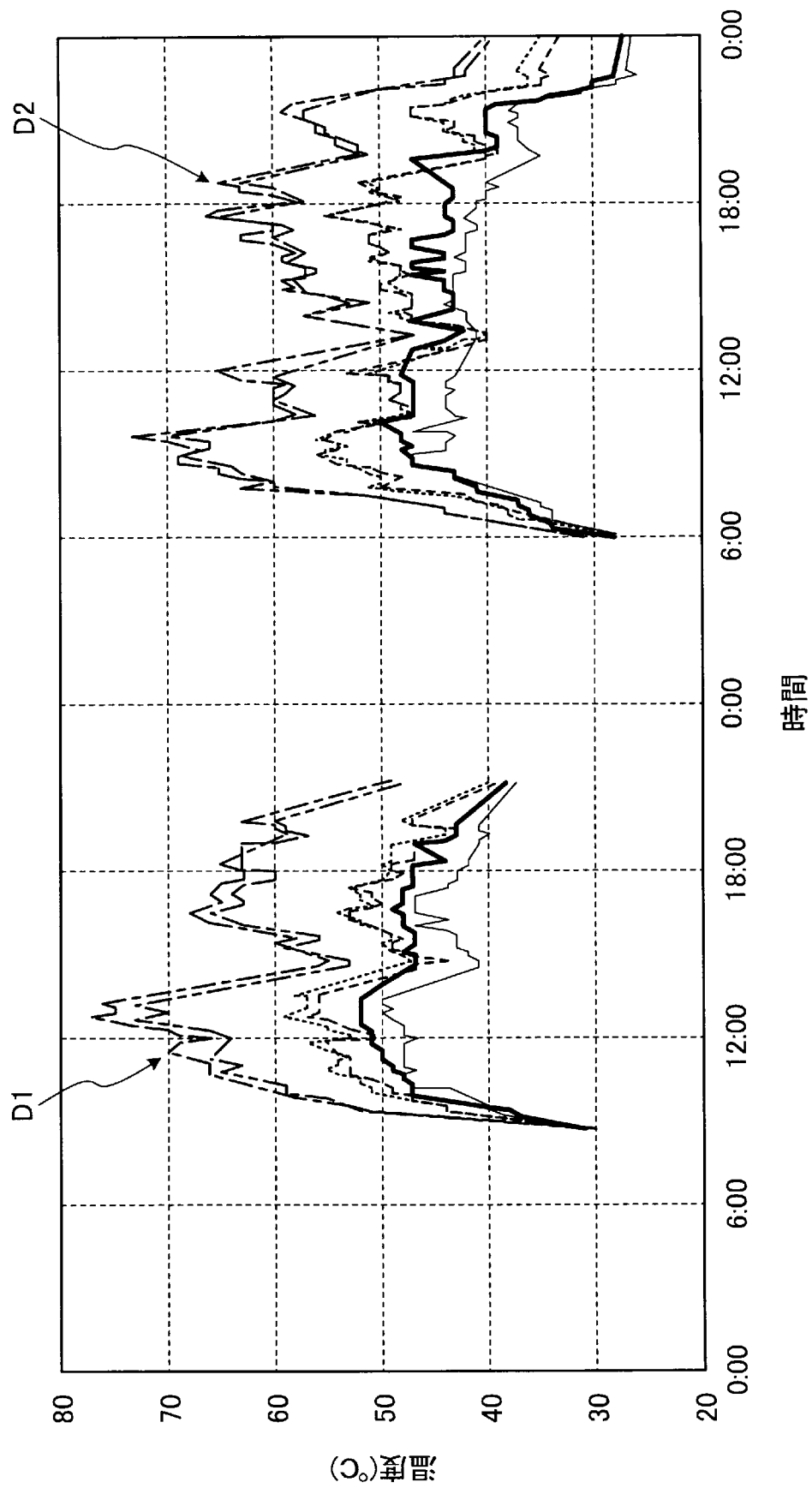
[図5]



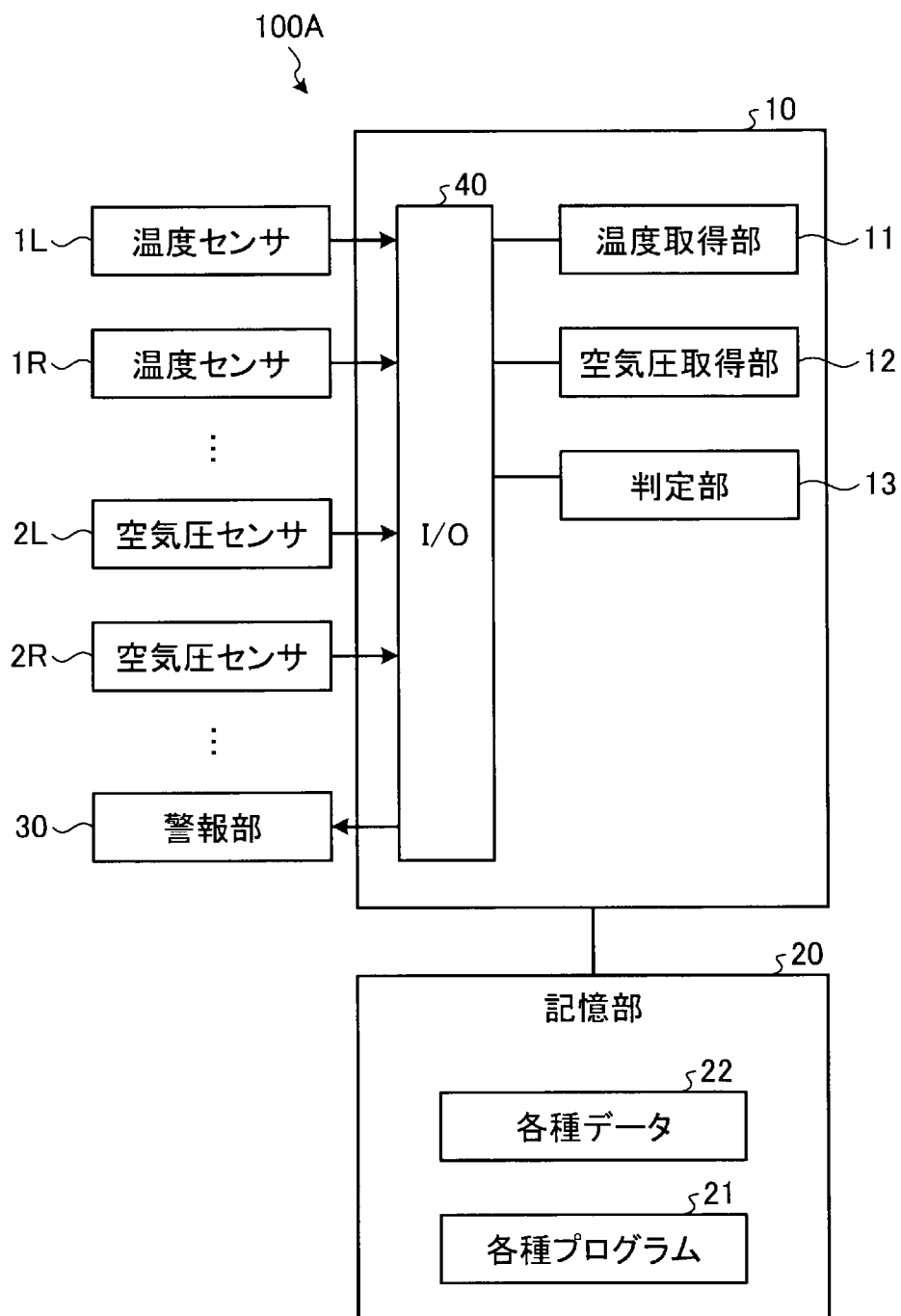
[図6]



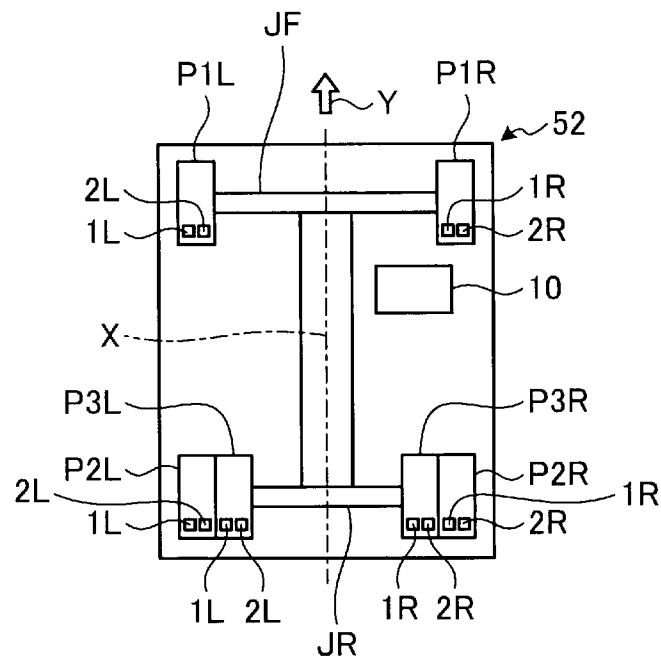
[図7]



