

(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
2022年5月19日(19.05.2022)



(10) 国際公開番号
WO 2022/102144 A1

- (51) 国際特許分類:
G01R 27/02 (2006.01) G01R 31/52 (2020.01)
G01R 31/00 (2006.01) G01R 31/56 (2020.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2021/009902
- (22) 国際出願日: 2021年3月11日(11.03.2021)
- (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 2020-188196 2020年11月11日(11.11.2020) JP
- (71) 出願人: オムロン株式会社 (OMRON CORPORATION) [JP/JP]; 〒6008530 京都府京

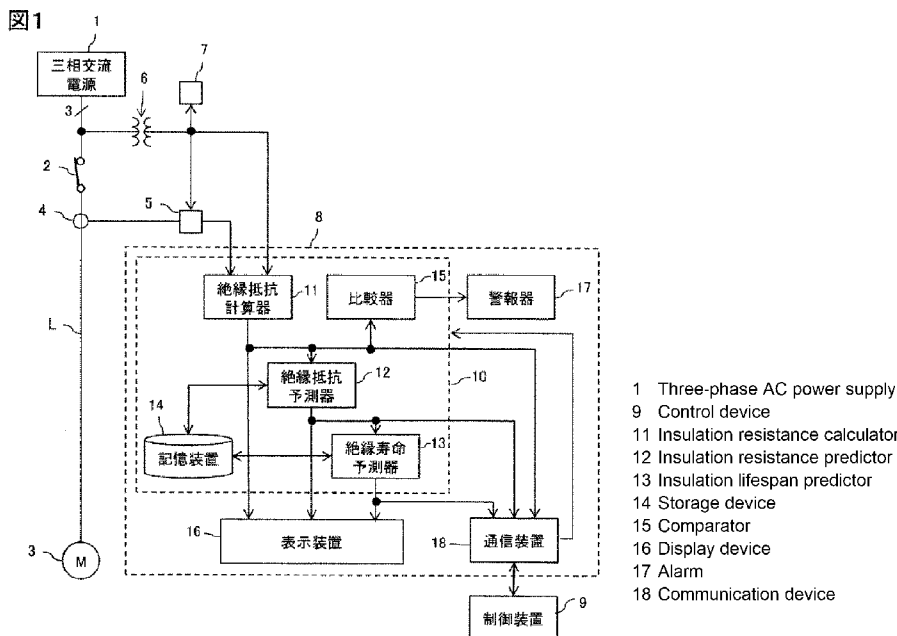
都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町801番地 Kyoto (JP).

- (72) 発明者: 尾崎 将宏 (OZAKI, Masahiro); 〒6008530 京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町801番地 オムロン株式会社内 Kyoto (JP). 山口 昌平(YAMAGUCHI, Shohei); 〒6008530 京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町801番地 オムロン株式会社内 Kyoto (JP). 高谷 玲平(TAKATANI, Ryohei); 〒6008530 京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町801番地 オムロン株式会社内 Kyoto (JP).

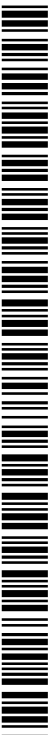
- (74) 代理人: 山尾 憲人, 外 (YAMAO, Norihito et al.); 〒5300017 大阪府大阪市北区角田町

(54) Title: INSULATION RESISTANCE MONITORING DEVICE

(54) 発明の名称: 絶縁抵抗監視装置



(57) Abstract: In this invention, an insulation resistance calculator (11) calculates an insulation resistance value for an object under measurement. An insulation resistance predictor (12) uses present and past insulation resistance values calculated by the insulation resistance calculator (11) to calculate a predicted insulation resistance value indicating a future insulation resistance value. An insulation lifespan predictor (13) uses the predicted insulation resistance value to calculate an insulation lifespan indicating the remaining time until the predicted insulation resistance value falls to or below a



WO 2022/102144 A1

8 番 1 号 梅 田 阪 急 ビ ル オ フ ィ ス タ ワ ー
青 山 特 許 事 務 所 O s a k a (J P).

- (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, 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))

threshold. A display device (16) provides a notification of the insulation lifespan.

(57) 要約：絶縁抵抗計算器 (11) は、被測定物の絶縁抵抗値を計算する。絶縁抵抗予測器 (12) は、絶縁抵抗計算器 (11) によって計算された現時点及び過去の絶縁抵抗値に基づいて、未来の絶縁抵抗値を示す絶縁抵抗予測値を計算する。絶縁寿命予測器 (13) は、絶縁抵抗予測値に基づいて、絶縁抵抗予測値がしきい値以下になるまでの残り期間を示す絶縁寿命を計算する。表示装置 (16) は、絶縁寿命を通知する。

明 細 書

発明の名称：絶縁抵抗監視装置

技術分野

[0001] 本開示は、絶縁抵抗監視装置に関する。

背景技術

[0002] 高圧受変電設備及び配電盤等の電気設備は、電気事業法により、年1回程度の頻度で法定点検を行うことが義務付けられている。また、配電盤に接続されたモータ等の電気機器についても、事業者は、その独自の管理基準により、週1回から月1回程度の頻度で自主点検を行っている。

[0003] しかしながら、自主点検の対象物（被測定物）は多種多様な電気設備及び電気機器を含み、その数が多過ぎて実際には手が回らないのが実態である。そこで、自主点検を自動化するための絶縁抵抗監視装置が開発されている。

[0004] 特許文献1は、運転中でも絶縁劣化の進行具合の監視を行うことができる絶縁劣化監視装置を開示している。特許文献1の装置は、絶縁抵抗が設定値を超えたとき、又は、絶縁抵抗の変化率が規定値を超えたとき、警報信号を発生する。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開平6-311791号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 被測定物の絶縁抵抗が劣化する前に、被測定物の点検又は修理を行う必要がある。しかしながら、特許文献1の装置によれば、被測定物の絶縁抵抗が決定的に劣化するとき（絶縁抵抗が設定値を超えたとき）まで、又はその直前（絶縁抵抗の変化率が規定値を超えたとき）まで警報信号が発生せず、点検及び修理のために十分な時間を確保することが困難である。従って、従来よりも被測定物の保守計画を立てやすいように絶縁抵抗の状態を監視するこ

とが求められる。

[0007] 本開示の目的は、従来よりも被測定物の保守計画を立てやすいように絶縁抵抗の状態を監視することができる絶縁抵抗監視装置を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0008] 本発明の一側面に係る絶縁抵抗監視装置は、
被測定物の絶縁抵抗を監視する絶縁抵抗監視装置であって、
前記被測定物の絶縁抵抗値を計算する絶縁抵抗計算器と、
前記絶縁抵抗計算器によって計算された現時点及び過去の絶縁抵抗値に基づいて、未来の絶縁抵抗値を示す絶縁抵抗予測値を計算する絶縁抵抗予測器と、

前記絶縁抵抗予測値に基づいて、前記絶縁抵抗予測値がしきい値以下になるまでの残り期間を示す絶縁寿命を計算する絶縁寿命予測器と、
前記絶縁寿命を通知する出力装置とを備える。

[0009] これにより、従来よりも被測定物の保守計画を立てやすいように絶縁抵抗の状態を監視することができる。

[0010] 本発明の一側面に係る絶縁抵抗監視装置によれば、
前記絶縁抵抗予測器は、前記絶縁抵抗値が時間的に変化する速度及び加速度を計算し、前記絶縁抵抗値、前記速度、及び前記加速度に基づいて前記絶縁抵抗予測値を計算する。

