

(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
2023年3月9日(09.03.2023)



(10) 国際公開番号

WO 2023/032142 A1

(51) 国際特許分類:
H01F 27/00 (2006.01) H01F 27/08 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2021/032396

(22) 国際出願日: 2021年9月3日(03.09.2021)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(71) 出願人: 東芝三菱電機産業システム株式会社(TOSHIBA MITSUBISHI-ELECTRIC INDUSTRIAL SYSTEMS CORPORATION) [JP/JP]; 〒1040031 東京都中央区京橋三丁目1番1号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 福田 雅志 (FUKUDA Masashi); 〒1040031 東京都中央区京橋三丁目1番1号 東芝三菱電機産業システム株式会社内 Tokyo (JP).

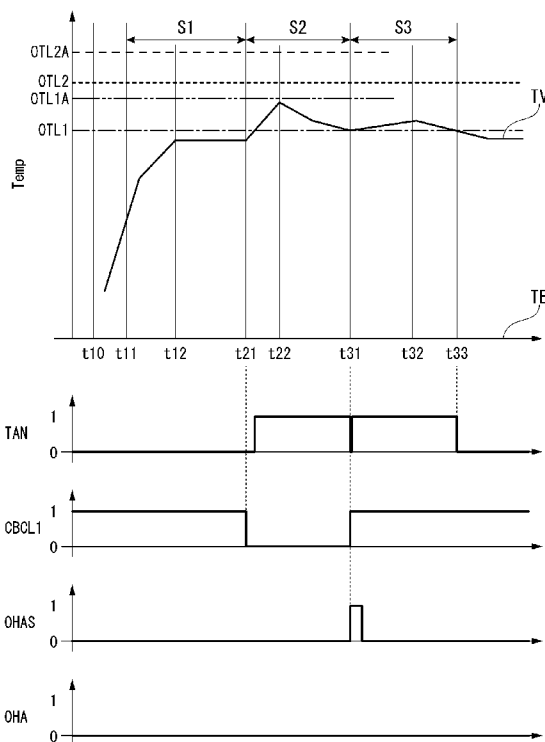
(74) 代理人: 棚井 澄雄, 外 (TANAI Sumio et al.); 〒1006620 東京都千代田区丸の内一丁目9番2号 Tokyo (JP).

(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, 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,

(54) Title: EXCESSIVE TEMPERATURE DETECTION SYSTEM, EXCESSIVE TEMPERATURE PROTECTION SYSTEM, AND EXCESSIVE TEMPERATURE DETECTION METHOD

(54) 発明の名称: 過温度検出システム、過温度保護システム及び過温度検出方法



(57) Abstract: This excessive temperature detection system detects a temperature anomaly of a dry-type transformer (hereinafter referred to as transformer) cooled by means of a cooling device. The excessive temperature detection system comprises a temperature determining unit. The temperature determining unit determines and outputs the temperature anomaly of the transformer in place of a determination condition of the temperature anomaly of the transformer according to whether the operation states of the cooling device are in operation or are stopped.

(57) 要約: 実施形態の過温度検出システムは、冷却装置によって冷却される乾式変圧器(以下、変圧器という。)の温度異常を検出する。過温度検出システムは、温度判定部を備える。温度判定部は、前記冷却装置の動作中と停止中の動作状態により前記変圧器の温度異常の判定条件を代えて、前記変圧器の温度異常を判定して出力する。

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)）

明 細 書

発明の名称：

過温度検出システム、過温度保護システム及び過温度検出方法

技術分野

[0001] 本発明の実施形態は、過温度検出システム、過温度保護システム及び過温度検出方法に関する。

背景技術

[0002] 過温度検出システムには、冷却装置によって冷却される乾式変圧器（変圧器という。）の付近に温度検知素子を設けて、変圧器の温度を接触して直接的に測定することに代えて、これを推定することで変圧器の温度を間接的に検出するものがある。その温度検知素子が検出した結果を利用して、変圧器の保護を行う場合がある。しかしながら、このような温度の検出方式では適切な保護を掛けるだけの検出精度が得られない場合があった。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：日本国特許特開2010-193695号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 本発明の目的は、冷却装置によって冷却される変圧器の温度異常を検出する過温度検出システム、過温度保護システム及び過温度検出方法を提供することである。

課題を解決するための手段

[0005] 実施形態の過温度検出システムは、冷却装置によって冷却される乾式変圧器（以下、変圧器という。）の温度異常を検出する。過温度検出システムは、温度判定部を備える。温度判定部は、前記冷却装置の動作中と停止中の動作状態により前記変圧器の温度異常の判定条件を代えて、前記変圧器の温度

異常を判定して出力する。

図面の簡単な説明

[0006] [図1A]実施形態の実施形態の過温度検出システムを適用する変圧器盤の概略構成図。

[図1B]実施形態の変圧器盤 1 の平面図。

[図2]実施形態の変圧器盤周辺の概略構成図。

[図3]実施形態の温度判定部の構成図。

[図4]実施形態のホットスタート時に係る変圧器 2 の温度について説明するための図。

[図5]第 2 の実施形態の温度判定部 5 D のブロック図。

発明を実施するための形態

[0007] 以下、実施形態の過温度検出システム、過温度保護システム及び過温度検出方法について、図面を参照して説明する。

なお、以下の説明では、同一又は類似の機能を有する構成に同一の符号を付す。そして、それらの構成の重複する説明は省略する場合がある。なお、電氣的に接続されることを、単に「接続される」ということがある。以下の説明に示す「電圧の測定値」とは、実際の電圧の測定値、実際の電圧の大きさを示す指標値、又は電圧の大きさを示す推定値のことである。以下の説明において、「乾式変圧器」のことを、単に「変圧器」として説明することがある。「変圧器の温度」として、「変圧器の周辺の空気の温度」のことを同義のものとして説明することがある。

[0008] 図 1 A は、実施形態の過温度検出システム 5 A を適用する変圧器盤 1 の概略構成図である。図 1 B は、実施形態の変圧器盤 1 の平面図である。

変圧器盤 1 は、変圧器 2 と、筐体 1 1 と、第 1 温度検知器 3 1 と、第 2 温度検知器 3 2 と、温度判定部 5（図 2）を備える。第 1 温度検知器 3 1 と、第 2 温度検知器 3 2 と、温度判定部 5 は、過温度保護システム 1 0 の一例である。温度判定部 5 は、過温度検出システム 5 A の一例である。

[0009] 変圧器 2 は、例えばモールド型の 3 相トランスである。変圧器 2 は乾式変

圧器の一例である。変圧器 2 は、冷却装置によって冷却される強制空冷型で形成されている。

[0010] 筐体 11 は、その内部に変圧器 2 を収納するように構成されている。変圧器 2 は、筐体 11 内に設置されている。筐体 11 には、変圧器 2 の冷却用を利用する冷却装置が設けられている。冷却装置として、室温の空気（CA）を取り込んで暖気 HA を排出する外気導入型のファン 11F を含めて形成してもよい。ファン 11F は、筐体 11 の開口部 11H に設けられた冷却装置の一例である。筐体 11 の開口部 11H は、例えば筐体 11 の天面に設けられている。室温の空気（CA）を取り込むための開口は、図示しない扉面に設けられていてよい。なお、筐体 11 に設けるファン 11F 以外の冷却装置を設けることを制限するものではなく、ファン 11F に適宜組み合わせてもよい。