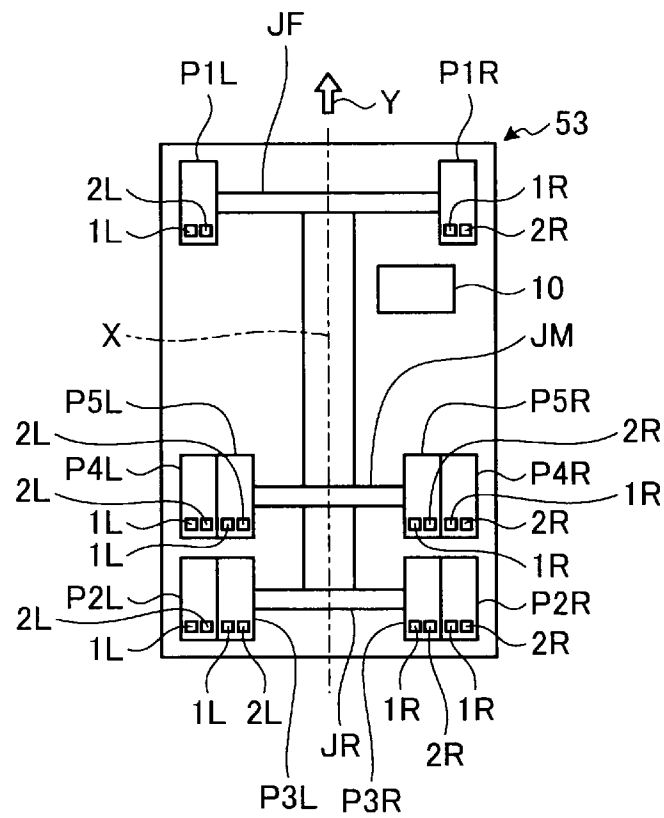
[図8]



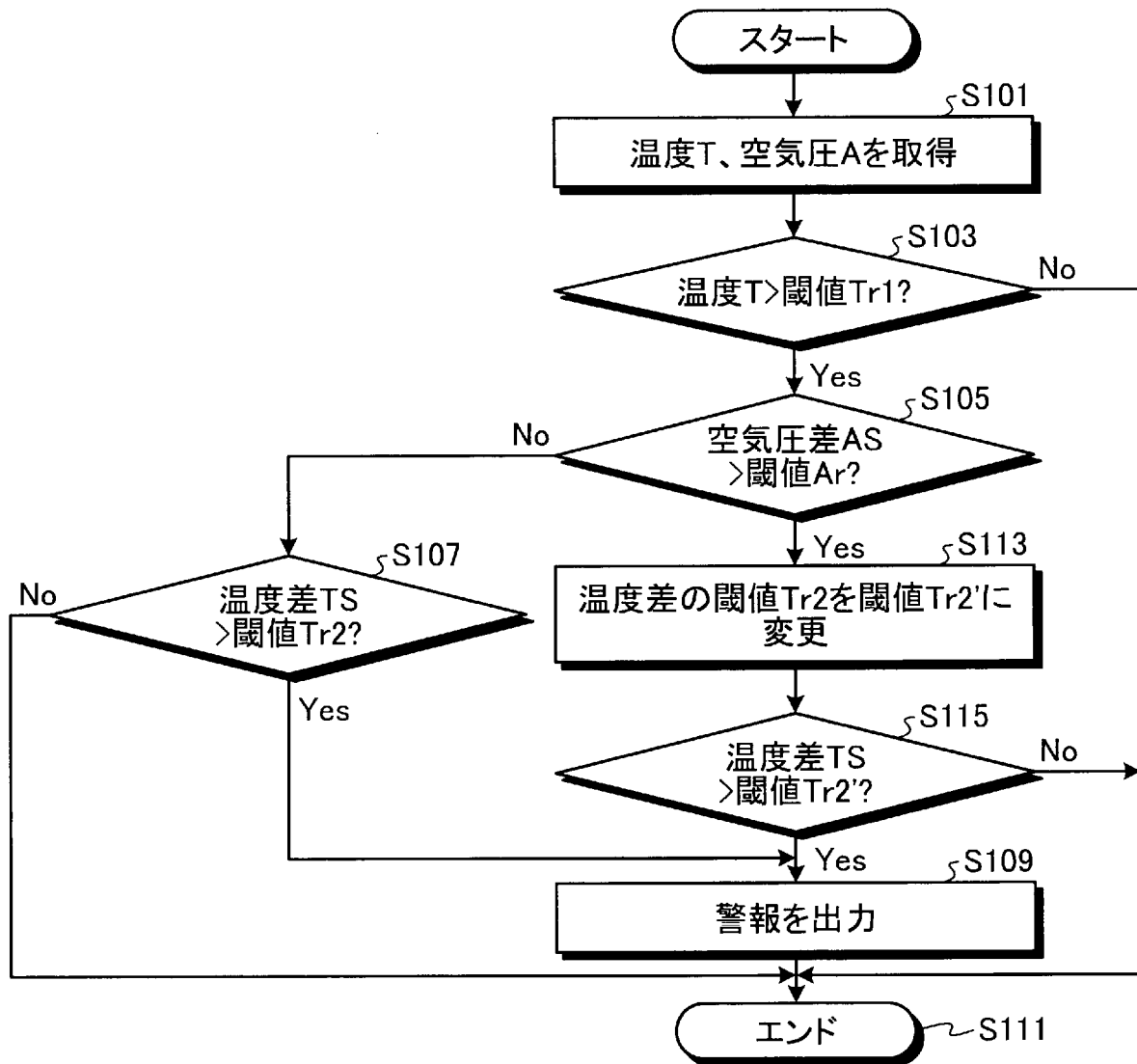
[図9]



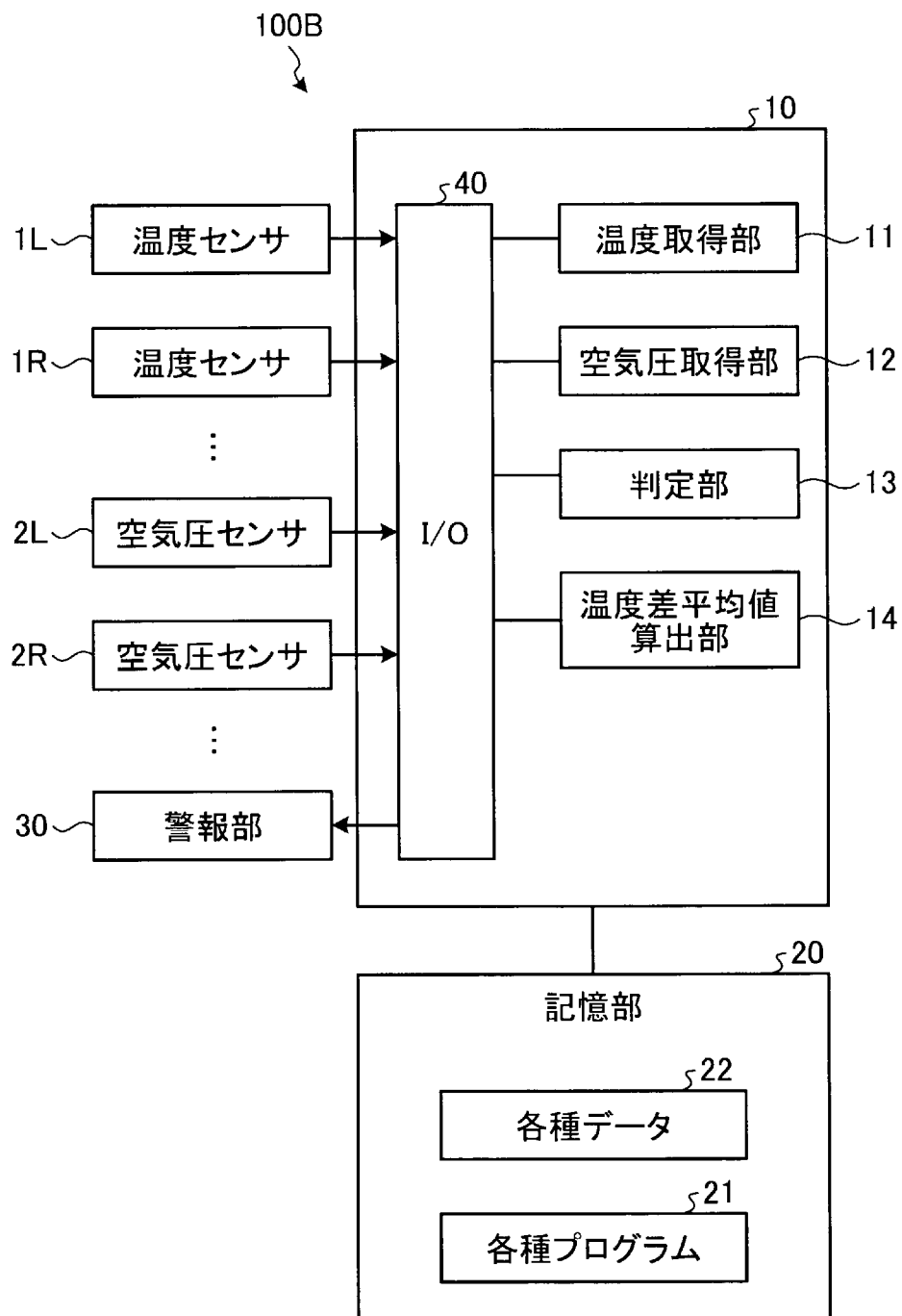
[図10]



