

(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
2021年8月26日(26.08.2021)



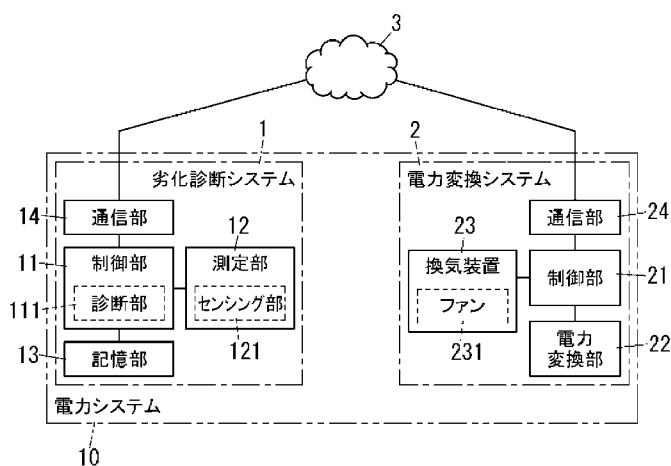
(10) 国際公開番号
WO 2021/166589 A1

- (51) 国際特許分類: *G01R 31/00* (2006.01) *H02M 7/48* (2007.01) 大阪府大阪市中央区城見2丁目1番61号 Osaka (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2021/003188 (72) 発明者: 東山 弘治 (HIGASHIYAMA Koji), 小曾根 真 (OZONE Makoto), 松本 啓 (MATSUMOTO Hiromu).
- (22) 国際出願日: 2021年1月29日(29.01.2021)
- (25) 国際出願の言語: 日本語 (74) 代理人: 鎌田 健司, 外 (KAMATA Kenji et al.); 〒5406207 大阪府大阪市中央区城見2丁目1番61号 パナソニックIPマネジメント株式会社内 Osaka (JP).
- (26) 国際公開の言語: 日本語 (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,
- (30) 優先権データ: 特願 2020-026657 2020年2月19日(19.02.2020) JP
- (71) 出願人: パナソニックIPマネジメント株式会社 (PANASONIC INTELLECTUAL PROPERTY MANAGEMENT CO., LTD.) [JP/JP]; 〒5406207

(54) Title: DETERIORATION DIAGNOSIS SYSTEM, DETERIORATION DIAGNOSIS METHOD, PROGRAM, AND ELECTRIC POWER SYSTEM

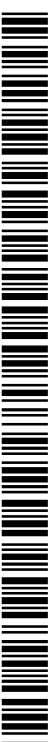
(54) 発明の名称: 劣化診断システム、劣化診断方法、プログラム、及び電力システム

[図1]



- | | |
|------------------------------------|-----------------------------------|
| 1 Deterioration diagnosis system | 14, 24 Communication unit |
| 2 Electric power conversion system | 22 Electric power conversion unit |
| 10 Electric power system | 23 Ventilation device |
| 11, 21 Control unit | 111 Diagnosis unit |
| 12 Measurement unit | 121 Sensing unit |
| 13 Storage unit | 231 Fan |

(57) Abstract: According to the present invention, deterioration in an electronic component is diagnosed from the circumstances of self heat emission. A deterioration diagnosis system (1) that diagnosis deterioration in an electric power conversion system (2). The electric power conversion system (2) is provided with a plurality of electronic components. The electric power conversion system (2) converts electric power to first electric power and/or second electric power. The deterioration diagnosis system (1) comprises a diagnosis unit (111). The diagnosis unit (111) diagnoses deterioration in



WO 2021/166589 A1

HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, 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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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))

at least some target components among the plurality of electronic components. The diagnosis unit (111), on the basis of temperature information, diagnoses deterioration with reference to self heat emission of the target components while the target components are being energized. The temperature information pertains to the result of measuring the temperature of the target components.

(57) 要約 : 自己発熱の状況から電子部品の劣化を診断する。劣化診断システム (1) は、電力変換システム (2) の劣化診断を行うシステムである。電力変換システム (2) は、複数の電子部品を備える。電力変換システム (2) は、第1電力と第2電力との間で少なくとも一方向に電力を変換する。劣化診断システム (1) は、診断部 (111) を備える。診断部 (111) は、複数の電子部品のうちの少なくとも一部の対象部品について劣化診断を行う。診断部 (111) は、温度情報に基づいて、対象部品への通電時における対象部品の自己発熱を参照して劣化診断を行う。温度情報は、対象部品の温度の測定結果に関する情報である。

明 細 書

発明の名称：

劣化診断システム、劣化診断方法、プログラム、及び電力システム

技術分野

[0001] 本開示は、一般に劣化診断システム、劣化診断方法、プログラム、及び電力システムに関する。より詳細には、本開示は、第1電力と第2電力との間で電力を変換する電力変換システムの劣化診断を行うための劣化診断システム、劣化診断方法、プログラム、及び電力システムに関する。

背景技術

[0002] 特許文献1には、電力変換システム（インバータ）の故障又は劣化を検知する劣化診断システム（故障検知システム）が記載されている。特許文献1に記載の劣化診断システムでは、ハンダ層に発生したクラックにより電子部品（半導体モジュール）の熱抵抗が増加することをもって、電子部品の劣化を検知している。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2003-134795号公報

発明の概要

[0004] 本開示の目的は、自己発熱の状況から電子部品の劣化を診断することができる劣化診断システム、劣化診断方法、プログラム、及び電力システムを提供することにある。

[0005] 本開示の一態様に係る劣化診断システムは、電力変換システムの劣化診断を行う劣化診断システムである。電力変換システムは、複数の電子部品を備える。電力変換システムは、第1電力と第2電力との間で少なくとも一方向に電力を変換する。劣化診断システムは、診断部を備える。診断部は、複数の電子部品のうちの少なくとも一部の対象部品について劣化診断を行う。診断部は、温度情報に基づいて、対象部品への通電時における対象部品の自己

発熱を参照して劣化診断を行う。温度情報は、対象部品の温度の測定結果に関する情報である。

[0006] 本開示の別の一態様に係る劣化診断方法は、電力変換システムの劣化診断を行う劣化診断方法である。電力変換システムは、複数の電子部品を備える。電力変換システムは、第1電力と第2電力との間で少なくとも一方向に電力を変換する。劣化診断方法は、診断ステップを有する。診断ステップは、複数の電子部品のうちの少なくとも一部の対象部品について劣化診断を行うステップである。診断ステップでは、温度情報に基づいて、対象部品への通電時における対象部品の自己発熱を参照して劣化診断を行う。温度情報は、対象部品の温度の測定結果に関する情報である。

[0007] 本開示のさらに別の一態様に係るプログラムは、劣化診断方法を1以上のプロセッサに実行させるためのプログラムである。

[0008] 本開示のさらに別の一態様に係る電力システムは、劣化診断システムと、電力変換システムと、を備える。前記電力変換システムは、第1電力と第2電力との間で少なくとも一方向に電力を変換する。

[0009] 本開示によれば、自己発熱の状況から電子部品の劣化を診断することができる、という効果がある。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]図1は、実施形態に係る劣化診断システム及び電力システムの概略構成図である。

[図2]図2は、同上の電力システムに用いられる電力変換システムを下方から見た斜視図であって、カバーが閉じられた状態を示す斜視図である。

[図3]図3は、同上の電力システムに用いられる電力変換システムを上方から見た斜視図であって、カバーが開かれた状態を示す斜視図である。

[図4A]図4Aは、比較例に係る劣化診断システムに関し、対象部品の温度変化を示すグラフである。

[図4B]図4Bは、実施形態に係る劣化診断システムに関し、対象部品の温度変化を示すグラフである。

[図5A]図5Aは、比較例に係る劣化診断システムに関し、対象部品の別の温度変化を示すグラフである。

[図5B]図5Bは、実施形態に係る劣化診断システムに関し、対象部品の別の温度変化を示すグラフである。

[図6]図6は、実施形態に係る劣化診断システムの第一の動作例における温度変化を示すグラフである。

[図7]図7は、実施形態に係る劣化診断システムの第一の動作例を示すフローチャートである。

[図8]図8は、実施形態に係る劣化診断システムの第二の動作例における温度変化を示すグラフである。

[図9]図9は、実施形態に係る劣化診断システムの第二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

[0011] (実施形態)

以下、実施形態に係る劣化診断システム及び電力システムについて、図面を参照して説明する。ただし、以下に説明する実施形態及び変形例は、本開示の一例に過ぎず、本開示は、下記の実施形態及び変形例に限定されない。下記の実施形態及び変形例以外であっても、本開示の技術的思想を逸脱しない範囲であれば、設計等に応じて種々の変更が可能である。

[0012] また、下記の実施形態等において説明する各図は、いずれも模式的な図であり、各図中の各構成要素の大きさ及び厚さそれぞれの比が、必ずしも実際の寸法比を反映しているとは限らない。

[0013] (1) 概要

まず、本実施形態に係る劣化診断システム1及び電力システム10の概要について、図1を参照して説明する。図1は、実施形態に係る劣化診断システム1及び電力システム10の概略構成図である。

[0014] 本実施形態に係る劣化診断システム1は、電力変換システム2の劣化診断を行うためのシステムであって、図1に示すように、電力変換システム2と

共に電力システム10を構成している。すなわち、電力システム10は、劣化診断システム1と、電力変換システム2と、を備えている。

[0015] 電力変換システム2は、第1電力と第2電力との間で少なくとも一方向に電力を変換する。第1電力及び第2電力の各々は、交流電力又は直流電力である。ここで、本実施形態では、電力変換システム2がPCS (Power Conditioning Subsystem) である場合を想定している。そのため、例えば、第1電力が直流電力であり、第2電力が交流電力である。より詳細には、第1電力は、太陽電池、燃料電池、ガスエンジン等の発電電力であり、第2電力は、電力系統からの供給電力である。すなわち、本実施形態では、電力変換システム2は、第1電力と第2電力との間で少なくとも一方向（第1電力から第2電力に変換する方向）に電力を変換する。つまり、本実施形態に係る電力変換システム2は、直流-交流コンバータ（DC-ACコンバータ）を含む。なお、第1電力と第2電力とが逆であってもよい。すなわち、第1電力が交流電力であり、第2電力が直流電力であってもよい。この場合、電力変換システム2は、第2電力を第1電力に変換することになる。

[0016] 要するに、本実施形態に係る劣化診断システム1は、電力変換システム2の劣化診断を行うシステムである。電力変換システム2は、複数の電子部品222（図3参照）を備える。電力変換システム2は、第1電力と第2電力との間で少なくとも一方向に電力を変換する。劣化診断システム1は、図1に示すように、診断部111を備える。診断部111は、複数の電子部品222のうちの少なくとも一部の対象部品200（図3参照）について劣化診断を行う。診断部111は、対象部品200の温度情報に基づいて、対象部品200への通電時における対象部品200の自己発熱を参照して劣化診断を行う。温度情報は、対象部品200の温度の測定結果に関する情報である。