[0011] これにより、絶縁抵抗値の速度及び加速度を考慮して、絶縁抵抗予測値及び絶縁寿命を高精度に計算することができる。

[0012] 本発明の一側面に係る絶縁抵抗監視装置によれば、
前記絶縁抵抗予測器は、前記絶縁抵抗値が時間的に変化する速度、加速度、及び加加速度を計算し、前記絶縁抵抗値、前記速度、前記加速度、及び前記加加速度に基づいて前記絶縁抵抗予測値を計算する。

[0013] これにより、絶縁抵抗値の速度、加速度、及び加加速度を考慮して、絶縁抵抗予測値及び絶縁寿命をさらに高精度に計算することができる。

- [0014] 本発明の一側面に係る絶縁抵抗監視装置によれば、
前記現時点の絶縁抵抗値が前記現時点の直前の時点に計算された絶縁抵抗値よりも増大したとき、前記絶縁寿命予測器は、前記絶縁抵抗値が増大する前に計算された絶縁寿命を現時点の絶縁寿命として設定する。
- [0015] これにより、絶縁抵抗値の一時的な増大に起因する誤差を低減することができる。
- [0016] 本発明の一側面に係る絶縁抵抗監視装置によれば、
前記絶縁抵抗計算器は、前記絶縁抵抗監視装置の外部からの制御信号にตอบสนองして前記被測定物の絶縁抵抗値を計算する。
- [0017] これにより、例えば予め決められた時間周期で、絶縁抵抗値、絶縁抵抗予測値、及び絶縁寿命を計算することができる。
- [0018] 本発明の一側面に係る絶縁抵抗監視装置によれば、
前記出力装置は表示装置を含み、前記表示装置は、
前記絶縁寿命と、
前記現時点の絶縁抵抗値と、
現時点から前記絶縁抵抗予測値が前記しきい値以下になる時点までの前記絶縁抵抗予測値の時間的变化とを表示する。
- [0019] これにより、絶縁抵抗の劣化の傾向を認識することができる。
- [0020] 本発明の一側面に係る絶縁抵抗監視装置は、
前記現時点の絶縁抵抗値が前記しきい値以下になったことを通知する警報器をさらに備える。
- [0021] これにより、被測定物を適切に点検又は修理することができる。

発明の効果

- [0022] 本発明の一側面に係る絶縁抵抗監視装置によれば、従来よりも被測定物の保守計画を立てやすいように絶縁抵抗の状態を監視することができる。

図面の簡単な説明

- [0023] [図1]実施形態に係る絶縁抵抗監視装置8を含むモータシステムの構成を示すブロック図である。

[図2]図1の処理装置10によって実行される絶縁抵抗監視処理を示すフローチャートである。

[図3]図2のステップS13～S14における絶縁抵抗予測値及び絶縁寿命の計算例を説明するための図である。

[図4]図2のステップS13～S14における絶縁抵抗予測値及び絶縁寿命の他の計算例を説明するための図である。

[図5]図1の処理装置10によって実行される絶縁抵抗監視処理の変形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

[0024] 以下、本開示の一側面に係る実施形態を、図面に基づいて説明する。各図面において、同じ符号は同様の構成要素を示す。

[0025] [実施形態]

以下、実施形態に係る絶縁抵抗監視装置について説明する。

[0026] [実施形態の構成例]

図1は、実施形態に係る絶縁抵抗監視装置8を含むモータシステムの構成を示すブロック図である。図1のモータシステムは、三相交流電源1、電力線L、回路遮断器2、三相モータ3、零相変流器4、地絡方向継電器5、計器用変圧器6、地絡過電圧継電器7、絶縁抵抗監視装置8、及び制御装置9を備える。図1の例では、絶縁抵抗監視装置8が、その被測定物として、三相モータ3の絶縁抵抗を測定する場合を示す。

[0027] 三相交流電源1は、電力線Lを介して三相モータ3に接続され、三相モータ3に三相交流電力を供給する。電力線Lには回路遮断器2が挿入される。

[0028] 零相変流器4は、三相モータ3又は電力線Lの絶縁状態が悪い場合に電力線Lに流れる零相電流を検出し、検出した零相電流を、地絡方向継電器5と、絶縁抵抗監視装置8の絶縁抵抗計算器11（後述）とに送る。地絡方向継電器5は、零相電流が予め決められたしきい値を超えたとき、警報を発生する。

[0029] 計器用変圧器6は、三相モータ3又は電力線Lの絶縁状態が悪い場合に電

力線Lに生じる零相電圧を検出し、検出した零相電圧を、地絡方向継電器5、地絡過電圧継電器7、及び絶縁抵抗監視装置8の絶縁抵抗計算器11（後述）に送る。地絡過電圧継電器7は、零相電圧が予め決められたしきい値を超えたとき、警報を発生する。

[0030] 絶縁抵抗監視装置8は、三相モータ3又は電力線Lの絶縁抵抗を監視する。絶縁抵抗監視装置8は、絶縁抵抗計算器11、絶縁抵抗予測器12、絶縁寿命予測器13、記憶装置14、比較器15、表示装置16、警報器17、及び通信装置18を備える。絶縁抵抗計算器11、絶縁抵抗予測器12、絶縁寿命予測器13、記憶装置14、及び比較器15をまとめて「処理装置10」とも呼ぶ。

[0031] 絶縁抵抗計算器11は、零相電流及び零相電圧に基づいて、オームの法則を用いて、三相モータ3の絶縁抵抗値を計算する。絶縁抵抗計算器11は、計算された絶縁抵抗値を絶縁抵抗予測器12に送る。絶縁抵抗計算器11は、さらに、計算された絶縁抵抗値を表示装置16及び通信装置18の少なくとも一方に送ってもよい。

[0032] 絶縁抵抗予測器12は、絶縁抵抗計算器11によって計算された現時点及び過去の絶縁抵抗値に基づいて、未来の絶縁抵抗値を示す絶縁抵抗予測値を計算する。絶縁抵抗予測器12は、計算された絶縁抵抗予測値を絶縁寿命予測器13に送る。絶縁抵抗予測器12は、さらに、計算された絶縁抵抗予測値を表示装置16及び通信装置18の少なくとも一方に送ってもよい。

[0033] 絶縁寿命予測器13は、絶縁抵抗予測値に基づいて、絶縁抵抗予測値がしきい値以下になるまでの残り期間を示す絶縁寿命を計算する。絶縁寿命予測器13は、計算された絶縁寿命を表示装置16に送る。絶縁寿命予測器13は、さらに、計算された絶縁寿命を通信装置18に送ってもよい。

[0034] 記憶装置14は、絶縁抵抗予測値及び絶縁寿命を計算するために使用される絶縁抵抗値の履歴及び他の変数を格納する。また、記憶装置14は、計算された絶縁抵抗予測値及び絶縁寿命の少なくとも一方を格納してもよい。

[0035] 比較器15は、現時点の絶縁抵抗値が予め決められたしきい値K以下であ

るか否かを判断し、判断結果を警報器 17 に送る。しきい値 K は、例えば、法令等によって定められた値に設定されてもよく、法令等によって定められた値に所定のマージンを付加した値に設定されてもよい。例えば、電気設備に関する技術基準を定める省令によれば、使用電圧が 300 V 以下でありかつ対地電圧が 150 V 以下である場合、絶縁抵抗値は 0.1 M Ω 以上であるように定められ、使用電圧が 300 V 以下でありかつ対地電圧が 150 V より高い場合、絶縁抵抗値は 0.2 M Ω 以上であるように定められ、使用電圧が 300 V より高い場合、絶縁抵抗値は 0.4 M以上であるように定められる。

