

(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7月7日(07.07.2022)



(10) 国際公開番号

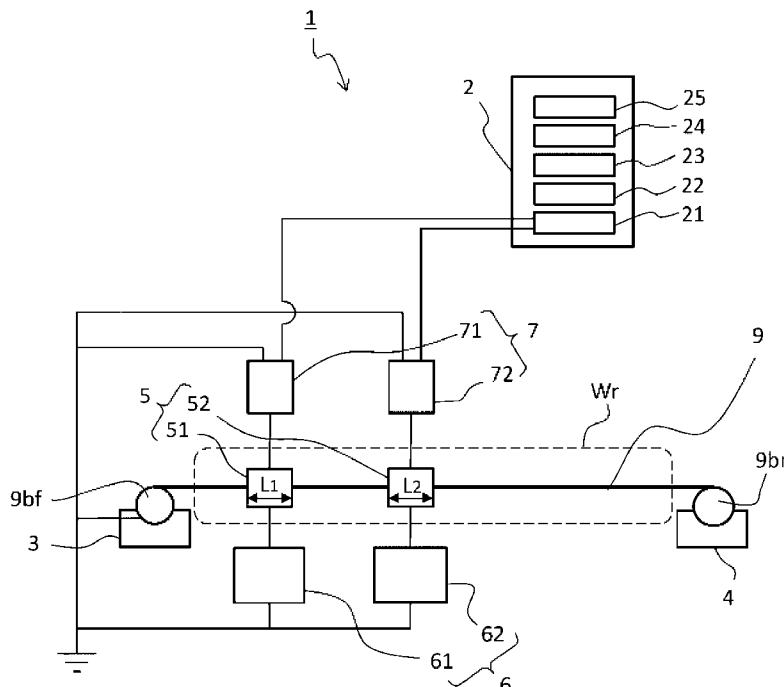
WO 2022/145269 A1

- (51) 国際特許分類:
H01B 13/00 (2006.01) *G01R 31/12* (2020.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2021/046992
- (22) 国際出願日: 2021年12月20日(20.12.2021)
- (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 2020-218419 2020年12月28日(28.12.2020) JP
- (71) 出願人:三菱電機株式会社(MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 高橋 貞治 (TAKAHASHI Teiji); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 李旭涛 (LI Xutao); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 三澤 貴浩(MISAWA Takahiro); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 特許業務法人ぱるも特許事務所 (PALMO PATENT FIRM, P.C.); 〒6610033 兵庫県尼崎市南武庫之荘3丁目3番5号 Hyogo (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ,

(54) Title: COATING DEFECT DETECTION DEVICE, COATING DEFECT DETECTION METHOD, AND METHOD FOR MANUFACTURING ROTATING ELECTRICAL MACHINE

(54) 発明の名称: 被覆欠陥検出装置と被覆欠陥検出方法、および回転電機の製造方法

図1



(57) Abstract: This coating defect detection device is configured to comprise: a traveling mechanism that forms a traveling path (Wr) by causing a coated conducting wire to travel; a discharge sensing electrode (5) that is disposed to face the coated conducting wire and connected to an alternating-current source (6) for applying alternating-current voltage, an electrode length (L) being set to be greater than or equal to a value obtained by multiplying a traveling speed (Sr) of the

WO 2022/145269 A1

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, 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))

coated conducting wire by a period corresponding to one cycle of the alternating-current voltage; a signal detector (7) that detects discharge generated between the discharge sensing electrode (5) and the coated conducting wire; a measuring device (23) that measures a detection interval (t) of a discharge signal (Sa) detected by the signal detector (7); and a determination unit (25) that, on the basis of the relation between the detection interval (t) and a time calculated from an applied alternating-current frequency (f), determines whether a coating defect (92d) is present or not in the coated conducting wire.

(57) 要約 : 被覆導線を走行させて走行路 (W r) を形成する走行機構、被覆導線に対向配置されるとともに交流電圧を印加する交流電源 (6) に接続され、電極長さ (L) が、被覆導線の走行速度 (S r) に交流電圧の1周期分の期間を乗じた値以上に設定された放電検知電極 (5)、放電検知電極 (5) と被覆導線の間で生じた放電を検知する信号検出器 (7)、信号検出器 (7) が検知した放電信号 (S a) の検知間隔 (t) を計測する計測装置 (23)、および検知間隔 (t) と印加された交流周波数 (f) から算出された時間との関係に基づき、被覆導線に被覆欠陥 (92d) があるか否かの判定を行う判定部 (25) を備えるようにした。

明 細 書

発明の名称：

被覆欠陥検出装置と被覆欠陥検出方法、および回転電機の製造方法

技術分野

[0001] 本願は、被覆欠陥検出装置と被覆欠陥検出方法、および回転電機の製造方法に関するものである。

背景技術

[0002] モータ、発電機等の回転電機の固定子には、銅、アルミニウム等の導体で形成された素線を有機物の絶縁体被膜で被覆したマグネットワイヤーと呼ばれる被覆導線を巻き回したコイルが使用される。マグネットワイヤーの被膜にピンホールあるいは傷が発生すると、回転電機の稼働中に、隣接するマグネットワイヤー間、あるいは固定子鉄心との間が短絡して異常電流が流れ、コイルが異常に加熱され、焼損に至る。

[0003] そこで、マグネットワイヤーの走行線上に2つの電極を配置し、一方にピンホール検出用の検出電圧を印加し、他方に検出電圧の数倍以上となる数kVの高電圧を印加することで、検出の信頼性を高める検査方法が提案されている（例えば、特許文献1参照。）。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2014-182053号公報（段落0018～0033、図1）

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] マグネットワイヤーに高電圧を印加すると、ピンホールの検出頻度が高められ、信頼性向上につながる。しかしながら、印加電圧が高すぎると火花放電を発生させて正常な被膜に傷をつけ、検査対象品にダメージを与えてしまう可能性があった。

[0006] 本願は、上記のような課題を解決するための技術を開示するものであり、検査対象品である被覆導線にダメージを与えることなく、信頼性の高い欠陥検出を可能とするものである。

課題を解決するための手段

[0007] 本願に開示される被覆欠陥検出装置は、被覆導線を走行させて走行路を形成する走行路形成機構、前記被覆導線に対向配置されるとともに交流電圧を印加する交流電源に接続され、前記走行路に沿った長さが、前記被覆導線の走行速度に前記交流電圧の1周期分の期間を乗じた値以上に設定された放電検知電極、前記放電検知電極と前記被覆導線の間が生じた放電を検知する放電検知器、前記放電検知器が検知した放電信号の検知間隔を計測する計測装置、および前記検知間隔と印加された交流周波数から算出された時間との関係に基づき、前記被覆導線に被覆欠陥があるか否かの判定を行う判定部、を備えたことを特徴とする。

[0008] 本願に開示される被覆欠陥検出方法は、被覆導線を走行させて走行路を形成する走行路形成ステップ、前記被覆導線に対向配置された放電検知電極に、1周期の長さが前記放電検知電極の前記走行路に沿った長さを前記被覆導線の走行速度で除した値よりも短い周波数の交流電圧を印加し、前記放電検知電極と前記被覆導線の間が生じた放電を検知する放電検知ステップ、前記検知した放電信号の検知間隔を計測する計測ステップ、および前記検知間隔と印加された交流周波数から算出された時間との関係に基づき、前記被覆導線に被覆欠陥があるか否かの判定を行う判定ステップ、を含むことを特徴とする。

発明の効果

[0009] 本願に開示される被覆欠陥検出装置、あるいは被覆欠陥検出方法によれば、放電信号の検知間隔によって被覆欠陥の有無を判定するようにしたので、検査対象品である被覆導線にダメージを与えることなく、信頼性の高い欠陥検出ができる。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]実施の形態1にかかる被覆欠陥検出装置の構成を説明するための模式図である。

[図2]実施の形態1にかかる被覆欠陥検出装置で走行路形成機構を形成する被覆導線の繰り出し機と巻き取り機の例を示す図である。

[図3]実施の形態1にかかる被覆欠陥検出装置、または検出方法での検査対象であるマグネットワイヤーの構造の一例を示す斜視図である。

[図4]実施の形態1にかかる被覆欠陥検出装置を構成する放電検知電極の構造を示す斜視図である。

[図5]実施の形態1にかかる被覆欠陥検出装置における、検査対象と、放電検知電極と信号検出器の電気接続状態を示す模式図である。

[図6]実施の形態1にかかる被覆欠陥検出装置における、検査対象と、放電検知電極と信号検出器の電気接続状態を示す等価回路図である。

[図7]図7Aと図7Bそれぞれは、実施の形態1にかかる被覆欠陥検出装置において、2つの放電検知電極それぞれで検知される放電信号と印加電圧波形の関係を示す波形図である。

[図8]図8Aと図8Bそれぞれは、実施の形態1にかかる被覆欠陥検出装置において、検知間隔のそれぞれ異なる計測例を示す波形模式図である。

[図9]実施の形態1にかかる被覆欠陥検出装置の動作、あるいは被覆欠陥検出方法を説明するためのフローチャートである。

[図10]実施の形態1にかかる被覆欠陥検出装置の演算処理を実行する部分の構成例を示すブロック図である。

[図11]実施の形態2にかかる被覆欠陥検出装置の構成を説明するための模式図である。

[図12]実施の形態2の第二例にかかる被覆欠陥検出装置の構成を説明するための模式図である。

[図13]実施の形態3にかかる被覆欠陥検出装置の構成を説明するための模式図である。

[図14]実施の形態3にかかる被覆欠陥検出装置において、検知間隔の測定精

度を低下させる要因の概念を示す波形図である。

[図15]実施の形態4にかかる被覆欠陥検出装置の構成を説明するための模式図である。

[図16]実施の形態4にかかる被覆欠陥検出装置における、放電信号波形のサンプリング結果を表示する画面表示例を示す図である。

[図17]実施の形態5にかかる被覆欠陥検出装置の構成を説明するための模式図である。

[図18]実施の形態5にかかる被覆欠陥検出装置における、放電検知電極に印加される交流電圧波形と、放電信号波形のサンプリング結果を表示する画面表示例を示す図である。

[図19]図19Aと図19Bそれぞれは、実施の形態6にかかる回転電機の製造方法として、被覆欠陥検出方法と固定子鉄心の巻線工程との組み合わせを説明するための、被覆欠陥検出装置と固定子鉄心の巻線部それぞれの模式図である。

[図20]実施の形態6にかかる回転電機の製造方法を説明するためのフローチャートである。

[図21]実施の形態6にかかる回転電機の製造方法で製作した回転電機の構成を示す主要構成部の正面図である。

[図22]実施の形態1にかかる被覆欠陥検出装置、あるいは検出欠陥検出方法において、放電信号の第一の信号処理を説明するための信号処理前と処理後の放電信号波形を示す波形図である。

[図23]実施の形態1にかかる被覆欠陥検出装置、あるいは検出欠陥検出方法において、放電信号の第二の信号処理を説明するための信号処理前と処理後の放電信号波形を示す波形図である。

[図24]実施の形態1にかかる被覆欠陥検出装置、あるいは検出欠陥検出方法において、放電信号の第三の信号処理を説明するための信号処理前と処理後の放電信号波形を示す波形図である。

発明を実施するための形態

[0011] 実施の形態 1.

図 1～図 9 は、実施の形態 1 にかかる被覆欠陥検出装置の構成、および動作について説明するためのものであり、図 1 は被覆欠陥検出装置の構成について、検査対象であるマグネットワイヤーの走行路との関連性を示す模式図、図 2 は走行路を形成する走行路形成機構として機能するマグネットワイヤーの繰り出し機と巻き取り機の例を示す図、図 3 は検査対象であるマグネットワイヤーの構造の一例を示す終端部近傍の斜視図、図 4 は被覆欠陥検出装置を構成する放電検知電極の構造を示す斜視図である。

[0012] そして、図 5 は検査対象であるマグネットワイヤーと、放電検知電極と信号検出器の検査中での電気接続状態を示す模式図、図 6 は検査対象であるマグネットワイヤーと、放電検知電極と信号検出器の検査中での電気接続状態を示す等価回路図である。

[0013] また、図 7 A と図 7 B それぞれは、異なる電圧周波数で印加された第一放電検知電極と第二放電検知電極それぞれで検知される放電信号と印加電圧波形の関係を示す波形図、図 8 A と図 8 B それぞれは、放電検知電極で検知される放電信号の検知間隔 t のそれぞれ異なる計測例を示す波形模式図、図 9 は被覆欠陥検出装置の動作、あるいは被覆欠陥検出方法を説明するためのフローチャートである。以下、実施の形態 1 について、図面を参照しながら詳細に説明する。なお、以降の図中で同一、または相当部分には同一符号を付して、その説明は繰り返さない。

[0014] 本願のマグネットワイヤー 9（被覆導線）の被覆欠陥検出装置 1 は、図 1 に示すように、巻き回し前のマグネットワイヤー 9 の被覆欠陥 9 2 d（図 5）を検出するものであり、走行路 W_r を形成し、走行中のマグネットワイヤー 9 を検査できるように構成している。走行路 W_r 前後には、マグネットワイヤー 9 を送り出すポビン 9 b f と、巻き取るポビン 9 b r を設置し、さらにマグネットワイヤー 9 を送り出すポビン 9 b f と巻き取るポビン 9 b r にはそれぞれ、繰り出し機 3 と巻き取り機 4 を配設している。