[0011] 第 1 温度検知器 31 は、筐体 11 に流入した筐体 11 の周辺の温度（第 1 周囲温度）を検出する。第 1 温度検知器 31 は、例えば、筐体 11 内の外気が流入する開口部の内側で、変圧器 2 の巻線部よりも下段に配置される。なお、図に示す位置は、一例でありこれに制限されない。

[0012] 第 2 温度検知器 32 は、変圧器 2 の周囲温度（第 2 周囲温度）を検出する。第 2 温度検知器 32 は、変圧器 2 付近に、例えば、UVW 相の巻線を有する変圧器 2 の V 相巻線の上部に配置されている。この位置は、変圧器 2 本体の温度の影響を受けやすい位置になる。なお、図に示す位置は、一例でありこれに制限されない。

[0013] 変圧器盤 1 の筐体 11 内に配置された変圧器 2 は、自己の電力損失によって発熱する。この熱は、筐体 11 のファン 11F の作動によって、筐体 11 外に排出される。筐体 11 のファン 11F の作動が停止すると、その段階で変圧器 2 に蓄積されていた熱が、変圧器 2 の周辺の温度を上昇させることがある。

[0014] 図 2 は、実施形態の変圧器盤 1 周辺の概略構成図である。

変圧器盤 1 の 1 次側には、入力側遮断機 CB が設けられている。入力側遮

断機 C B は、導通状態で、電源側からの電力を変圧器盤 1 の 1 次側に供給可能にする。遮断状態で、電源側からの電力の変圧器盤 1 の 1 次側への供給を遮断する。入力側遮断機 C B は、変圧器 2 の 1 次側に配置されたスイッチの一例である。入力側遮断機 C B は、例えば、制御により導通状態と遮断状態が切り替わるように形成されている。

[0015] 変圧器盤 1 の 2 次側には、負荷側遮断機、断路器などを介して電動機 (M)、冷却装置 (ファン 11 F) などの負荷が接続されている。

[0016] 温度判定部 5 は、変圧器 2 の温度異常を検出する。例えば、温度判定部 5 は、筐体 11 内に配置された第 1 温度検知器 31 と第 2 温度検知器 32 とに接続されている。さらに温度判定部 5 は、変圧器 2 の一次側の活線状態を検出するように、入力側遮断機 C B の状態信号が供給されている。入力側遮断機 C B の状態信号は、入力側遮断機 C B の負荷側の架電状態を示す信号であるとよい。さらに温度判定部 5 は、変圧器 2 の一次側に対する電力の供給を遮断するように、入力側遮断機 C B の状態を制御するための制御信号を出力してもよい。

[0017] 図 3 は、実施形態の温度判定部 5 の構成図である。

温度判定部 5 は、フィルタ 51 と 52 と、コンパレータ 53 から 56 と、フィルタ 57 と、ゲート 58 と、ワンショットゲート 59 と、ゲート 61 から 66 と、フィルタ 67 と 68 とを備える。

[0018] フィルタ 51 と 52 は、平滑化回路である。フィルタ 51 と 52 は、それぞれの入力信号に重畳するノイズを除去する。この平滑化回路は、移動平均回路として構成してもよく、或いはローパスフィルタとして構成してもよい。これらの特性は、温度変化が検出されるように適宜定めてよい。

[0019] 例えば、フィルタ 51 の入力には、第 1 温度検知器 31 の出力が接続されていて、第 1 温度検知器 31 の検出結果を示す信号 T B が供給される。フィルタ 51 は、信号 T B を変換した信号 T B f を出力する。フィルタ 52 の入力には、第 2 温度検知器 32 の出力が接続されていて、第 2 温度検知器 32 の検出結果を示す信号 T V が供給される。フィルタ 52 は、信号 T V を変換

した信号 $T V f$ を出力する。

[0020] コンパレータ 53 から 56 は、2つの入力にそれぞれ供給される信号 $T B f$ と信号 $T V f$ との電位差が、予め定められた所定値を超えたことを検出する。コンパレータ 53 から 56 の夫々に設定される所定値は、互いに異なる。コンパレータ 53 から 56 の順に、例えば、 $\Delta T 1$ 、 $\Delta T 2$ 、 $\Delta T 3$ 、 $\Delta T 4$ に設定されているものとする。

[0021] コンパレータ 53 から 56 は、識別した結果を、信号 $T A N$ 、信号 $T F N$ 、信号 $T A F S$ 、信号 $T F F S$ として夫々出力する。

コンパレータ 53 の出力には、ゲート 61 の第 1 入力に接続されている。

コンパレータ 54 の出力には、ゲート 62 の第 1 入力に接続されている。

コンパレータ 55 の出力には、ゲート 63 の第 1 入力に接続されている。

コンパレータ 56 の出力には、ゲート 64 の第 1 入力に接続されている。

[0022] ゲート 61 から 64 は、夫々 AND 回路である。なお、ゲート 63 と 64 の第 2 入力は、負論理である。ゲート 63 と 64 の第 2 入力を除く、ゲート 61 から 64 とゲート 58 の入力と、これらの出力は、すべて正論理である。

[0023] 端子 $C B A$ に、入力側遮断機 $C B$ の状態信号 $C B C L 1$ が供給されている。状態信号 $C B C L 1$ は、入力側遮断機 $C B$ が閉じているときに論理状態 $S T 1$ になり、開いているときに論理状態 $S T 0$ になる。端子 $C B A$ は、フィルタ 57 の入力に接続されている。

[0024] フィルタ 57 は、入力信号の論理状態 $S T 1$ が予め定められた時間を超えたときに、その時間だけ遅延させたタイミングに論理状態 $S T 1$ を出力し、さらに入力信号が論理状態 $S T 0$ に変化するとこれに応じて論理状態 $S T 0$ を出力する。なお、フィルタ 57 は、入力信号の論理状態を保持した出力信号を生成する。例えば、フィルタ 57 は、入力信号が論理状態 $S T 1$ に変化した後 0.5 秒程度継続したときに、論理状態 $S T 1$ のパルスを生成するとよい。フィルタ 57 の出力には、ゲート 61 から 64 の各第 2 入力と、ゲート 58 の第 2 入力とが夫々接続されている。

- [0025] ゲート58とワンショットゲート59の組は、温度異常検出を一時的に停止させるマスク信号を生成する。例えば、ゲート58は、AND回路である。ゲート58の出力がワンショットゲート59のトリガ入力に接続されている。ワンショットゲート59は、ゲート58の出力信号が論理状態ST0から論理状態ST1に変化するトリガ入力を検出と、予め定められた所定の長さの負のパルスを出力する。例えば、ワンショットゲート59は、この場合に60秒継続する論理状態ST0のパルスを生成する。ワンショットゲート59の出力は、ゲート61と62の第3入力に接続されている。論理状態ST0のパルスが供給されるゲート61と62は、論理状態ST0のパルスが供給されている間、非活性化され、他の入力信号をマスクする。換言すれば、論理状態ST0のパルスが供給されている間は、コンパレータ53と54から出力される信号がゲート61と62によってマスクされることになる。
- [0026] ゲート65は、正論理入力、正論理出力のOR回路である。ゲート65の第1入力がゲート61の出力に接続され、第2入力がゲート63の出力に接続されている。ゲート65の出力には、フィルタ67の入力が接続されている。
- [0027] フィルタ67は、入力信号の論理状態ST1が予め定められた時間を超えたときに、その時間だけ遅延させたタイミングに論理状態ST1を出力し、さらに入力信号が論理状態ST0に変化するとこれに応じて論理状態ST0を出力する。なお、フィルタ67は、入力信号の論理状態を保持した出力信号を生成する。例えば、フィルタ67は、入力信号の論理状態ST1が1秒程度継続したときに、論理状態ST1のパルスを生成するとよい。フィルタ67の出力は、端子OHAと、ゲート58の第1入力に接続されている。
- [0028] ゲート66は、正論理入力、正論理出力のOR回路である。ゲート66の第1入力がゲート62の出力に接続され、第2入力がゲート64の出力に接続されている。ゲート66の出力には、フィルタ68の入力が接続されている。
- [0029] フィルタ68は、入力信号の論理状態ST1が予め定められた時間を超え