[0017] 本実施形態に係る劣化診断システム1では、上述したように、対象部品200への通電時における対象部品200の温度（表面温度T1）を測定している。すなわち、測定結果は、対象部品200の表面温度T1を含む。その

ため、診断部 111 は、対象部品 200 の自己発熱の状況から対象部品 200 の劣化診断を行うことができる。

[0018] (2) 詳細

次に、本実施形態に係る劣化診断システム 1 及び電力システム 10 の詳細について、図 1～図 3 を参照して説明する。図 2 は、電力システム 10 に用いられる電力変換システム 2 を下方から見た斜視図であって、カバーが閉じられた状態を示す。図 3 は、電力変換システム 2 を上方から見た斜視図であって、カバーが開かれた状態を示す。

[0019] 本実施形態に係る電力システム 10 は、図 1 に示すように、劣化診断システム 1 と、電力変換システム 2 と、を備えている。劣化診断システム 1 と電力変換システム 2 とは、例えば、インターネット等のネットワーク 3 を介して通信可能に構成されている。

[0020] (2.1) 前提

本実施形態では、電力変換システム 2 の電力変換部 (DC-AC コンバータ) 22 を構成する複数の電子部品 222 (図 3 参照) のうちの 1 つが対象部品 200 (図 3 参照) であると仮定する。ただし、対象部品 200 は 1 つに限らず、2 つ以上であってもよい。電力変換部 22 の詳細については後述する。

[0021] 本開示でいう「対象部品」は、電力変換システム 2 を構成する複数の電子部品 222 のうち、電力変換システム 2 の機能を劣化させる要因となり得る電子部品 222 をいう。対象部品 200 は、例えば、スイッチング素子、ヒューズ、抵抗器及び電解コンデンサを含む。本実施形態では一例として、対象部品 200 は、スイッチング素子である。

[0022] また、本開示でいう「劣化」は、対象部品 200 の性能又は品質等が低下することを意味し、例えば、対象部品 200 の内部抵抗が増加することを意味する。

[0023] また、本開示でいう「温度情報」は、対象部品 200 の温度の測定結果に関する情報であって、対象部品 200 の温度 (表面温度 T1) そのものである。

ってもよいし、対象部品200の温度を加工したものであってもよい。本実施形態では一例として、温度情報は、測定期間($\Delta t b$)における対象部品200の温度上昇率 $R 1 (= \Delta T / \Delta t b)$ を含む。なお、測定期間($\Delta t b$)については後述する。

[0024] また、本開示でいう「通電情報」は、対象部品200が通電されているか否かを示す情報であって、例えば、対象部品200がスイッチング素子の場合、スイッチング素子のオン/オフ情報(オンであるかオフであるかを示す情報)であってもよいし、スイッチング素子を流れる電流値であってもよい。本実施形態では一例として、通電情報は、スイッチング素子のオン/オフ情報を含む。

[0025] (2. 2) 劣化診断システム

次に、本実施形態に係る劣化診断システム1の構成について、図1を参照して説明する。

[0026] 本実施形態に係る劣化診断システム1は、図1に示すように、制御部11と、測定部12と、記憶部13と、通信部14と、を備えている。

[0027] (2. 2. 1) 制御部

制御部11は、1以上のプロセッサ及び1以上のメモリを有するコンピュータシステムを主構成とする。すなわち、コンピュータシステムの1以上のメモリに記録されたプログラムを、1以上のプロセッサが実行することにより、制御部11(診断部111を含む)の機能が実現される。プログラムは、メモリに予め記録されていてもよく、インターネット等の電気通信回線を通して提供されてもよく、メモリカード等の非一時的記録媒体に記録されて提供されてもよい。診断部111については後述する。

[0028] 制御部11は、測定部12及び通信部14を個別に制御するように構成されている。制御部11は、測定部12を制御することによって、対象部品200の表面温度 $T 1$ 、及び電力変換システム2の筐体20の内部温度 $T 2$ を測定させる。また、制御部11は、通信部14を制御することによって、電力変換システム2の通信部24との間で通信を行わせる。ここで、対象部品

200の表面温度T1は、自己発熱と周囲温度との和である。なお、筐体20、通信部24については後述する。

[0029] 制御部11は、図1に示すように、診断部111を有している。診断部111は、上述したように、複数の電子部品222（図3参照）のうちの少なくとも一部の対象部品200（図3参照）について劣化診断を行う。図6は、劣化診断システム2の第一の動作例における温度変化を示すグラフである。診断部111は、対象部品200の温度情報に基づいて、対象部品200への通電時における対象部品200の自己発熱を参照して対象部品200の劣化診断を行う。具体的には、診断部111は、測定期間 Δt_b （図6参照）において測定部12により測定した対象部品200の表面温度T1から、測定期間 Δt_b における温度上昇率 R_1 （ $=\Delta T/\Delta t_b$ ）を算出し、この温度上昇率 R_1 と基準値 R_s とを比較する。そして、診断部111は、温度上昇率 R_1 が基準値 R_s 未満の場合には対象部品200が劣化していない（対象部品200が正常）と診断（判断）する。また、診断部111は、温度上昇率 R_1 が基準値 R_s 以上の場合には対象部品200が劣化している（対象部品200が異常）と診断（判断）する。ここで、対象部品200の表面温度T1は、対象部品200の自己発熱と周囲温度との和であるため、本実施形態では、診断部111は、対象部品200の自己発熱を間接的に参照することになる。また、対象部品200の自己発熱は、対象部品200の内部抵抗が増加することによって上昇する。

[0030] ところで、対象部品200の表面温度T1は、対象部品200に電流が流れることによって上昇する。すなわち、対象部品200の表面温度T1は、対象部品200が通電されることによって上昇する。したがって、診断部111は、対象部品200が通電されたタイミングを測定期間 Δt_b （図6参照）の開始タイミングとする必要がある。本実施形態に係る劣化診断システム1では、通信部14が電力変換システム2の通信部24と通信することによって、上述の通電情報を取得する。したがって、診断部111は、電力変換システム2から受け取った通電情報に基づいて、対象部品200の劣化診

断を行うことになる。なお、測定期間 $\Delta t b$ の長さについては、電力変換システム2からの通電情報（対象部品200への通電をオフした情報）に基づいて決定してもよいし、予め決められていてもよい。

[0031] また、対象部品200の表面温度 $T1$ は、対象部品200が置かれる環境の環境温度（周囲温度）によって異なる。具体的には、環境温度が高くなることで対象部品200の表面温度 $T1$ も高くなり、環境温度が低くなることで対象部品200の表面温度 $T1$ も低くなる。本実施形態に係る電力変換システム2では、後述するように、対象部品200は筐体20（図3参照）に收容されている。すなわち、電力変換システム2は、複数の電子部品222（対象部品200を含む）を收容する筐体20を更に備えている。そのため、診断部111は、対象部品200の劣化診断を行う際に、筐体20の内部温度 $T2$ を参照することが好ましい。これにより、診断部111は、筐体20の内部環境に応じた劣化診断を行うことができる。

[0032] さらに、対象部品200の表面温度 $T1$ は、対象部品200を含む電力変換システム2の動作状態によっても異なる。例えば、電力変換システム2の稼働率が高い場合には、対象部品200の表面温度 $T1$ も高くなるが、電力変換システム2の稼働率が低い場合には、対象部品200の表面温度 $T1$ はあまり高くない。したがって、診断部111は、対象部品200の劣化診断を行う際に、電力変換システム2を同じ稼働条件で動作させることが好ましい。言い換えると、劣化診断の診断中における電力変換システム2の動作条件が同じであることが好ましい。これにより、測定部12は、対象部品200の表面温度 $T1$ を同じ条件で測定することができる。ここで、電力変換システム2の稼働条件（動作条件）は、電力変換システム2の入力電圧、入力電流、出力電圧及び出力電流で規定される。この場合、電力変換システム2の入力電圧、入力電流、出力電圧及び出力電流の各々が所望の値であれば、電力変換システム2の稼働条件が同じであるとみなすことができる。

[0033] また、対象部品200の表面温度 $T1$ は、換気装置23の動作状態によっても異なる。例えば、換気装置23が正常に動作している場合には、筐体2

0の内部温度 T_2 を所望の温度に制御することができ、対象部品200の表面温度 T_1 は、この内部温度 T_2 に応じた温度になる。一方、換気装置23が正常に動作していない場合には、筐体20の内部温度 T_2 を所望の温度に制御することができず、筐体20の内部温度 T_2 が所望の温度よりも高い（又は低い）温度になる。そして、対象部品200の表面温度 T_1 は、この内部温度 T_2 に応じた温度になる。このように、対象部品200の表面温度 T_1 は、換気装置23の動作状態によっても異なるため、診断部111は、対象部品200の劣化診断を行う際に、換気装置23の動作状態を参照することが好ましい。これにより、診断部111は、対象部品200が収容される筐体20の内部環境に応じた劣化診断を行うことができる。なお、換気装置23については後述する。

[0034] (2. 2. 2) 測定部

測定部12は、対象部品200の表面温度 T_1 、及び電力変換システム2の筐体20（図2参照）の内部温度 T_2 を測定するように構成されている。測定部12は、図1に示すように、センシング部121を有している。

[0035] センシング部121は、例えば、少なくとも1つの熱電対を含む。本実施形態では、センシング部121が少なくとも1つの対象部品200の表面温度 T_1 、及び筐体20の内部温度 T_2 を測定する。そのため、センシング部121は、少なくとも2つの熱電対を含む。少なくとも2つの熱電対は、少なくとも1つの対象部品200の表面（図3において対象部品200を実装している基板221と反対側の面）に取り付けられると共に、筐体20の内部空間2000（図3参照）の中心部分に配置されている。

[0036] (2. 2. 3) 記憶部

記憶部13は、例えば、EEPROM (Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory) のような書き換え可能な不揮発性メモリを含む。記憶部13は、基準値 R_s を記憶する。基準値 R_s は、対象部品200の温度上昇率 R_1 の比較対象である。また、記憶部13は、対象部品200の温度上昇率 R_1 と、対象部品200の種類（例えば名称）と、対象部品200の

表面温度 T 1 の測定開始時における筐体 2 0 の内部温度 T 2 と、を対応付けて記憶する。

[0037] (2. 2. 4) 通信部

通信部 1 4 は、電力変換システム 2 (の通信部 2 4) との間で通信可能な通信インターフェースである。通信部 1 4 は、直接的、又はネットワーク 3 若しくは中継器等を介して間接的に、電力変換システム 2 (の通信部 2 4) と通信するように構成されている。本実施形態では、通信部 1 4 は、インターネット等のネットワーク 3 を介して電力変換システム 2 (の通信部 2 4) と通信可能である。これにより、劣化診断システム 1 では、電力変換システム 2 から、換気装置 2 3 の動作情報を取得することができる。ここでいう「動作情報」は、換気装置 2 3 が動作しているか否かを示す情報であって、例えば、換気装置 2 3 のファン 2 3 1 の回転数に関する情報を含む。なお、換気装置 2 3 およびファン 2 3 1 については後述する。