[0036] 表示装置 16 は、少なくとも、計算された絶縁寿命を表示する。表示装置 16 は、計算された絶縁寿命をユーザに通知する出力装置の一例である。また、表示装置 16 は、現時点の絶縁抵抗値を表示してもよい。また、現時点から絶縁抵抗予測値がしきい値以下になる時点までの絶縁抵抗予測値の時間的变化を表示してもよい。

[0037] 警報器 17 は、比較器 15 の判断結果に基づいて、現時点の絶縁抵抗値がしきい値以下になったことをユーザに通知するため、視覚的又は聴覚的な警報信号を発生する。

[0038] 通信装置 18 は、外部の制御装置 9 に接続される。処理装置 10 は、絶縁抵抗監視装置 8 の外部からの制御信号に応答して、例えば、通信装置 18 が制御装置 9 から受信するトリガ信号に応答して起動されてもよい。この場合、通信装置 18 が制御装置 9 からトリガ信号を受信したとき、絶縁抵抗計算器 11 は三相モータ 3 の絶縁抵抗値を計算し、絶縁抵抗予測器 12 は三相モータ 3 の絶縁抵抗予測値を計算し、絶縁寿命予測器 13 は三相モータ 3 の絶縁寿命を計算する。通信装置 18 は、計算された絶縁抵抗値、絶縁抵抗予測値、及び絶縁寿命を制御装置 9 に送信してもよい。

[0039] [実施形態の動作例]

図 2 は、図 1 の処理装置 10 によって実行される絶縁抵抗監視処理を示すフローチャートである。

- [0040] ステップS 1 1において、処理装置 1 0は、通信装置 1 8が制御装置 9からトリガ信号を受信したか否かを判断し、YESのときはステップS 1 2に進み、NOのときはステップS 1 1を繰り返す。
- [0041] ステップS 1 2において、絶縁抵抗計算器 1 1は、現時点の絶縁抵抗値を計算し、計算された絶縁抵抗値を表示装置 1 6に表示する。
- [0042] ステップS 1 3において、絶縁抵抗予測器 1 2は、絶縁抵抗予測値を計算し、計算された絶縁抵抗予測値を表示装置 1 6に表示する。
- [0043] ステップS 1 4において、絶縁寿命予測器 1 3は、絶縁寿命予測値を計算し、計算された絶縁寿命予測値を表示装置 1 6に表示する。
- [0044] 図 2 の処理によれば、外部からのトリガ信号に応答して動作を開始することで、例えば予め決められた時間周期で、絶縁抵抗値、絶縁抵抗予測値、及び絶縁寿命を計算することができる。
- [0045] 図 3 は、図 2 のステップS 1 3～S 1 4における絶縁抵抗予測値及び絶縁寿命の計算例を説明するための図である。図 3 の例では、絶縁抵抗予測器 1 2は、絶縁抵抗値が時間的に変化する速度及び加速度を計算し、絶縁抵抗値、速度、及び加速度に基づいて絶縁抵抗予測値を計算する。
- [0046] 図 3 の横軸は、パラメータ n によって表される時間 t を示す。 $t(n)$ は現時点を示し、 $t(n-1)$ 、 $t(n-2)$ 、…は絶縁抵抗値を計算した過去の時点を示し、 $t(n+1)$ 、 $t(n+2)$ 、…は絶縁抵抗予測値を計算する未来の時点を示す。絶縁抵抗値の速度及び加速度を計算するための単位時間 $\Delta t(n)$ を次式で定義する。
- [0047] $\Delta t(n) = t(n) - t(n-1)$
- [0048] 単位時間 $\Delta t(n)$ は、例えば、数日間、数週間、又は数ヶ月間などに設定されてもよい。現時点 $t(n)$ に単位時間 $\Delta t(n)$ の倍数を加算した時点をも、絶縁抵抗予測値を計算する未来の時点 $t(n+1)$ 、 $t(n+2)$ 、…として設定する。
- [0049] 図 3 の縦軸は、絶縁抵抗値及び絶縁抵抗予測値を示す。 $R(n)$ は現時点の絶縁抵抗値を示し、 $R(n-1)$ 、 $R(n-2)$ 、…は過去の絶縁抵抗値

を示し、 $R(n+1)$ 、 $R(n+2)$ 、…は計算される未来の絶縁抵抗値、すなわち絶縁抵抗予測値を示す。 K は、予め決められた絶縁抵抗のしきい値を示す。しきい値 K は、前述したように、例えば、法令等によって定められた値に設定されてもよく、法令等によって定められた値に所定のマージンを付加した値に設定されてもよい。

[0050] 現時点及び過去の絶縁抵抗値 $R(n)$ 、 $R(n-1)$ 、 $R(n-2)$ に基づいて、絶縁抵抗値の速度 $V(n-1)$ 、 $V(n)$ を次式により計算する。

$$[0051] \quad V(n-1) = (R(n-1) - R(n-2)) / (t(n-1) - t(n-2))$$

$$V(n) = (R(n) - R(n-1)) / \Delta t(n)$$

[0052] 絶縁抵抗値の速度 $V(n-1)$ 、 $V(n)$ に基づいて、絶縁抵抗値の加速度 $A(n)$ を次式により計算する。

$$[0053] \quad A(n) = V(n) - V(n-1)$$

[0054] 絶縁抵抗値の速度 $V(n)$ 及び加速度 $A(n)$ に基づいて、未来の時点 $t(n+1)$ における絶縁抵抗値の速度を示す速度予測値 $V(n+1)$ を次式により計算する。

$$[0055] \quad V(n+1) = V(n) + A(n)$$

[0056] 速度予測値 $V(n+1)$ に基づいて、未来の時点 $t(n+1)$ における絶縁抵抗予測値 $R(n+1)$ を次式により計算する。

$$[0057] \quad R(n+1) = R(n) - (V(n+1) \times \Delta t(n))$$

[0058] 同様に、未来の時点 $t(n+2)$ における速度予測値 $V(n+2)$ 及び絶縁抵抗予測値 $R(n+2)$ を次式により計算する。

$$[0059] \quad V(n+2) = V(n+1) + A(n)$$

$$R(n+2) = R(n+1) - (V(n+2) \times \Delta t(n))$$

[0060] 同様に、速度予測値及び絶縁抵抗予測値の計算を繰り返し、未来の時点 $t(n+i)$ における速度予測値 $V(n+i)$ 及び絶縁抵抗予測値 $R(n+i)$ を次式により計算する。

$$[0061] \quad V(n+i) = V(n+i-1) + A(n)$$

$$R(n+i) = R(n+i-1) - (V(n+i) \times \Delta t(n))$$

[0062] 時点 $t(n+i-1)$ における絶縁抵抗予測値 $R(n+i-1)$ がしきい値 K より大きく、かつ、時点 $t(n+i)$ における絶縁抵抗予測値 $R(n+i)$ がしきい値 K 以下になったとき、現時点 $t(n)$ における絶縁寿命 $D(n)$ を次式により計算する。

$$[0063] D(n) = (\Delta t(n) \times (i-1)) + (R(n+i-1) - K) / V(n+i)$$

[0064] 図3の例によれば、絶縁抵抗予測器12は、絶縁抵抗計算器11によって計算された現時点及び過去の絶縁抵抗値 $R(n)$ 、 $R(n-1)$ 、 $R(n-2)$ 、…に基づいて、未来の絶縁抵抗値を示す絶縁抵抗予測値 $R(n+1)$ 、 $R(n+2)$ 、…を計算することができる。絶縁抵抗予測器12は、絶縁抵抗値が時間的に変化する速度及び加速度を計算し、絶縁抵抗値、速度、及び加速度に基づいて絶縁抵抗予測値 $R(n+1)$ 、 $R(n+2)$ 、…を計算する。絶縁寿命予測器13は、絶縁抵抗予測値 $R(n+1)$ 、 $R(n+2)$ 、…に基づいて、絶縁抵抗予測値がしきい値 K 以下になるまでの残り期間を示す絶縁寿命 $D(n)$ を計算することができる。