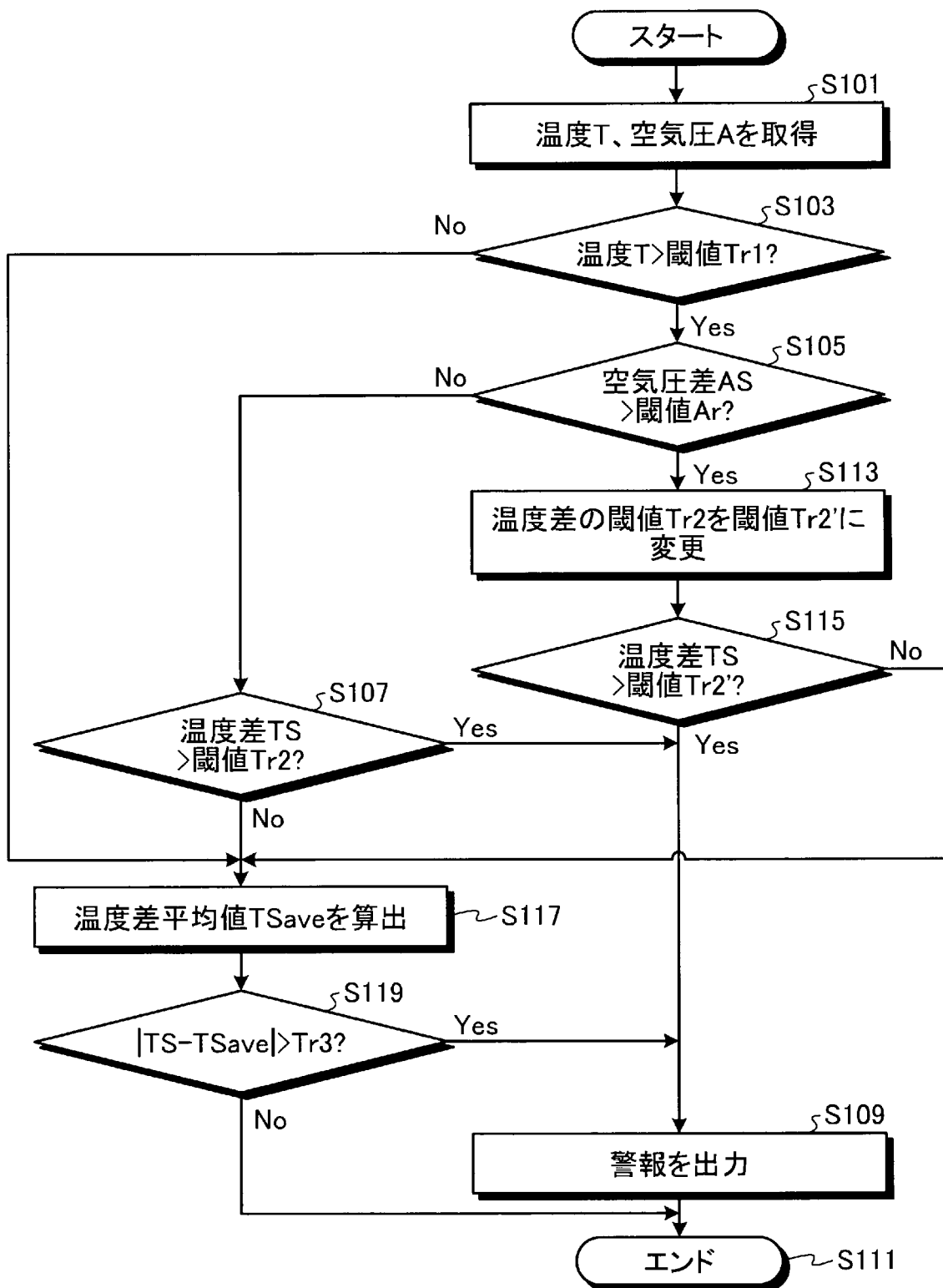
[図11]



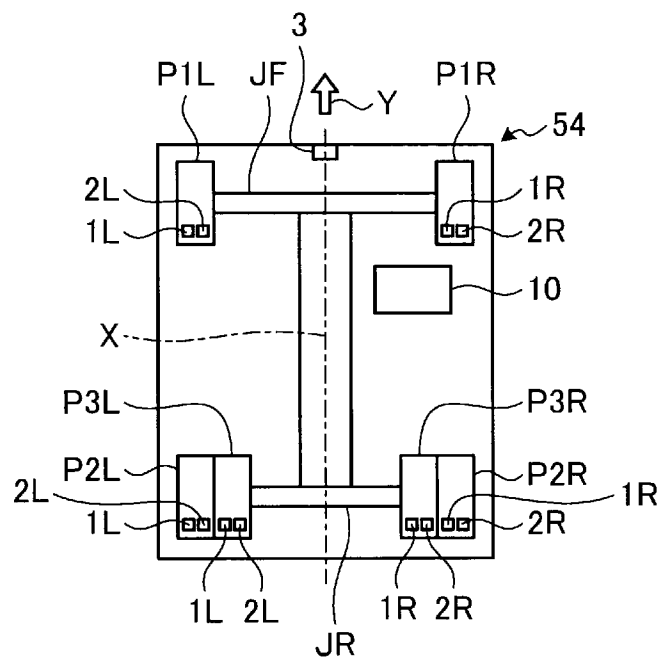
[図12]



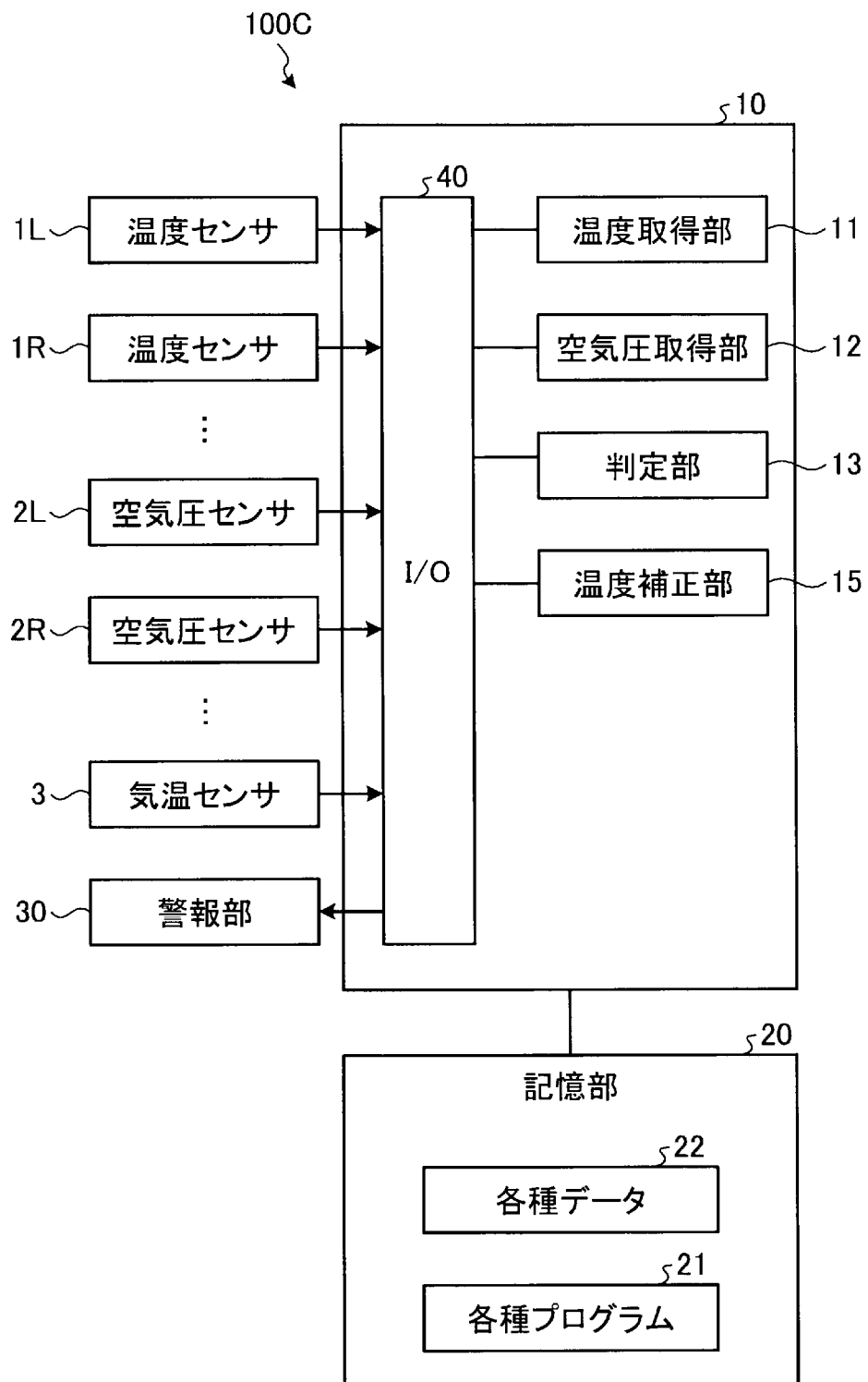
[図13]