[0038] (2. 3) 電力変換システム

次に、本実施形態に係る電力変換システム 2 の構成について、図 1 ~ 図 3 を参照して説明する。

[0039] 本実施形態に係る電力変換システム 2 は、図 1 に示すように、制御部 2 1 と、電力変換部 2 2 と、換気装置 2 3 と、通信部 2 4 と、を備えている。また、本実施形態では、電力変換システム 2 は、図 2 及び図 3 に示すように、筐体 2 0 を更に備えている。

[0040] (2. 3. 1) 制御部

制御部 2 1 は、1 以上のプロセッサ及び 1 以上のメモリを有するコンピュータシステムを主構成とする。すなわち、コンピュータシステムの 1 以上のメモリに記録されたプログラムを、1 以上のプロセッサが実行することにより、制御部 2 1 の機能が実現される。プログラムは、メモリに予め記録されていてもよく、インターネット等の電気通信回線を通して提供されてもよく、メモリカード等の非一時的記録媒体に記録されて提供されてもよい。

[0041] 制御部 2 1 は、電力変換部 2 2、換気装置 2 3 及び通信部 2 4 を個別に制

御するように構成されている。制御部 21 は、電力変換部 22（のスイッチング素子）を制御することによって、第 1 電力を第 2 電力に変換させる。制御部 21 は、換気装置 23 を制御することによって、筐体 20 の内部温度 T2 を所望の温度に制御させる。また、制御部 21 は、通信部 24 を制御することによって、劣化診断システム 1 の通信部 14 との間で通信を行わせる。

[0042] (2. 3. 2) 電力変換部

電力変換部 22 は、上述したように、第 1 電力として太陽電池等から供給される直流電力（発電電力）を、第 2 電力として電力系統に供給される交流電力に変換する DC-AC コンバータを含む。すなわち、電力変換部 22（電力変換システム 2）は、図 3 に示すように、DC-AC コンバータとして機能させるための複数（図示例では 6 つ）の電子部品 222 が実装された基板 221 を備えている。

[0043] 基板 221 は、例えば、プリント配線板である。複数の電子部品 222 は、上述したように、スイッチング素子、ヒューズ、抵抗器及び電解コンデンサを含む。本実施形態では、図 3 に示すように、複数の電子部品 222 のうちの 1 つが対象部品 200 である。電力変換部 22 を構成する基板 221 は、図 3 に示すように、筐体 20 に収容されている。言い換えると、基板 221 に実装された複数の電子部品 222（対象部品 200 を含む）は、筐体 20 に収容されている。

[0044] (2. 3. 3) 換気装置

換気装置 23 は、筐体 20 の内部空間 2000（図 3 参照）と外部との間で換気を行うための装置である。すなわち、本実施形態に係る電力変換システム 2 は、筐体 20 の内部空間 2000 と外部との間で換気を行う換気装置 23 を更に備えている。

[0045] 換気装置 23 は、図 1 及び図 3 に示すように、ファン 231 を有している。ファン 231 は、筐体 20 の内部で、かつ排気口 2612（図 2 参照）と対向する位置に設けられている。ファン 231 は、吸気口 2611（図 2 参照）を通して筐体 20 の内部空間 2000 に取り込まれた空気を、排気口 2

612を通して外部に放出するように構成されている。すなわち、ファン231は、筐体20の内部空間2000と外部との間で空気を循環させるように構成されている。これにより、筐体20の内部空間2000の内部温度T2を所望の温度に制御することができる。なお、吸気口2611および排気口2612については後述する。

[0046] (2.3.4) 通信部

通信部24は、劣化診断システム1の通信部14との間で通信可能な通信インターフェースである。通信部24は、直接的、又はネットワーク3若しくは中継器等を介して間接的に、通信部14と通信するように構成されている。本実施形態では、通信部24は、インターネット等のネットワーク3を介して通信部14と通信可能である。これにより、電力変換システム2は、通信部14、24を介して、例えば、診断部111の診断結果等を劣化診断システム1から取得することができる。

[0047] (2.3.5) 筐体

筐体20は、例えば、金属製であって、図2及び図3に示すように、一方向（図2の上下方向）に長い矩形の箱状である。筐体20は、ボディ25と、カバー26と、を有している。

[0048] ボディ25は、図3に示すように、後壁251、上壁252、下壁253、右壁254及び左壁255にて、中空の直方体状に形成されている。ボディ25の一面2501には、開口部258が設けられている。カバー26は、複数（図示例では4個）のヒンジ99を介してボディ25に取り付けられている。カバー26は、ボディ25の開口部258を覆う閉位置と、ボディ25の開口部258を開放する開位置と、の間で開閉可能である。

[0049] カバー26は、図2に示すように、カバー本体261と、ルーバ262と、笠部263と、を有している。カバー本体261は、一方向（図2の上下方向）に長い矩形の板状である。カバー本体261には、吸気口2611と、排気口2612と、が設けられている。吸気口2611は、排気口2612の上部に位置している。吸気口2611は、ルーバ262により覆われて

いる。排気口 2612 は、笠部 263 により覆われている。吸気口 2611 と排気口 2612 とは、筐体 20 の内部空間 2000 を経由してつながっている。

[0050] ここで、上述した換気装置 23 のファン 231 は、排気口 2612 と対向している。そのため、ファン 231 を作動させることにより、吸気口 2611 から筐体 20 の内部空間 2000 に取り込まれた空気が、ファン 231 を通って排気口 2612 から外部に放出される。これにより、筐体 20 の内部空間 2000 と外部との間で空気を循環させることができ、その結果、筐体 20 の内部温度 T_2 を所望の温度に制御することができる。この場合において、ファン 231 の作動時間を制御することにより、筐体 20 の内部温度 T_2 を所望の温度に制御することができる。

[0051] ルーバ 262 は、図 2 に示すように、複数の羽根 2621 を有している。複数の羽根 2621 は、制御部 21 からの制御信号に従って開閉可能に構成されている。すなわち、複数の羽根 2621 は、カバー本体 261 に設けられた吸気口 2611 を塞ぐ第 1 位置と、吸気口 2611 を開放する第 2 位置と、の間で開閉可能である。本実施形態では、複数の羽根 2621 を有するルーバ 262 により開閉部が構成されている。また、本実施形態では、吸気口 2611 により開口部が構成されている。

[0052] (3) 温度制御

次に、換気装置 23 による対象部品 200 の温度制御について、図 4 A ~ 図 5 B を参照して説明する。以下では、対象部品 200 が抵抗器である場合を例に説明する。

[0053] (3. 1) 第一の制御例

まず、換気装置 23 による対象部品 200 の温度（表面温度 T_1 ）の第一の制御例について、図 4 A 及び図 4 B を参照して説明する。

[0054] 図 4 A は、比較例に係る劣化診断システムに関し、対象部品の温度変化を示すグラフである。図 4 A では、破線 a1 が夏場における対象部品の温度変化を示しており、実線 b1 が冬場における対象部品の温度変化を示している

。また、図4 Aでは、期間P 1～P 3のいずれにおいても換気装置2 3を動作させている。さらに、図4 Aでは、期間P 2が対象部品の温度（表面温度）を測定する測定期間である。

[0055] 対象部品の温度（表面温度）は、上述したように、環境温度（周囲温度）の影響を受けるため、図4 Aに示すように、測定期間（期間P 2）の開始時における対象部品の温度が夏場と冬場とで異なっている。そのため、夏場と冬場とで対象部品の劣化診断の精度が異なる可能性がある。したがって、季節にかかわらず、一定の精度で対象部品の劣化診断を行うためには、測定期間の開始時における対象部品の温度を一定に制御することが好ましい。

[0056] 図4 Bは、本実施形態に係る劣化診断システム1に関し、対象部品2 0 0の温度変化を示すグラフである。図4 Bでは、期間P 1, P 3において換気装置2 3を動作させ、期間P 2において換気装置2 3を停止させている。すなわち、本実施形態に係る劣化診断システム1では、測定期間 $\Delta t b$ （図6参照）としての期間P 2において、換気装置2 3のファン2 3 1を停止させている。言い換えると、測定期間 $\Delta t b$ におけるファン2 3 1の回転数が一定（ゼロ）である。

[0057] 本実施形態に係る劣化診断システム1では、図4 Bの実線c 1に示すように、測定期間 $\Delta t b$ としての期間P 2の開始時における対象部品2 0 0の温度（表面温度T 1）が一定となるように、夏場と冬場とで換気装置2 3の制御を異ならせている。具体的には、本実施形態では、例えば、夏場における換気装置2 3の動作時間が冬場における換気装置2 3の動作時間よりも短くなるように、換気装置2 3の動作を制御している。これにより、季節にかかわらず、測定期間 $\Delta t b$ の開始時における対象部品2 0 0の温度を一定に制御することができる。要するに、本実施形態に係る劣化診断システム1では、劣化診断の開始時（測定期間 $\Delta t b$ の開始時）における筐体2 0の内部温度T 2が一定である。

[0058] （3. 2）第二の制御例

次に、換気装置2 3による対象部品2 0 0の温度（表面温度T 1）の第二

の制御例について、図 5 A 及び図 5 B を参照して説明する。

[0059] 図 5 A は、比較例に係る劣化診断システムに関し、対象部品の温度変化を示すグラフである。図 5 A では、破線 a 2 が換気装置 2 3 の換気能力が低下している場合における対象部品の温度変化を示しており、実線 b 2 が換気装置 2 3 の換気能力が正常な場合における対象部品の温度変化を示している。また、図 5 A では、期間 P 1 ~ P 3 のいずれにおいても換気装置 2 3 を動作させている。さらに、図 5 A では、期間 P 2 が対象部品の温度（表面温度）を測定する測定期間である。

[0060] 図 5 A に示すように、測定期間である期間 P 2 において換気装置 2 3 を動作させた場合、換気装置 2 3 の換気能力に応じて対象部品の温度が変化してしまう。すなわち、換気装置 2 3 の換気能力が低下している場合には、破線 a 2 に示すように、対象部品の温度上昇率が大きくなる。一方、換気装置 2 3 の換気能力が正常な場合には、実線 b 2 に示すように、対象部品の温度上昇率が小さくなる。したがって、測定期間である期間 P 2 においては、対象部品 2 0 0 の温度上昇率 R 1 が換気装置 2 3 の換気能力の影響を受けないように、換気装置 2 3 を停止させることが好ましい。