[0065] 図4は、図2のステップS13～S14における絶縁抵抗予測値及び絶縁寿命の他の計算例を説明するための図である。図4の例では、絶縁抵抗予測器12は、絶縁抵抗値が時間的に変化する速度、加速度、及び加加速度を計算し、絶縁抵抗値、速度、加速度、及び加加速度に基づいて絶縁抵抗予測値を計算する。

[0066] 図4の例によれば、図3の例で使用した各パラメータに加えて、絶縁抵抗値の加速度の時間微分、すなわち加加速度 $J(n)$ を次式により計算する。

$$[0067] J(n) = A(n) - A(n-1)$$

[0068] 絶縁抵抗値の速度 $V(n)$ 、加速度 $A(n)$ 、及び加加速度 $J(n)$ に基づいて、未来の時点 $t(n+1)$ における絶縁抵抗値の速度を示す速度予測値 $V(n+1)$ を次式により計算する。

$$[0069] V(n+1) = V(n) + A(n) + J(n)$$

[0070] 速度予測値 $V(n+1)$ 又は加加加速度 $J(n)$ に基づいて、未来の時点 $t(n+1)$ における加速度 $A(n+1)$ を次式により計算する。

$$[0071] \quad A(n+1) = V(n+1) - V(n) = A(n) + J(n)$$

[0072] 同様に、未来の時点 $t(n+2)$ における速度予測値 $V(n+2)$ 及び加加加速度を次式により計算する。

$$[0073] \quad V(n+2) = V(n+1) + A(n+1) + J(n)$$

$$A(n+2) = V(n+2) - V(n+1) = A(n+1) + J(n)$$

[0074] 図4の例では、絶縁抵抗予測値 $R(n+1)$ 、 $R(n+2)$ は、図3の場合と同様に計算される。

[0075] 同様に、速度予測値及び絶縁抵抗予測値の計算を繰り返し、未来の時点 $t(n+i)$ における速度予測値 $V(n+i)$ 及び絶縁抵抗予測値 $R(n+i)$ を次式により計算する。

$$[0076] \quad V(n+i) = V(n+i-1) + A(n+i-1) + J(n)$$

$$R(n+i) = R(n+i-1) - (V(n+i) \times \Delta t(n))$$

[0077] 図4の例では、現時点 $t(n)$ における絶縁寿命 $D(n)$ は、図3の場合と同様に次式により計算される。

$$[0078] \quad D(n) = (\Delta t(n) \times (i-1)) + (R(n+i-1) - K) / V(n+i)$$

[0079] 図4の例によれば、絶縁抵抗予測器12は、絶縁抵抗計算器11によって計算された現時点及び過去の絶縁抵抗値 $R(n)$ 、 $R(n-1)$ 、 $R(n-2)$ 、…に基づいて、未来の絶縁抵抗値を示す絶縁抵抗予測値 $R(n+1)$ 、 $R(n+2)$ 、…を計算することができる。絶縁抵抗予測器12は、絶縁抵抗値が時間的に変化する速度、加速度、及び加加加速度を計算し、絶縁抵抗値、速度、加速度、及び加加加速度に基づいて絶縁抵抗予測値 $R(n+1)$ 、 $R(n+2)$ 、…を計算することができる。絶縁寿命予測器13は、絶縁抵抗予測値 $R(n+1)$ 、 $R(n+2)$ 、…に基づいて、絶縁抵抗予測値がしきい値 K 以下になるまでの残り期間を示す絶縁寿命 $D(n)$ を計算することができる。

- [0080] 図4の例によれば、絶縁抵抗値の加加速度を計算することにより、図3の場合よりも高精度で絶縁抵抗予測値及び絶縁寿命を計算することができる。
- [0081] 前述したように、表示装置16は、現時点から絶縁抵抗予測値がしきい値以下になる時点までの絶縁抵抗予測値の時間的変化を表示してもよい。この場合、表示装置16は、時間に対する絶縁抵抗予測値を示すグラフを表示してもよい。このようなグラフを表示することにより、ユーザは、絶縁抵抗の劣化の傾向を認識することができる。
- [0082] 一般に、被測定物の絶縁抵抗値は、使用開始から時間が経過するにつれて次第に減少すると考えられる。しかしながら、被測定物が使用される環境によっては、振動などに起因して、絶縁抵抗値が一時的に増大することがある。このような一時的に増大した絶縁抵抗値に基づいて絶縁寿命を計算すると、絶縁寿命が実際の値よりも長く計算されるおそれがある。次に、図5を参照して、絶縁抵抗値の一時的な増大に起因する誤差を低減する方法について説明する。
- [0083] 図5は、図1の処理装置10によって実行される絶縁抵抗監視処理の変形例を示すフローチャートである。
- [0084] ステップS11において、処理装置10は、通信装置18が制御装置9からトリガ信号を受信したか否かを判断し、YESのときはステップS12に進み、NOのときはステップS11を繰り返す。
- [0085] ステップS12において、絶縁抵抗計算器11は、現時点の絶縁抵抗値を計算し、計算された絶縁抵抗値を表示装置16に表示する。
- [0086] ステップS13において、絶縁抵抗予測器12は、現時点 $t(n)$ の絶縁抵抗値 $R(n)$ が直前の時点 $t(n-1)$ に計算された絶縁抵抗値 $R(n-1)$ よりも増大したか否かを判断し、YESのときはステップS16に進み、NOのときはステップS14に進む。
- [0087] ステップS14において、絶縁抵抗予測器12は、絶縁抵抗予測値を計算し、計算された絶縁抵抗予測値を記憶装置14に格納し、また、計算された絶縁抵抗予測値を表示装置16に表示する。