[0015] 繰り出し機 3 と巻き取り機 4 は、マグネットワイヤー 9 の走行速度 S_r を

調節して、マグネットワイヤー9が等速度で走行する走行路 W_r を形成する走行路形成機構として機能するように構成している。なお、繰り出し機3、巻き取り機4については、様々な構成が適用できるが、例えば、図2に示すように、ターンテーブル3T、ターンテーブル4Tで構成してもよい。

[0016] マグネットワイヤー9は、図3に示すように、素線91と素線91を被覆する被膜92とで構成しており、検査対象のマグネットワイヤー9は、終端部分の被膜92を剥離し、素線91を接地させている。そして、マグネットワイヤー9の走行路 W_r 中に、それぞれマグネットワイヤー9を囲むように構成した2つの放電検知電極5（第一放電検知電極51と第二放電検知電極52）を配置している。

[0017] そして、放電検知電極5それぞれに接続され、所定の周波数 f で、コロナ放電領域の比較的低電圧、例えば1kV未満の交流電圧を印加する交流電源6を備えている。例えば、第一放電検知電極51には周波数 f_1 （=60Hz）の交流電圧を印加する第一交流電源61が接続され、第二放電検知電極52には倍の周波数 f_2 （=120Hz）の交流電圧を印加する第二交流電源62が接続されている。なお、本実施の形態では、周波数 f_1 と周波数 f_2 は異なる値に設定したが、これに限ることはなく、同じ値でもよい。

[0018] また、放電検知電極5それぞれに接続され、交流電圧を印加された放電検知電極5からの電気信号を検出するための信号検出器7（第一信号検出器71と第二信号検出器72）を備えている。そして、被覆欠陥検出装置1における被覆欠陥検出動作を制御し、信号検出器7が検出した信号に基づき、マグネットワイヤー9の被覆欠陥92d（図5）を検出する制御装置2を備えている。

[0019] 制御装置2には、信号検出器7が検知したアナログ信号をデジタル変換するA/D変換器21と、A/D変換したデータを保存する記憶装置22と、得られたデータから放電信号 S_a （図7）の検知間隔 t （図8）を計測する計測装置23が設けられている。さらに、計測した検知間隔 t を放電検知電極5の位置に応じて時間差処理する時間差計算部24と、時間差処理した検

知間隔 t と周波数 f との関係から被覆欠陥 9 2 d の有無を判定する判定部 2 5 が設けられている。

[0020] 交流電源 6 それぞれの他方の極は素線 9 1 と同じく接地する。各放電検知電極 5 のワイヤ走行方向に沿った電極長さ L は、マグネットワイヤー 9 の走行速度 S_r と各放電検知電極 5 に印加される交流電圧の 1 周期分の時間以上に設定した時間 τ により、式 (1) のように決定する。

$$L = S_r \times \tau \quad \dots (1)$$

[0021] 例えば、走行速度 S_r を 1000 (mm/sec)、時間 τ を周波数 f (60 Hz) の交流電圧での 1 周期分の時間 (= 1/60 (sec)) 以上とすれば、放電検知電極 5 の電極長さ L は、式 (2) により、16.7 mm 以上となる。

$$L \geq 1000 \times (1/60) = 16.7 \quad \dots (2)$$

なお、電極長さ L として、第一放電検知電極 5 1 の電極長さ L_1 と第二放電検知電極 5 2 の電極長さ L_2 は、それぞれ式 (2) に応じて異なる長さに設定してもよい。しかし、同じ長さに揃える場合、最も周波数 f が低い電圧が印加される放電検知電極 5 に対して計算される電極長さ L に合わせればよい。

[0022] 放電検知電極 5 は、マグネットワイヤー 9 の全周に対して接触、もしくは一定範囲の距離で対向するように形成することが望ましく、図 4 に示すように、円筒状に形成しても良い。この場合、円筒の軸方向をマグネットワイヤー 9 の走行方向に合わせ、式 (1) に従って、走行速度 S_r 、および周波数 f により、軸方向の長さ (電極長さ L) を決定すれば良い。また、銅、アルミニウム、鉄等の金属材料で形成しても良いし、導電性ゴム、あるいはアルミニウム等の金属材料を内表面 5 f i から交流電源 6 との接続部位にかけて連続して蒸着した樹脂材料で形成するようにしてもよい。

[0023] また、円筒の内径 D_i を、マグネットワイヤー 9 の外径と合わせて、マグネットワイヤー 9 と接触するように形成してもよいし、接触による被膜 9 2 の擦過を避けるために 10 以上、100 μ m 以下程度の余裕を持たせて形成することもできる。

[0024] 信号検出器 7 には、図 5 に示すように、カップリングコンデンサ 7 c、および検出用抵抗 7 r と、検出用抵抗 7 r の電圧を測定する電圧測定器 7 s が設けられている。そのため、上述した放電検知電極 5 に検査対象であるマグネットワイヤー 9 を通すと、交流電源 6 は、被膜 9 2 と、被膜 9 2 に対して並列に接続するカップリングコンデンサ 7 c、および検出用抵抗 7 r に交流電圧を印加することになる。図中、被覆欠陥 9 2 d は被膜 9 2 に生じたピンホールあるいは傷である。

[0025] この状態を等価回路で表現すると図 6 に示すようになる。図中、被覆欠陥 9 2 d 部の静電容量 C d と被覆欠陥 9 2 d 部に直列でつながる部分の静電容量 C p に対して、被膜 9 2 の正常部の静電容量 C n が並列接続されることになる。素線 9 1 と放電検知電極 5 との間で放電が発生すると、発生した放電電荷は、静電容量 C d、静電容量 C p、カップリングコンデンサ 7 c、および検出用抵抗 7 r からなる閉回路を通して接地点へ放出される。

[0026] 素線 9 1 と放電検知電極 5 との間で放電が発生すると、印加されている交流電圧に急峻な変動が発生する。電圧測定器 7 s は、この交流電圧の変動を、検出用抵抗 7 r の両端に発生する電圧値として検出する。なお、検出用抵抗 7 r に放電電荷 q が流れない場合、検出用抵抗 7 r の両端に電圧は発生しないが、放電電荷 q が流れると式 (3) に従って、発生電圧 ΔV が検知される。

$$\Delta V = R d \times q \quad \cdot \cdot \cdot (3)$$

なお、R d は検出用抵抗 7 r のインピーダンスである。

[0027] 被覆欠陥 9 2 d を有するマグネットワイヤー 9 を走行させ、放電検知電極 5 それぞれに電圧波形 S p の交流電圧を印加すると、第一放電検知電極 5 1 では図 7 A に示すような放電信号 S a が検知される。ここで、注目すべきは、被覆欠陥 9 2 d がある場合、放電信号 S a は電圧波形 S p に対し、ゼロクロス点を基準として一定の位相角を保って正極側、負極側の半周期に相当する時間間隔で検知され、一周期中に 2 回検知されることである。そして、周波数 f が異なる第二放電検知電極 5 2 でも、図 7 B に示すように、放電信号 S

aは電圧波形S_pに対し、ゼロクロス点を基準として一定の位相角を保って正極側、負極側の半周期に相当する時間間隔で検知され、一周中に2回検知される。

[0028] この例では、第一放電検知電極5₁に印加される電圧周波数 f_1 に対する、第二放電検知電極5₂に印加される電圧周波数 f_2 の比($= f_2 / f_1$) n が2である場合を示している。そのため、第二放電検知電極5₂に対して計測される検知間隔 t_2 は、第一放電検知電極5₁に対して計測される検知間隔 t_1 の $1/2$ となる。この関係は、2つの電極に印加される電圧周波数の倍数比に依存する。

[0029] つまり、電圧周波数 f の比($= f_2 / f_1$)が n のとき、ある被覆欠陥9_{2d}に対して第二放電検知電極5₂に対して計測される検知間隔 t_2 は、第一放電検知電極5₁に対して計測される検知間隔 t_1 の $1/n$ となることを見出した。さらには、その関係が、走行速度 S_r に関係なく観測されることも見出した。

[0030] 従って複数の放電検知電極5において、2番目以降の放電検知電極5に印加される印加電圧周波数を、1番目の電極に印加される印加電圧周波数 f_1 に対して、例えば2倍、3倍、 \dots 、 n 倍に設定する。そして、それぞれの放電検知電極5に対して計測される検知間隔 t が、1番目の電極に対して計測される検知間隔 t_1 に対し、 $1/2$ 、 $1/3$ 、 \dots 、 $1/n$ となる場合、同一の被覆欠陥9_{2d}からの放電信号 S_a であると判断できる。

[0031] そのため、放電検知電極5との隙間距離の不安定さ、あるいは接地電位のわずかな変動等、測定環境に起因するノイズ放電に対し、マグネットワイヤ9の被覆欠陥9_{2d}による放電(放電信号 S_a)を確実に区別し、被覆欠陥9_{2d}の有無の判定が可能になる。これは、被覆欠陥9_{2d}からの放電信号 S_a が印加電圧波形 S_p に対し、一定の位相角を保って発生するからである。

[0032] なお、図7A、図7Bでは、検知間隔 t と印加電圧波形 S_p の位相角との関係を明示するため、ゼロクロス付近で発生する放電を例示したが、放電の

発生位相角はこれに限定されるわけではない。ゼロクロスに対して同じ位相角の位置で検出されれば、ゼロクロスから離れていたとしても、検知間隔 t はゼロクロス上で観測した場合と同じ検知間隔 t が得られる。

[0033] そこで、図 1 で説明したように、各放電検知電極 5 で 2 回以上検知した放電信号 S_a を、信号検出器 7 で放電信号波形に変換し、A/D 変換器 21 で、一定のサンプリング周波数で A/D 変換した後、記憶装置 22 に保存する。計測装置 23 は、保存されたデータから放電検知電極 5 それぞれの検知間隔 t を計測する。

[0034] 検知間隔 t は、図 8 A に示す各放電信号 S_a の最大ピーク P_x どうしの間隔、および図 8 B に示す各放電信号 S_a の先頭ピーク P_h どうしの間隔、およびこれらの平均値等、様々な計測方法で計測できる。また、放電信号が 3 つ以上並ぶことで、複数の検知間隔 t が計測される場合もあるが、その場合、平均値を用いてもよいし、他とはずれた値を示すものを除き、いずれかの検知間隔 t を代表値として採用してもよい。

[0035] <信号処理>

ただし、マグネットワイヤー 9 走行時の振動、マグネットワイヤー 9 の被覆欠陥 92 d の表面形状と深さの相違等により、図 8 A に示す各放電信号 S_a の最大ピーク P_x が変動することがあり、各放電信号 S_a の最大ピーク P_x を探し出すことが難しい場合がある。そこで、このような場合でも各放電信号 S_a の最大ピーク P_x を容易に探し出すための信号波形処理の方法について説明する。

[0036] 図 22 ~ 図 24 は、それぞれ第一の信号処理 ~ 第三の信号処理を説明するためのもので、上段が処理前の信号波形、下段が処理後の信号波形を示す。第一の信号処理では、図 22 に示すように、放電信号 S_a の絶対値を閾値 T_h と比較し、閾値 T_h 以上の部分を「1」とし、閾値 T_h 未満の部分を「0」とするように放電信号 S_a を信号 S_{a1} に変換する。このように、生の放電信号 S_a を信号処理した信号 S_{a1} を用いることで、容易に最大ピーク P_x を探し出すことができ、検知間隔 t を正確に計測できる。

- [0037] また、図8Aと図8Bでは、マグネットワイヤー9の被覆欠陥92dの放電信号 S_a を理想的な例で示している。ところが、実際の放電信号 S_a では、図8Bを用いて説明したように先頭ピーク P_h を明確に定めることができず、検知間隔 t を計算することが難しい場合もある。そのため、第二の信号処理として、図23に示すように、放電信号 S_a を、例えばローパスフィルタをかけて平滑処理した信号 S_{a2} に変換する。このように、生の放電信号 S_a を信号処理した信号 S_{a2} を用いることで、容易に先頭ピーク P_h を見定めて、検知間隔 t を正確に計測できる。
- [0038] あるいは、マグネットワイヤー9の測定環境に起因して、図24に示すように放電信号 S_a にノイズ S_{n1} 、ノイズ S_{n2} 等のようなノイズが乗る可能性がある。第三の信号処理では、ノイズ S_{n1} 、ノイズ S_{n2} 等のようなノイズが乗った放電信号 S_a にハイパスフィルタをかけてノイズを除去した信号 S_{a3} に変換する。そして、信号 S_{a3} に対して第一の信号処理、あるいは第二の信号処理を用いれば、検知間隔 t をより正確に計測できる。
- [0039] 一方、計測した放電検知電極5それぞれの検知間隔 t をマグネットワイヤー9の走行方向における同じ位置に対応する被覆欠陥92dに対応させる必要がある。そこで、時間差計算部24は、計測した検知間隔 t に対応する放電検知電極5のマグネットワイヤー9上での位置を合わせるため、取得時間（計測時刻）の時間差計算処理を行う。
- [0040] 判定部25は、マグネットワイヤー9の走行方向における同じ位置に対応した第一放電検知電極51と第二放電検知電極52で検知された放電信号 S_a の検知間隔 t の比が、それぞれに印加される電圧周波数の比 n の逆数倍になっているか否かを確認する。そして、検知間隔 t の比が、予め設定した範囲内、例えば許容誤差を正負の百分率で規定した範囲内で逆数倍の関係であると認められた場合、ピンホールあるいは傷等の被覆欠陥92dがあると判定する。一方、検知間隔 t の比が設定した範囲内に入っていなければ、被覆欠陥92dがないと判定する。
- [0041] 上述した被覆欠陥検出装置1における被覆欠陥92dの検出工程動作、つ