[0061] 本実施形態に係る劣化診断システム 1 では、測定期間 $\Delta t b$ である期間 P 2 において換気装置 2 3 を停止させている。その結果、図 5 B の実線 c 2 に示すように、対象部品 2 0 0 の温度（表面温度 T 1）の温度上昇率 R 1 が変化する。これにより、換気装置 2 3 の換気能力にかかわらず、一定条件で対象部品 2 0 0 の温度測定が可能になる。

[0062] (4) 動作

次に、本実施形態に係る劣化診断システム 1 の動作について、図 6 ~ 図 9 を参照して説明する。

[0063] (4. 1) 第一の動作例

まず、劣化診断システム 1 の第一の動作例について、図 6 及び図 7 を参照して説明する。図 6 は、劣化診断システム 1 の第一の動作例における温度変化を示すグラフである。図 7 は、劣化診断システム 1 の第一の動作例を示す

フローチャートである。

[0064] 図6において、「 T_a 」は外気温であり、「 T_b 」は筐体20の内部空間2000の設定温度の上限値であり、「 T_c 」は対象部品200の飽和温度であり、「 T_d 」は筐体20の内部空間2000の設定温度の下限値である。また、図6において、破線d1は対象部品200の表面温度（部品温度） T_1 を示し、実線e1は筐体20の内部温度 T_2 を示している。

[0065] 時刻 t_0 以前では電力変換システム2を停止させており、時刻 t_0 において電力変換システム2の動作を開始させている。この場合において、上述したように、電力変換システム2を同じ稼働条件（動作条件）で動作させることが好ましい。ここで、時刻 t_0 以前、及び時刻 t_0 から時刻 t_1 までの期間では、換気装置23を停止させている。

[0066] 時刻 t_1 から時刻 t_2 までの期間である冷却期間 Δt_a において、換気装置23（のファン231）を動作させることにより、筐体20の内部温度 T_2 を低下させる（ステップST1）。また、冷却期間 Δt_a では、ルーバ（開閉部）262を第2位置（吸気口2611を開放する位置）とすることが好ましい。このとき、対象部品200の表面温度 T_1 は、筐体20の内部温度 T_2 の低下に伴って低下する。時刻 t_2 では、換気装置23の換気能力によって、筐体20の内部温度 T_2 が下限値 T_d に達する。このとき、対象部品200の表面温度 T_1 も最小値になる。

[0067] 次に、時刻 t_2 から時刻 t_3 までの期間である測定期間 Δt_b において、測定部12は、対象部品200の表面温度 T_1 を測定する（ステップST2）。また、測定期間 Δt_b では、ルーバ（開閉部）262を第1位置（吸気口2611を塞ぐ位置）とすることが好ましい。このとき、換気装置23（のファン231）は、停止している。診断部111は、測定期間 Δt_b における測定部12の測定結果から、測定期間 Δt_b における対象部品200の表面温度 T_1 の温度上昇率 R_1 （ $=\Delta T/\Delta t_b$ ）を算出する。そして、診断部111は、記憶部13から基準値 R_s を読み出して、温度上昇率 R_1 と基準値 R_s とを比較する（ステップST3）。ここで、換気装置23の停止

直後では、筐体 20 の内部温度 T_2 が下限値 T_d で安定しているため、他の電子部品 222 からの発熱の影響を受けることなく、対象部品 200 の自己発熱による温度測定が可能になる。

[0068] 診断部 111 は、温度上昇率 R_1 が基準値 R_s 以上の場合（ステップ ST3 : Yes）、対象部品 200 が劣化していると診断（判定）する（ステップ ST4）。一方、診断部 111 は、温度上昇率 R_1 が基準値 R_s 未満の場合（ステップ ST3 : No）、対象部品 200 が正常である（劣化していない）と診断（判定）する（ステップ ST5）。ここで、第一の動作例では、ステップ ST3 ~ ST5 が診断ステップである。

[0069] 劣化診断システム 1 は、同様に、時刻 t_4 から時刻 t_6 までの期間、及び時刻 t_7 から時刻 t_9 までの期間において、対象部品 200 の表面温度 T_1 を測定し、この測定結果から対象部品 200 の表面温度 T_1 の温度上昇率 R_1 を算出して対象部品 200 の劣化診断を行う。

[0070] 第一の動作例に係る劣化診断システム 1 では、上述したように、測定部 12 は、測定期間 Δt_b において、対象部品 200 への通電時（電力変換システム 2 の動作時）における対象部品 200 の表面温度 T_1 を測定している。そして、診断部 111 は、測定部 12 の測定結果に基づいて対象部品 200 の表面温度 T_1 の温度上昇率 R_1 を算出し、この温度上昇率 R_1 から対象部品 200 の劣化診断を行っている。したがって、第一の動作例に係る劣化診断システム 1 によれば、対象部品 200 の自己発熱の状況から対象部品 200 の劣化診断を行うことができる。

[0071] （4. 2）第二の動作例

次に、劣化診断システム 1 の第二の動作例について、図 8 及び図 9 を参照して説明する。図 8 は、劣化診断システム 1 の第二の動作例における温度変化を示すグラフである。図 9 は、劣化診断システム 1 の第二の動作例を示すフローチャートである。

[0072] 図 8 において、「 T_a 」は外気温であり、「 T_b 」は筐体 20 の内部空間 2000 の飽和温度であり、「 T_c 」は対象部品 200 の飽和温度である。

また、図8において、破線d2は対象部品200の表面温度T1を示し、実線e2は筐体20の内部温度T2を示している。

[0073] 時刻t0以前では電力変換システム2の動作を停止させており、時刻t0において電力変換システム2の動作を開始させている。この場合において、上述したように、電力変換システム2を同じ稼働条件（動作条件）で動作させることが好ましい。

[0074] 時刻t0から時刻t1までの期間において電力変換システム2を動作させた後、時刻t1から時刻t2までの期間において電力変換システム2を停止させる（ステップST11）。このとき、診断部111は、電力変換システム2を停止させてから一定時間（ここでは時刻t1から時刻t2までの時間）が経過しているか否かを判定する（ステップST12）。診断部111は、電力変換システム2を停止させてから一定時間が経過していなければ（ステップST12：No）、電力変換システム2を停止させ続ける（ステップST11）。一方、診断部111は、電力変換システム2を停止させてから一定時間が経過していれば（ステップST12：Yes）、時刻t3において対象部品200の表面温度T1、及び筐体20の内部温度T2が安定したことをもって、対象部品200の表面温度T1を測定部12に測定させる（ステップS13）。なお、時刻t3以降においては、電力変換システム2を動作させている。

[0075] 時刻t3から時刻t4までの期間である測定期間 Δt_b において、測定部12は、対象部品200の表面温度T1を測定する（ステップST13）。このとき、換気装置23（のファン231）は、停止している。診断部111は、測定部12の測定結果から、測定期間 Δt_b における対象部品200の表面温度T1の温度上昇率R1（ $=\Delta T/\Delta t_b$ ）を算出する。そして、診断部111は、記憶部13から基準値R_sを読み出して、温度上昇率R1と基準値R_sとを比較する（ステップST14）。

[0076] 診断部111は、温度上昇率R1が基準値R_s以上の場合（ステップST14：Yes）、対象部品200が劣化していると診断（判定）する（ステ

ップST15)。一方、診断部111は、温度上昇率R1が基準値Rs未満の場合(ステップST14:No)、対象部品200が正常である(劣化していない)と診断(判定)する(ステップST16)。ここで、第二の動作例では、ステップST14~ST16が診断ステップである。

[0077] 第二の動作例に係る劣化診断システム1では、上述したように、測定部12は、測定期間 Δt_b において、対象部品200への通電時(電力変換システム2の動作時)における対象部品200の表面温度T1を測定している。そして、診断部111は、測定部12の測定結果に基づいて対象部品200の表面温度T1の温度上昇率R1を算出し、この温度上昇率R1から対象部品200の劣化診断を行っている。したがって、第二の動作例に係る劣化診断システム1によれば、対象部品200の自己発熱の状況から対象部品200の劣化診断を行うことができる。

[0078] (5) 変形例

上述の実施形態は、本開示の様々な実施形態の一つに過ぎない。上述の実施形態は、本開示の目的を達成できれば、設計等に依じて種々の変更が可能である。また、上述の実施形態に係る劣化診断システム1と同様の機能は、劣化診断方法、(コンピュータ)プログラム、又はプログラムを記録した非一時的記録媒体等で具現化されてもよい。

[0079] 別の一態様に係る劣化診断方法は、電力変換システム2の劣化診断を行う劣化診断方法である。電力変換システム2は、複数の電子部品222(図3参照)を備える。電力変換システム2は、第1電力と第2電力との間で少なくとも一方向に電力を変換する。劣化診断方法は、診断ステップ(ST3~ST5、及びST14~ST16)を有する。診断ステップは、複数の電子部品222のうちの少なくとも一部の対象部品200(図3参照)について劣化診断を行うステップである。診断ステップでは、対象部品200の温度情報に基づいて、対象部品200への通電時における対象部品200の自己発熱を参照して対象部品200の劣化診断を行う。温度情報は、対象部品200の温度(表面温度T1)の測定結果に関する情報である。また、さらに

別の態様に係るプログラムは、上述の劣化診断方法を1以上のプロセッサに実行させるためのプログラムである。

[0080] 以下、上述の実施形態の変形例を列挙する。以下に説明する変形例は、適宜組み合わせて適用可能である。

[0081] 本開示における劣化診断システム1は、コンピュータシステムを含んでいる。コンピュータシステムは、ハードウェアとしてのプロセッサ及びメモリを主構成とする。コンピュータシステムのメモリに記録されたプログラムをプロセッサが実行することによって、本開示における劣化診断システム1としての機能が実現される。プログラムは、コンピュータシステムのメモリに予め記録されてもよく、電気通信回線を通じて提供されてもよく、コンピュータシステムで読み取り可能なメモリカード、光学ディスク、ハードディスクドライブ等の非一時的記録媒体に記録されて提供されてもよい。コンピュータシステムのプロセッサは、半導体集積回路（IC）又は大規模集積回路（LSI）を含む1ないし複数の電子回路で構成される。ここでいうIC又はLSI等の集積回路は、集積の度合いによって呼び方が異なっており、システムLSI、VLSI（Very Large Scale Integration）、又はULSI（Ultra Large Scale Integration）と呼ばれる集積回路を含む。更に、LSIの製造後にプログラムされる、FPGA（Field-Programmable Gate Array）、又はLSI内部の接合関係の再構成若しくはLSI内部の回路区画の再構成が可能な論理デバイスについても、プロセッサとして採用することができる。複数の電子回路は、1つのチップに集約されていてもよいし、複数のチップに分散して設けられていてもよい。複数のチップは、1つの装置に集約されていてもよいし、複数の装置に分散して設けられていてもよい。ここでいうコンピュータシステムは、1以上のプロセッサ及び1以上のメモリを有するマイクロコントローラを含む。したがって、マイクロコントローラについても、半導体集積回路又は大規模集積回路を含む1ないし複数の電子回路で構成される。