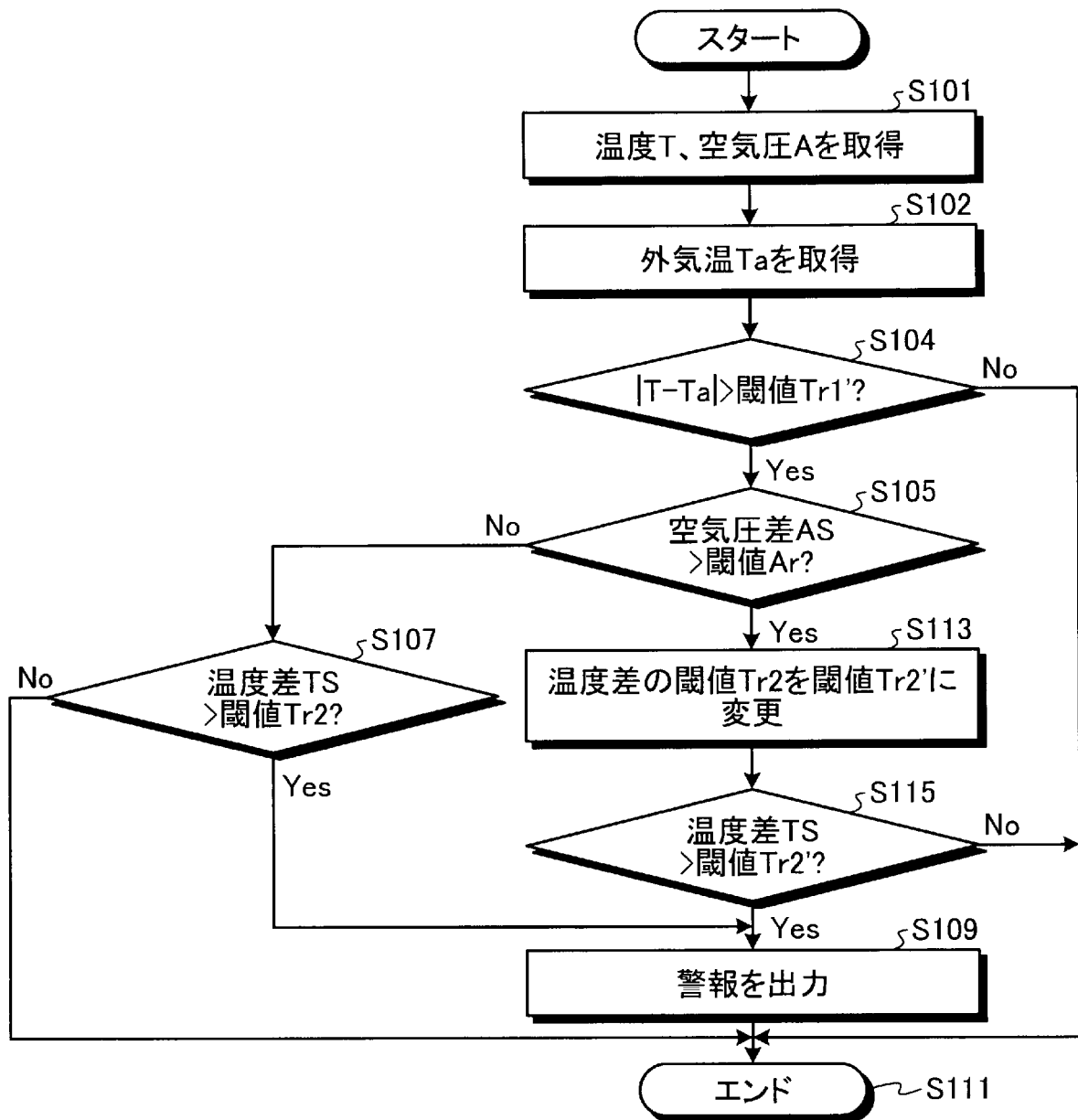
[図14]



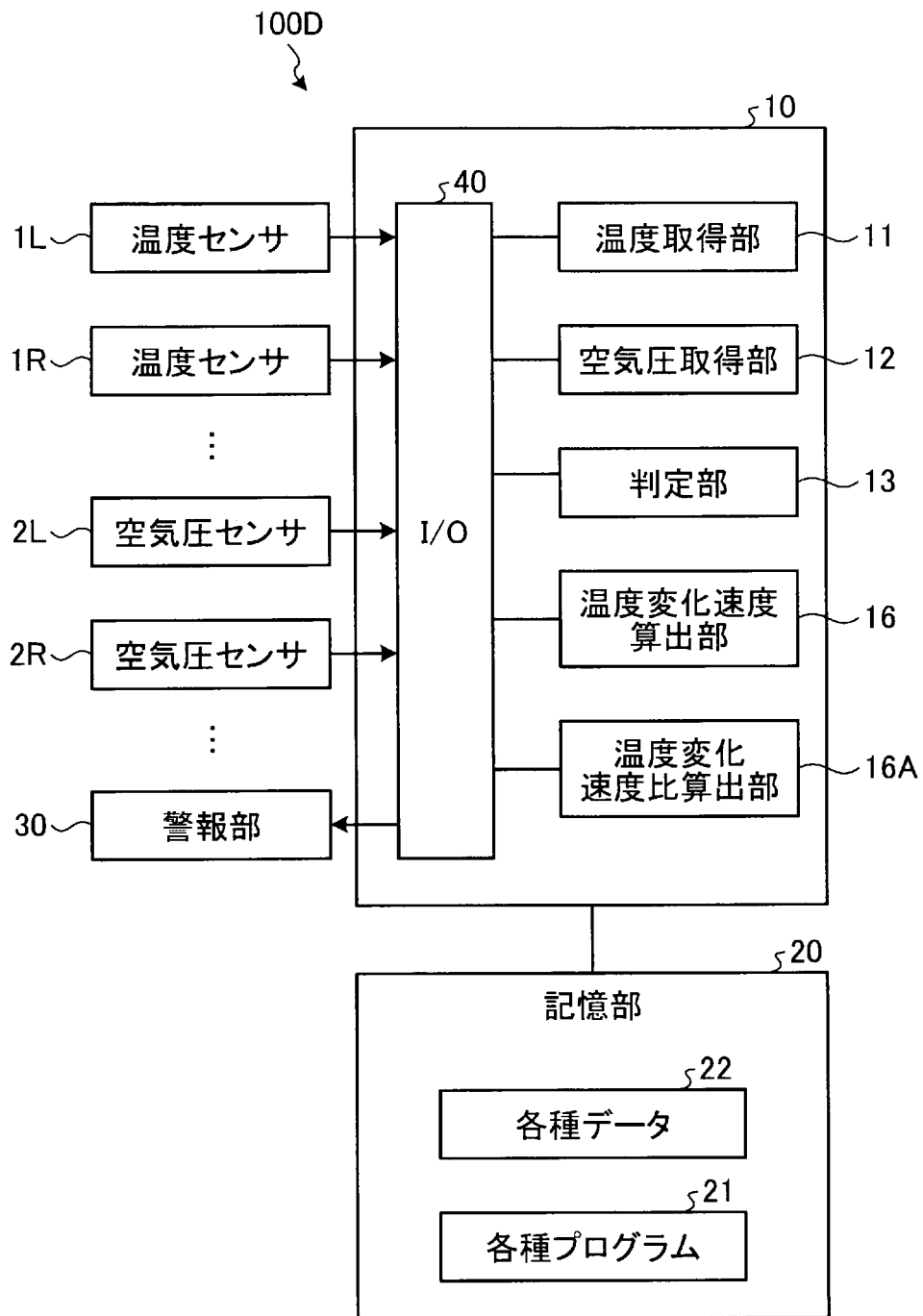
[図15]