まり被覆欠陥検出方法を図9のフローチャートを参考に改めて説明する。

マグネットワイヤー9を各放電検知電極5内に通すようにしてボビン9b fからボビン9b rに向かってかけ渡し、巻き取り機4による巻き取りにより、走行路W r内を走行させる（ステップS 1 0 0）。その状態で、各放電検知電極5に設定された周波数fで交流電圧を印加し、放電信号S aの測定を行う（ステップS 1 1 0）。

[0042] 放電信号S a等の信号を検知すると（ステップS 1 2 0で「Y e s」）、放電検知電極5それぞれでの検知間隔tを計測し、時間差処理を実行する（ステップS 1 3 0）。そして、各放電検知電極5の検知間隔tを分析（ステップS 1 4 0）し、上述した周波数fの比nを用い、nの逆数の関係にあるか否かを判断する（ステップS 1 5 0）。

[0043] 想定範囲において、逆数の関係にある場合（ステップS 1 5 0で「Y e s」）、被覆欠陥ありと判断し（ステップS 2 0 0）、例えば、時間差計算部24により、欠陥位置を算出し、算出した位置を通知する（ステップS 2 1 0）等の対応処理を行う。一方、想定範囲において、逆数の関係にない場合（ステップS 1 5 0で「N o」）、被覆欠陥なしと判断し（ステップS 3 0 0）終了する。なお、フロー上では特に記載していないが、これらの工程は、例えばボビン9b fに巻かれたマグネットワイヤー9がなくなるまで継続すればよい

[0044] その際、例えば、全長のうち2か所で欠陥が見つかった場合、巻き始めから253.25m部分と、781.74m部分に欠陥があったなどのように通知するようにしてもよい。なお、被覆欠陥92dがないと判定した場合の放電信号波形および検知間隔tのデータは逐次記憶装置22から消去するようにすれば、記憶装置22の記憶領域を節約して有効に活用することができる。

[0045] なお、本実施の形態1、および以降の各実施の形態においては、ノイズとの分離能（S/N比）を向上させるため、複数の放電検知電極5からの検知間隔tのデータを用いて被覆欠陥92dの有無を判定する例を示すが、これ

に限ることはない。例えば、放電信号 S_a がゼロクロスと一定の位相角で半周期ごとに現れるという現象を利用し、2つの放電信号 S_a の間隔が半周期に一致するか否かで被覆欠陥 $92d$ があるか否かを判断するようにしてもよい。

[0046] また、複数の放電検知電極 5 に同じ周波数 f を設定する場合、3つ以上の放電信号 S_a を測定できる電極長さ L の放電検知電極 5 ひとつを設け、3つ以上の信号から計測した2つ以上の間隔が一致するか否かで被覆欠陥 $92d$ の有無を判断してもよい。ただし、放電検知電極 5 を分割し、それぞれに別の交流電源 6 を接続することで、交流電源 6 特有のノイズを分離できる利点はある。同様に、複数の放電検知電極 5 に異なる周波数を設定することで、よりノイズに強くなるという利点はある。

[0047] さらに、放電信号 S_a は、正負を逆転しながら顕れる現象を利用し、判定部 25 は、欠陥検出の判定対象として、極性が交互に逆転する信号を選別するようにしてもよく、これにより、さらにノイズ除去効率が向上する。また、正負逆転する信号を選別する代わりに、強度の弱い信号も判定対象に加えることで、被覆欠陥 $92d$ の捕捉率を向上させることも可能になる。

[0048] なお、本実施の形態 1 、および以降の各実施の形態において、マイコンを用いたソフトウェアで演算処理の実行部分を構成する場合、制御装置 2 は、図 10 に示すようにプロセッサ 201 と記憶装置 202 を備えたひとつのマイコン 200 によって構成することも考えられる。記憶装置 202 は、図示していないが、ランダムアクセスメモリ等の揮発性記憶装置と、フラッシュメモリ等の不揮発性の補助記憶装置とを具備する。また、フラッシュメモリの代わりにハードディスクの補助記憶装置を具備してもよい。プロセッサ 201 は、記憶装置 202 から入力されたプログラムを実行する。この場合、補助記憶装置から揮発性記憶装置を介してプロセッサ 201 にプログラムが入力される。また、プロセッサ 201 は、演算結果等のデータを記憶装置 202 の揮発性記憶装置に出力してもよいし、揮発性記憶装置を介して補助記憶装置にデータを保存してもよい。

[0049] 実施の形態 2.

上記実施の形態 1 においては、マグネットワイヤーの走行路には、交流電圧を印加して放電を検知するための放電検知電極を配置した例について説明した。本実施の形態 2 においては、実施の形態 1 に対して、帯電したマグネットワイヤーを除電する除電電極を走行路中に追加した例について説明する。

[0050] 図 11 は実施の形態 2 にかかる被覆欠陥検出装置の構成について、検査対象であるマグネットワイヤーの走行路との関連性を示す模式図、図 12 は実施の形態の第二例にかかる被覆欠陥検出装置の構成について、検査対象であるマグネットワイヤーの走行路との関連性を示す模式図である。なお、除電電極以外の構成と動作については実施の形態 1 で説明したのと同様であり、同様部分の説明を省略するとともに、実施の形態 1 で用いた図 2 ~ 図 10 を援用する。

[0051] マグネットワイヤー 9 の被膜 92 が、走行路 W_r 中の図示しない案内シープ、その他構成部材との摩擦等により、正、負いずれかに帯電する可能性がある。その場合、印加交流電圧の正極側、あるいは負極側の電圧の一部を打ち消すことにより、正極側位相、あるいは負極側位相での、被覆欠陥 92d からの放電信号 S_a が安定しなくなる。その結果、検知間隔 t の計測値にバラツキが生じ、結果として被覆欠陥 92d を見逃してしまう可能性がある。

[0052] そこで、本実施の形態 2 にかかる被覆欠陥検出装置 1 では、図 11 に示すように、放電検知電極 5 それぞれに対し、マグネットワイヤーの走行路 W_r における上流側に、一端が接地された除電電極 8 を設けることで、被膜 92 の帯電を解消するようにした。より具体的には、第一放電検知電極 51 の上流側に第一除電電極 81 を配置し、第一放電検知電極 51 の下流側で第二放電検知電極 52 の上流側に第二除電電極 82 を配置した。

[0053] 第一放電検知電極 51 の上流側に設置する第一除電電極 81 は、マグネットワイヤー 9 を送り出すポピン 9bf と 1 番目の第一放電検知電極 51 との間での構成部材との摩擦による帯電電荷を除電する。同様に、第二放電検知

電極 5 2 の上流側に設置する第二除電電極 8 2 は、ボビン 9 b f と 2 番目の第二放電検知電極 5 2 との間での摩擦による帯電電荷を除電するとともに、第一放電検知電極 5 1 での交流電圧印加による帯電電荷を除電することができる。

[0054] 第二例.

また、第二例として、図 1 2 に示すように、最下流の放電検知電極 5 の下流側、本例では、第二放電検知電極 5 2 の下流側に第三除電電極 8 3 を設けるように構成した。この場合、最下流の放電検知電極 5、つまり第二放電検知電極 5 2 での交流電圧印加による帯電電荷を除電でき、以降の走行路 W_r 中での帯電電荷放電による被覆欠陥 9 2 d の発生を防止できるため、さらに好適である。

[0055] 実施の形態 3.

本実施の形態 3 においては、実施の形態 2 における帯電電荷対策に加え、突発的な放電に対する対策を加えた例について説明する。図 1 3 と図 1 4 は実施の形態 3 にかかる被覆欠陥検出装置の構成、および動作について説明するためのものであり、図 1 3 は被覆欠陥検出装置の構成について、検査対象であるマグネットワイヤーの走行路との関連性を示す模式図、図 1 4 は本実施の形態における対策対象である検知間隔の測定精度を低下させる要因の概念を示す波形図である。なお、突発的な放電対策以外の構成と動作については実施の形態 1、および実施の形態 2 で説明したのと同様であり、同様部分の説明を省略するとともに、実施の形態 1 で用いた図 2 ~ 図 1 0 を援用する。

[0056] 被覆導線の欠陥検出においては、実施の形態 2 で説明した被覆帯電のほか、検知間隔 t の計測精度を低下させる要因として、図 1 4 に示すように、被覆欠陥 9 2 d による放電信号 S_a と同程度の強度の突発的な放電によるノイズ S_n の発生が挙げられる。このような放電は、印加電圧波形 S_p に対する規則性はなく、ランダムに発生する。例えば、スパイクノイズと称されるノイズ S_n を、被覆欠陥 9 2 d からの放電のピークと誤認して、検知間隔 t

を計測すると、計測値にバラツキを生じる。

- [0057] この対策として、放電検知電極 5 の数を増やすのが有効である。そこで、本実施の形態 3 にかかる被覆欠陥検出装置 1 では、図 1 3 に示すように、実施の形態 2 の第二例で示した第三除電電極 8 3 の下流に、第三放電検知電極 5 3 を設けるようにした。第三放電検知電極 5 3 も他の放電検知電極 5 と同様に、第三交流電源 6 3、第三信号検出器 7 3 が接続され、その下流にはさらに第四除電電極 8 4 を設けている。
- [0058] そして、第三放電検知電極 5 3 に印加する交流電圧の周波数 f_3 を、実施の形態 1 および実施の形態 2 で説明した第二放電検知電極 5 2 に印加する交流電圧周波数 f_2 の m 倍に設定した。そして、例えば、ステップ S 1 5 0 (図 9) において、判定部 2 5 は、3 つの放電検知電極 5 のうち少なくとも 2 つの放電検知電極 5 において、検知間隔 t が周波数倍数比の逆数倍の関係を満たせば、被覆欠陥 9 2 d ありと判定するようにしてもよい。
- [0059] すなわち、第一放電検知電極 5 1 の電圧周波数 f_1 に対し、第二放電検知電極 5 2 には n 倍の周波数 f_2 、第三放電検知電極 5 3 には周波数 f_2 に対して m 倍、つまり周波数 f_1 に対し $n \times m$ 倍の周波数 f_3 の電圧を印加するように設定する。この場合、第一放電検知電極 5 1 での検知間隔 t_1 、第二放電検知電極 5 2 での検知間隔 t_2 、第三放電検知電極 5 3 での検知間隔 t_3 を用いると、被覆欠陥 9 2 d の有無について以下の条件 A ~ D の組み合わせを用いた判定が可能になる。
- [0060] $t_2 \doteq t_1 / n$ & $t_3 \doteq t_1 / (n \times m)$. . . 条件 A
 $t_2 \doteq t_1 / n$. . . 条件 B
 $t_3 \doteq t_1 / (n \times m)$. . . 条件 C
 $t_3 \doteq t_2 / m$. . . 条件 D
 $t_2 \neq t_1 / n$ & $t_3 \neq t_2 / m$ & $t_3 \neq t_1 / (n \times m)$. . . 条件 X
- [0061] つまり、条件 B、C のいずれか 1 つでも満たせば (条件 X は満たさない)、ステップ S 1 5 0 で「yes」と判定するようにする。あるいは、条件 B

と条件Cの両方（条件A）を満たすと「Yes」と判定するというように、ノイズ除去と捕捉率の優先度を勘案して判定条件を変更することができる。

[0062] 例えば、実施の形態1および実施の形態2における被覆欠陥92dの判定基準は、検知間隔 t の比を条件とすると、条件Bのみであった。それに対し、本実施の形態3のように、放電検知電極5を1つ増やすだけで、条件Bと条件Cの組み合わせで被覆欠陥92dを検出でき、検出精度と、判定基準の設定自由度が向上する。

[0063] なお、放電検知電極5を増やせば、検査時間が増大し、生産能力を損なう可能性もあるが、事前に実験等により最適な放電検知電極数を決定すればよい。また、検知間隔 t の比に代えて、検知間隔 t を周波数 f から算出される半周期の時間との一致度に基づいて判定してもよいことは言うまでもない。

[0064] また、本実施の形態3では、除電電極8を用いた実施の形態2に対して、放電検知電極5の数を追加させる例を示したが、これに限ることはない。例えば、被覆帯電対策について記載していない実施の形態1の例に対して、放電検知電極5の数を追加させるようにしてもよい。

[0065] 実施の形態4.

上記実施の形態1～3においては、計測データの表示に関しては言及しなかった。本実施の形態4においては、計測データを画面表示する構成について説明する。図15と図16は実施の形態4にかかる被覆欠陥検出装置の構成、および動作について説明するためのものであり、図15は被覆欠陥検出装置の構成について、検査対象であるマグネットワイヤーの走行路との関連性を示す模式図、図16は各放電検知電極での計測結果である放電信号波形のサンプリング結果を表示する画面表示例を示す図である。なお、画面表示以外の構成と動作については、上記実施の形態1～3で説明したのと同様であり、同様部分の説明を省略するとともに、実施の形態1で用いた図2～図10を援用する。

[0066] 本実施の形態4にかかる被覆欠陥検出装置1では、図15に示すように、測定の際に得られる計測データを表示するための画像表示装置2gと、表示

データを生成し、画像表示装置 2 g に出力する表示データ生成部 2 6 を設けている。表示データ生成部 2 6 は、判定部 2 5 が被覆欠陥 9 2 d からの放電があったと判定すると、判定に用いた計測データを画像表示装置 2 g に表示させる表示データを生成する機能を有する。

[0067] 具体的には、図 1 6 に示すように、画像表示装置 2 g の表示画面 D i 内に、放電検知電極 5 ごとの判定した際の最新の信号波形を示すグラフィック表示 D g、計測した検知間隔 t 等を、印加した電圧周波数 f と併せたテキスト表示 D t で表示させる。このように構成すれば、オペレーターは随時、ピンホールあるいは傷の検出状態を確認することができる。また、信号の正負が順次逆転しているか否かも確認することができる。なお、表示画面 D i のレイアウトとして、放電検知電極 5 ごとの区画（第一区画 D i 2、第二区画 D i 3、第三区画 D i 3）に分け、区画ごとにそれぞれの放電検知電極 5 での計測情報を集約表示した例を示しているが、これに限ることはない。

[0068] 実施の形態 5.