[0082] また、劣化診断システム1における複数の機能が、1つの筐体内に集約さ

れていることは劣化診断システム 1 に必須の構成ではない。劣化診断システム 1 の構成要素は、複数の筐体に分散して設けられていてもよい。さらに、劣化診断システム 1 の少なくとも一部の機能は、クラウド（クラウドコンピューティング）等によって実現されてもよい。

[0083] 反対に、上述の実施形態において、複数の装置（劣化診断システム 1 及び電力変換システム 2）に分散されている電力システム 10 の少なくとも一部の機能が、1 つの筐体内に集約されていてもよい。例えば、劣化診断システム 1 と電力変換システム 2 とに分散されている電力システム 10 の一部の機能が、1 つの筐体内に集約されていてもよい。

[0084] 上述の実施形態では、対象部品 200 の表面温度 T_1 、及び筐体 20 の内部温度 T_2 を熱電対により測定しているが、対象部品 200 の表面温度 T_1 については、例えば、熱画像センサにより測定してもよい。すなわち、熱電対と熱画像センサとを組み合わせ、対象部品 200 の表面温度 T_1 、及び筐体 20 の内部温度 T_2 を測定してもよい。この構成によれば、1 つの熱画像センサにより、複数の対象部品 200 の表面温度 T_1 をまとめて測定することができる。

[0085] 上述の実施形態では、劣化診断システム 1 と電力変換システム 2 とがネットワーク 3 を介して通信しているが、劣化診断システム 1 と電力変換システム 2 とが直接通信してもよい。

[0086] 上述の実施形態では、図 6 に示すように、対象部品 200 の表面温度 T_1 が下限値に達するタイミングと、筐体 20 の内部温度 T_2 が下限値 T_d に達するタイミングと、が一致しているが、異なってもよい。例えば、筐体 20 の内部温度 T_2 が下限値に達した後に、対象部品 200 の表面温度 T_1 が下限値に達してもよい。

[0087] 上述の実施形態では、診断部 111 は、対象部品 200 の温度上昇率 R_1 （相対値）から対象部品 200 の劣化を診断しているが、診断部 111 は、例えば、対象部品 200 の表面温度 T_1 （絶対値）から対象部品 200 の劣化を診断してもよい。

[0088] 上述の実施形態では、対象部品200の表面温度T1を測定する測定期間 Δt_b において換気装置23のファン231を停止させているが、各測定期間 Δt_b においてファン231の動作条件が同じであればよく、ファン231の回転数が一定であればよい。

[0089] 上述の実施形態では、劣化診断において対象部品200の表面温度T1を参照しており、対象部品200の自己発熱を間接的に参照しているが、対象部品200の自己発熱を直接的に参照してもよい。

[0090] (まとめ)

以上説明したように、第1の態様に係る劣化診断システム(1)は、電力変換システム(2)の劣化診断を行う劣化診断システム(1)である。電力変換システム(2)は、複数の電子部品(222)を備える。電力変換システム(2)は、第1電力と第2電力との間で少なくとも一方向に電力を変換する。劣化診断システム(1)は、診断部(111)を備える。診断部(111)は、複数の電子部品(222)のうちの少なくとも一部の対象部品(200)について劣化診断を行う。診断部(111)は、温度情報に基づいて、対象部品(200)への通電時における対象部品(200)の自己発熱を参照して劣化診断を行う。温度情報は、対象部品(200)の温度(表面温度T1)の測定結果に関する情報である。

[0091] この態様によれば、対象部品(200)の自己発熱の状況から対象部品(200)の劣化を診断することができる。

[0092] 第2の態様に係る劣化診断システム(1)では、第1の態様において、測定結果は、対象部品(200)の表面温度(T1)を含む。

[0093] この態様によれば、対象部品(200)の表面温度(T1)から、対象部品(200)の劣化を診断することができる。

[0094] 第3の態様に係る劣化診断システム(1)では、第1又は第2の態様において、温度情報は、対象部品(200)の温度上昇率(R1)を含む。

[0095] この態様によれば、対象部品(200)の温度上昇率(R1)から対象部品(200)の劣化を診断することができる。

- [0096] 第4の態様に係る劣化診断システム(1)では、第1～第3の態様のいずれか1つにおいて、診断部(111)は、対象部品(200)の通電状態に関する通電情報に基づいて、劣化診断を行う。
- [0097] この態様によれば、対象部品(200)への通電時における温度情報に基づいて、対象部品(200)の劣化を診断することができる。
- [0098] 第5の態様に係る劣化診断システム(1)では、第1～第4の態様のいずれか1つにおいて、電力変換システム(2)は、筐体(20)を更に備える。筐体(20)は、複数の電子部品(222)を収容する。診断部(111)は、筐体(20)の内部温度(T2)を参照して劣化診断を行う。
- [0099] この態様によれば、対象部品(200)が収容される筐体(20)の内部環境に応じた劣化診断を行うことができる。
- [0100] 第6の態様に係る劣化診断システム(1)では、第5の態様において、電力変換システム(2)は、換気装置(23)を更に備える。換気装置(23)は、筐体(20)の内部空間(2000)と外部との間で換気を行う。診断部(111)は、換気装置(23)の動作状態を参照して劣化診断を行う。
- [0101] この態様によれば、対象部品(200)が収容される筐体(20)の内部環境に応じた劣化診断を行うことができる。
- [0102] 第7の態様に係る劣化診断システム(1)では、第6の態様において、換気装置(23)は、ファン(231)を有する。ファン(231)は、筐体(20)の内部空間(2000)と外部との間で空気を循環させる。劣化診断システム(1)では、測定期間($\Delta t b$)におけるファン(231)の回転数が一定である。測定期間($\Delta t b$)は、対象部品(200)の温度を測定する期間である。
- [0103] この態様によれば、対象部品(200)の温度を同じ条件で測定することができる。
- [0104] 第8の態様に係る劣化診断システム(1)では、第7の態様において、測定期間($\Delta t b$)に、ファン(231)を停止させている。

- [0105] この態様によれば、換気装置（23）の性能が劣化診断に与える影響を低減することができる。
- [0106] 第9の態様に係る劣化診断システム（1）では、第5～第8の態様のいずれか1つにおいて、劣化診断の開始時における筐体（20）の内部温度（T2）が一定である。
- [0107] この態様によれば、筐体（20）の内部環境の影響を低減することができる。
- [0108] 第10の態様に係る劣化診断システム（1）では、第5～第9の態様のいずれか1つにおいて、筐体（20）は、開閉部（262）を有する。開閉部（262）は、筐体（20）に設けられた開口部（2611）を塞ぐ第1位置と、開口部（2611）を開放する第2位置と、の間で開閉可能である。
- [0109] この態様によれば、開閉部（262）によって筐体（20）の内部空間（2000）を密閉することができる。
- [0110] 第11の態様に係る劣化診断システム（1）では、第10の態様において、対象部品（200）の温度を測定する測定期間（ $\Delta t b$ ）の前の冷却期間（ $\Delta t a$ ）において開閉部（262）を第2位置とし、測定期間（ $\Delta t b$ ）において開閉部（262）を第1位置とする。
- [0111] この態様によれば、周囲環境の影響を低減することができる。
- [0112] 第12の態様に係る劣化診断システム（1）では、第1～第11の態様のいずれか1つにおいて、劣化診断の診断中における電力変換システム（2）の動作条件が対象部品の通電時における電力変換システム（2）の動作条件と同じである。
- [0113] この態様によれば、対象部品（200）の温度を同じ条件で測定することができる。
- [0114] 第13の態様に係る劣化診断方法は、電力変換システム（2）の劣化診断を行う劣化診断方法である。電力変換システム（2）は、複数の電子部品（222）を備える。電力変換システム（2）は、第1電力と第2電力との間で少なくとも一方向に電力を変換する。劣化診断方法は、診断ステップ（S

T 3～S T 5, S T 1 4～S T 1 6) を有する。診断ステップ (S T 3～S T 5, S T 1 4～S T 1 6) は、複数の電子部品 (2 2 2) のうちの少なくとも一部の対象部品 (2 0 0) について劣化診断を行うステップである。診断ステップ (S T 3～S T 5, S T 1 4～S T 1 6) では、温度情報に基づいて、対象部品 (2 0 0) への通電時における対象部品 (2 0 0) の自己発熱を参照して劣化診断を行う。温度情報は、対象部品 (2 0 0) の温度 (T 1) の測定結果に関する情報である。

[0115] この態様によれば、対象部品 (2 0 0) の自己発熱の状況から対象部品 (2 0 0) の劣化を診断することができる。

[0116] 第 1 4 の態様に係るプログラムは、第 1 3 の態様に係る劣化診断方法を 1 以上のプロセッサに実行させるためのプログラムである。

[0117] この態様によれば、対象部品 (2 0 0) の自己発熱の状況から対象部品 (2 0 0) の劣化を診断することができる。

[0118] 第 1 5 の態様に係る電力システム (1 0) は、第 1～第 1 2 の態様のいずれか 1 つの劣化診断システム (1) と、電力変換システム (2) と、を備える。電力変換システム (2) は、第 1 電力と第 2 電力との間で少なくとも一方向に電力を変換する。

[0119] この態様によれば、対象部品 (2 0 0) の自己発熱の状況から対象部品 (2 0 0) の劣化を診断することができる。

[0120] 第 2～第 1 2 の態様に係る構成については、劣化診断システム (1) に必須の構成ではなく、適宜省略可能である。

産業上の利用可能性

[0121] 本開示の劣化診断システム、劣化診断方法、プログラム、及び電力システムによれば、自己発熱の状況から電子部品の劣化を診断することができる。そのため、本開示の劣化診断システム、劣化診断方法、プログラム、及び電力システムは、電子部品の劣化を簡便に把握することができて電子部品の交換等を容易にでき、産業上有用である。

符号の説明

- [0122] 1 劣化診断システム
- 2 電力変換システム
- 10 電力システム
- 20 筐体
- 23 換気装置
- 111 診断部
- 200 対象部品
- 222 電子部品
- 231 ファン
- 262 ルーバ（開閉部）
- 2000 内部空間
- 258 開口部
- 2611 吸気口（開口部）
- 2612 排気口
- R1 温度上昇率
- T1 表面温度（温度）
- T2 内部温度
- $\Delta t a$ 冷却期間
- $\Delta t b$ 測定期間
- ST3～ST5, ST14～ST16 診断ステップ