- [0088] ステップS 1 5において、絶縁寿命予測器 1 3は、絶縁寿命予測値を計算し、計算された絶縁寿命を記憶装置 1 4に格納し、また、計算された絶縁寿命予測値を表示装置 1 6に表示する。
- [0089] ステップS 1 6において、絶縁抵抗予測器 1 2は、絶縁抵抗予測値を記憶装置 1 4から読み出して表示装置 1 6に表示する。
- [0090] ステップS 1 7において、絶縁寿命予測器 1 3は、絶縁寿命を記憶装置 1 4から読み出して表示装置 1 6に表示する。
- [0091] 絶縁抵抗予測器 1 2及び絶縁寿命予測器 1 3は、絶縁抵抗値 $R(n)$ が絶縁抵抗値 $R(n-1)$ に等しい場合もまた、ステップS 1 4～S 1 5に代えてステップS 1 6～S 1 7を実行してもよい。これにより、絶縁抵抗予測器 1 2及び絶縁寿命予測器 1 3の計算量を低減することができる。
- [0092] 図5の処理によれば、現時点の絶縁抵抗値が現時点の直前の時点に計算された絶縁抵抗値よりも増大したとき、絶縁抵抗予測器 1 2は、絶縁抵抗値が増大する前に計算された絶縁抵抗予測値を表示装置 1 6に表示し、絶縁寿命予測器 1 3は、絶縁抵抗値が増大する前に計算された絶縁寿命を現時点の絶縁寿命として設定する。これにより、絶縁抵抗値の一時的な増大に起因する絶縁抵抗予測値及び絶縁寿命の誤差を低減することができる。
- [0093] [実施形態の効果]
- 絶縁抵抗値は、環境の要因（温度、湿度、粉塵）又は機械的要因（振動、衝撃）などに起因して、経年劣化する。従来は、測定した絶縁抵抗値が基準値を下回っていないことを確認していた。そのため、測定期間に対する劣化傾向を把握することができず、また、絶縁抵抗値が基準値を下回るまでの残り期間を把握できないという課題があった。
- [0094] 実施形態に係る絶縁抵抗監視装置 8によれば、現時点及び過去の絶縁抵抗値に基づいて絶縁抵抗予測値を計算し、絶縁抵抗予測値に基づいて絶縁寿命を計算することができる。従って、絶縁抵抗監視装置 8は、従来よりも被測定物の保守計画を立てやすいように絶縁抵抗の状態を監視することができる。

[0095] [他の変形例]

以上、本開示の実施形態を詳細に説明してきたが、前述までの説明はあらゆる点において本開示の例示に過ぎない。本開示の範囲を逸脱することなく種々の改良や変形を行うことができることは言うまでもない。例えば、以下のような変更が可能である。なお、以下では、上記実施形態と同様の構成要素に関しては同様の符号を用い、上記実施形態と同様の点については、適宜説明を省略した。以下の変形例は適宜組み合わせ可能である。

[0096] 計算された絶縁寿命を出力する出力装置は、表示装置 16 に限らず、スピーカのように聴覚的に出力する装置を含んでもよく、通信回線を介して接続された遠隔の装置を含んでもよい。

[0097] 絶縁抵抗監視装置 8 は、三相モータ 3 に代えて、他の任意の被測定物に接続されてもよい。被測定物は、例えば、電源装置、タイマ、リレー、共用ソケット、DIN レール、防水カバー、温度調節器、スイッチなどを含む。

[0098] 絶縁抵抗監視装置は、絶縁抵抗値が時間的に変化する速度が予め決められたしきい値以上になったとき、警報信号を発生するように構成されてもよい。

[0099] 絶縁抵抗監視装置は、法令等によって定められた絶縁抵抗値を下限値として設定し、絶縁抵抗監視処理を開始してから最初に測定された絶縁抵抗値を上限値として設定し、上限値及び下限値の間の区間を予め決められた割合で分割する値を絶縁抵抗値のしきい値として設定してもよい。これにより、法令等によって定められた絶縁抵抗値に所定のマージンを付加したしきい値を自動的に設定することができる。

[0100] [まとめ]

本開示の各側面に係る絶縁抵抗監視装置は、以下のように表現されてもよい。

[0101] 本開示の一側面に係る絶縁抵抗監視装置は、被測定物の絶縁抵抗を監視する。絶縁抵抗監視装置 8 は、絶縁抵抗計算器 11 は、被測定物の絶縁抵抗値を計算する。絶縁抵抗予測器 12 は、絶縁抵抗計算器 11 によって計算され

た現時点及び過去の絶縁抵抗値に基づいて、未来の絶縁抵抗値を示す絶縁抵抗予測値を計算する。絶縁寿命予測器 13 は、絶縁抵抗予測値に基づいて、絶縁抵抗予測値がしきい値以下になるまでの残り期間を示す絶縁寿命を計算する。出力装置は絶縁寿命を通知する。

[0102] 本開示の一側面に係る絶縁抵抗監視装置によれば、絶縁抵抗予測器 12 は、絶縁抵抗値が時間的に変化する速度及び加速度を計算し、絶縁抵抗値、速度、及び加速度に基づいて絶縁抵抗予測値を計算してもよい。

[0103] 本開示の一側面に係る絶縁抵抗監視装置によれば、絶縁抵抗予測器 12 は、絶縁抵抗値が時間的に変化する速度、加速度、及び加加速度を計算し、絶縁抵抗値、速度、加速度、及び加加速度に基づいて絶縁抵抗予測値を計算してもよい。

[0104] 本開示の一側面に係る絶縁抵抗監視装置によれば、現時点の絶縁抵抗値が現時点の直前の時点に計算された絶縁抵抗値よりも増大したとき、絶縁寿命予測器 13 は、絶縁抵抗値が増大する前に計算された絶縁寿命を現時点の絶縁寿命として設定してもよい。

[0105] 本開示の一側面に係る絶縁抵抗監視装置によれば、絶縁抵抗計算器 11 は、絶縁抵抗監視装置 8 の外部からの制御信号に応答して被測定物の絶縁抵抗値を計算してもよい。

[0106] 本開示の一側面に係る絶縁抵抗監視装置によれば、出力装置は表示装置 16 を含んでもよい。表示装置 16 は、絶縁寿命と、現時点の絶縁抵抗値と、現時点から絶縁抵抗予測値がしきい値以下になる時点までの絶縁抵抗予測値の時間的変化とを表示してもよい。

[0107] 本開示の一側面に係る絶縁抵抗監視装置は、現時点の絶縁抵抗値がしきい値以下になったことを通知する警報器 17 をさらに備えてもよい。

産業上の利用可能性

[0108] 本発明の一側面に係る絶縁抵抗監視装置によれば、従来よりも被測定物の保守計画を立てやすいように絶縁抵抗の状態を監視することができる。

符号の説明

- [0109] 1 三相交流電源
- 2 回路遮断器
- 3 三相モータ
- 4 零相変流器
- 5 地絡方向継電器
- 6 計器用変圧器
- 7 地絡過電圧継電器
- 8 絶縁抵抗監視装置
- 9 制御装置
- 10 処理装置
- 11 絶縁抵抗計算器
- 12 絶縁抵抗予測器
- 13 絶縁寿命予測器
- 14 記憶装置
- 15 比較器
- 16 表示装置
- 17 警報器
- 18 通信装置
- L 電力線