上記実施の形態 4 においては、放電検知電極に印加される交流電圧の波形そのものについては言及しなかった。本実施の形態 5 においては、交流電源からの信号を取り込み、交流電圧の波形を表示する構成について説明する。図 1 7 と図 1 8 は実施の形態 5 にかかる被覆欠陥検出装置の構成、および動作について説明するためのものであり、図 1 7 は被覆欠陥検出装置の構成について、検査対象であるマグネットワイヤーの走行路との関連性を示す模式図、図 1 8 は各放電検知電極での計測結果である放電信号波形のサンプリング結果を表示する画面表示例を示す図である。

[0069] なお、交流電圧の波形表示以外の構成と動作については、上記実施の形態 1～3、および実施の形態 4 で説明したのと同様であり、同様部分の説明を省略するとともに、実施の形態 1 で用いた図 2～図 1 0 を援用する。

[0070] 本実施の形態 5 にかかる被覆欠陥検出装置 1 では、図 1 7 に示すように、各交流電源 6 からの信号を制御装置 2 に取り込めるように構成した。そして、放電検知電極 5 に印加する各交流電源 6 からの交流電圧波形を、A/D 変

換器 21 で一定のサンプリング周波数で A/D 変換した後、記憶装置 22 に保存し、表示データ生成部 26 を介して、画像表示装置 2g に出力する機能を加えている。

[0071] 交流電圧波形のサンプリング開始の制御は、例えば、各放電検知電極 5 で検知する放電信号 S_a の内、一つ目の放電信号 S_a の放電波形信号のサンプリング開始をトリガーとして開始するようにしてもよい。この場合、例えば、その放電信号 S_a を検出した放電検知電極 5 以外の放電検知電極 5 に対しては、走行速度 S_r と配置位置に応じた時間差を考慮して開始時間をずらすようにすればよい。また、停止の制御は、実施の形態 1 に記載した、交流電圧の 1 周期分以上に相当する時間 τ の間サンプリングを継続したのち、停止すればよい。

[0072] このようにサンプリングした交流電圧波形を、実施の形態 4 に記載した放電信号波形と重ねて表示する。具体的には、図 18 のグラフィック表示 D_g に示すように、印加電圧波形 S_p を示す波形表示 G_w を放電信号波形とともに表示している。このように構成すれば、オペレーターは随時、被覆欠陥 92d からの放電と判定した信号が、印加電圧波形 S_p に対して一定の位相角を保って発生しており、判定が妥当であることを確認することができる。その際、図示しない検知間隔 t と半周期分の長さを示すスケール、あるいは他の放電検知電極における検知間隔 t の周波数 f との比の逆数倍の大きさを示すスケールを表示するようにすれば、判定が妥当であることを視覚的にも確認することができる。

[0073] 実施の形態 6.

本実施の形態 6 では、上記実施の形態 1～5 で説明した被覆欠陥検出装置あるいは検出方法を用い、被覆欠陥のないマグネットワイヤーで回転電機を製造する方法について説明する。図 19～図 21 は実施の形態 6 にかかる回転電機の製造方法について説明するためのものであり、図 19 は被覆欠陥検出方法と固定子鉄心の巻線工程との組み合わせを説明するための図として、実施の形態 5 の図 17 に対応する被覆欠陥検出装置において、巻き取り機よ

りも上流側の部分を示す模式図（図19A）と、図19AのJ部分の下流側に連なり、図17における巻き取り機部分に対応する固定子鉄心（単位鉄心）の巻線部を示す模式図（図19B）である。

[0074] また、図20は回転電機の製造方法を説明するためのフローチャート、図21は図19と図20で説明する回転電機の製造方法で製作した回転電機の構成を示す回転軸の延長線上から見たときの主要構成部の正面図である。なお、回転電機の製造方法において、実施の形態1～5で説明した検査装置あるいは検査方法に対応する部分については、巻き取り機の部分以外は実施の形態1～5で説明した構成と同様であり、同様部分の説明を省略するとともに、実施の形態1で用いた図2～図10を援用する。

[0075] 実施の形態6にかかる回転電機の製造方法では、図19A、図19B、および図20に示すように、実施の形態1で説明した被覆欠陥検出装置1、または検出方法の一部を回転電機100、または直動機の電機子である固定子102の巻線工程に組み入れたものである。なお、円環状の固定子102を形成するための単位固定子102tを構成する単位鉄心102iを描画している。

[0076] 実施の形態1～5で説明した巻き取り機4に代えて、図示しない巻線機と、巻線ノズル9nを用い、ポビン9brに代えて単位鉄心102iを用いるようにした。そして、ステップS100に代わり、マグネットワイヤー9を各放電検知電極5内に通すようにして、ポビン9bfから図示しない巻線機の巻線ノズル9nを介した単位鉄心102iへの巻き回し動作により、走行路Wr内を走行させる（ステップS100A）。

[0077] その状態で、実施の形態1～5で説明したステップS110～S140を実行して、検知間隔tが例えば、実施の形態3で説明した条件A～Dを満たすと（ステップS150で「Yes」）、被覆欠陥ありと判断する（ステップS200）。ここで、判定が確定するに至った放電信号Saを検知した最終の放電検知電極5と巻線される単位鉄心102i間のマグネットワイヤー9の走行路長Lwは既知である。そこで、例えば、時間差計算部24は、予

め入力された走行速度 S_r と走行路長 L_w より、検出した被覆欠陥 $92d$ が存在する部分が、巻線中の単位鉄心 $102i$ に到達するまでの時間 $T = L_w / S_r$ を計算し、計測装置 23 に入力する。

[0078] 計測装置 23 は、時間差計算部 24 からの入力があったと同時に、時間差計算部 24 が計算した時間 T を参照してタイマー計測を開始する。従って、計測装置 23 が計測を完了した時点で巻線作業中である単位鉄心 $102i$ を特定し通知する（ステップ $S210$ ）。さらに、巻線に欠陥があると判定した単位鉄心 $102i$ （該当品）が製品に紛れ込まないように、はじき出しを行う（ステップ $S250$ ）。なお、コイル巻き回しの際は、巻き回し箇所に応じて走行速度 S_r が変化する場合があるが、変化する走行速度 S_r に基づいて被覆欠陥 $92d$ の場所を特定できるように構成している。

[0079] 一方、欠陥がないと判定された単位鉄心 $102i$ に対しては、コイル $102c$ を完成させ、例えば、8つ一組を円環状に組み合わせて固定子 102 を構成する単位固定子 $102t$ として、固定子組立工程（ステップ $S400$ ）にまわされる。つまり、コイル $102c$ を形成する巻き回し工程に実施の形態 $1 \sim 5$ で説明した被覆欠陥検出方法を実行することで、単位鉄心 $102i$ にコイル $102c$ が組み合わさった単位固定子 $102t$ を作成する。そして、並行して実行された回転子組立工程（ステップ $S500$ ）で組み立てられた回転子 101 と同軸配置し、フレーム 103 で外周を固定することで、図 21 に示すような回転電機 100 が形成される。

[0080] このようにして、マグネットワイヤー 9 中に被覆欠陥 $92d$ を含んでいることが特定された単位固定子 $102t$ を、それ以降の工程へは流出させず、不良品払い出しのコンベア、台車等に移載する（ステップ $S250$ ）等の手段で良品と区別することができる。なお、計測装置 23 が所定時間の計測を完了する以前に、巻線機の停止によりマグネットワイヤー 9 の走行が停止することがあり得る。しかし、その場合は、計測装置 23 が、巻線機から巻線停止の信号を受信し、巻線が再開されるまでの間、計測を停止するか、巻線中は常時、巻線稼働中の信号を受信し、同信号を受信中のみ計測を継続する

ようにすればよい。

[0081] つまり、被覆欠陥92dを含まないマグネットワイヤー9のみで形成された固定子102によって回転電機100を形成することができる。また、不良固定子を、個別に、公知のサージ電圧印加（インパルス電圧印加）試験等の方法で再度検査して、合格であれば、ステップS400に組み入れるようにしてもよい。あるいは、巻き回しを解いて被覆欠陥92dが補修できるのであれば、補修後、ステップS100Aに組み入れるようにしてもよい。

[0082] なお、本実施の形態6にかかる回転電機の製造方法においては、固定子102のコイル102cに用いるマグネットワイヤー9の被覆欠陥92dの有無を検査する例を示したが、これに限ることはない。例えば、回転子101等、固定子102以外の電機子を構成するマグネットワイヤーの被覆欠陥を検査する工程を組み入れてもよい。

[0083] 以上の通り、本願の各実施の形態で例示した被覆欠陥検出装置、あるいは被覆欠陥検出方法によれば、火花放電を発生させることなく、コロナ放電領域の比較的低電圧、例えば1kV未満の交流電圧を印加して、検知間隔tによって被覆欠陥92dの有無を判定する。そのため、被膜92を損傷するような高電圧をかけなくても、放電信号Saをノイズと区別して正確に被覆欠陥92dの有無を判定できるので、非破壊で精度よく被覆欠陥92dの検出ができる。そして、健全なマグネットワイヤー9で回転電機100を形成することができる。

[0084] なお、本願は、例示的な実施の形態が記載されているが、実施の形態に記載された様々な特徴、態様、および機能は特定の実施の形態の適用に限られるのではなく、単独で、または様々な組合せで実施の形態に適用可能である。従って、例示されていない無数の変形例が、本願明細書に開示される技術の範囲内において想定される。例えば、少なくとも1つの構成要素を変形する場合、追加する場合、または省略する場合が含まれるものとする。

[0085] 以上のように、本願の被覆欠陥検出装置1によれば、被覆導線（マグネットワイヤー9）を走行させて走行路Wrを形成する走行機構（繰り出し機3

、巻き取り機4)、被覆導線に対向配置されるとともに交流電圧を印加する交流電源6に接続され、走行路 W_r に沿った長さ(電極長さ L)が、被覆導線の走行速度 S_r に交流電圧の1周期分の期間を乗じた値以上に設定された放電検知電極5、放電検知電極5と被覆導線の間が生じた放電を検知する放電検知器(信号検出器7)、放電検知器が検知した放電信号 S_a の検知間隔 t を計測する計測装置23、および検知間隔 t と印加された交流周波数 f から算出された時間との関係に基づき、被覆導線に被覆欠陥92dがあるか否かの判定を行う判定部25、を備えるようにした。これにより、コロナ放電領域の比較的低電圧の交流電圧を印加して、火花放電を発生させることなく、被覆欠陥92dの有無を判定することができる。その結果、検査対象品であるマグネットワイヤー9にダメージを与えることなく、信頼性の高い欠陥検出が可能となる。

[0086] その際、判定部25は、検知間隔 t が交流電圧の半周期分に相当するか否かで、被覆導線に被覆欠陥92dがあるか否かの判定を行うようにすれば、ノイズの影響を排除して、精度よく被覆欠陥92dを検出できる。

[0087] あるいは、放電検知電極5は、走行路 W_r に沿った離れた位置に分かれて配置された複数個で構成され、判定部25は、複数個の放電検知電極5それぞれに対して計測された検知間隔 t の比が、複数個の放電検知電極5それぞれに印加された交流周波数 f の比と逆数の関係にあるか否かで、被覆導線に被覆欠陥92dがあるか否かの判定を行うようにしても、ノイズの影響を排除して、精度よく被覆欠陥92dを検出できる。

[0088] 放電検知電極5の走行路 W_r における上流側に被覆導線の帯電を除去する除電電極8が設けられるように構成すれば、帯電によるノイズを除去して、より精度よく被覆欠陥92dを検出できる。

[0089] さらに、判定部25は、検知間隔 t の計測対象となった放電信号 S_a (隣接する信号)の正負が逆転している場合に、被覆導線に被覆欠陥92dがあるか否かの判定対象とするようにすれば、ノイズによる誤判定をさらに抑制できる。