請求の範囲

- [請求項1] 複数の電子部品を備え、第1電力と第2電力との間で少なくとも一方向に電力を変換する電力変換システムの劣化診断を行う劣化診断システムであって、
- 前記複数の電子部品のうちの少なくとも一部の対象部品について劣化診断を行う診断部を備え、
- 前記診断部は、前記対象部品の温度の測定結果に関する温度情報に基づいて、前記対象部品への通電時における前記対象部品の自己発熱を参照して前記劣化診断を行う、
- 劣化診断システム。
- [請求項2] 前記測定結果は、前記対象部品の表面温度を含む、
- 請求項1に記載の劣化診断システム。
- [請求項3] 前記温度情報は、前記対象部品の温度上昇率を含む、
- 請求項1又は2に記載の劣化診断システム。
- [請求項4] 前記診断部は、前記対象部品の通電状態に関する通電情報に基づいて、前記劣化診断を行う、
- 請求項1～3のいずれか1項に記載の劣化診断システム。
- [請求項5] 前記電力変換システムは、前記複数の電子部品を収容する筐体を更に備え、
- 前記診断部は、前記筐体の内部温度を参照して前記劣化診断を行う、
- 請求項1～4のいずれか1項に記載の劣化診断システム。
- [請求項6] 前記電力変換システムは、前記筐体の内部空間と外部との間で換気を行う換気装置を更に備え、
- 前記診断部は、前記換気装置の動作状態を参照して前記劣化診断を行う、
- 請求項5に記載の劣化診断システム。
- [請求項7] 前記換気装置は、前記内部空間と外部との間で空気を循環させるた

めのファンを有し、

前記対象部品の温度を測定する測定期間における前記ファンの回転数が一定である、

請求項 6 に記載の劣化診断システム。

[請求項8] 前記測定期間に、前記ファンを停止させている、

請求項 7 に記載の劣化診断システム。

[請求項9] 前記劣化診断の開始時における前記内部温度が一定である、

請求項 5 ～ 8 のいずれか 1 項に記載の劣化診断システム。

[請求項10] 前記筐体は、前記筐体に設けられた開口部を塞ぐ第 1 位置と、前記開口部を開放する第 2 位置と、の間で開閉可能な開閉部を有する、

請求項 5 ～ 9 のいずれか 1 項に記載の劣化診断システム。

[請求項11] 前記対象部品の温度を測定する測定期間の前の冷却期間において前記開閉部を前記第 2 位置とし、前記測定期間において前記開閉部を前記第 1 位置とする、

請求項 10 に記載の劣化診断システム。

[請求項12] 前記劣化診断の診断中における前記電力変換システムの動作条件が、前記対象部品への前記通電時における前記電力変換システムの動作条件と同じである、

請求項 1 ～ 11 のいずれか 1 項に記載の劣化診断システム。

[請求項13] 複数の電子部品を備え、第 1 電力と第 2 電力との間で少なくとも一方向に電力を変換する電力変換システムの劣化診断を行う劣化診断方法であって、

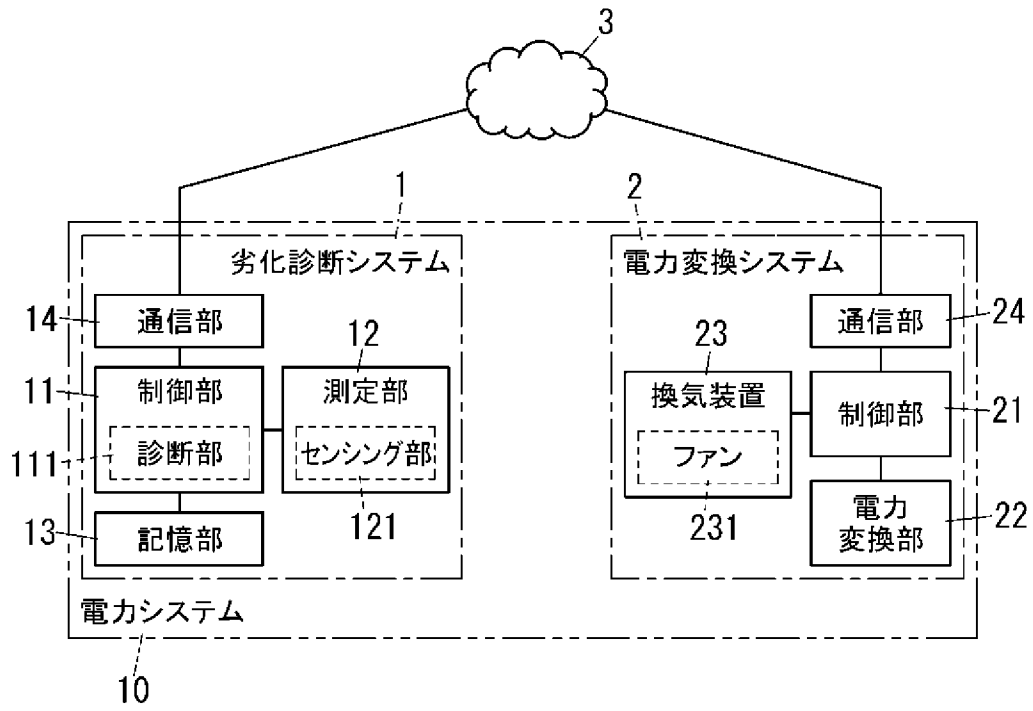
前記複数の電子部品のうちの少なくとも一部の対象部品について劣化診断を行う診断ステップを有し、

前記診断ステップでは、前記対象部品の温度の測定結果に関する温度情報に基づいて、前記対象部品への通電時における前記対象部品の自己発熱を参照して前記劣化診断を行う、

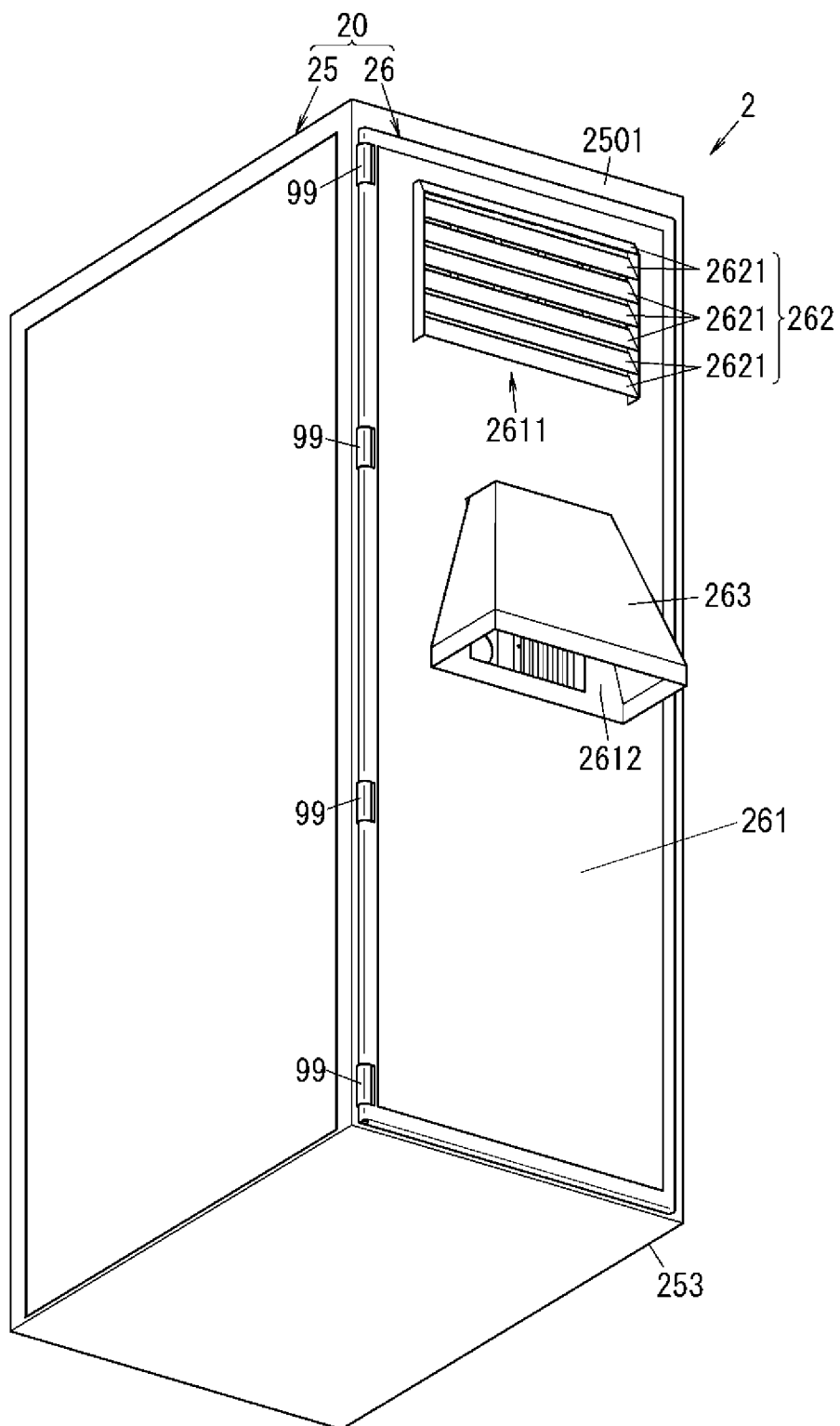
劣化診断方法。

- [請求項14] 請求項13に記載の劣化診断方法を1以上のプロセッサに実行させるためのプログラム。
- [請求項15] 請求項1～12のいずれか1項に記載の劣化診断システムと、第1電力と第2電力との間で少なくとも一方向に電力を変換する電力変換システムと、を備える、電力システム。