たときに、その時間だけ遅延させたタイミングに論理状態 S T 1 を出力し、さらに入力信号が論理状態 S T 0 に変化するとこれに応じて論理状態 S T 0 を出力する。例えば、フィルタ 6 7 は、入力信号の論理状態 S T 1 が 1 秒程度継続したときに、論理状態 S T 1 のパルスを生成するとよい。なお、フィルタ 6 8 は、入力信号の論理状態を保持した出力信号を生成する。フィルタ 6 8 の出力は、端子 O H F に接続されている。

[0030] 続いて、温度判定部 5 の動作について説明する。

温度判定部 5 は、第 1 温度検知器 3 1 と第 2 温度検知器 3 2 が夫々検出した温度の差（温度差）を、コンパレータ 5 3 から 5 6 によって識別して、変圧器 2 の温度異常を検出する。端子 O H A に 1 が出力される状態は、温度異常の第 1 段階に達した状態であることを示し、端子 O H F に 1 が出力される状態は、温度異常の第 2 段階に達した状態であることを示す。温度異常の第 1 段階が、温度異常が発生したことを示すアラームを通知する段階であり、温度異常の第 2 段階が、温度異常が発生していて、動作を継続させることが危険な状態を通知する段階である。

[0031] フィルタ 5 7 が応答するまでの遅延時間を無視して説明すると、入力側遮断機 C B が開いているときに状態信号 C B C L 1 が論理状態 S T 0 になり、ゲート 6 3 と 6 4 が活性化される。その一方で、ゲート 6 1 と 6 2 の出力が非活性化されて、その入力信号がマスクされる。

[0032] 入力側遮断機 C B が閉じているときに状態信号 C B C L 1 が論理状態 S T 1 になり、かつワンショットゲート 5 9 の出力状態によってゲート 6 1 と 6 2 が活性化される。その一方で、ゲート 6 3 と 6 4 が非活性化されて入力信号がマスクされる。

[0033] 例えば、入力側遮断機 C B が開いているときには、コンパレータ 5 5 と 5 6 の識別結果が有効になり、閉じているときには、コンパレータ 5 3 と 5 4 の識別結果が有効になる。

[0034] コンパレータ 5 3 から 5 6 に夫々設定された、温度差を検出するための閾値 $\Delta T 1$ 、 $\Delta T 2$ 、 $\Delta T 3$ 、 $\Delta T 4$ の一例について説明する。コンパレータ

54と56に対応付けられた閾値 $\Delta T2$ と $\Delta T4$ について、温度異常の第1段階が検出可能な温度差に設定する。コンパレータ53と55に対応付けられた閾値 $\Delta T1$ と $\Delta T3$ について、温度異常の第2段階が検出可能な温度差に設定する。例えば、閾値 $\Delta T1$ 、 $\Delta T2$ 、 $\Delta T3$ 、 $\Delta T4$ の夫々について、120度、125度、130度、135度を検出温度として設定する。ヒステリシスを持たせる場合、上記の温度よりも低い温度（例えば10度低い温度）を設定してもよい。

[0035] また、入力側遮断機CBが閉じているときに、コンパレータ53と54が、温度異常の第2段階と第1段階を夫々検出するように、平時における温度異常の識別が可能な温度差に閾値 $\Delta T1$ と $\Delta T3$ を設定する。入力側遮断機CBが開いたときに、コンパレータ55と56が、温度異常の第2段階と第1段階を夫々検出するように、閾値 $\Delta T1$ と $\Delta T3$ よりも高い温度差になるように閾値 $\Delta T2$ と $\Delta T4$ を設定する。

[0036] 例えば、変圧器2の温度異常の判定条件として、冷却用のファン11Fの動作中に変圧器2の温度を判定するための第1閾値温度（閾値 $\Delta T1$ ）と、冷却用のファンの停止中に変圧器の温度を判定するための第2閾値温度（閾値 $\Delta T3$ ）とを含む閾値温度を設けてよい。上記の第2閾値温度（閾値 $\Delta T3$ ）は、冷却用のファン11Fの動作中に変圧器2の温度からシステムを停止させる事象の検出するため閾値温度（閾値 $\Delta T2$ ）よりも低い温度にするとよい。上記の温度は、目安として示した一例であり、これに制限されることなく、適宜決定してよい。

[0037] 図4を参照して、ホットスタート時に係る変圧器2の温度について説明する。

図4は、実施形態のホットスタート時に係る変圧器2の温度について説明するための図である。図4のグラフに、第1温度検知器31と第2温度検知器32の検出温度の温度差と、各部の信号の経時変化を示す。最上段に示すグラフは、検出温度の温度差を示し、グラフ中の実線TVは、第1温度検知器31と第2温度検知器32の検出温度の温度差を示す。以下の説明では、

上記の温度差のことを、単に「変圧器 2 の温度」と呼ぶ。次段以降のグラフは、信号 T A N、信号 C B C L 1、信号 O H A S、及び制御信号 S O H A を夫々示す。信号 T A N、信号 C B C L 1、信号 O H A S、及び制御信号 S O H A は、「0（論理状態 S T 0）」と「1（論理状態 S T 1）」の 2 値をとる。

[0038] 初期段階では、変圧器 2 からその負荷に対する電力の供給が停止している。信号 T A N、信号 O H A S、及び制御信号 S O H A は、「0」であり、信号 C B C L 1 は、「1」である。

[0039] 時刻 t 1 0 に、変圧器 2 からその負荷に対する電力の供給が始まり、第 2 温度検知器 3 2 によって検出される変圧器 2 の温度が上昇し始める。

[0040] 時刻 t 1 1 に、ファン 1 1 F 周辺の温度が動作開始温度を超えると、ファン 1 1 F の温度制御によりファン 1 1 F が作動し始める。ファン 1 1 F 周辺の温度が動作開始温度を超えていて、通電されていればファン 1 1 F は作動する。これにより、筐体 1 1 内に冷却用の空気の流通が始まる。この段階の状態を平時の状態（状態 S 1）という。状態 S 1 にあると、変圧器 2 がその負荷に対する電力を供給し、かつファン 1 1 F が作動している状態になっている。状態 S 1 のなかで、変圧器 2 の電力損失による発熱量と、ファン 1 1 F による冷却効果がバランスする状況になると、変圧器 2 の温度が熱平衡に達する（時刻 t 1 2）。この段階で、第 2 温度検知器 3 2 によって検出される変圧器 2 の温度は、安定してほぼ一定になる。