- [0090] また判定部25は、放電信号 S_a の絶対値を閾値 T_h と比較し、閾値 T_h 以上の場合を第一の値（例えば、1）、閾値 T_h 未満の場合を第二の値（例えば、0）に変換する信号処理（第一の信号処理）を行い、信号処理を行った信号 S_{a1} に基づいて、検知間隔 t を計算するようにすれば、検知間隔 t を正確に計測できる。
- [0091] あるいは判定部25は、放電信号 S_a を（例えば、ローパスフィルタで）平滑する信号処理（第二の信号処理）を行い、信号処理を行った信号 S_{a2} に基づいて、検知間隔 t を計算するようにすれば、検知間隔 t を正確に計測できる。
- [0092] さらに判定部25は、放電信号 S_a に（例えば、第三の信号処理としてハイパスフィルタをして）ノイズフィルタをかけた信号 S_{a3} に基づいて、検知間隔 t を計算するようにすれば、検知間隔 t をより正確に計測できる。
- [0093] 以上のように、本願の被覆欠陥検出方法によれば、被覆導線（マグネットワイヤー9）を走行させて走行路 W_r を形成する走行路形成ステップ（ステップS100/S100A）、被覆導線に対向配置された放電検知電極5に、1周期の長さが放電検知電極5の走行路 W_r に沿った長さ（電極長さ L ）を被覆導線の走行速度 S_r で除した値よりも短い周波数 f の交流電圧を印加し、放電検知電極5と被覆導線の間で生じた放電を検知する放電検知ステップ（ステップS110～S130）、検知した放電信号 S_a の検知間隔 t を計測する計測ステップ（ステップS140）、および検知間隔 t と印加された交流周波数 f から算出された時間との関係に基づき、被覆導線に被覆欠陥92dがあるか否かの判定を行う判定ステップ（ステップS150～S200/S300）、を含むように構成すれば、コロナ放電領域の比較的低電圧の交流電圧を印加して、火花放電を発生させることなく、被覆欠陥92dの有無を判定することができる。その結果、検査対象品であるマグネットワイヤー9にダメージを与えることなく、信頼性の高い欠陥検出が可能となる。
- [0094] その際、判定ステップ（ステップS150）では、検知間隔 t が交流電圧の半周期分に相当するか否かで、被覆導線に被覆欠陥92dがあるか否かの

判定を行うようにすれば、ノイズの影響を排除して、精度よく被覆欠陥 92dを検出できる。

[0095] あるいは、放電検知ステップ（ステップS110～S130）では、走行路 W_r に沿った離れた位置に分かれた複数個で構成された放電検知電極5それぞれに対して、個別に設定された周波数 f の交流電圧を印加し、判定ステップ（ステップS150）では、複数個の放電検知電極5それぞれに対して計測された検知間隔 t の比が、複数個の放電検知電極5それぞれに印加された交流周波数 f の比と逆数の関係にあるか否かで、被覆導線に被覆欠陥 92dがあるか否かの判定を行うようにしても、ノイズの影響を排除して、精度よく被覆欠陥 92dを検出できる。

[0096] さらに、判定ステップ（ステップS150）では、検知間隔 t の計測対象となった放電信号 S_a （隣接する信号）の正負が逆転している場合に、被覆導線に被覆欠陥 92dがあるか否かの判定対象とするようにすれば、ノイズによる誤判定をさらに抑制できる。

[0097] また判定ステップ（ステップS150）では、放電信号 S_a の絶対値を閾値 T_h と比較し、閾値 T_h 以上の場合を第一の値（例えば、1）、閾値 T_h 未満の場合を第二の値（例えば、0）に変換する信号処理（第一の信号処理）を行い、信号処理を行った信号 S_{a1} に基づいて、検知間隔 t を計算するようにすれば、検知間隔 t を正確に計測できる。

[0098] あるいは判定ステップ（ステップS150）では、放電信号 S_a を（例えば、ローパスフィルタで）平滑する信号処理（第二の信号処理）を行い、信号処理を行った信号 S_{a2} に基づいて、検知間隔 t を計算するようにすれば、検知間隔 t を正確に計測できる。

[0099] さらに判定ステップ（ステップS150）では、放電信号 S_a に（例えば、第三の信号処理としてハイパスフィルタをして）ノイズフィルタをかけた信号 S_{a3} に基づいて、検知間隔 t を計算するようにすれば、検知間隔 t をより正確に計測できる。

[0100] また、本願の回転電機100の製造方法によれば、固定子102を組み立

てる固定子組立ステップ（ステップS400）、回転子101を組み立てる回転子組立ステップ（ステップS500）、および固定子102と回転子101を同軸上に配置して回転電機100を組み立てる総組立ステップ（ステップS600）を含み、固定子組立ステップおよび回転子組立ステップのうちのいずれかでは、被覆導線（マグネットワイヤー9）を鉄心（単位鉄心102i）に巻き回すコイルの形成工程において、実施の形態1～5で説明した被覆欠陥検出方法を用いて被覆欠陥92dの有無を判定し、コイル102cが形成された鉄心のうち、判定ステップ（ステップS150）にて被覆欠陥92dがあると判定した鉄心を除外処理するように構成すれば、被覆欠陥92dを含まない健全なマグネットワイヤー9のみで形成された電機子によって信頼性の高い回転電機100を形成することができる。

符号の説明

[0101] 1：被覆欠陥検出装置、 2：制御装置、 21：A/D変換器、 22：記憶装置、 23：計測装置、 24：時間差計算部、 25：判定部、 26：表示データ生成部、 2g：画像表示装置、 3：繰り出し機（走行路形成機構）、 4：巻き取り機（走行路形成機構）、 5：放電検知電極、 6：交流電源、 7：信号検出器、 7c：カップリングコンデンサ、 7s：電圧測定器、 7r：検出用抵抗、 8：除電電極、 9n：巻線ノズル、 9：マグネットワイヤー（被覆導線）、 91：素線、 92：被膜、 9bf：ポピン、 9br：ポピン、 92d：被覆欠陥、 100：回転電機、 101：回転子、 102：固定子、 102c：コイル、 102i：単位鉄心、 102t：単位固定子、 103：フレーム、 L：電極長さ、 t：検知間隔、 Sa：放電信号、 Sa1、Sa2、Sa3：信号、 Sn：ノイズ、 Sp：電圧波形、 Sr：走行速度、 Th：閾値、 Wr：走行路。

請求の範囲

- [請求項1] 被覆導線を走行させて走行路を形成する走行路形成機構、
前記被覆導線に対向配置されるとともに交流電圧を印加する交流電源に接続され、前記走行路に沿った長さが、前記被覆導線の走行速度に前記交流電圧の1周期分の期間を乗じた値以上に設定された放電検知電極、
前記放電検知電極と前記被覆導線の間が生じた放電を検知する放電検知器、
前記放電検知器が検知した放電信号の検知間隔を計測する計測装置、および
前記検知間隔と印加された交流周波数から算出された時間との関係に基づき、前記被覆導線に被覆欠陥があるか否かの判定を行う判定部、
を備えたことを特徴とする被覆欠陥検出装置。
- [請求項2] 前記放電検知電極は、前記走行路に沿った離れた位置に分かれて配置された複数個で構成され、
前記判定部は、前記複数個の放電検知電極それぞれに対して計測された前記検知間隔の比が、前記複数個の放電検知電極それぞれに印加された交流周波数の比と逆数の関係にあるか否かで、前記判定を行うことを特徴とする請求項1に記載の被覆欠陥検出装置。
- [請求項3] 前記判定部は、前記検知間隔が前記交流電圧の半周期分に相当するか否かで、前記判定を行うことを特徴とする請求項1に記載の被覆欠陥検出装置。
- [請求項4] 前記放電検知電極の前記走行路における上流側に前記被覆導線の帯電を除去する除電電極が設けられたことを特徴とする請求項1から3のいずれか1項に記載の被覆欠陥検出装置。
- [請求項5] 前記判定部は、前記検知間隔の計測対象となった放電信号の正負が逆転している場合に、前記判定の対象とすることを特徴とする請求項

1 から 4 のいずれか 1 項に記載の被覆欠陥検出装置。

[請求項6] 前記判定部は、前記放電信号の絶対値を閾値と比較し、前記閾値以上の場合を第一の値、前記閾値未満の場合を第二の値に変換する信号処理を行い、前記信号処理を行った信号に基づいて、前記検知間隔を計算することを特徴とする請求項 1 から 5 のいずれか 1 項に記載の被覆欠陥検出装置。

[請求項7] 前記判定部は、前記放電信号を平滑する信号処理を行い、前記信号処理を行った信号に基づいて、前記検知間隔を計算することを特徴とする請求項 1 から 5 のいずれか 1 項に記載の被覆欠陥検出装置。

[請求項8] 前記判定部は、前記放電信号にノイズフィルタをかけた信号に基づいて、前記検知間隔を計算することを特徴とする請求項 1 から 7 のいずれか 1 項に記載の被覆欠陥検出装置。

[請求項9] 被覆導線を走行させて走行路を形成する走行路形成ステップ、
前記被覆導線に対向配置された放電検知電極に、1 周期の長さが前記放電検知電極の前記走行路に沿った長さを前記被覆導線の走行速度で除した値よりも短い周波数の交流電圧を印加し、前記放電検知電極と前記被覆導線の間が生じた放電を検知する放電検知ステップ、
前記検知した放電信号の検知間隔を計測する計測ステップ、および
前記検知間隔と印加された前記周波数から算出された時間との関係に基づき、前記被覆導線に被覆欠陥があるか否かの判定を行う判定ステップ、
を含むことを特徴とする被覆欠陥検出方法。

[請求項10] 前記放電検知ステップでは、前記走行路に沿った離れた位置に分かれた複数個で構成された放電検知電極それぞれに対して、個別に設定された周波数の交流電圧を印加し、

前記判定ステップでは、前記複数個の放電検知電極それぞれに対して計測された前記検知間隔の比が、前記複数個の放電検知電極それぞれに印加された交流周波数の比と逆数の関係にあるか否かで、前記判

定を行うことを特徴とする請求項 9 に記載の被覆欠陥検出方法。

[請求項11] 前記判定ステップでは、前記検知間隔が前記交流電圧の半周期分に相当するか否かで、前記判定を行うことを特徴とする請求項 9 に記載の被覆欠陥検出方法。

[請求項12] 前記判定ステップでは、前記検知間隔の計測対象となった放電信号の正負が逆転している場合に、前記判定の対象とすることを特徴とする請求項 9 から 11 のいずれか 1 項に記載の被覆欠陥検出方法。

[請求項13] 前記判定ステップでは、前記放電信号の絶対値を閾値と比較し、前記閾値以上の場合を第一の値、前記閾値未満の場合を第二の値に変換する信号処理を行い、前記信号処理を行った信号に基づいて、前記検知間隔を計算することを特徴とする請求項 9 から 12 のいずれか 1 項に記載の被覆欠陥検出方法。

[請求項14] 前記判定ステップでは、前記放電信号を平滑する信号処理を行い、前記信号処理を行った信号に基づいて、前記検知間隔を計算することを特徴とする請求項 9 から 12 のいずれか 1 項に記載の被覆欠陥検出方法。

[請求項15] 前記判定ステップでは、前記放電信号にノイズフィルタをかけた信号に基づいて、前記検知間隔を計算することを特徴とする請求項 9 から 14 のいずれか 1 項に記載の被覆欠陥検出方法。

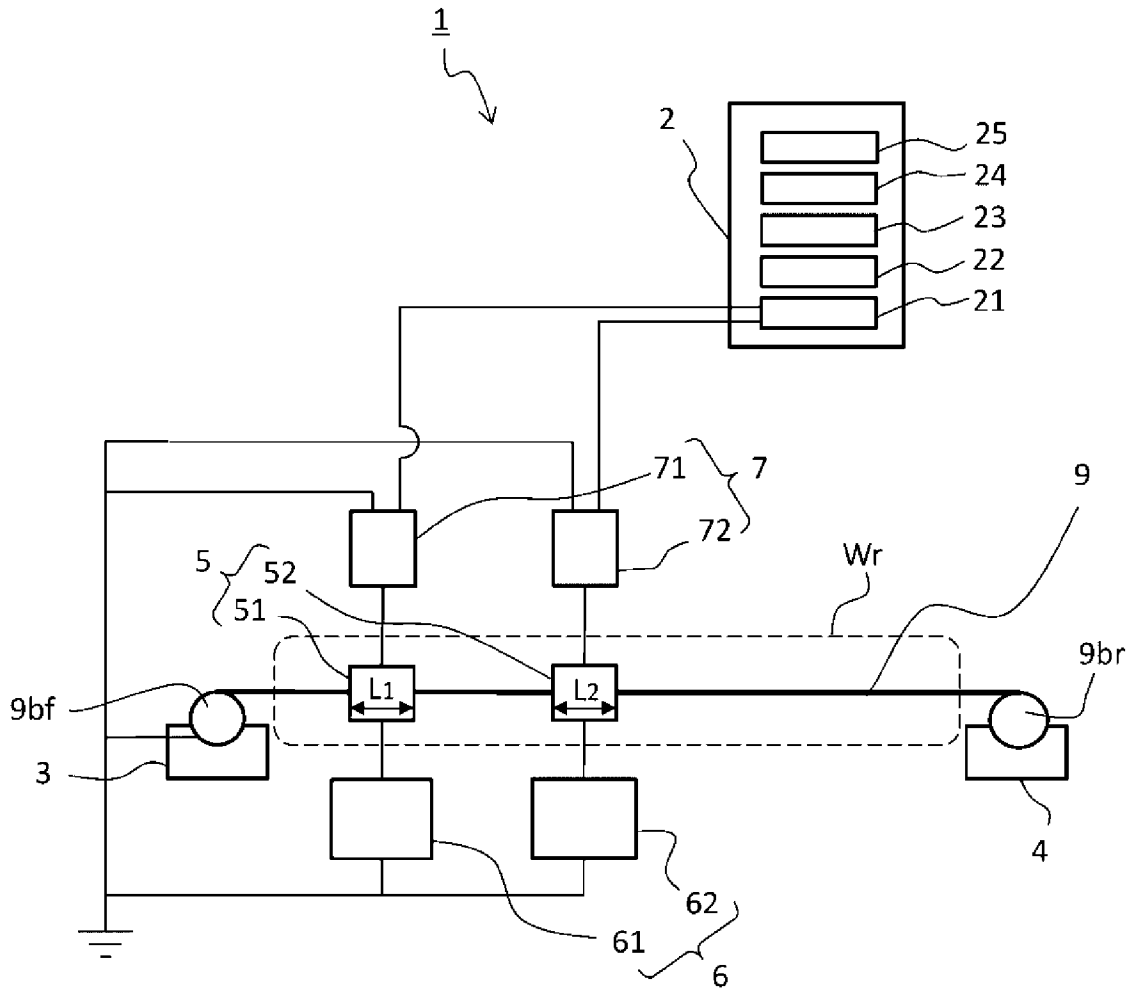
[請求項16] 固定子を組み立てる固定子組立ステップ、
回転子を組み立てる回転子組立ステップ、および
前記固定子と回転子を同軸上に配置して回転電機を組み立てる総組立ステップを含み、