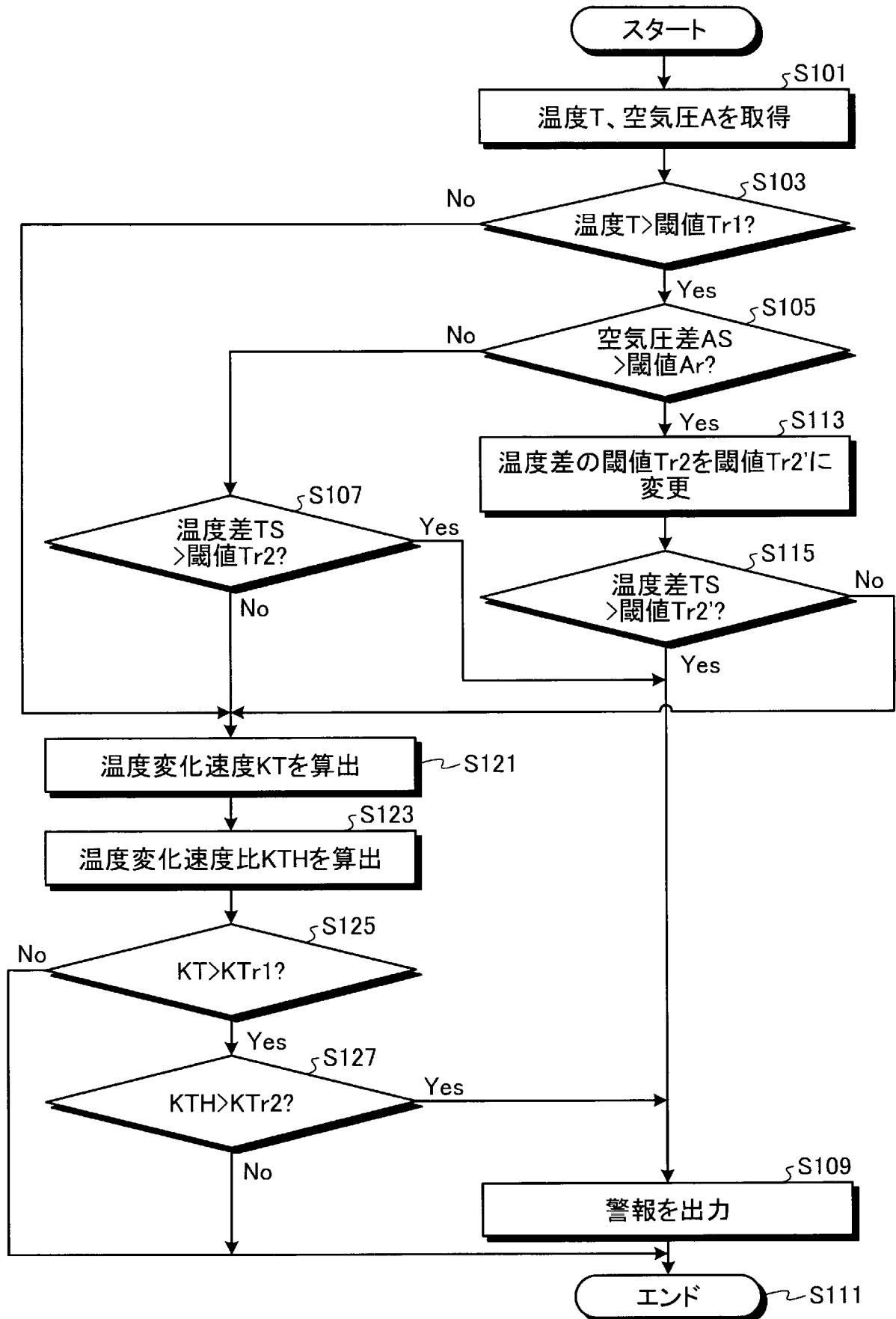
[図16]



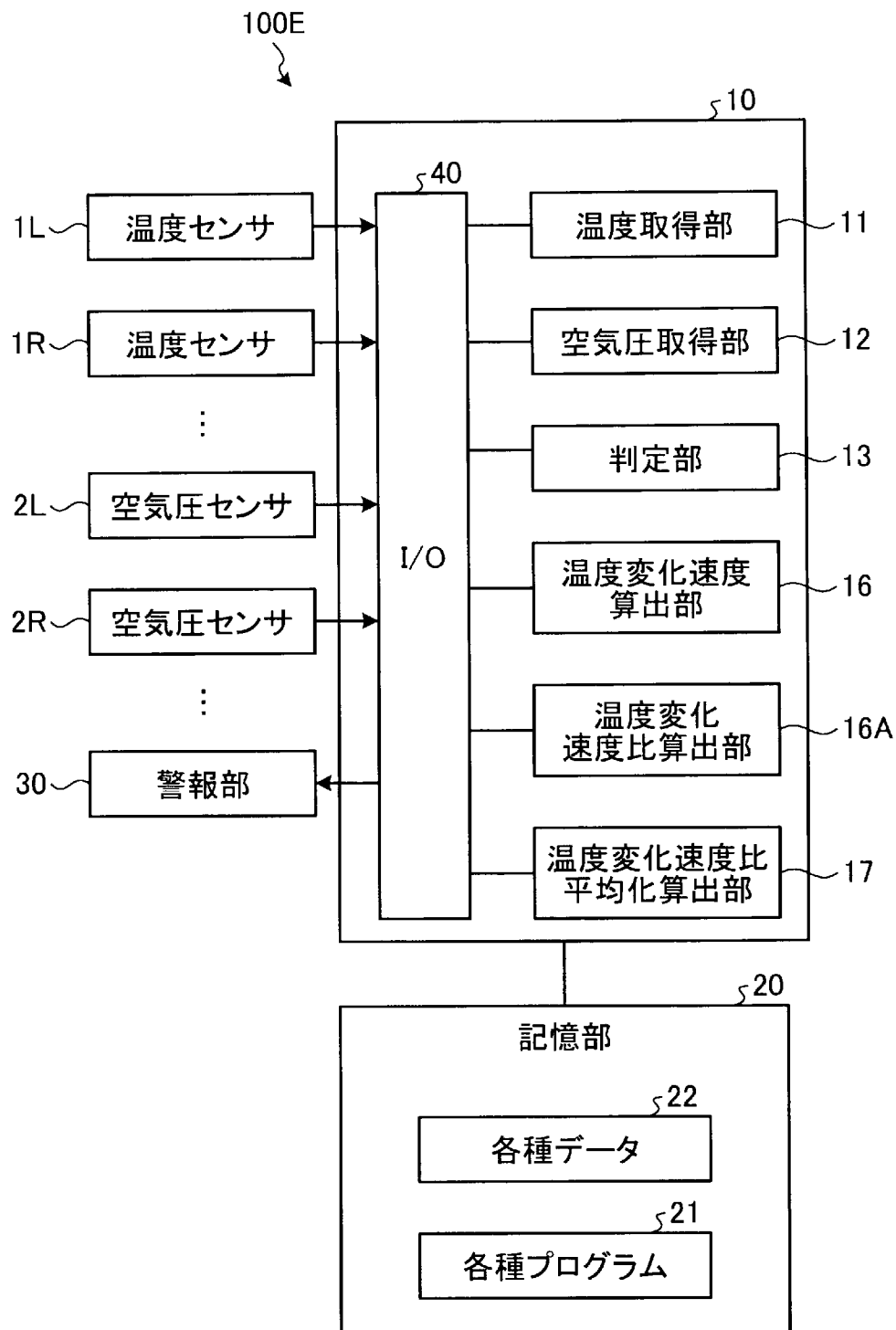
[図17]



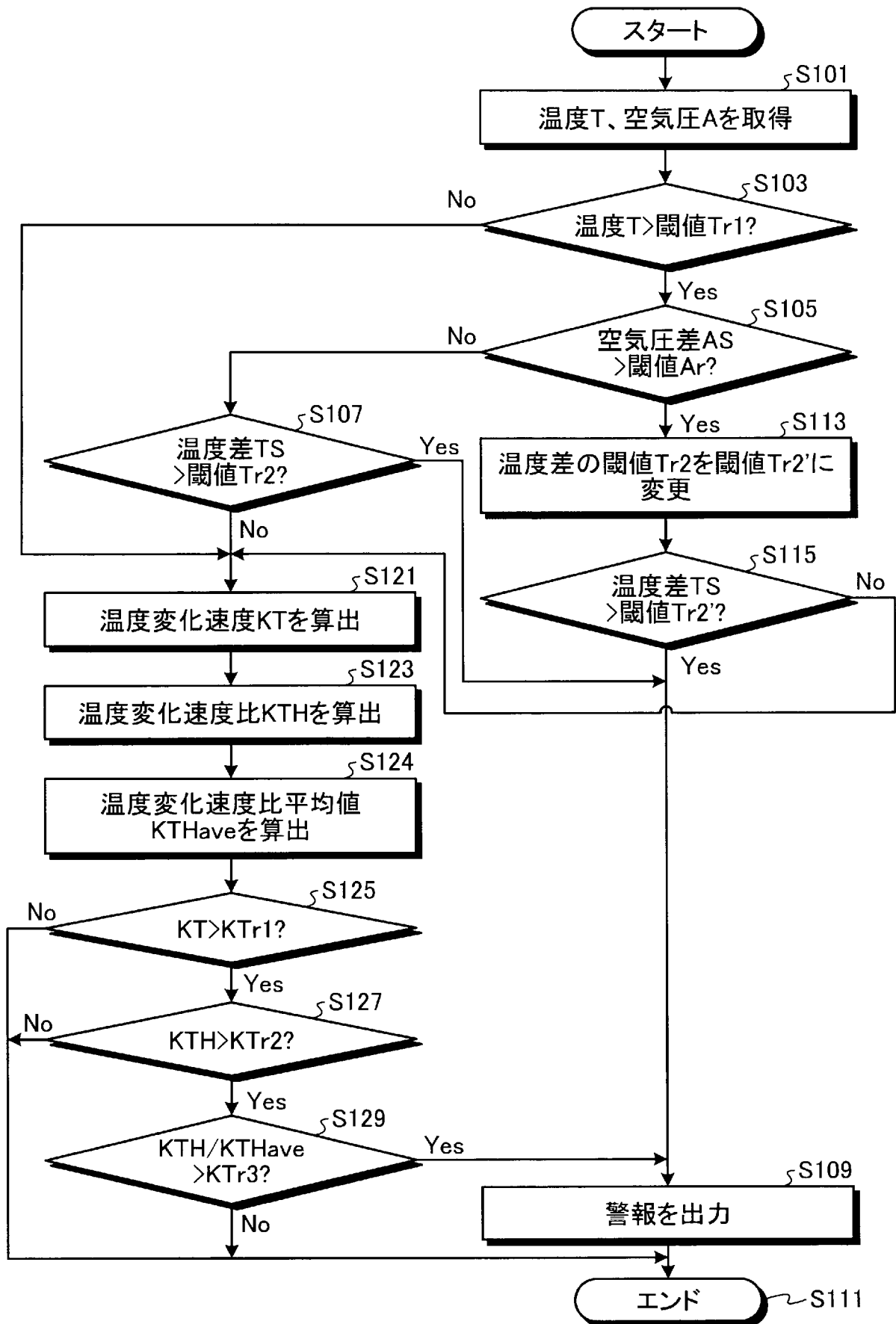
[図18]