請求の範囲

- [請求項1] 被測定物の絶縁抵抗を監視する絶縁抵抗監視装置であって、
前記被測定物の絶縁抵抗値を計算する絶縁抵抗計算器と、
前記絶縁抵抗計算器によって計算された現時点及び過去の絶縁抵抗値に基づいて、未来の絶縁抵抗値を示す絶縁抵抗予測値を計算する絶縁抵抗予測器と、
前記絶縁抵抗予測値に基づいて、前記絶縁抵抗予測値がしきい値以下になるまでの残り期間を示す絶縁寿命を計算する絶縁寿命予測器と、
前記絶縁寿命を通知する出力装置とを備えた、
絶縁抵抗監視装置。
- [請求項2] 前記絶縁抵抗予測器は、前記絶縁抵抗値が時間的に変化する速度及び加速度を計算し、前記絶縁抵抗値、前記速度、及び前記加速度に基づいて前記絶縁抵抗予測値を計算する、
請求項1記載の絶縁抵抗監視装置。
- [請求項3] 前記絶縁抵抗予測器は、前記絶縁抵抗値が時間的に変化する速度、加速度、及び加加速度を計算し、前記絶縁抵抗値、前記速度、前記加速度、及び前記加加速度に基づいて前記絶縁抵抗予測値を計算する、
請求項1記載の絶縁抵抗監視装置。
- [請求項4] 前記現時点の絶縁抵抗値が前記現時点の直前の時点に計算された絶縁抵抗値よりも増大したとき、前記絶縁寿命予測器は、前記絶縁抵抗値が増大する前に計算された絶縁寿命を現時点の絶縁寿命として設定する、
請求項1～3のうちの1つに記載の絶縁抵抗監視装置。
- [請求項5] 前記絶縁抵抗計算器は、前記絶縁抵抗監視装置の外部からの制御信号に応答して前記被測定物の絶縁抵抗値を計算する、
請求項1～4のうちの1つに記載の絶縁抵抗監視装置。
- [請求項6] 前記出力装置は表示装置を含み、前記表示装置は、

前記絶縁寿命と、

前記現時点の絶縁抵抗値と、

現時点から前記絶縁抵抗予測値が前記しきい値以下になる時点までの前記絶縁抵抗予測値の時間的变化とを表示する、

請求項 1 ～ 5 のうちの 1 つに記載の絶縁抵抗監視装置。

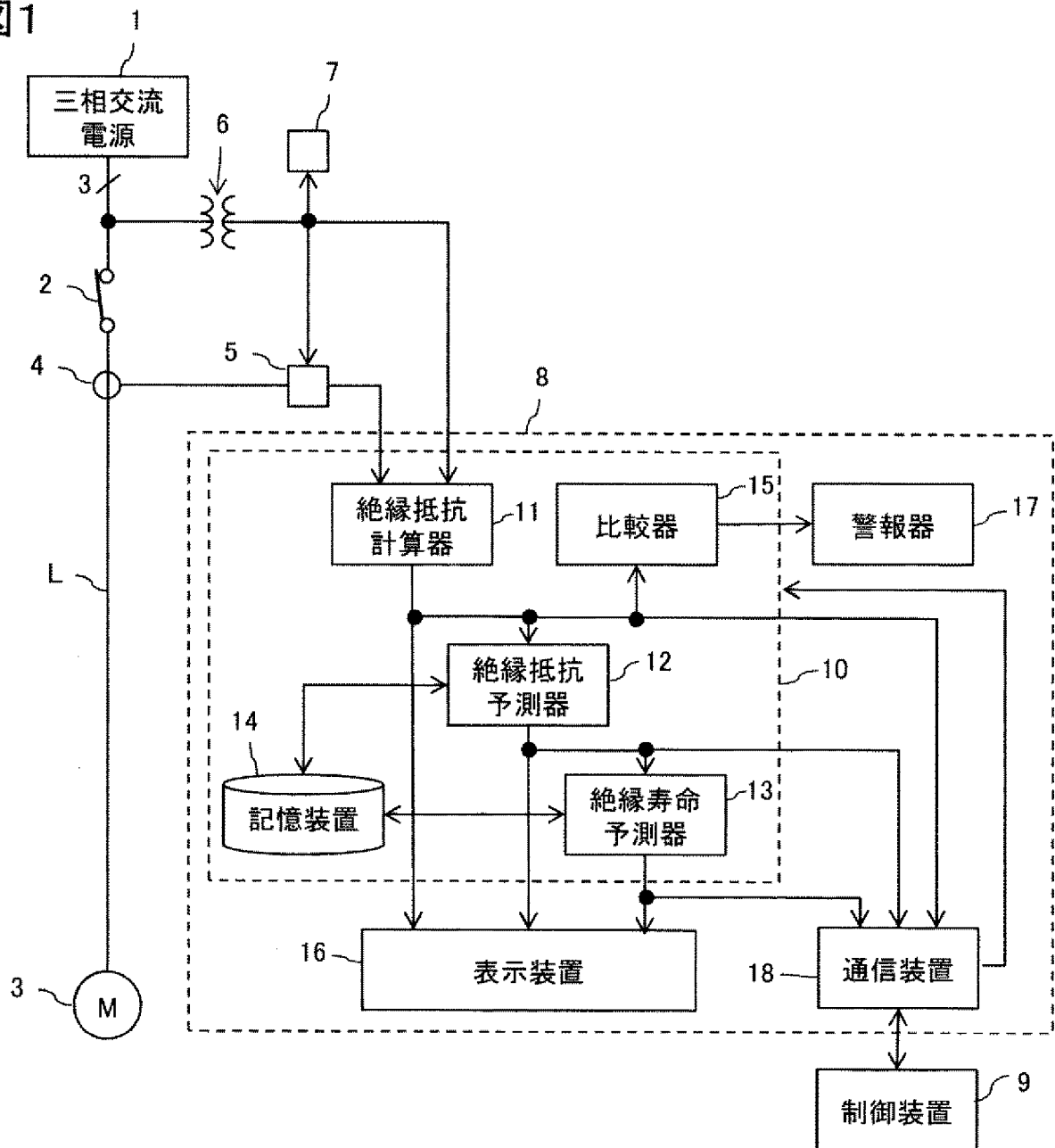
[請求項7]

前記現時点の絶縁抵抗値が前記しきい値以下になったことを通知する警報器をさらに備えた、

請求項 1 ～ 6 のうちの 1 つに記載の絶縁抵抗監視装置。

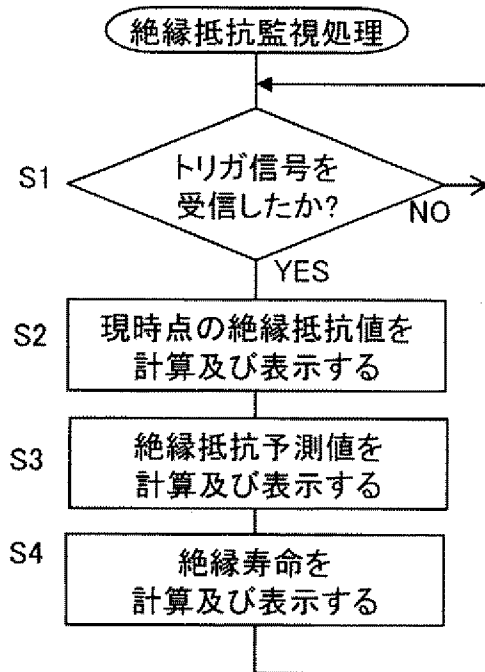
[図1]