[0041] なお、温度異常の検出用に、この熱平衡時の温度よりも高い閾値温度 O T L 1 と O L T 2 とが設定されている。閾値温度 O T L 1 は、ファン 1 1 F が作動している平時の状況の中では発生しない温度に設定される。この閾値温度 O T L 1 は、平時の熱平衡時の温度よりも高く設定されるが、閾値温度 O T L 1 とその熱平衡時の温度との差を比較的小さくするとよい。これにより、温度異常が発生した時の検出感度を高めることができる。閾値温度 O T L 2 は、ファン 1 1 F の作動と非作動によらず、正常な動作状況の中では発生しない温度に設定される。この閾値温度 O T L 2 は、閾値温度 O T L 1 より

も高く設定され、変圧器 2 が故障するリスクが少ない温度を温度異常として誤検出しないような値であるとよい。

[0042] 時刻 t_{21} に、何らかの要因により入力側遮断機 CB が開放されて、信号 $CBC L 1$ が「0」になる。この状態は、変圧器 2 に電力が共有されなくなった状態（状態 $S 2$ という。）を示す。上記により、変圧器 2 に対する電力の供給が停止するため、変圧器 2 による損失による熱の発生が止まる。ただし、電力の供給が停止するまでに変圧器 2 に蓄積された熱があり、この熱の発散により変圧器 2 の周辺の温度が上昇する。

[0043] この状態 $S 2$ になると、変圧器 2 の負荷に対する電力の供給も停止するため、変圧器 2 を冷却させるファン $11 F$ も作動しない。そのため、上記の熱の発散による変圧器 2 の周辺の温度上昇が顕在化して、第 2 温度検知器 $3 2$ によって温度の上昇が検出されて、信号 $T A N$ が「1」になる。

[0044] このように変圧器 2 の温度は、閾値温度 $O T L 1$ よりも高くなることがある。そこで、この状態 $S 2$ の期間の閾値温度を調整して、上記の温度上昇を検出しないように閾値温度を切り替えるとよい。例えば、閾値温度 $O T L 1$ と閾値温度 $O T L 2$ に代わる閾値温度 $O T L 1 A$ と閾値温度 $O T L 2 A$ を設定する。閾値温度 $O T L 1 A$ と閾値温度 $O T L 2 A$ は、閾値温度 $O T L 1$ と閾値温度 $O T L 2$ よりも夫々高くする。これにより、閾値温度 $O T L 1 A$ を超える状態は検出されない。より具体的は、信号 $T A N$ が「1」になっているが、信号 $CBC L 1$ が「0」であることにより、ゲート $6 1$ の出力が「0」になることから、信号 $O H A S$ と制御信号 $S O H A$ の「0」が保持されている。

[0045] 時刻 t_{22} になると、変圧器 2 の温度は、下降に転じる。これは、変圧器 2 に蓄積されていた熱の発散と筐体 11 内の自然対流とにより、変圧器 2 に蓄積されていた熱が筐体 11 に伝わり、筐体 11 の表面からその外部に発散することによる。

[0046] このように変圧器 2 の温度が徐々に低下するが、変圧器 2 の温度が閾値温度 $O T L 1$ よりも高い段階では、変圧器 2 への通電を再開することは適さな

い。

[0047] そこで、変圧器 2 の温度が閾値温度 $OTL1$ まで低下した段階（時刻 $t31$ ）で、入力側遮断機 CB を制御して変圧器 2 への通電を再開した場合について例示して、これについて説明する。

[0048] 上記の通り時刻 $t31$ に、温度判定部 5 は、端子 OHA を介して出力する制御信号 $SOHA$ を用いて、入力側遮断機 CB を制御する。入力側遮断機 CB は、この制御に応じて通電状態になり、信号 $CBC L1$ が「1」になる。この状態は、変圧器 2 に電力が供給される状態（状態 $S3$ ）になる。これにより再び、変圧器 2 がその負荷に対する電力を供給することで、ファン 11F が作動している状態になる。

[0049] 以下、状態 $S3$ 内の動作の概要を先に示す。

例えば、状態 $S3$ の開始時点と、状態 $S1$ の終了時点の負荷の消費電力が同じであるとすれば、変圧器 2 の電力損失も、状態 $S3$ の開始時点と、状態 $S1$ の終了時点で同じになる。この状況であれば、変圧器 2 の発熱量も同等になる。

[0050] ただし、状態 $S3$ の開始時点と、状態 $S1$ の終了時点とでは、筐体 11 内の状況が異なる。状態 $S3$ の開始時点と、状態 $S1$ の終了時点とで比べると、筐体 11 内の温度が互いに異なる。状態 $S3$ の開始時点の筐体 11 内の温度は、状態 $S1$ の終了時点の筐体 11 内の温度よりも高い。そのため、通電が再開された直後は、変圧器 2 を十分に冷却することができず、時刻 $t31$ 以降に変圧器 2 の温度が上昇する。

[0051] その結果、信号 TAN が再び「1」になり、信号 $CBC L1$ が「1」であることにより、ゲート 61 の出力が「1」になることから、信号 $OHAS$ に「1」が短時間出力されるが、制御信号 $SOHA$ の「0」が保持される。

[0052] その後、時刻 $t32$ に変圧器 2 の温度のピークが現れる。ファン 11F による冷却の効果が表れてきて変圧器 2 の温度が下降して、時刻 $t33$ に変圧器 2 の温度が閾値温度 $OTL1$ を下回る。信号 TAN が「0」になり、信号 $CBC L1$ が「1」であることにより、ゲート 61 の出力が「0」になるこ

とから、信号O H A Sと制御信号S O H Aの「0」が保持されている。

[0053] 上記の通り、時刻 t_{31} の時点の変圧器2の温度が閾値温度O T L 1と同じであるため、時刻 t_{31} 以降に生じる変圧器2の温度上昇が、コンパレータ53によって検出される。入力側遮断機C Bが通電状態にあり、状態信号C B C L 1が「1」に遷移している。ワンショットゲート59の出力は、時刻 t_{31} の時点で「1」にある。そのため、ゲート61が活性化されていて、コンパレータ53による検出結果が、ゲート61から出力される。その結果、ゲート65の出力からの信号O H A Sに、コンパレータ53によって検出された変圧器2の温度異常を示す信号の「1」が出力される。この現象は設計的に許容できるものであり、このときに生成される信号を、そのまま警報を示す信号（制御信号S O H Aの「1」）として出力することは適当ではない。

[0054] そこで、ゲート65の出力からの信号O H A Sとして、コンパレータ53によって検出された変圧器2の温度異常を示す信号の「1」が出力された場合に、ゲート58とワンショットゲート59とがこれに応答して、ワンショットゲート59は、その出力に所定時間続く「0」のパルスを出力する。この「0」のパルスが、ワンショットゲート59からゲート61に供給されて、ゲート61が非活性化されて、ゲート61の出力が「0」になる。この結果、ゲート61によって「コンパレータ53によって検出された変圧器2の温度異常を示す信号」がマスクされて、時間幅の短い「1」のパルスが成形される。これに応じて、ゲート65が出力する信号O H A Sも、上記の時間幅の短い「1」のパルスになる。

[0055] 上記のように、「コンパレータ53によって検出された変圧器2の温度異常を示す信号」に基づく比較的長時間幅の短いパルスが、ゲート65が出力する信号O H A Sに含まれる。その後段のフィルタ67がこのパルスを制限することにより、フィルタ67の出力の制御信号S O H Aには、変圧器2の温度異常を示す信号が現れない。これにより、端子O H Aが出力する制御信号