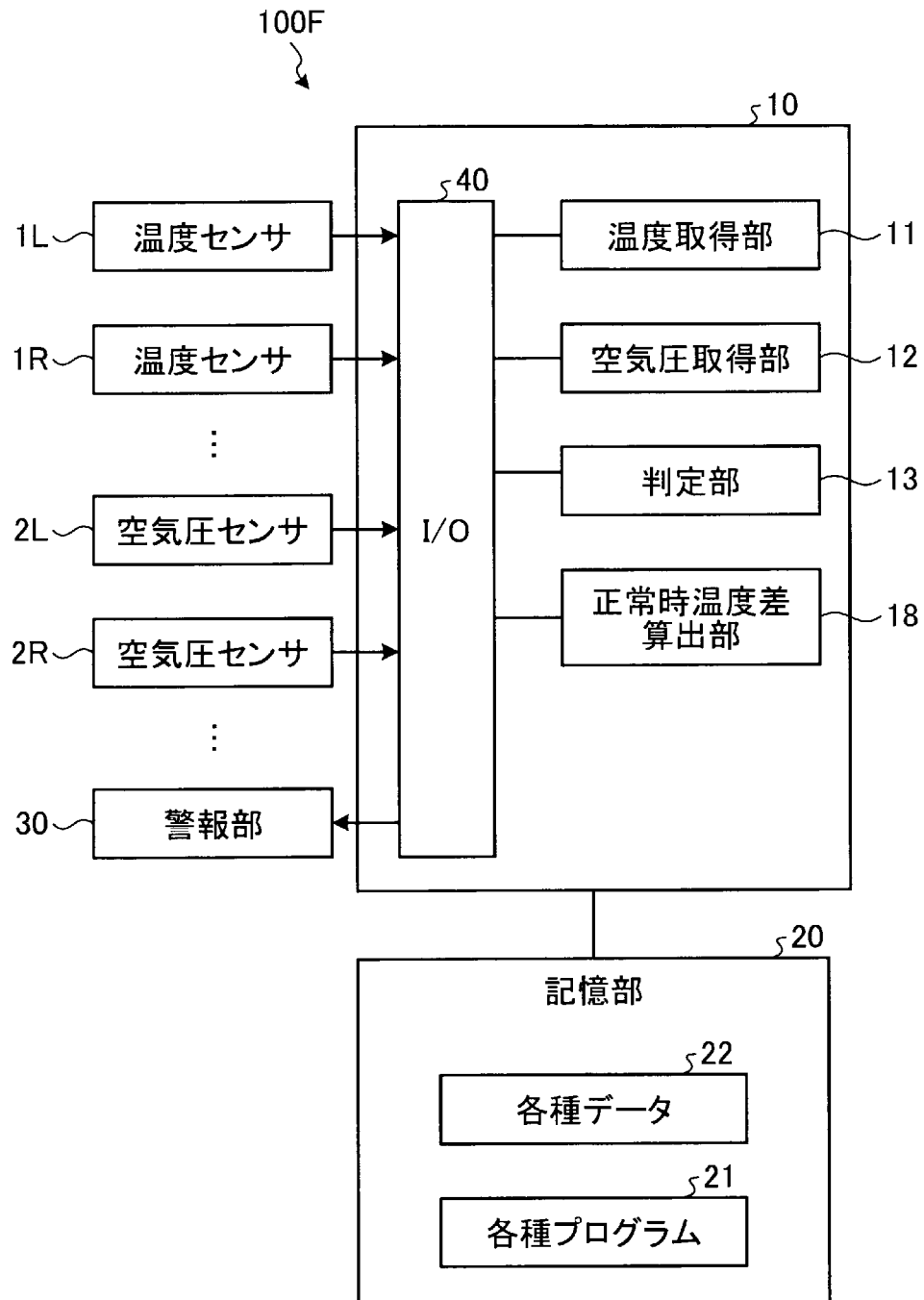
[図19]



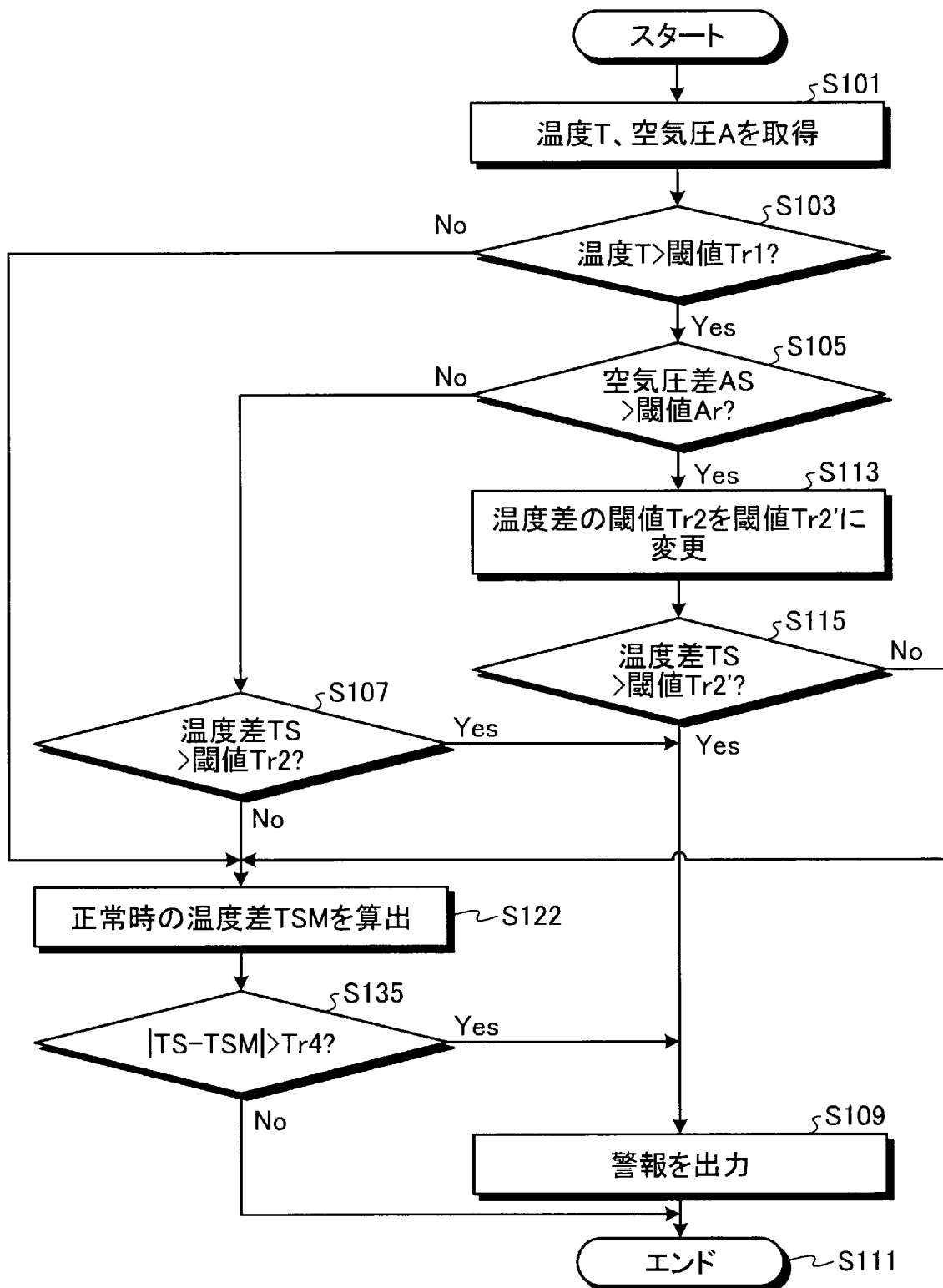
[図20]