前記固定子組立ステップおよび前記回転子組立ステップのうちのいずれかでは、前記被覆導線を鉄心に巻き回すコイルの形成工程において請求項 9 から 15 のいずれか 1 項に記載の被覆欠陥検出方法を用いて被覆欠陥の有無を判定し、前記コイルが形成された鉄心のうち、前記判定ステップにて被覆欠陥があると判定した鉄心を除外処理するこ

とを特徴とする回転電機の製造方法。

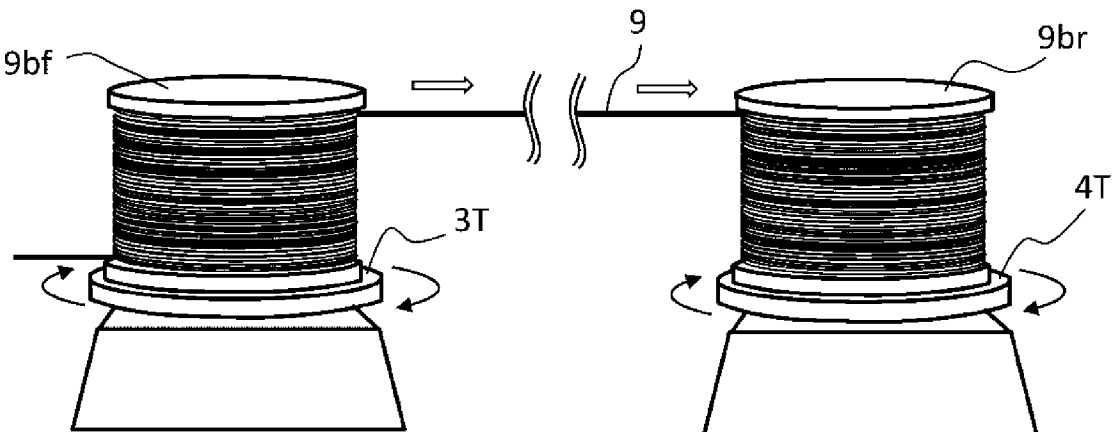
[図1]

図1



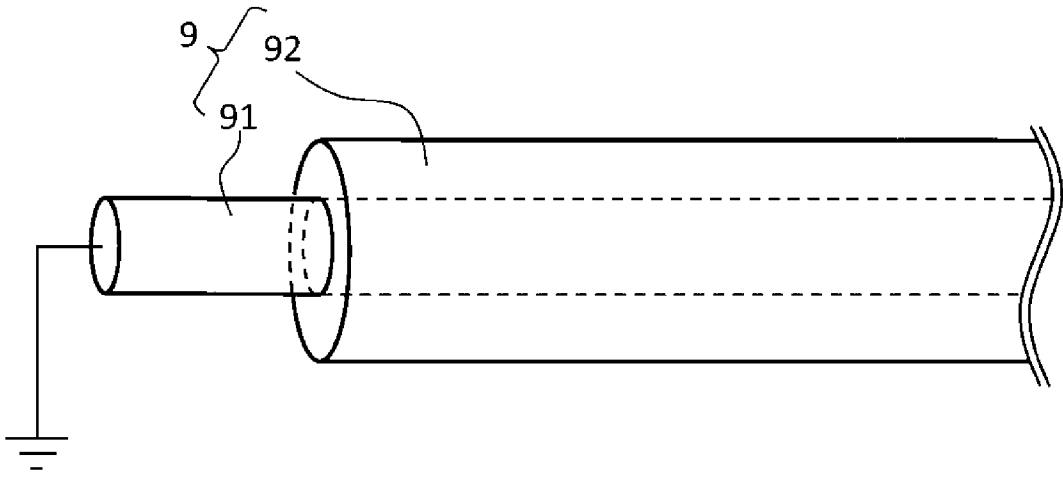
[図2]

図2



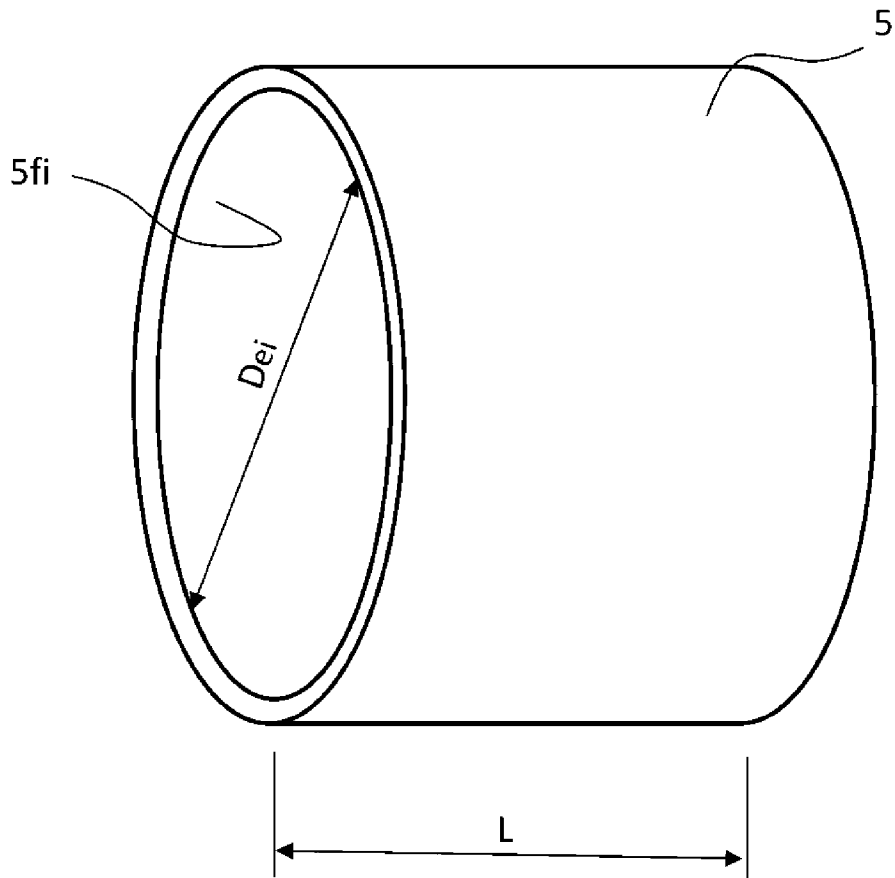
[図3]

図3



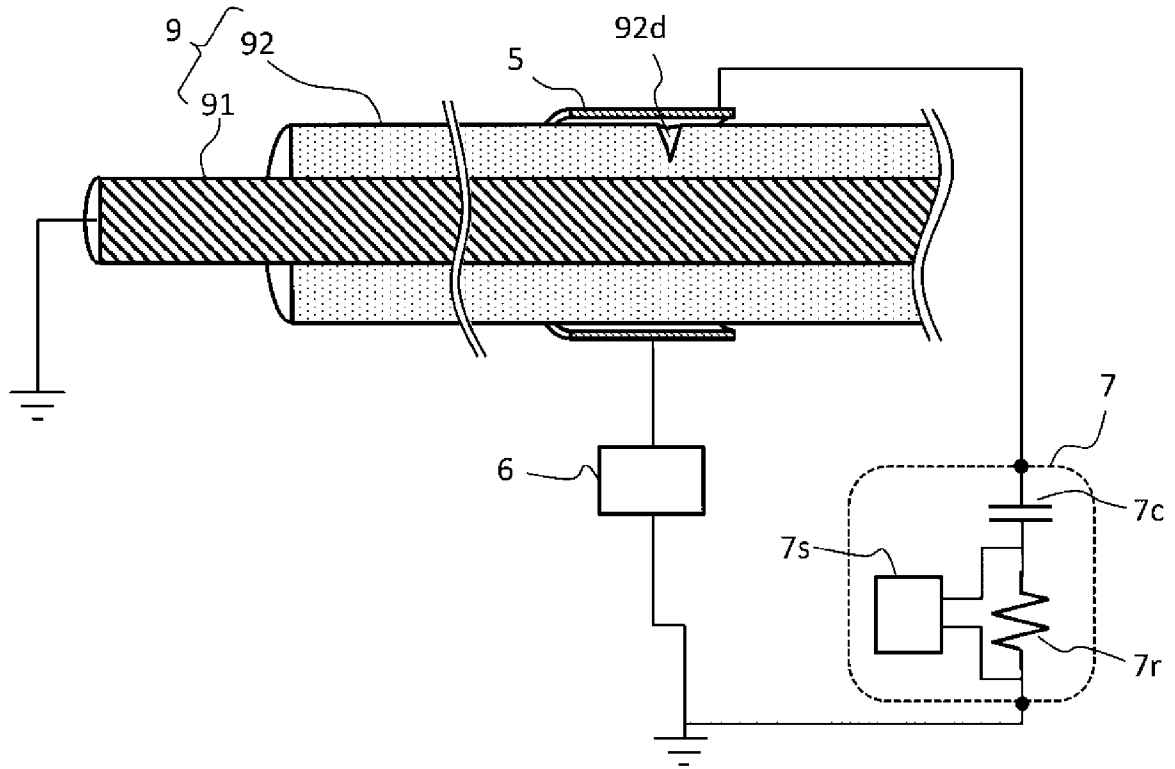
[図4]

図4



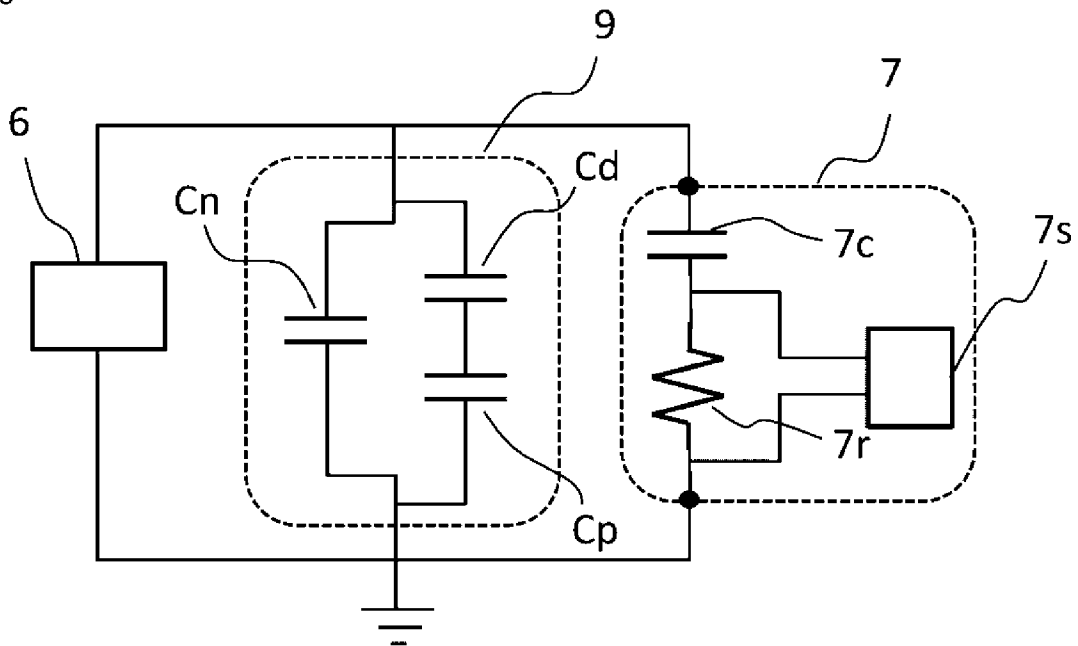
[図5]

図5



[図6]

図6



[図7]