S O H A がバタつくこともなく、ホットスタート時の変圧器 2 の温度を安定して検出できる。このワンショットゲート 5 9 が生成する信号によって「コンパレータ 5 3 によって検出された変圧器 2 の温度異常を示す信号」をマスクする時間は、比較的短時間に設定されているから、この間に生じる重要な現象の検出を漏らすことはない。例えば、検出すべき重要な現象が生じると、このマスクする時間以上に「コンパレータ 5 3 によって検出された変圧器 2 の温度異常を示す信号」が継続することになる。このような検出すべき重要な現象は、マスクされずに検出できるから、これに応じて端子 O H A の制御信号 S O H A に異常を示す信号が出力されることになる。

[0056] 上記の実施形態によれば、過温度検出システム 5 A は、ファン 1 1 F（冷却装置）によって冷却される変圧器 2（乾式変圧器）の温度異常を検出する。過温度検出システム 5 A は、温度判定部 5 を備える。温度判定部 5 は、ファン 1 1 F の動作中と停止中の動作状態により変圧器 2 の温度異常の判定条件を代えて、変圧器 2 の温度異常を判定することにより、ファン 1 1 F によって冷却される変圧器 2 の温度異常を検出することができる。過温度検出システム 5 A は、変圧器 2 の温度異常を判定して出力して、変圧器 2 の保護に利用するとよい。

[0057] なお、温度判定部 5 は、変圧器 2 のホットスタート時に所定の条件が満たされるまで温度異常の識別結果の出力を制限するとよい。例えば、その所定の条件には、変圧器 2 のホットスタート時に、変圧器 2 の温度が第 1 閾値温度を超えていたならば、変圧器 2 の温度が第 1 閾値温度よりも下がることが含まれていてよい。

[0058] また、温度判定部 5 は、変圧器 2 の一次側の活線状態への遷移を検出することで、変圧器 2 のホットスタート時を識別するとよい。例えば、温度判定部 5 は、変圧器 2 の一次側に配置された入力側遮断機 C B の状態を検出することで、変圧器 2 のホットスタート時を識別することができる。

[0059] このように、温度判定部 5 は、筐体 1 1 内部の温度が閾値温度 O T L 1 以上に上昇したことを検出しても、必ずしもこれに応じて温度異常と判断する

ものではない。温度判定部 5 は、閾値温度 $O T L 1$ を超える温度を検出した事象を、変圧器 2 の出力を停止させるべき温度異常として扱うのではなく、動作を継続させる選択を可能にしている。温度判定部 5 は、ホットスタートによる通電再開時の所定の期間に、温度異常と判断せずに動作を継続させることがある。この期間は、負荷の動作の消費電力を調整することなく、平時の状態と同様の電力量で負荷を稼働させてもよい。

[0060] (実施形態の変形例)

変形例について説明する。実施形態では、第 1 温度検知器 3 1 と第 2 温度検知器 3 2 との 2 つの温度検知器の検出結果に基づいた温度差を判定に利用する事例について説明した。これに変えて、第 2 温度検知器 3 2 のみを利用して、第 2 温度検知器 3 2 が検出した温度を判定に利用してもよい。

[0061] (第 2 の実施形態)

第 2 の実施形態について説明する。

本実施形態は、同様の機能をデジタル処理で実現する温度判定部 5 D について説明する。図 5 は、第 2 の実施形態の温度判定部 5 D のブロック図である。温度判定部 5 D は、例えば処理回路 1 0 0 を備える。図 5 に示す処理回路 1 0 0 は、CPU 1 0 1 と、記憶部 1 0 2 と、駆動部 1 0 3 とを備える。CPU 1 0 1 と、記憶部 1 0 2 と、駆動部 1 0 3 は、BUS で接続されている。処理回路 1 0 0 は、温度判定部 5 D の一例である。CPU 1 0 1 は、ソフトウェアプログラムに従い、所望の処理を実行するプロセッサを含む。記憶部 1 0 2 は、半導体メモリを含む。駆動部 1 0 3 は、CPU 1 0 1 の制御に従い、各種信号を検出し、さらに入力側遮断機 C B の制御信号を生成する。

[0062] 実施形態において、CPU 1 0 1 と駆動部 1 0 3 が実行する処理を纏めて、単に温度判定部 5 D の処理として説明する。例えば、温度判定部 5 D は、前述の温度判定部 5 のように、筐体 1 1 内に配置された第 1 温度検知器 3 1 と第 2 温度検知器 3 2 とに接続されている。さらに温度判定部 5 D は、変圧器 2 の一次側の活線状態を検出するように、入力側遮断機 C B の状態信号が

供給されている。入力側遮断機 C B の状態信号は、入力側遮断機 C B の負荷側の架電状態を示す信号であるとよい。さらに温度判定部 5 D は、変圧器 2 の一次側に対する電力の供給を遮断するように、入力側遮断機 C B の状態を制御するための制御信号を出力してもよい。これに関する C P U 1 0 1 と駆動部 1 0 3 の実施する処理は、第 1 の実施形態の動作の説明と同様でよい。

[0063] 上記の実施形態によれば、第 1 の実施形態と同様の効果を奏する。

[0064] 以上に説明した少なくとも一つの実施形態によれば、過温度検出システムは、冷却装置によって冷却される乾式変圧器（以下、変圧器という。）の温度異常を検出する。過温度検出システムは、温度判定部を備える。温度判定部は、前記冷却装置の動作中と停止中の動作状態により前記変圧器の温度異常の判定条件を代えて、前記変圧器の温度異常を判定して出力する。これにより、過温度検出システムは、冷却装置によって冷却される変圧器の温度異常を検出できる。

[0065] 本発明のいくつかの実施形態を説明したが、これらの実施形態は、例として提示したものであり、発明の範囲を限定することは意図していない。これら実施形態は、その他の様々な形態で実施されることが可能であり、発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々の省略、置き換え、変更を行うことができる。これら実施形態やその変形は、発明の範囲や要旨に含まれると同様に、特許請求の範囲に記載された発明とその均等の範囲に含まれるものである。

符号の説明

[0066] 1 変圧器盤、2 変圧器、5 A 過温度検出システム、1 0 過温度保護システム、1 1 筐体、1 1 F ファン（冷却装置）、3 1 第 1 温度検知器、3 2 第 2 温度検知器、5、5 D 温度判定部、C B 入力側遮断機

請求の範囲

- [請求項1] 冷却装置によって冷却される乾式変圧器（以下、変圧器という。）の温度異常を検出する過温度検出システムであって、
- 前記冷却装置の動作中と停止中の動作状態により前記変圧器の温度異常の判定条件を代えて、前記変圧器の温度異常を判定して出力する温度判定部
- を備える過温度検出システム。
- [請求項2] 前記冷却装置は、冷却用のファンを含み、
- 前記変圧器は、前記冷却用のファンが設けられた筐体の内部に設置されている、
- 請求項1に記載の過温度検出システム。
- [請求項3] 前記変圧器の温度異常の判定条件として、前記冷却用のファンの動作中に前記変圧器の温度を判定するための第1 閾値温度と、前記冷却用のファンの停止中に前記変圧器の温度を判定するための第2 閾値温度とを含む閾値温度を設ける、
- 請求項2に記載の過温度検出システム。
- [請求項4] 前記温度判定部は、
- 前記変圧器のホットスタート時に所定の条件が満たされるまで温度異常の識別結果の出力を制限する、
- 請求項2に記載の過温度検出システム。
- [請求項5] 前記所定の条件には、前記変圧器のホットスタート時に、前記変圧器の温度が前記変圧器の温度が前記変圧器の温度を判定するための第1 閾値温度を超えていたならば、前記第1 閾値温度よりも下がることが含まれる、
- 請求項4に記載の過温度検出システム。
- [請求項6] 前記温度判定部は、
- 前記変圧器の一次側の活線状態への遷移を検出することで、前記変圧器のホットスタート時を識別する