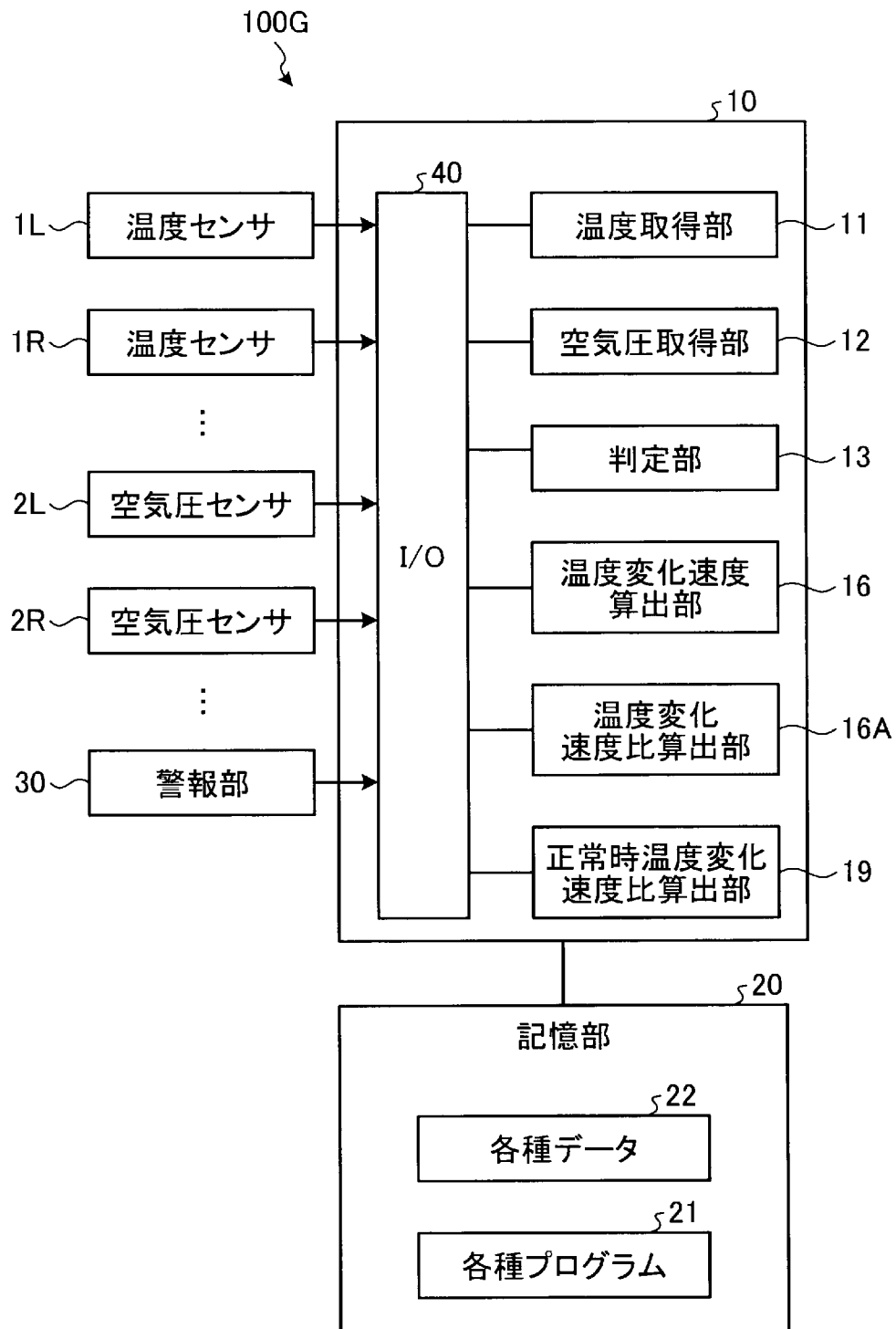
[図21]



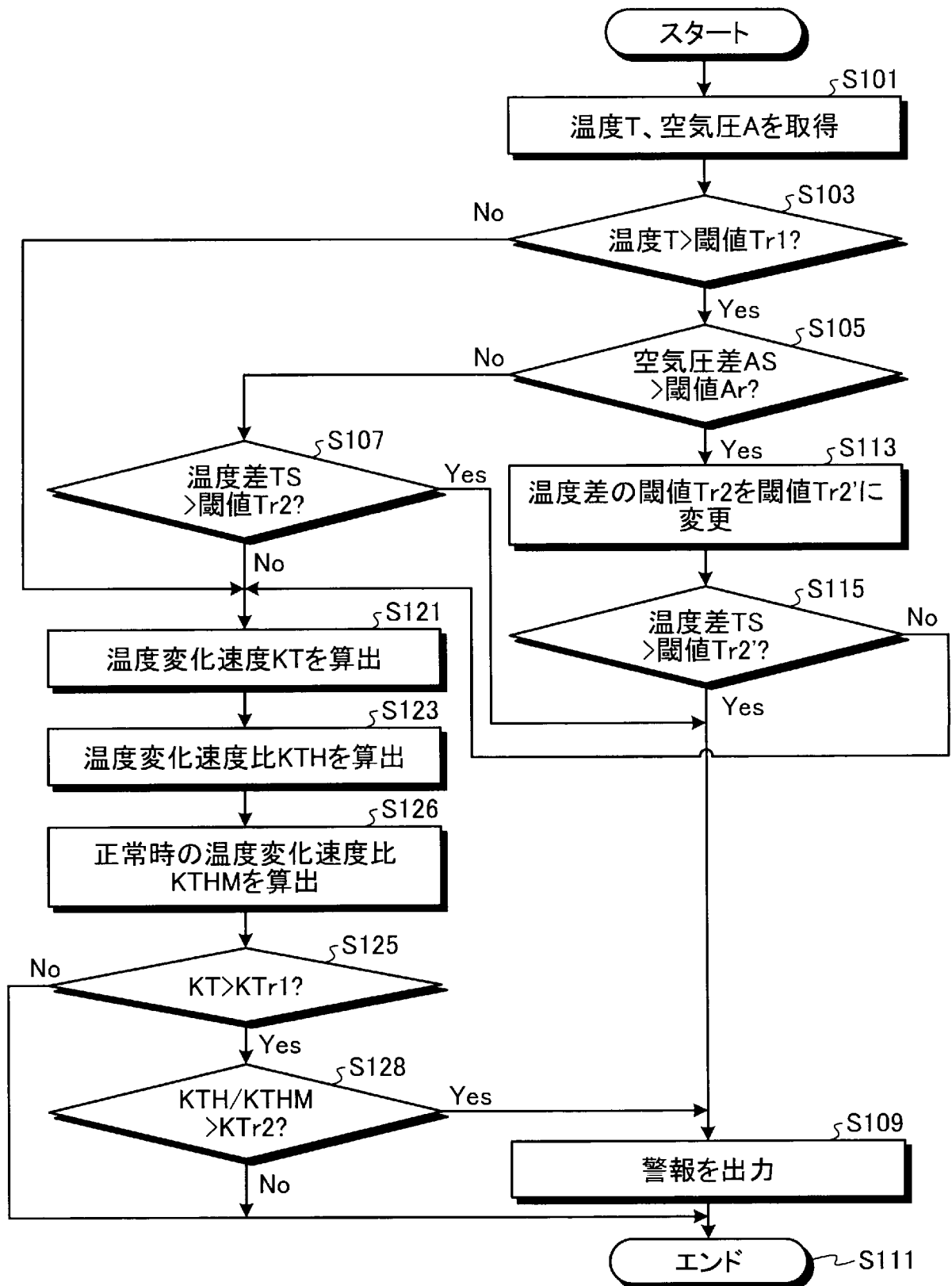
[図22]



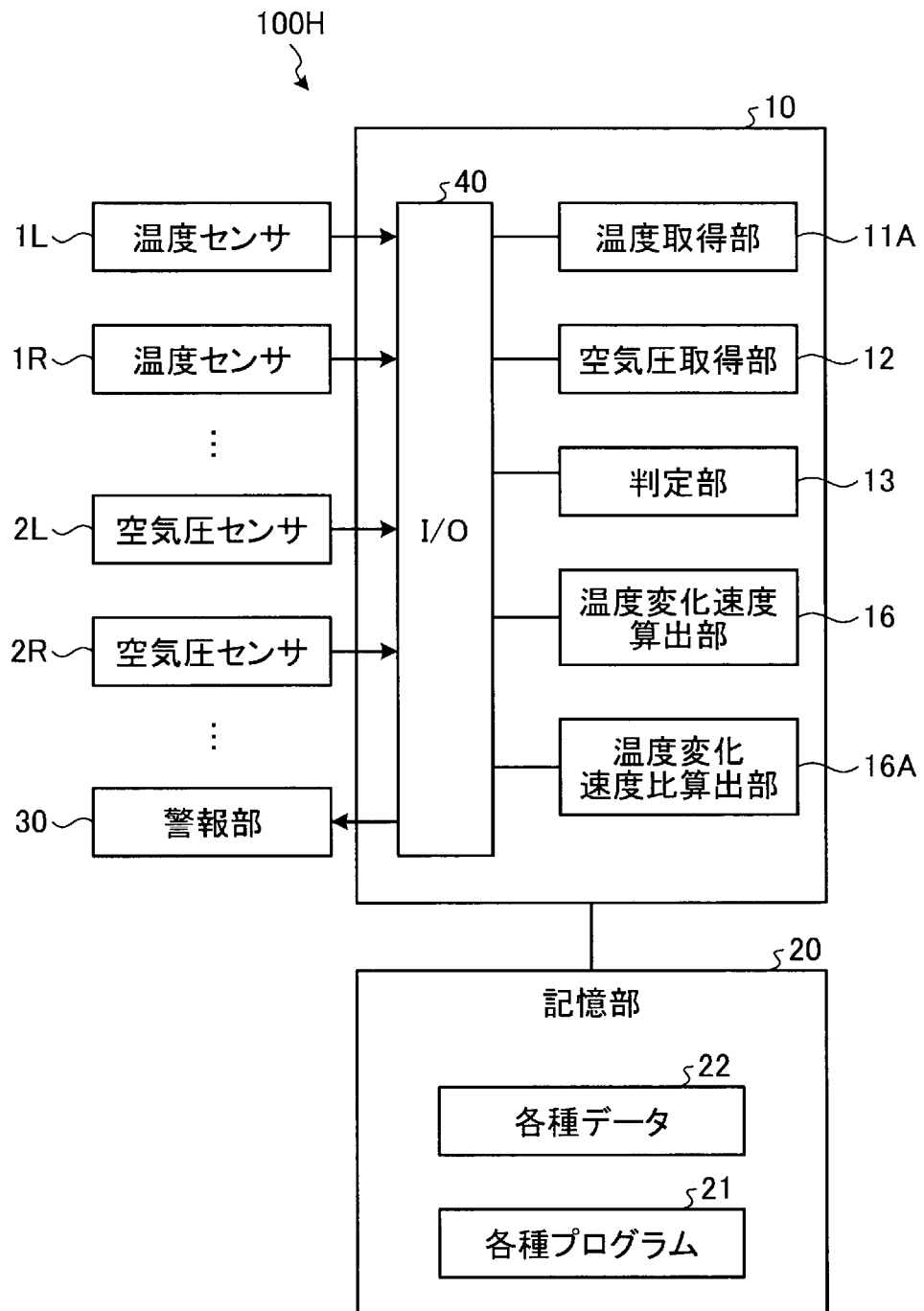
[図23]