図1

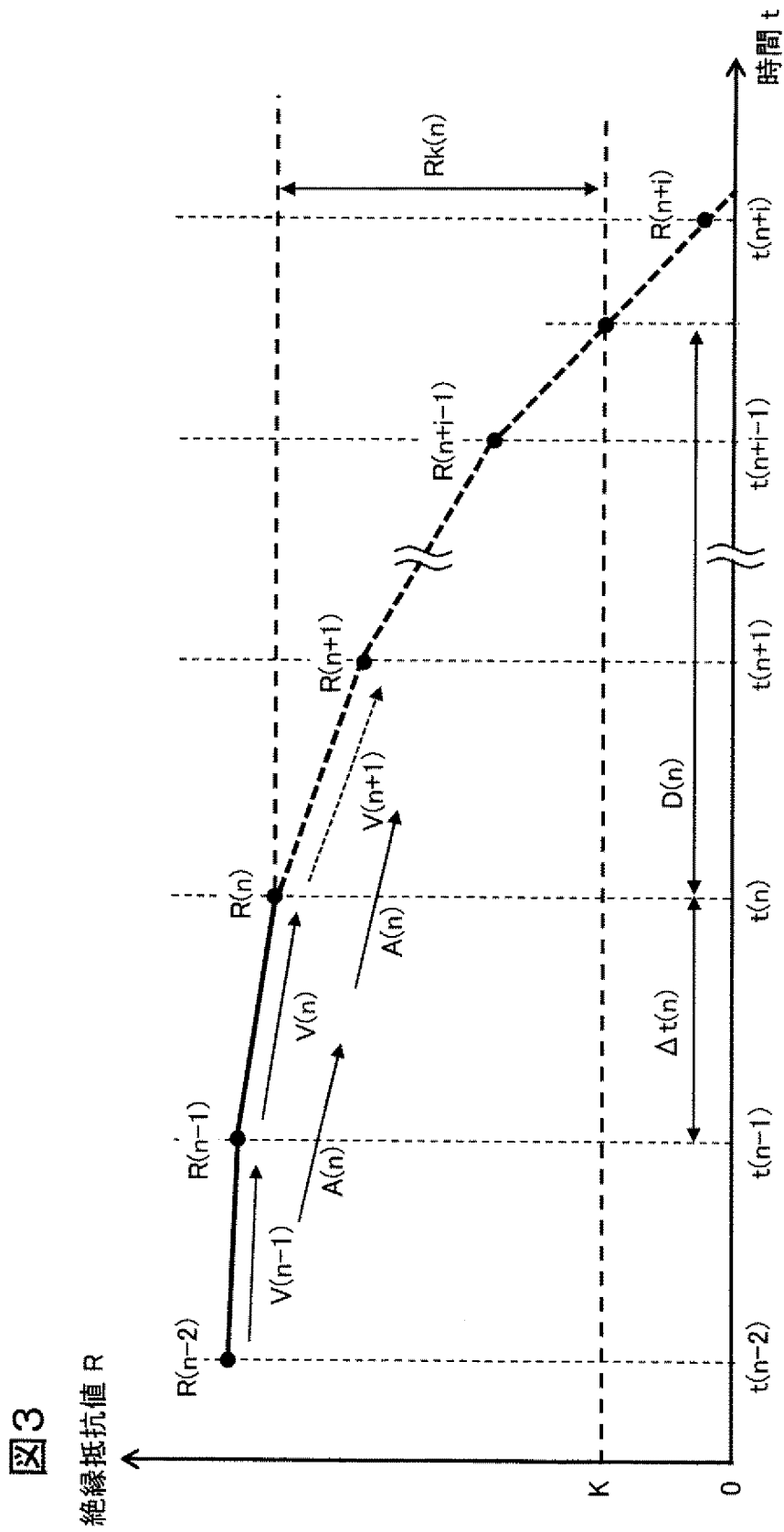


[図2]

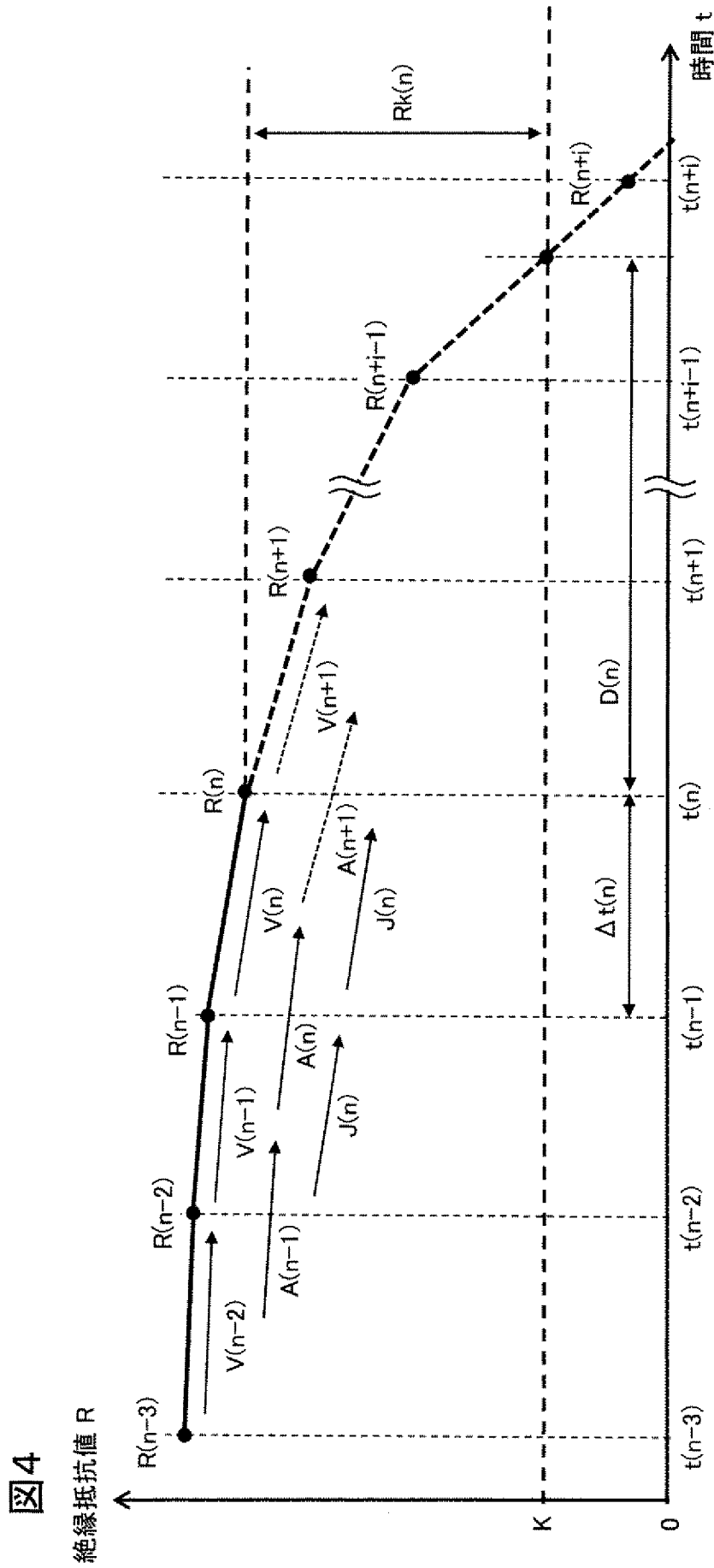
図2



[図3]