請求項 2 に記載の過温度検出システム。

[請求項7]

前記温度判定部は、

前記変圧器の一次側に配置された入力側遮断機の状態を検出することで、前記変圧器のホットスタート時を識別する

請求項 2 に記載の過温度検出システム。

[請求項8]

請求項 1 から請求項 7 の何れか 1 項の過温度検出システムと、

検出された前記変圧器の温度異常に応じて前記変圧器の 1 次側に配置されたスイッチを開放させる駆動部と

を備える過温度保護システム。

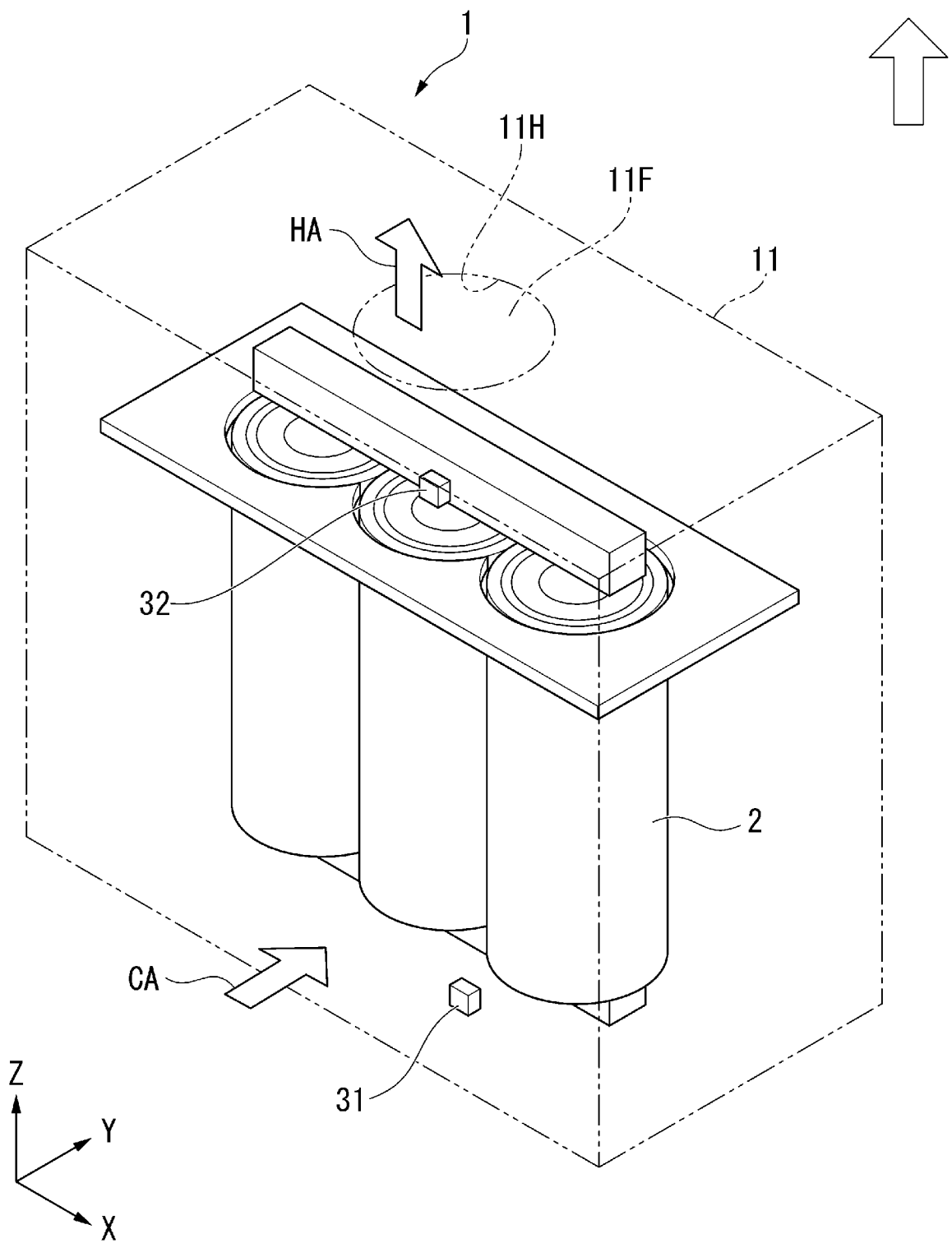
[請求項9]

冷却装置によって冷却される乾式変圧器（以下、変圧器という。）の温度異常を検出する過温度検出方法であって、

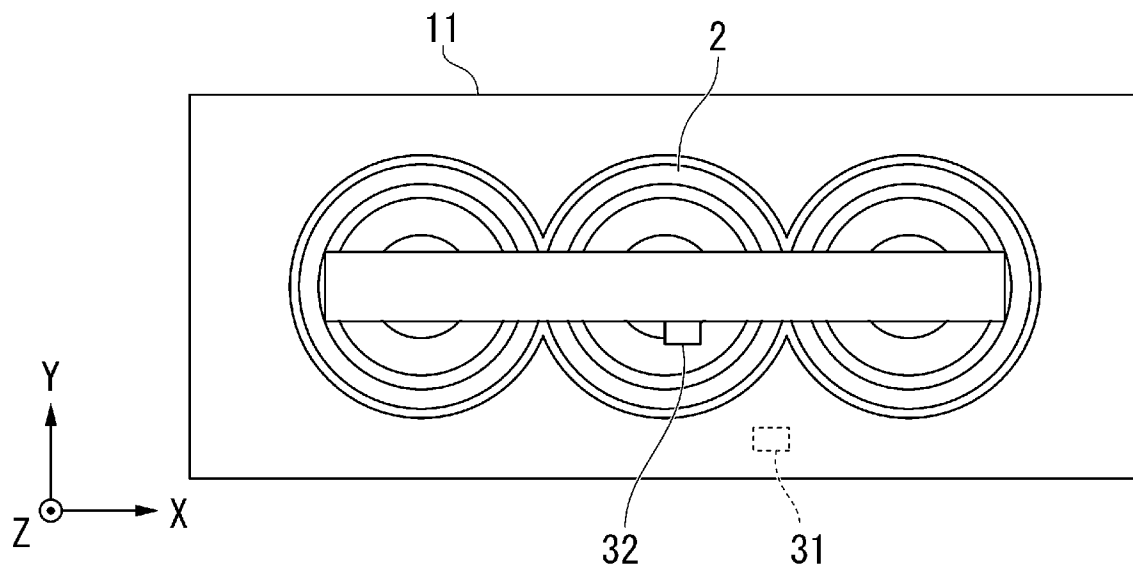
前記冷却装置の動作中と停止中の動作状態により前記変圧器の温度異常の判定条件を代えて、前記変圧器の温度異常を温度判定部が判定して出力するステップ