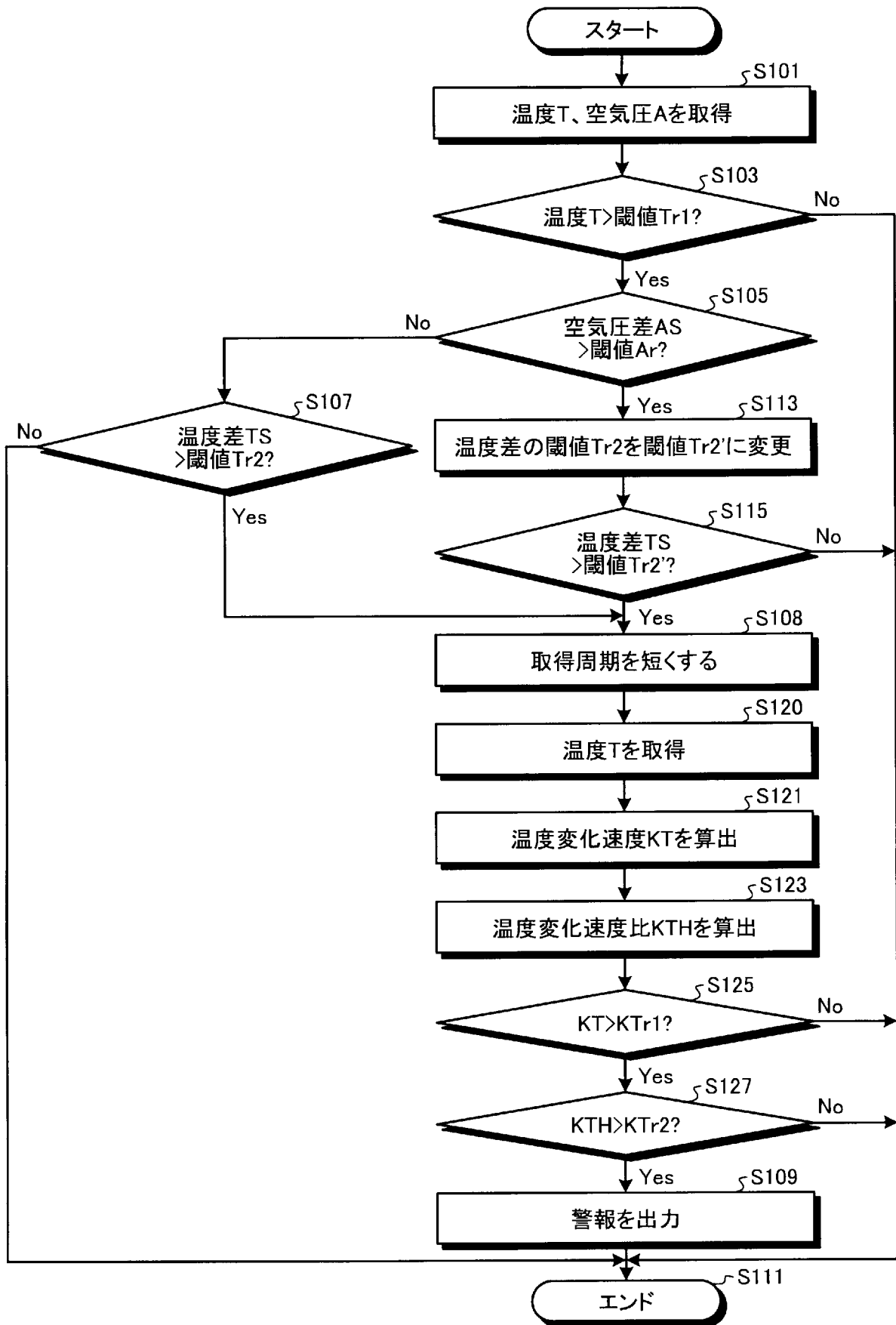
[図24]



[図25]



[図26]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/048646

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B60C 23/20 (2006.01) i

FI: B60C23/20

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)

B60C23/20

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	1971-2020
Registered utility model specifications of Japan	1996-2020
Published registered utility model applications of Japan	1994-2020

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.
X Y A	JP 2007-50735 A (HINO MOTORS, LTD.) 01.03.2007 (2007-03-01) paragraphs [0020]-[0031], fig. 1-5	1, 13 6, 11-12 2-5, 7-10
Y A	JP 2002-103931 A (TAKAGI, Haruyuki) 09.04.2002 (2002-04-09) paragraphs [0015]-[0032], fig. 1-4	6, 11-12 2-5, 7-10
Y A	JP 2004-58968 A (YAMAHA MOTOR CO., LTD.) 26.02.2004 (2004-02-26) paragraphs [0048]-[0049]	11-12 2-5, 7-10
A	JP 3-262715 A (MAZDA MOTOR CORPORATION) 22.11.1991 (1991-11-22) entire text, all drawings	1-13
A	US 2002/0095980 A1 (BREED, David S.) 25.07.2002 (2002-07-25) entire text, all drawings	1-13



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

"I" 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
14 February 2020 (14.02.2020)Date of mailing of the international search report
03 March 2020 (03.03.2020)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
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2019/048646

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 2007-50735 A	01 Mar. 2007	(Family: none)	
JP 2002-103931 A	09 Apr. 2002	(Family: none)	
JP 2004-58968 A	26 Feb. 2004	US 2004/0021560 A1 paragraph [0120] CN 1472085 A	
JP 3-262715 A	22 Nov. 1991	(Family: none)	
US 2002/0095980 A1	25 Jul. 2002	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） B60C 23/20(2006.01)i FI: B60C23/20														
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）） B60C23/20 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 <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922-1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971-2020年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2020年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2020年</td> </tr> </table> 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）			日本国実用新案公報	1922-1996年	日本国公開実用新案公報	1971-2020年	日本国実用新案登録公報	1996-2020年	日本国登録実用新案公報	1994-2020年				
日本国実用新案公報	1922-1996年													
日本国公開実用新案公報	1971-2020年													
日本国実用新案登録公報	1996-2020年													
日本国登録実用新案公報	1994-2020年													
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												
X	JP 2007-50735 A（日野自動車株式会社）01.03.2007（2007-03-01） 段落0020-0031，図1-5	1, 13												
Y		6, 11-12												
A		2-5, 7-10												
Y	JP 2002-103931 A（高木 晴幸）09.04.2002（2002-04-09） 段落0015-0032，図1-4	6, 11-12												
A		2-5, 7-10												
Y	JP 2004-58968 A（ヤマハ発動機株式会社）26.02.2004（2004-02-26） 段落0048-0049	11-12												
A		2-5, 7-10												
A	JP 3-262715 A（マツダ株式会社）22.11.1991（1991-11-22） 全文，全図	1-13												
A	US 2002/0095980 A1（BREED, David S.）25.07.2002（2002-07-25） 全文，全図	1-13												
☐ 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。														
<table border="0"> <tr> <td>* 引用文献のカテゴリー</td> <td>“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抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの</td> </tr> <tr> <td>“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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）</td> <td>“&” 同一パテントファミリー文献</td> </tr> <tr> <td>“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献</td> <td></td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td></td> </tr> </table>			* 引用文献のカテゴリー	“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抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの	“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの	“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	“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	“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	“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）	“&” 同一パテントファミリー文献	“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	
* 引用文献のカテゴリー	“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抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの													
“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの	“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													
“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	“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													
“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）	“&” 同一パテントファミリー文献													
“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														
国際調査を完了した日 14.02.2020	国際調査報告の発送日 03.03.2020													
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	権限のある職員（特許庁審査官） 高橋 武大 3Q 7868 電話番号 03-3581-1101 内線 3381													

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2019/048646

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2007-50735	A	01.03.2007	(ファミリーなし)	
JP	2002-103931	A	09.04.2002	(ファミリーなし)	
JP	2004-58968	A	26.02.2004	US 2004/0021560 A1 段落 0 1 2 0 CN 1472085 A	
JP	3-262715	A	22.11.1991	(ファミリーなし)	
US	2002/0095980	A1	25.07.2002	(ファミリーなし)	