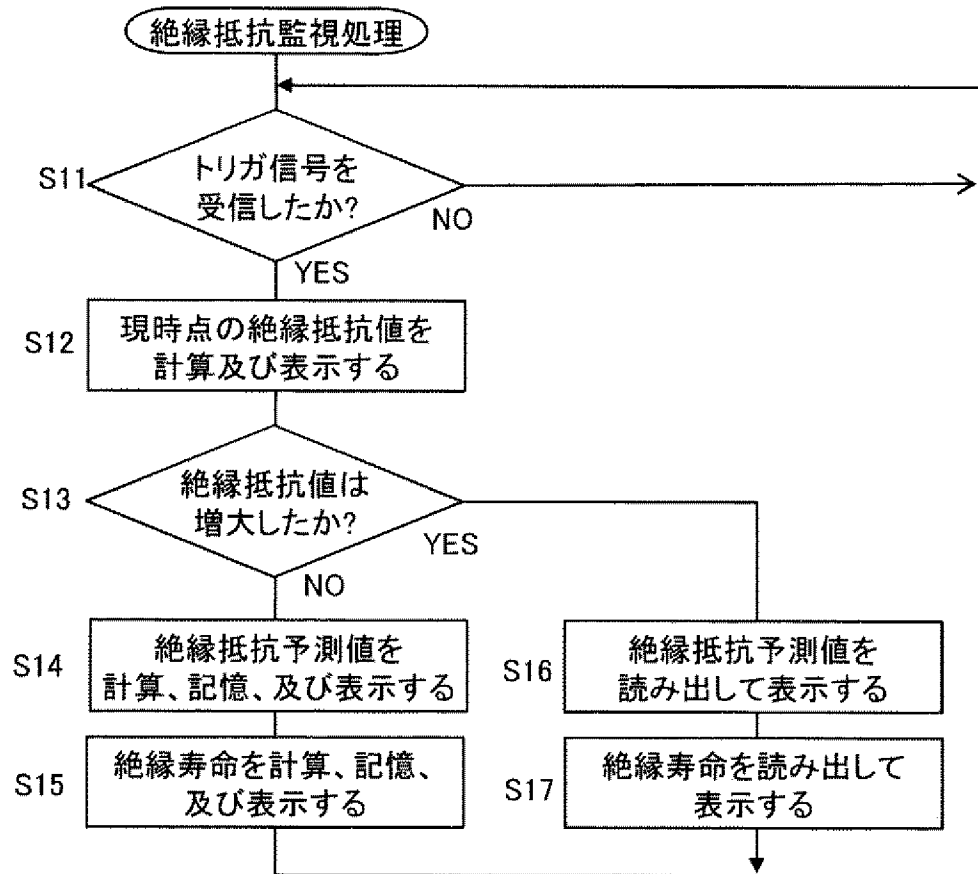


[図4]



[図5]

図5



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2021/009902

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
 G01R 27/02(2006.01)i; G01R 31/00(2006.01)i; G01R 31/52(2020.01)i; G01R 31/56(2020.01)i
 FI: G01R31/52; G01R31/56; G01R31/00; G01R27/02 R
 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)
 G01R27/00-27/32; G01R31/00; G01R31/24-31/25; G01R31/50-31/74; G01R31/327-31/34

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	JP 2020-3277 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP.) 09 January 2020 (2020-01-09) paragraphs [0001], [0019], [0024], [0035], [0044], [0056], [0070], [0072], fig. 1, 4, 9, 14	1, 4-7
X	JP 2001-37167 A (MITSUBISHI ELECTRIC BUILDING TECHNO-SERVICE CO., LTD.) 09 February 2001 (2001-02-09) paragraphs [0001], [0003], fig. 8	1, 4-7
X	KR 10-1330091 B1 (LEE, Kwan-Woo et al.) 18 November 2013 (2013-11-18) paragraphs [0001], [0031], [0035]-[0038], fig. 2-5	1, 4-7
E, X	JP 2021-43030 A (FANUC CORPORATION) 18 March 2021 (2021-03-18) paragraphs [0001], [0012]-[0015], [0048]-[0049], fig. 1, 9	1, 4-7

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

<p>* Special categories of cited documents:</p> <p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>"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)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p>"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</p> <p>"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</p> <p>"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</p> <p>"&" document member of the same patent family</p>
---	---

Date of the actual completion of the international search 11 May 2021 (11.05.2021)	Date of mailing of the international search report 25 May 2021 (25.05.2021)
---	--

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/JP2021/009902

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 2006-98349 A (MITSUBISHI ELECTRIC BUILDING TECHNO-SERVICE CO., LTD.) 13 April 2006 (2006-04-13) entire text, all drawings	1-7
A	JP 2019-163995 A (TOSHIBA CORP.) 26 September 2019 (2019-09-26) entire text, all drawings	1-7
A	JP 10-132877 A (NTT FACILITIES, INC.) 22 May 1998 (1998-05-22) entire text, all drawings	1-7
A	JP 2000-131363 A (TOSHIBA CORP.) 12 May 2000 (2000-05-12) entire text, all drawings	1-7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2021/009902

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 2020-3277 A	09 Jan. 2020	(Family: none)	
JP 2001-37167 A	09 Feb. 2001	(Family: none)	
KR 10-1330091 B1	18 Nov. 2013	(Family: none)	
JP 2021-43030 A	18 Mar. 2021	(Family: none)	
JP 2006-98349 A	13 Apr. 2006	(Family: none)	
JP 2019-163995 A	26 Sep. 2019	(Family: none)	
JP 10-132877 A	22 May 1998	(Family: none)	
JP 2000-131363 A	12 May 2000	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） G01R 27/02(2006.01)i; G01R 31/00(2006.01)i; G01R 31/52(2020.01)i; G01R 31/56(2020.01)i FI: G01R31/52; G01R31/56; G01R31/00; G01R27/02 R		
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）） G01R27/00-27/32; G01R31/00; G01R31/24-31/25; G01R31/50-31/74; G01R31/327-31/34 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	JP 2020-3277 A（三菱電機株式会社）09.01.2020（2020-01-09） [0001]、[0019]、[0024]、[0035]、[0044]、 [0056]、[0070]、[0072]、図1、4、9、14	1, 4-7
X	JP 2001-37167 A（三菱電機ビルテクノサービス株式会社）09.02.2001（2001-02-09） [0001]、[0003]、図8	1, 4-7
X	KR 10-1330091 B1（LEE, Kwan Woo et al.）18.11.2013（2013-11-18） [0001]、[0031]、[0035] - [0038]、図2-5	1, 4-7
E, X	JP 2021-43030 A（ファナック株式会社）18.03.2021（2021-03-18） [0001]、[0012] - [0015]、[0048] - [0049]、図 1、9	1, 4-7
A	JP 2006-98349 A（三菱電機ビルテクノサービス株式会社）13.04.2006（2006-04-13） 全文、全図	1-7
A	JP 2019-163995 A（株式会社東芝）26.09.2019（2019-09-26） 全文、全図	1-7
<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	“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	
国際調査を完了した日	11.05.2021	国際調査報告の発送日 25.05.2021
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） 田口 孝明 2S 6002 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 カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 10-132877 A (株式会社エヌ・ティ・ティ ファシリティーズ) 22.05.1998 (1998 - 05 - 22) 全文、全図	1 - 7
A	JP 2000-131363 A (株式会社東芝) 12.05.2000 (2000 - 05 - 12) 全文、全図	1 - 7

国際調査報告
特許ファミリーに関する情報

国際出願番号
PCT/JP2021/009902

引用文献	公表日	特許ファミリー文献	公表日
JP 2020-3277 A	09.01.2020	(ファミリーなし)	
JP 2001-37167 A	09.02.2001	(ファミリーなし)	
KR 10-1330091 B1	18.11.2013	(ファミリーなし)	
JP 2021-43030 A	18.03.2021	(ファミリーなし)	
JP 2006-98349 A	13.04.2006	(ファミリーなし)	
JP 2019-163995 A	26.09.2019	(ファミリーなし)	
JP 10-132877 A	22.05.1998	(ファミリーなし)	
JP 2000-131363 A	12.05.2000	(ファミリーなし)	