図7

図7A

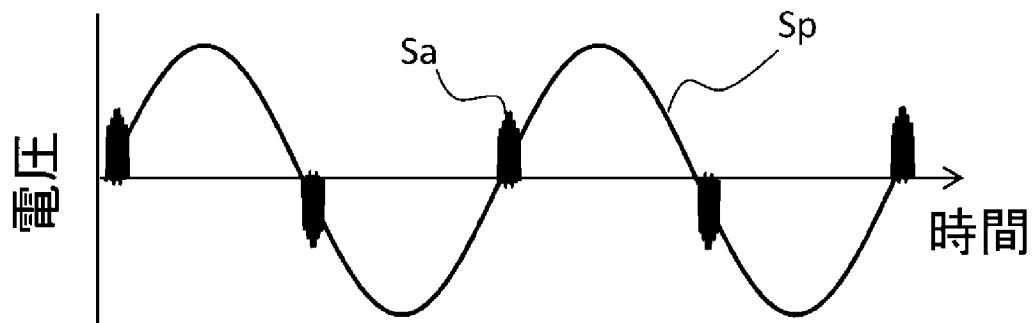
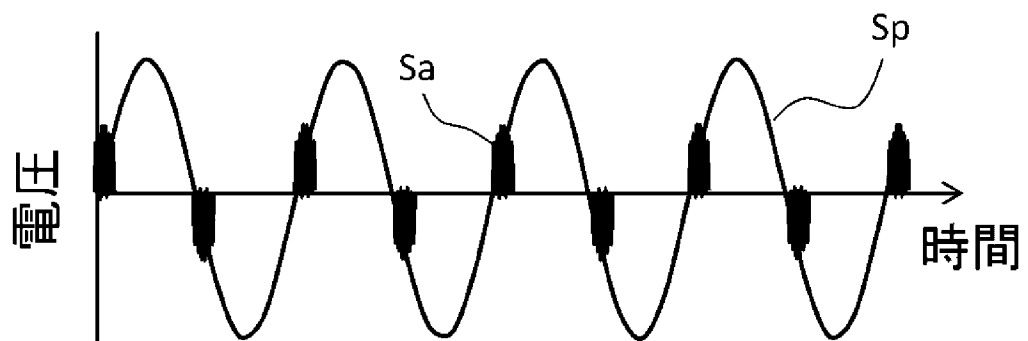


図7B



[図8]

図8

図8A

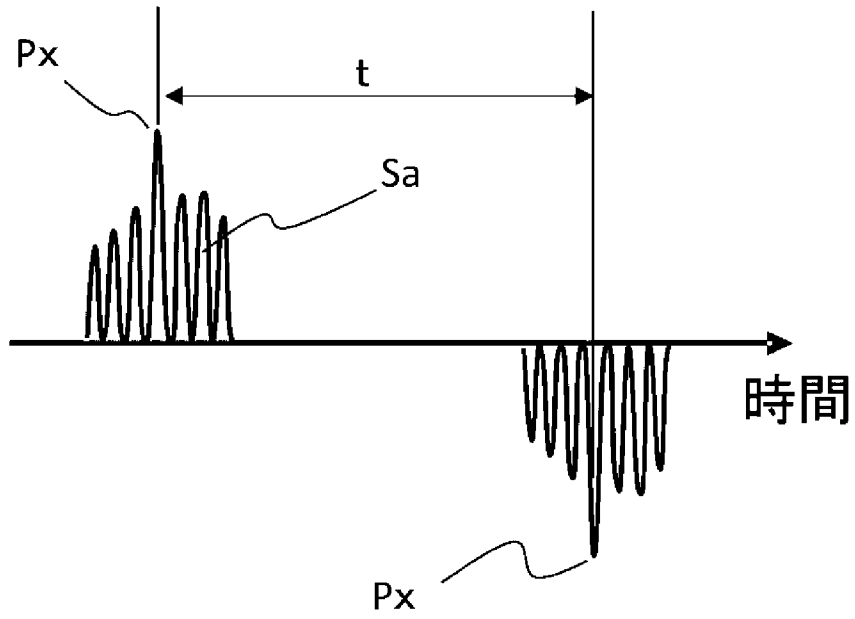
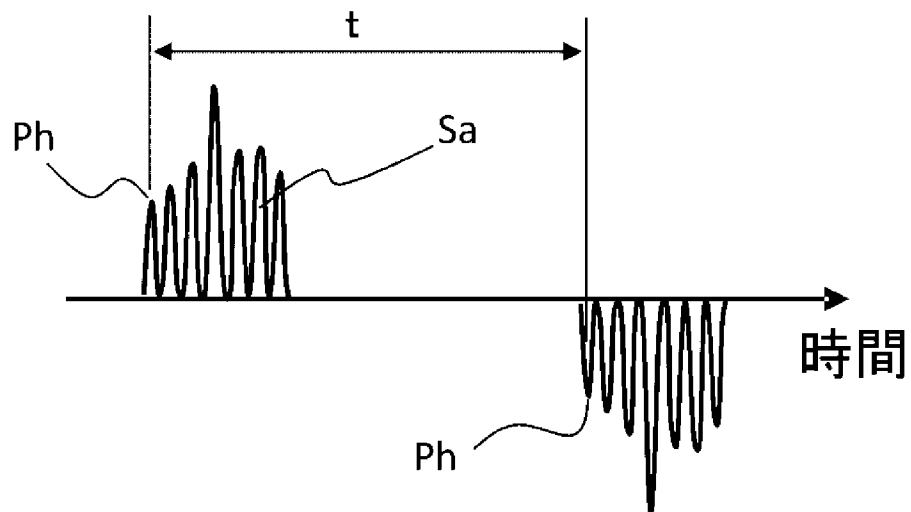
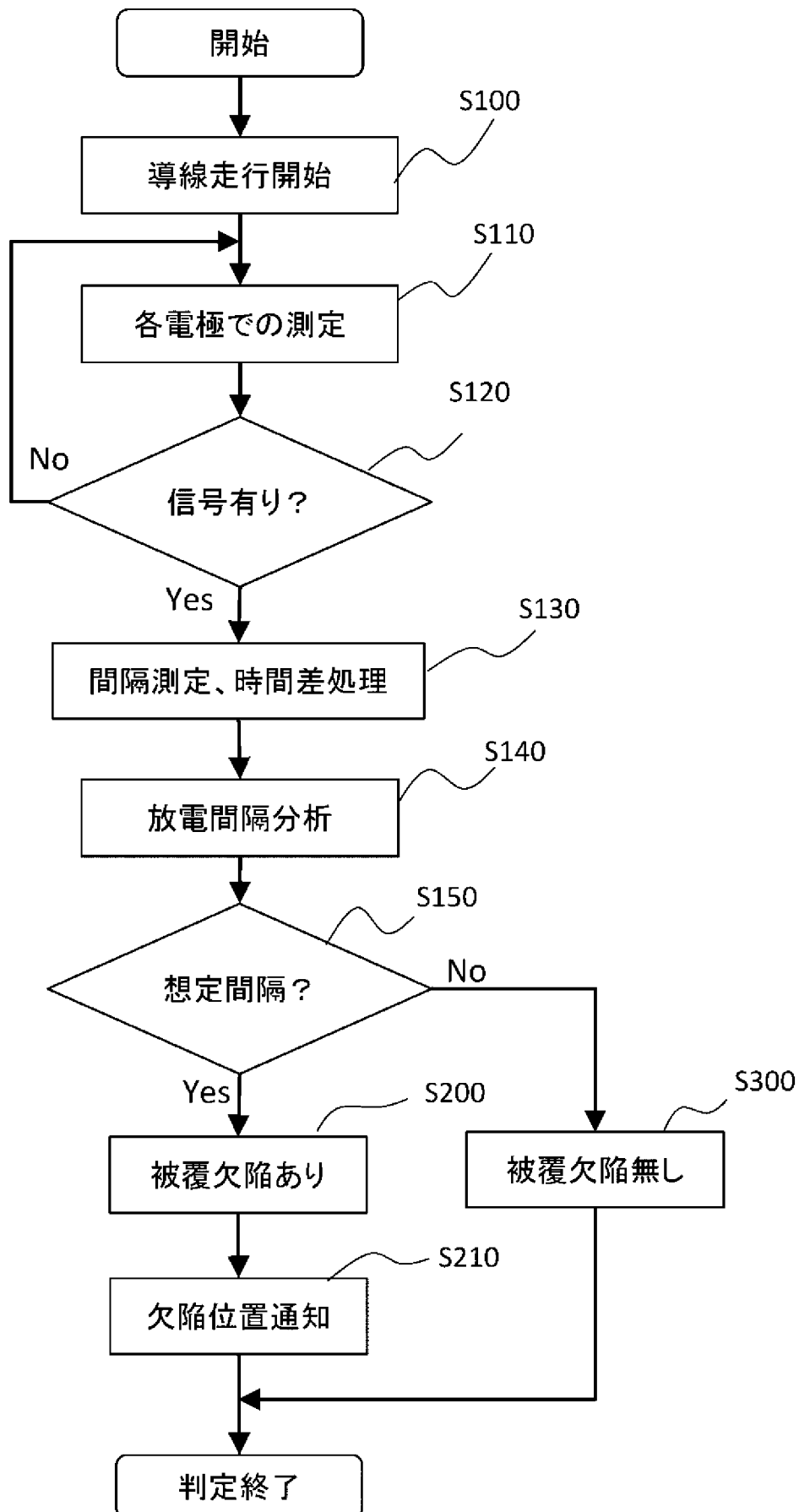


図8B



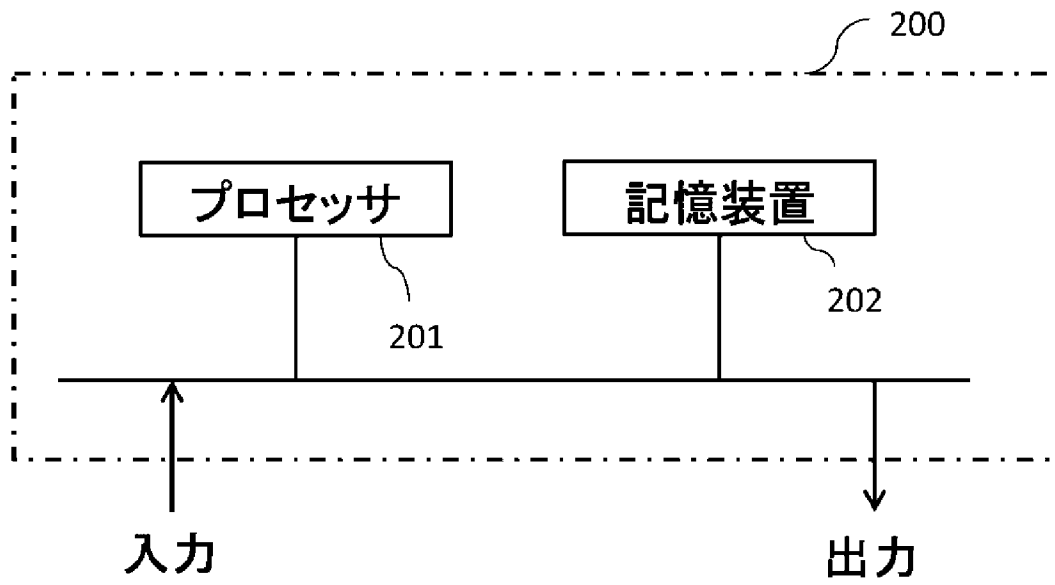
[図9]

図9



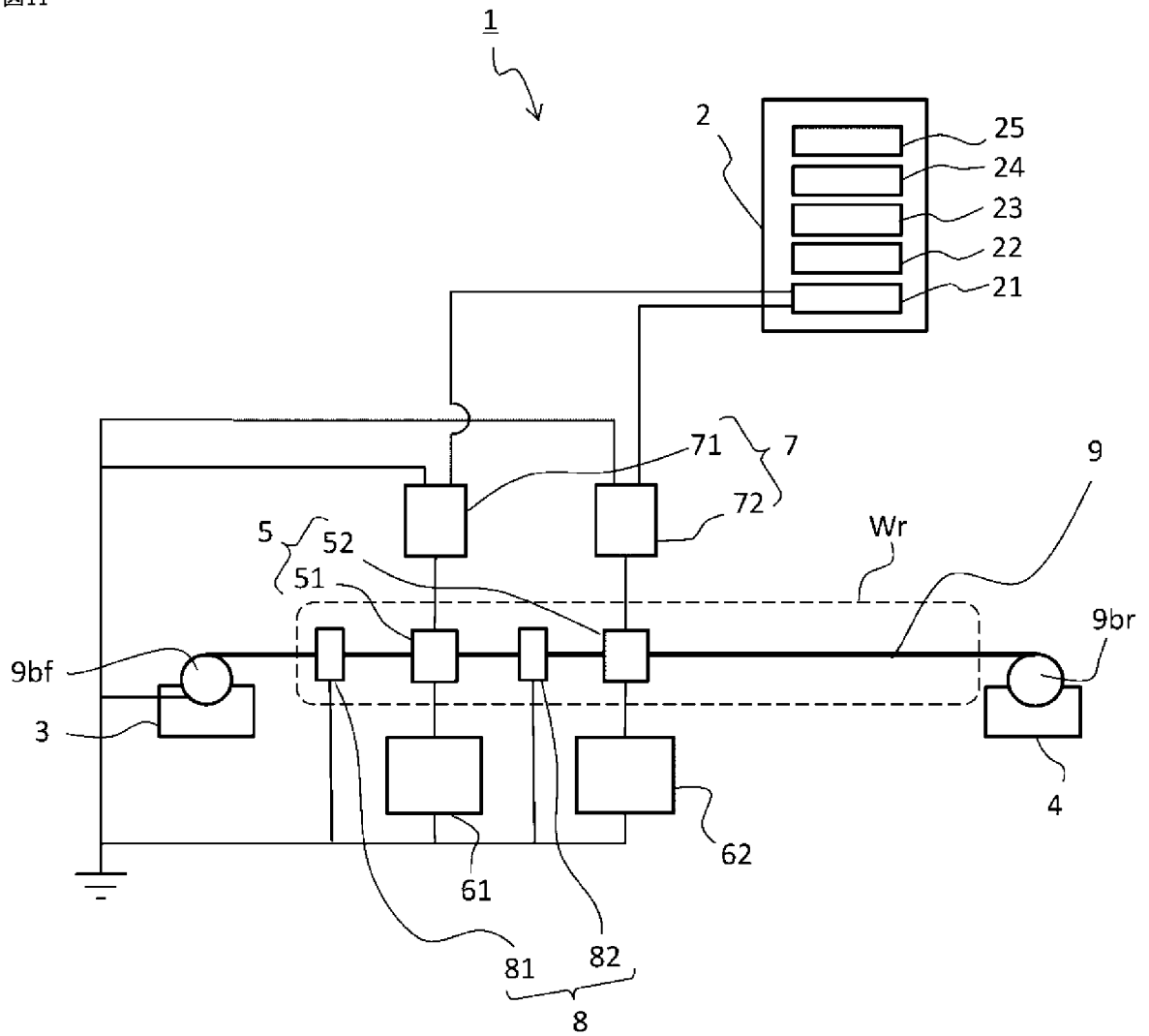
[図10]