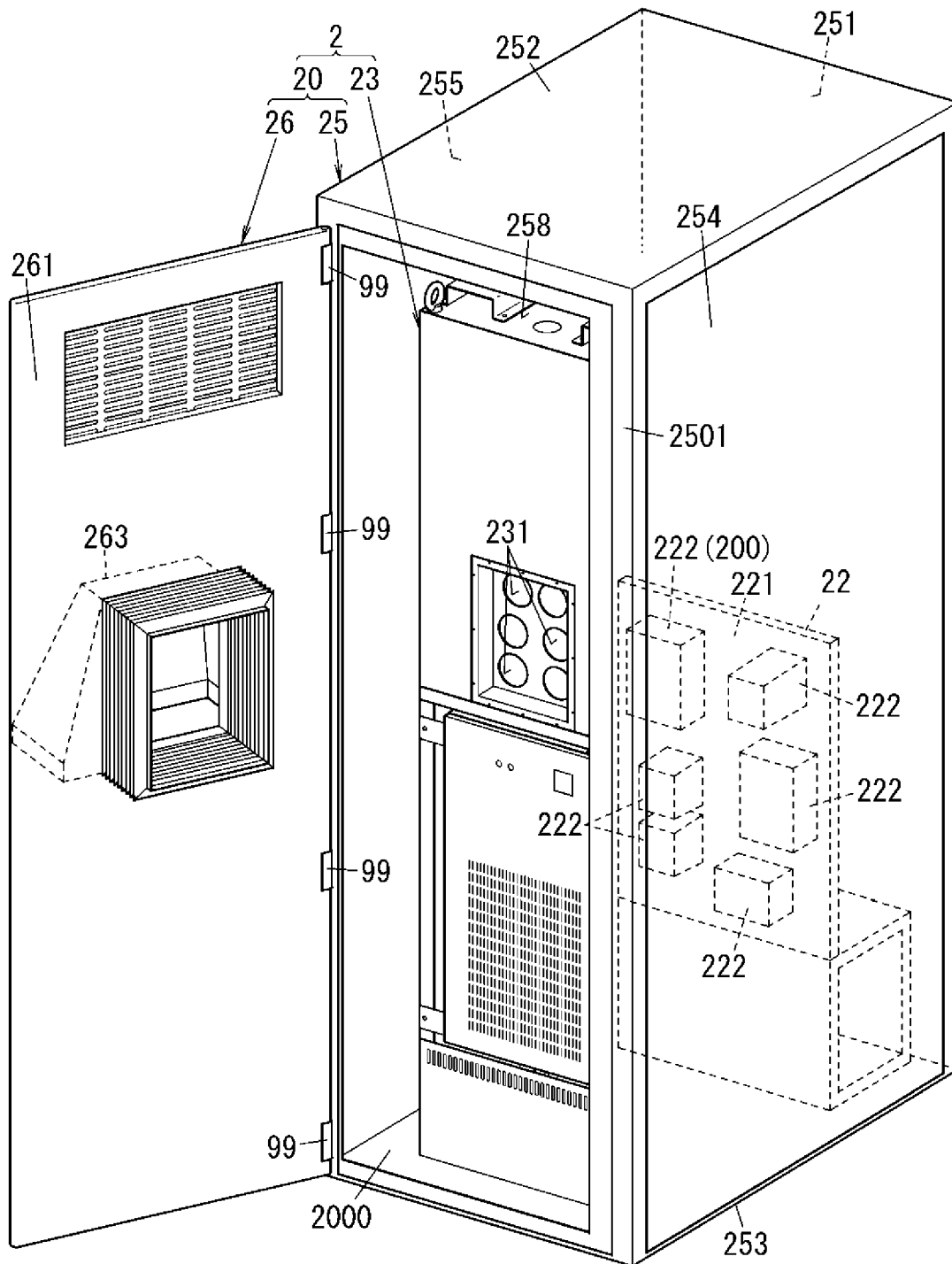
[図1]



[図2]

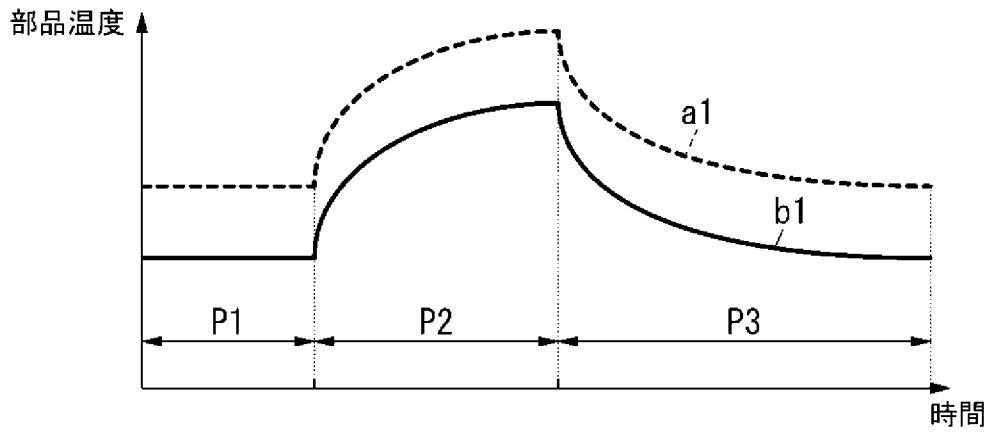


[図3]

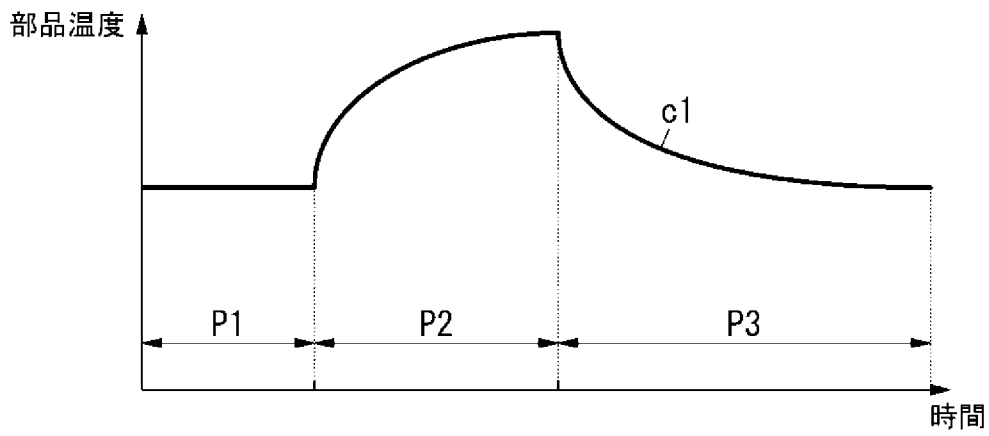


[図4A]

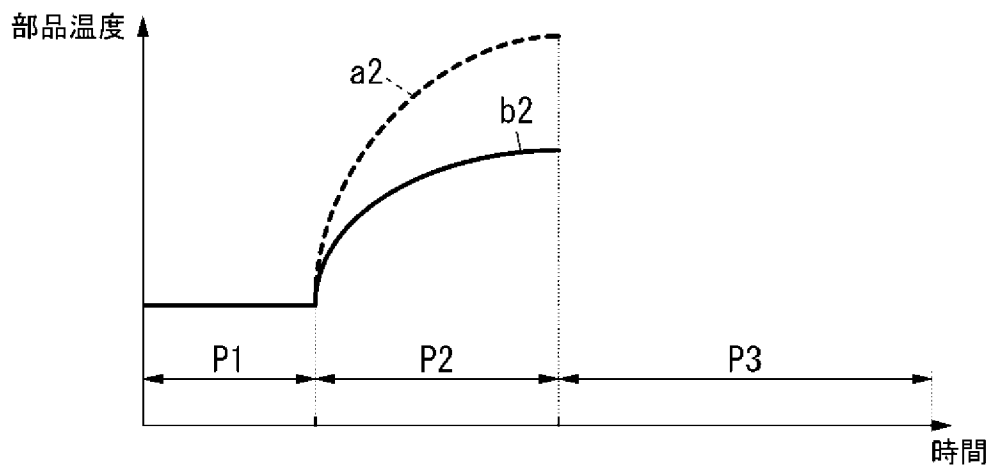
FIG.4A



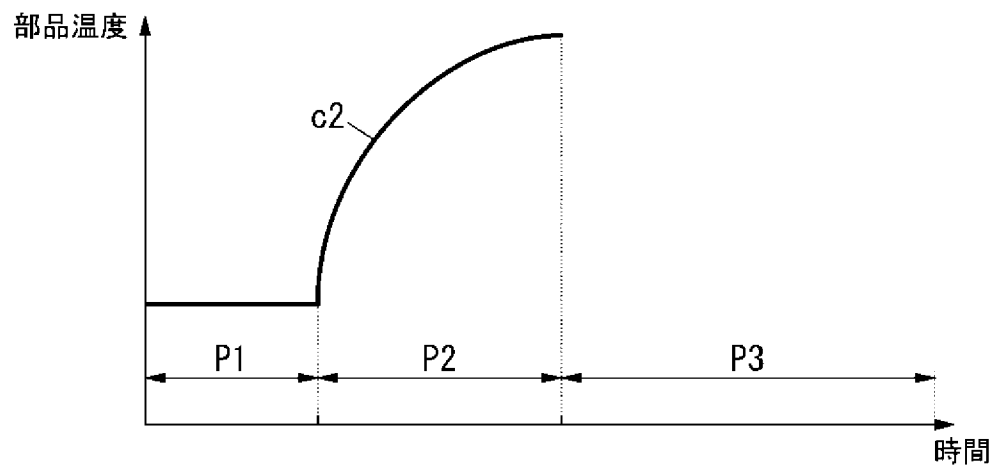
[図4B]



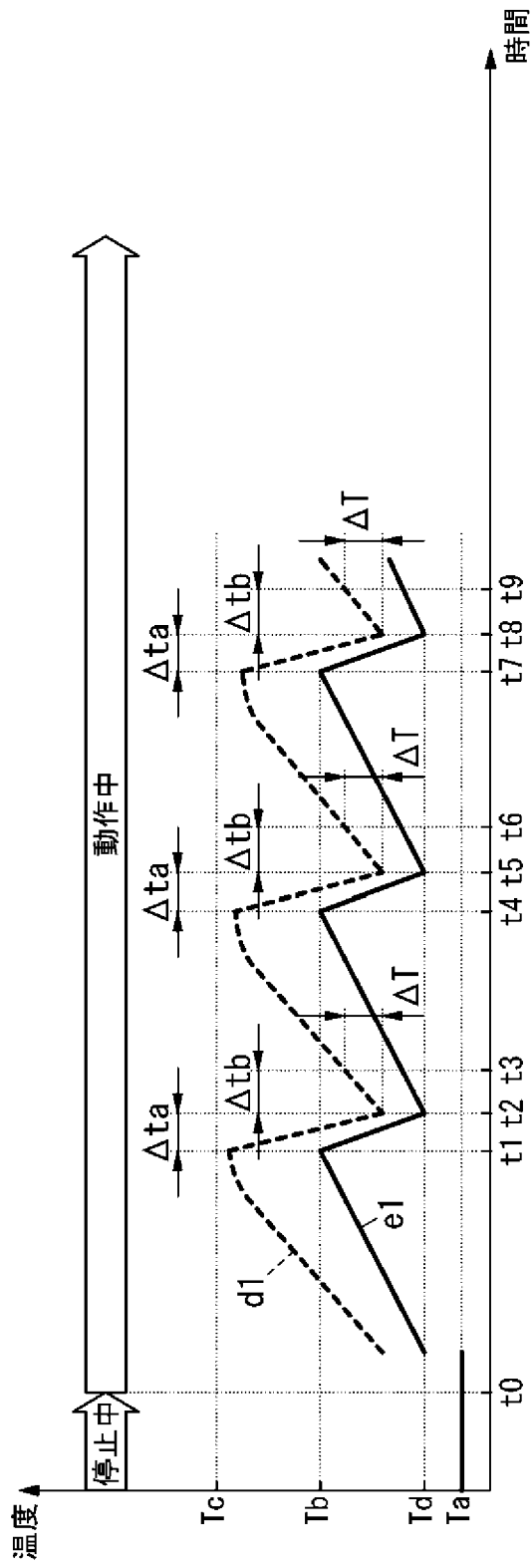
[図5A]