を含む過温度検出方法。

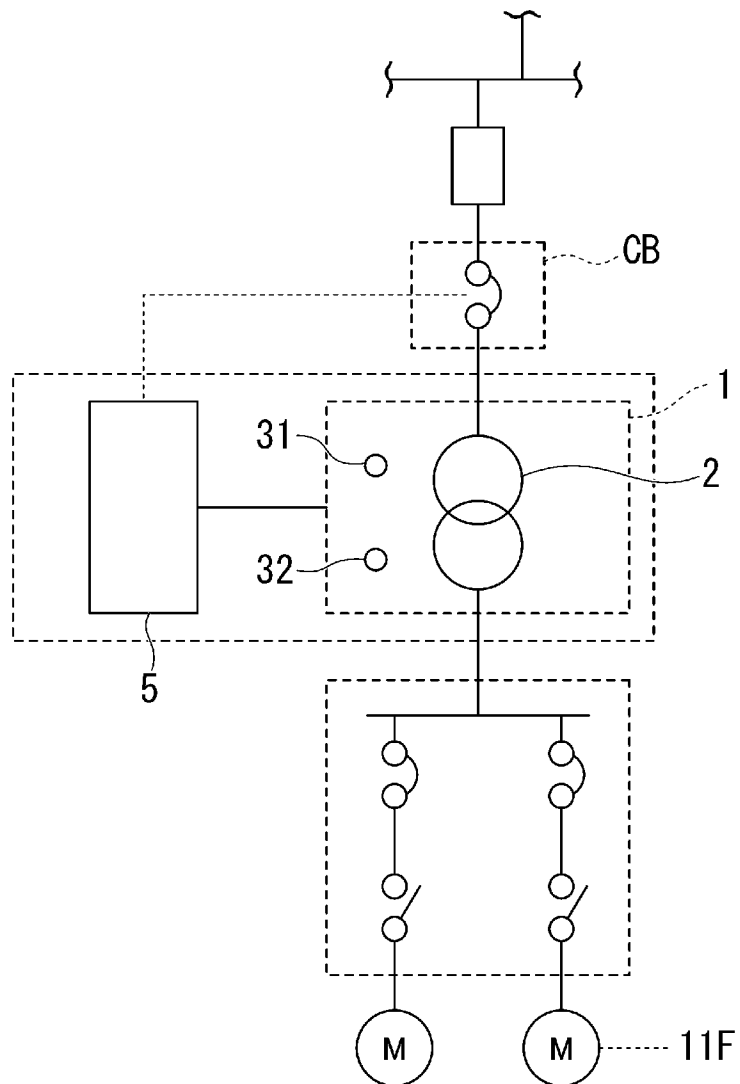
[図1A]



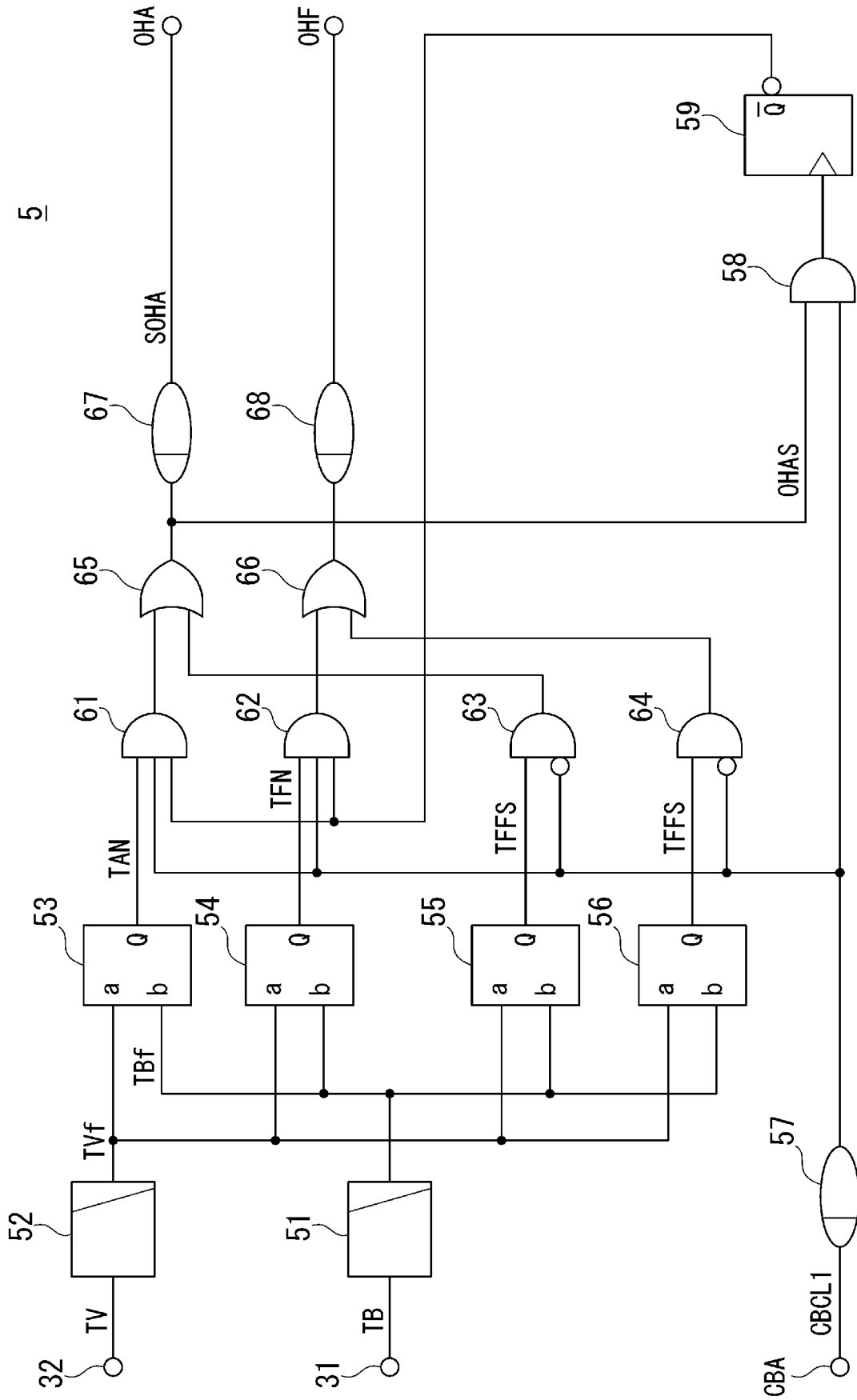
[図1B]



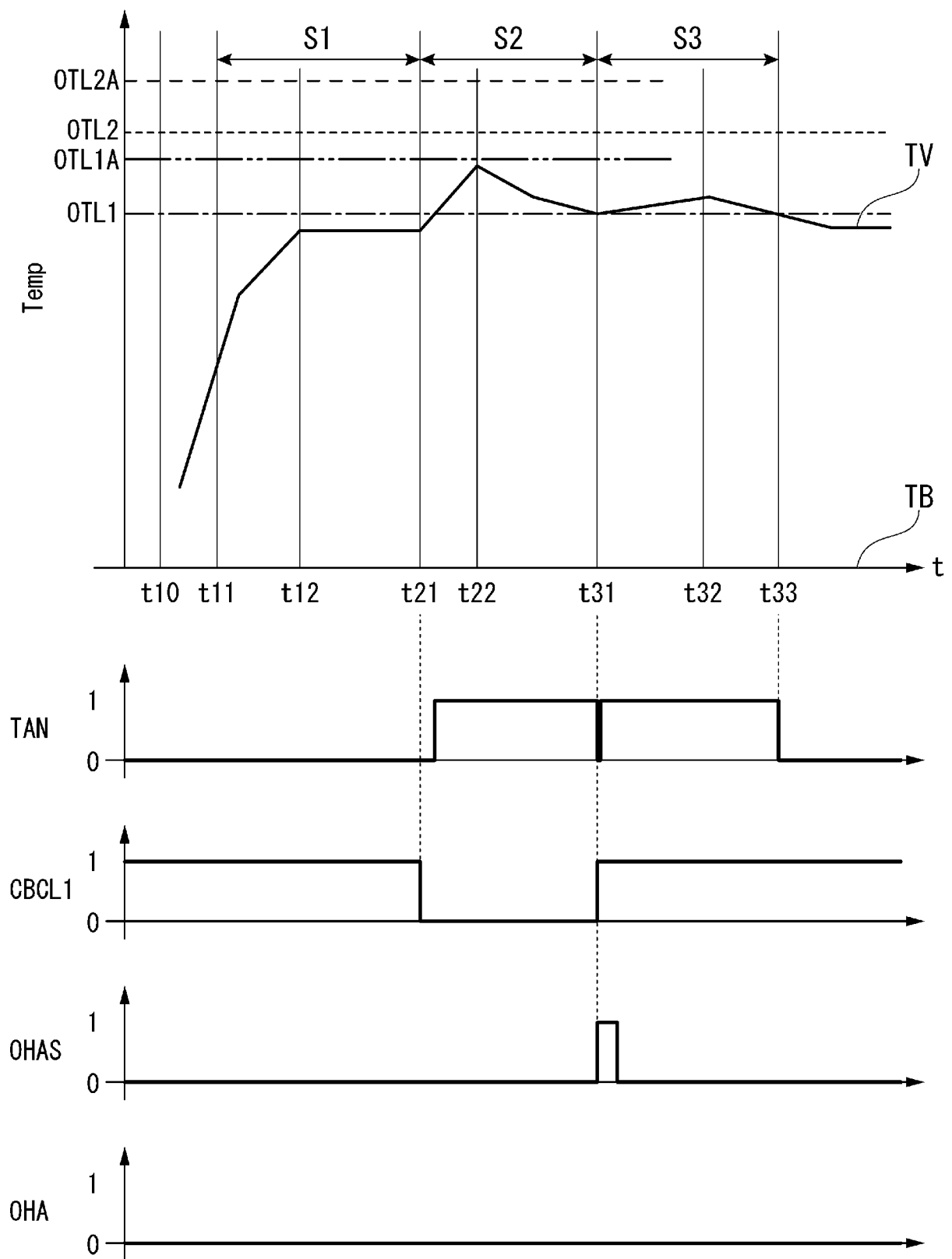
[図2]



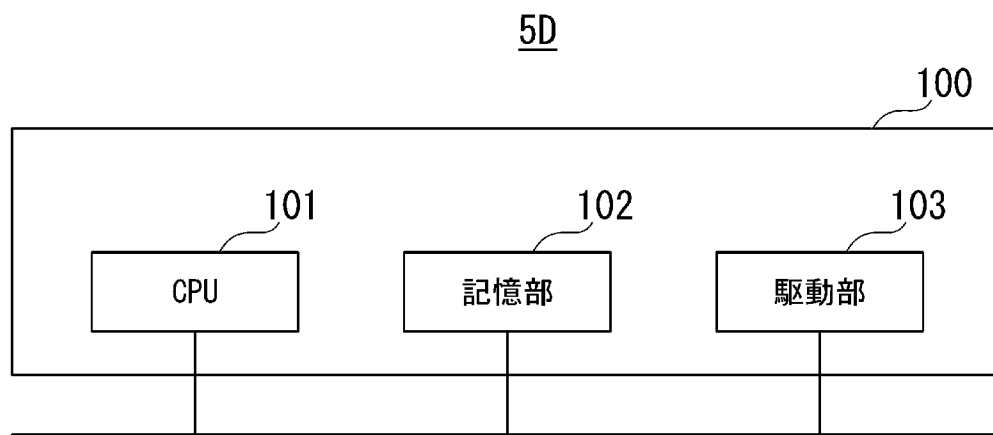
[図3]



[図4]



[図5]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2021/032396

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**H01F 27/00**(2006.01)i; **H01F 27/08**(2006.01)i

FI: H01F27/00 A; H01F27/08 153

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)

H01F27/00; H01F27/08; H01F27/40; H01F30/00-30/16; H02H7/04; H05K7/20

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 1971-2021
 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	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 87849/1982 (Laid-open No. 193731/1983) (MITSUBISHI ELECTRIC CORP) 23 December 1983 (1983-12-23), specification, p. 1, line 18 to p. 4, line 8, fig. 1, 2	1-4, 6-7, 9
Y		8
A		5
Y	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 46458/1984 (Laid-open No. 160031/1985) (SHIMADZU CORP.) 25 September 1981 (1981-09-25), specification, p. 1, line 20 to p. 2, line 10, p. 6, line 16 to p. 7, line 11, all drawings	8
A	JP 58-40413 B2 (HITACHI, LTD.) 06 September 1983 (1983-09-06) column 2, lines 9-14, column 2, line 25 to column 4, line 24, fig. 1-4	1-9

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

04 November 2021

Date of mailing of the international search report

22 November 2021

Name and mailing address of the ISA/JP

Japan Patent Office (ISA/JP)
 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/JP2021/032396

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	58-193731	U1	23 December 1983	(Family: none)	
JP	60-160031	U1	24 October 1985	(Family: none)	
JP	58-40413	B2	06 September 1983	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H01F 27/00(2006.01)i; H01F 27/08(2006.01)i FI: H01F27/00 A; H01F27/08 153		
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）） H01F27/00; H01F27/08; H01F27/40; H01F30/00-30/16; H02H7/04; H05K7/20		
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 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	日本国実用新案登録出願57-87849号(日本国実用新案登録出願公開58-193731号)の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマイクロフィルム（三菱電機株式会社）23.12.1983（1983-12-23）明細書第1頁第18行-第4頁第8行, 第1-2図	1-4, 6-7, 9
Y		8
A		5
Y	日本国実用新案登録出願59-46458号(日本国実用新案登録出願公開60-160031号)の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマイクロフィルム（株式会社島津製作所）24.10.1985（1985-10-24）明細書第1頁第20行-第2頁第10行, 第6頁第16行-第7頁第11行, 図面	8
A	JP 58-40413 B2（株式会社日立製作所）06.09.1983（1983-09-06）第2欄第9-14行, 第2欄第25行-第4欄第24行, 第1-4図	1-9
☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。 ☒ パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的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 04.11.2021		国際調査報告の発送日 22.11.2021
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） 久保田 昌晴 5D 4230 電話番号 03-3581-1101 内線 3551

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/JP2021/032396

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	58-193731	U1	23.12.1983	(ファミリーなし)	
JP	60-160031	U1	24.10.1985	(ファミリーなし)	
JP	58-40413	B2	06.09.1983	(ファミリーなし)	