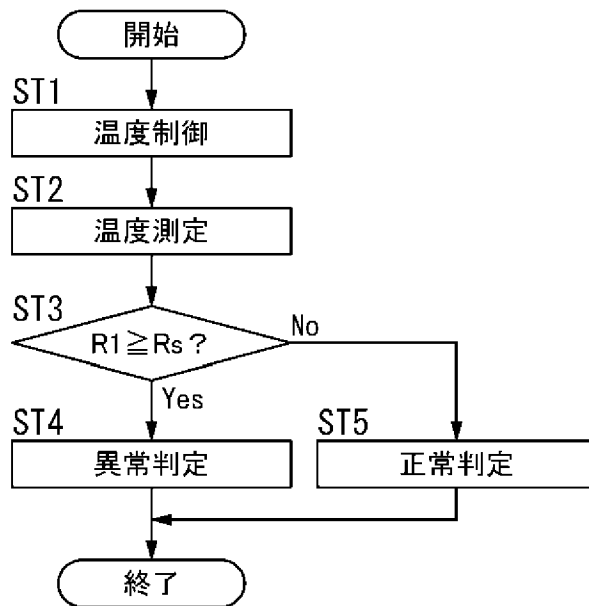
[図5B]



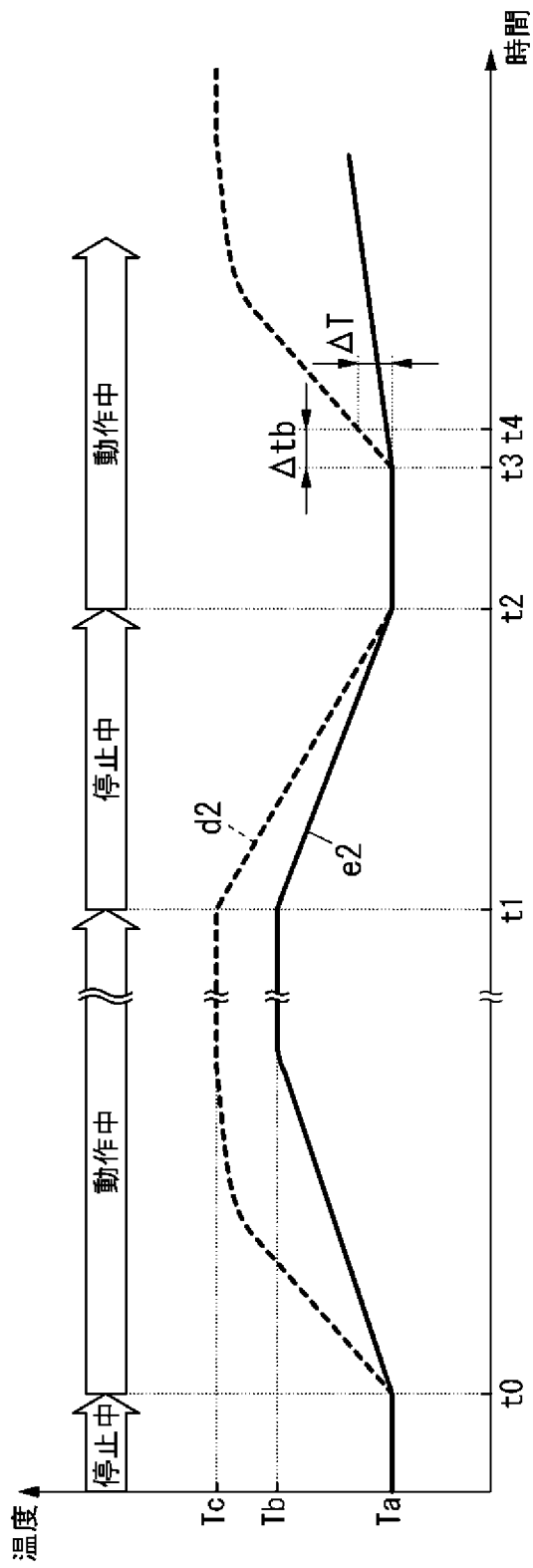
[図6]



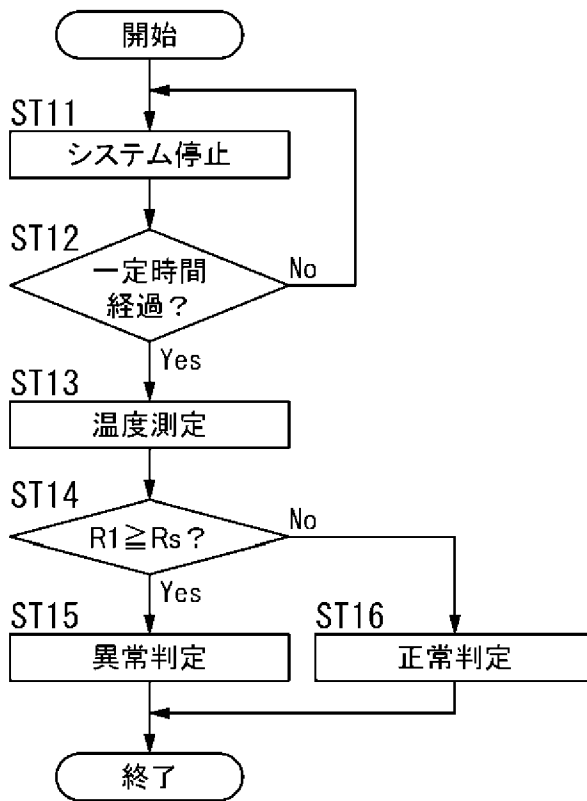
[図7]



[図8]



[図9]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2021/003188

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01R 31/00(2006.01)i; H02M 7/48(2007.01)i
FI: G01R31/00; H02M7/48 Z

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)

G01R31/00; H02M7/48

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	1971-2021
Registered utility model specifications of Japan	1996-2021
Published registered utility model applications of Japan	1994-2021

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 11-356036 A (TOSHIBA CORP.) 24 December 1999 (1999-12-24) paragraphs [0018]-[0057], fig. 1-7	1-2, 4, 12-15 3, 5-10 11
X Y A	JP 2005-268258 A (KYOCERA CORP.) 29 September 2005 (2005-09-29) paragraphs [0017]-[0039], fig. 1-3	1-2, 4, 12-15 3, 5-10 11
Y	JP 2003-134795 A (HITACHI, LTD.) 09 May 2003 (2003-05-09) claim 2, paragraphs [0016]-[0066], fig. 1-25	3
Y	WO 2010/109587 A1 (TOSHIBA MITSUBISHI-ELECTRIC INDUSTRIAL SYSTEMS CORP.) 30 September 2010 (2010- 09-30) paragraphs [0002]-[0006], fig. 6-9	5-10
Y	JP 11-69774 A (HITACHI, LTD.) 09 March 1999 (1999- 03-09) paragraphs [0022]-[0055], fig. 1-5	5-10

 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
09 April 2021 (09.04.2021)Date of mailing of the international search report
20 April 2021 (20.04.2021)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/JP2021/003188

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 8-196082 A (TOSHIBA TRANSPORT ENGINEERING INC.) 30 July 1996 (1996-07-30)	1-15
A	JP 2015-27127 A (TOYOTA MOTOR CORP.) 05 February 2015 (2015-02-05)	1-15

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2021/003188

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 11-356036 A	24 Dec. 1999	(Family: none)	
JP 2005-268258 A	29 Sep. 2005	(Family: none)	
JP 2003-134795 A	09 May 2003	US 2003/0076232 A1 claim 2, paragraphs [0041]-[0090], fig. 1-25	
		US 2003/0076233 A1	
		US 2004/0221217 A1	
WO 2010/109587 A1	30 Sep. 2010	EP 2413487 A1 paragraphs [0002]-[0006], fig. 6-9	
		CN 102362420 A	
JP 11-69774 A	09 Mar. 1999	(Family: none)	
JP 8-196082 A	30 Jul. 1996	(Family: none)	
JP 2015-27127 A	05 Feb. 2015	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） G01R 31/00(2006.01)i; H02M 7/48(2007.01)i FI: G01R31/00; H02M7/48 Z		
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）） G01R31/00; H02M7/48 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 1971-2021年 日本国実用新案登録公報 1996-2021年 日本国登録実用新案公報 1994-2021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
X Y A	JP 11-356036 A（株式会社東芝）24.12.1999（1999-12-24） 第0018-0057段落, 第1-7図	1-2, 4, 12-15 3, 5-10 11
X Y A	JP 2005-268258 A（京セラ株式会社）29.09.2005（2005-09-29） 第0017-0039段落, 第1-3図	1-2, 4, 12-15 3, 5-10 11
Y	JP 2003-134795 A（株式会社日立製作所）09.05.2003（2003-05-09） 請求項2, 第0016-0066段落, 第1-25図	3
Y	WO 2010/109587 A1（東芝三菱電機産業システム株式会社）30.09.2010（2010-09-30） 第0002-0006段落, 第6-9図	5-10
Y	JP 11-69774 A（株式会社日立製作所）09.03.1999（1999-03-09） 第0022-0055段落, 第1-5図	5-10
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> 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、一般的な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 “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 09.04.2021	国際調査報告の発送日 20.04.2021	
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） 青木 洋平 2S 3104 電話番号 03-3581-1101 内線 3216	

C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリ*	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 8-196082 A (東芝トランスポートエンジニアリング株式会社) 30.07.1996 (1996 - 07 - 30)	1-15
A	JP 2015-27127 A (トヨタ自動車株式会社) 05.02.2015 (2015 - 02 - 05)	1-15

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/JP2021/003188

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 11-356036 A	24.12.1999	(ファミリーなし)	
JP 2005-268258 A	29.09.2005	(ファミリーなし)	
JP 2003-134795 A	09.05.2003	US 2003/0076232 A1 請求項2, 第0041-0090段落, 第1-25図 US 2003/0076233 A1 US 2004/0221217 A1	
WO 2010/109587 A1	30.09.2010	EP 2413487 A1 第0002-0006段落, 第6-9図 CN 102362420 A	
JP 11-69774 A	09.03.1999	(ファミリーなし)	
JP 8-196082 A	30.07.1996	(ファミリーなし)	
JP 2015-27127 A	05.02.2015	(ファミリーなし)	