図10



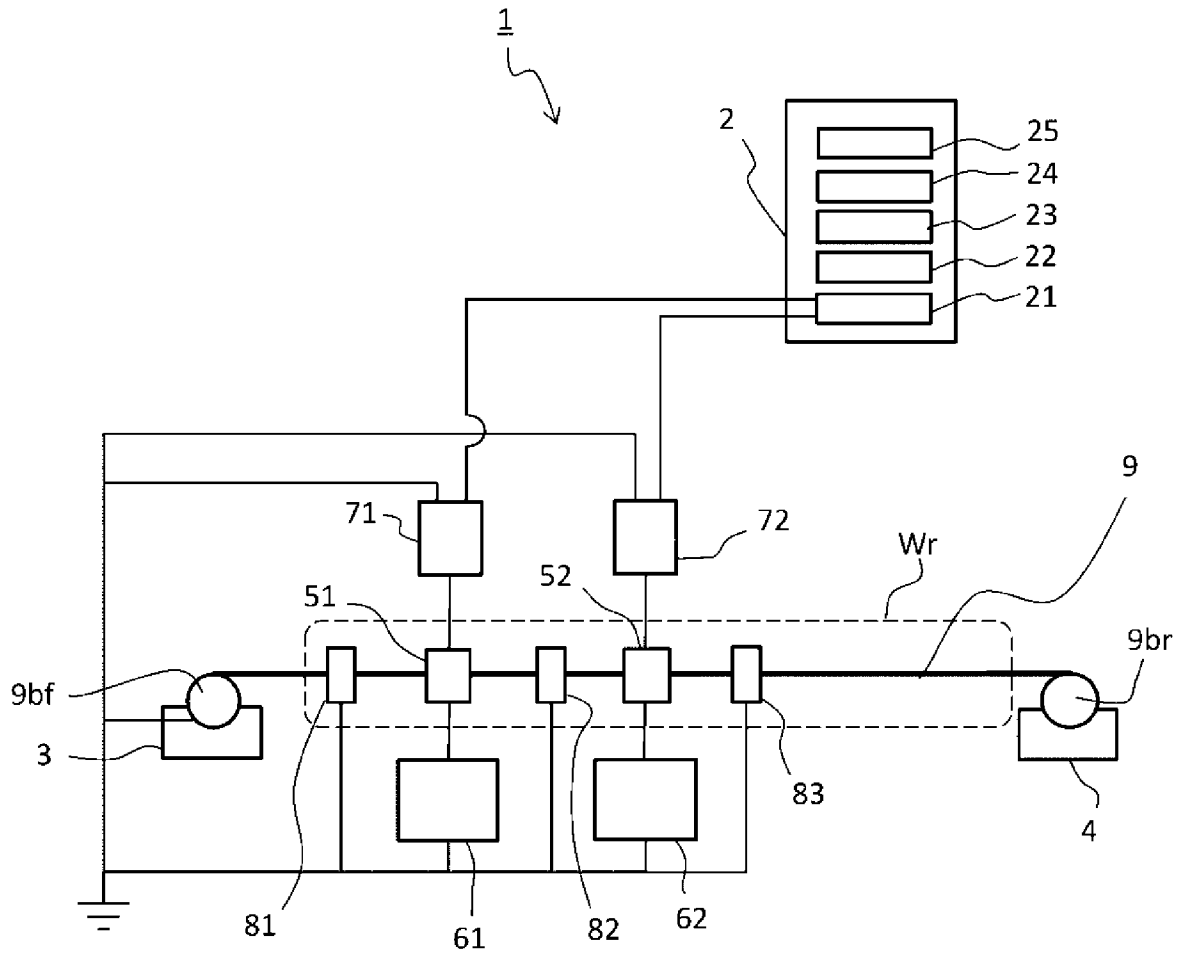
[図11]

図11



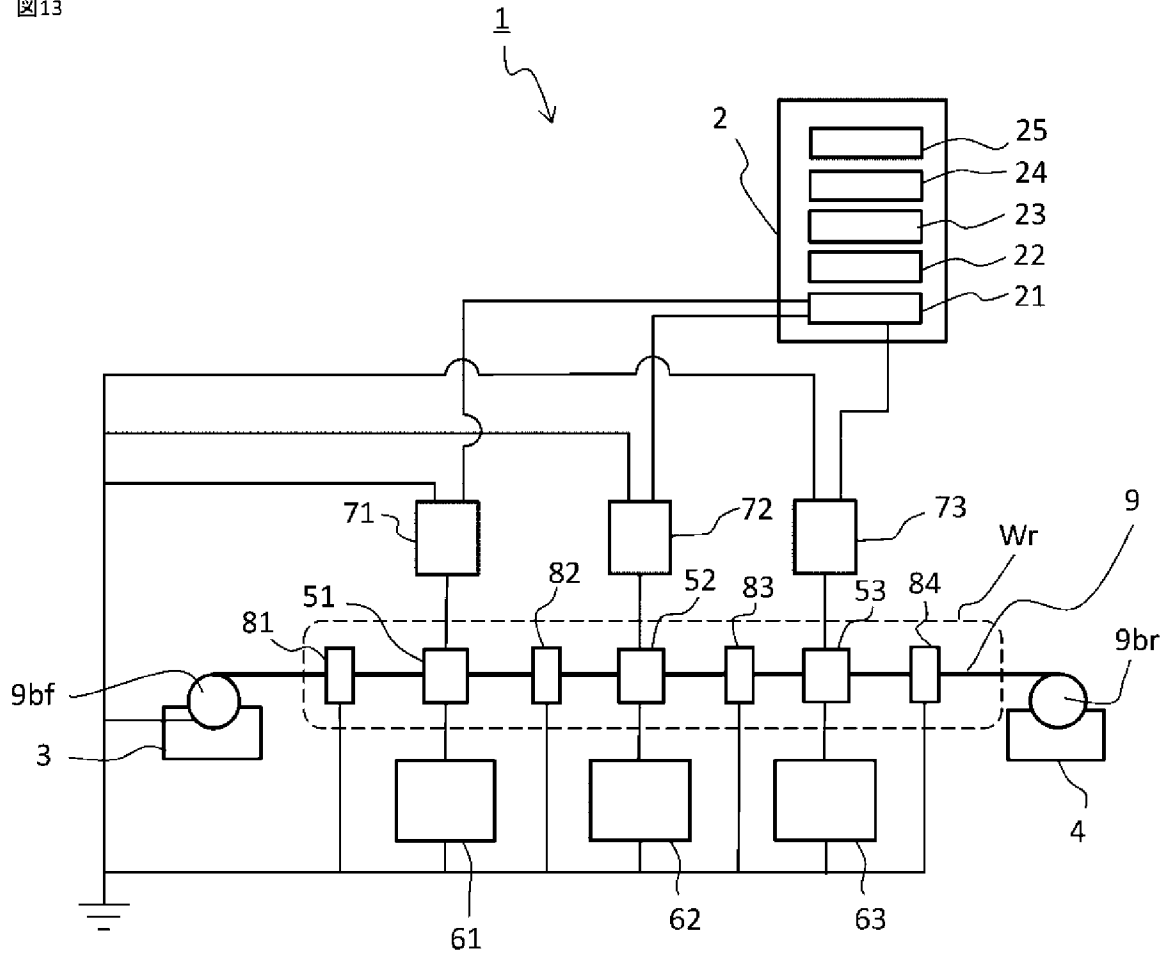
[図12]

図12



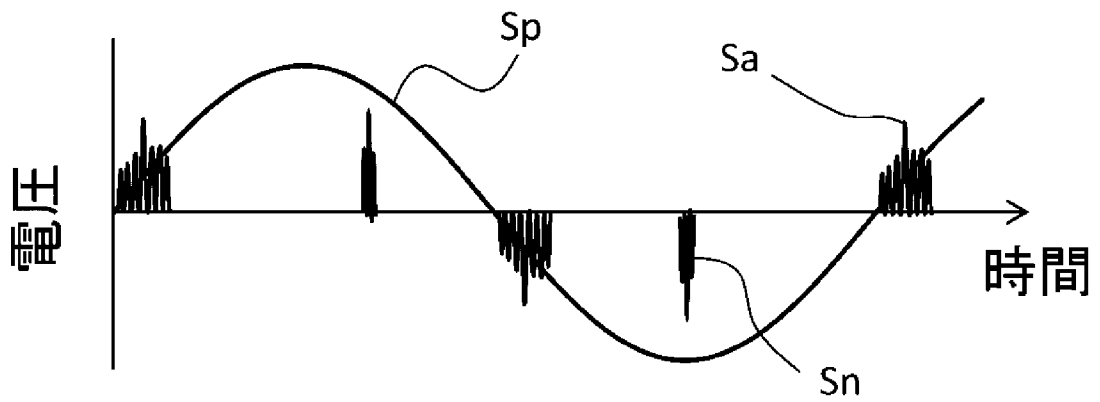
[図13]

図13



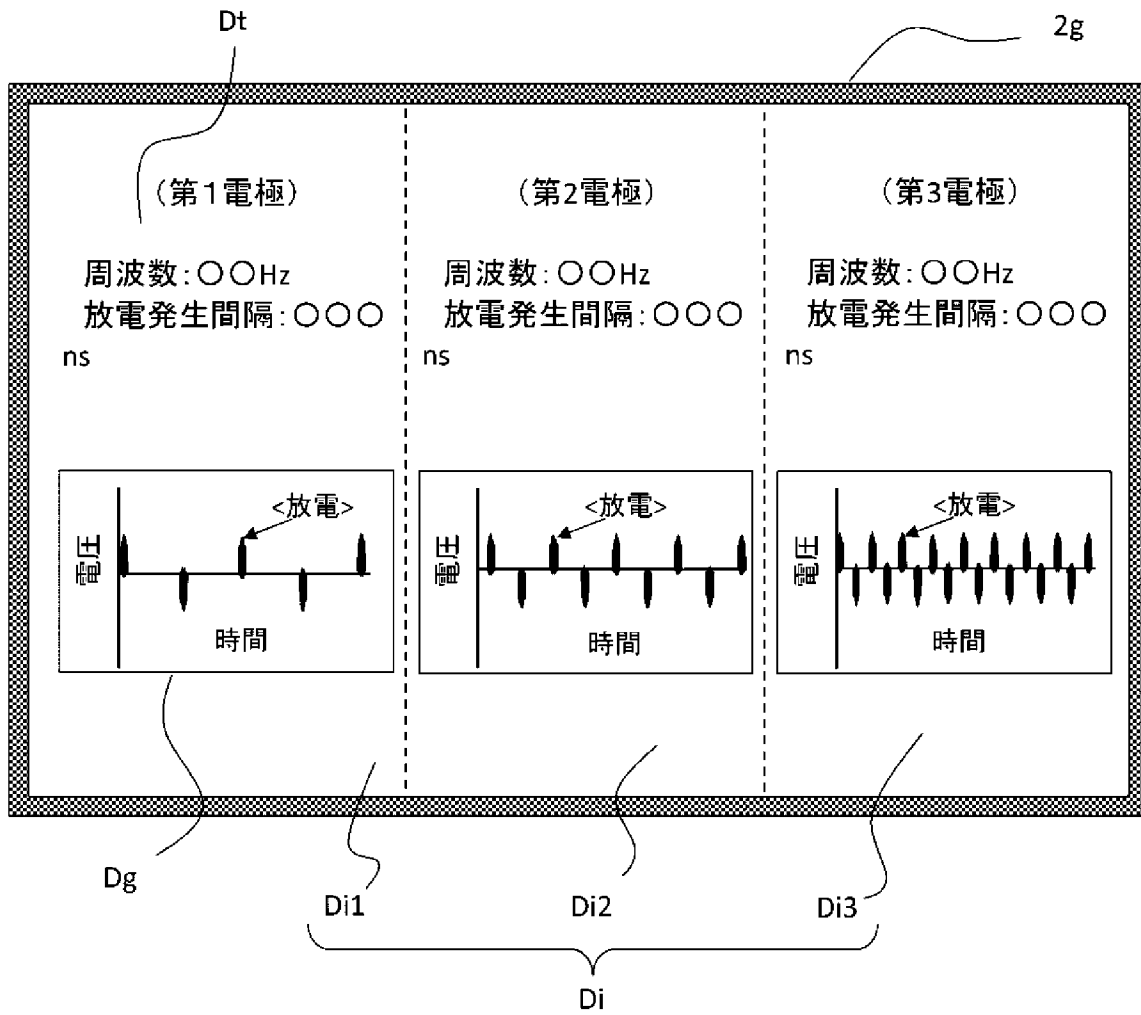
[図14]

図14



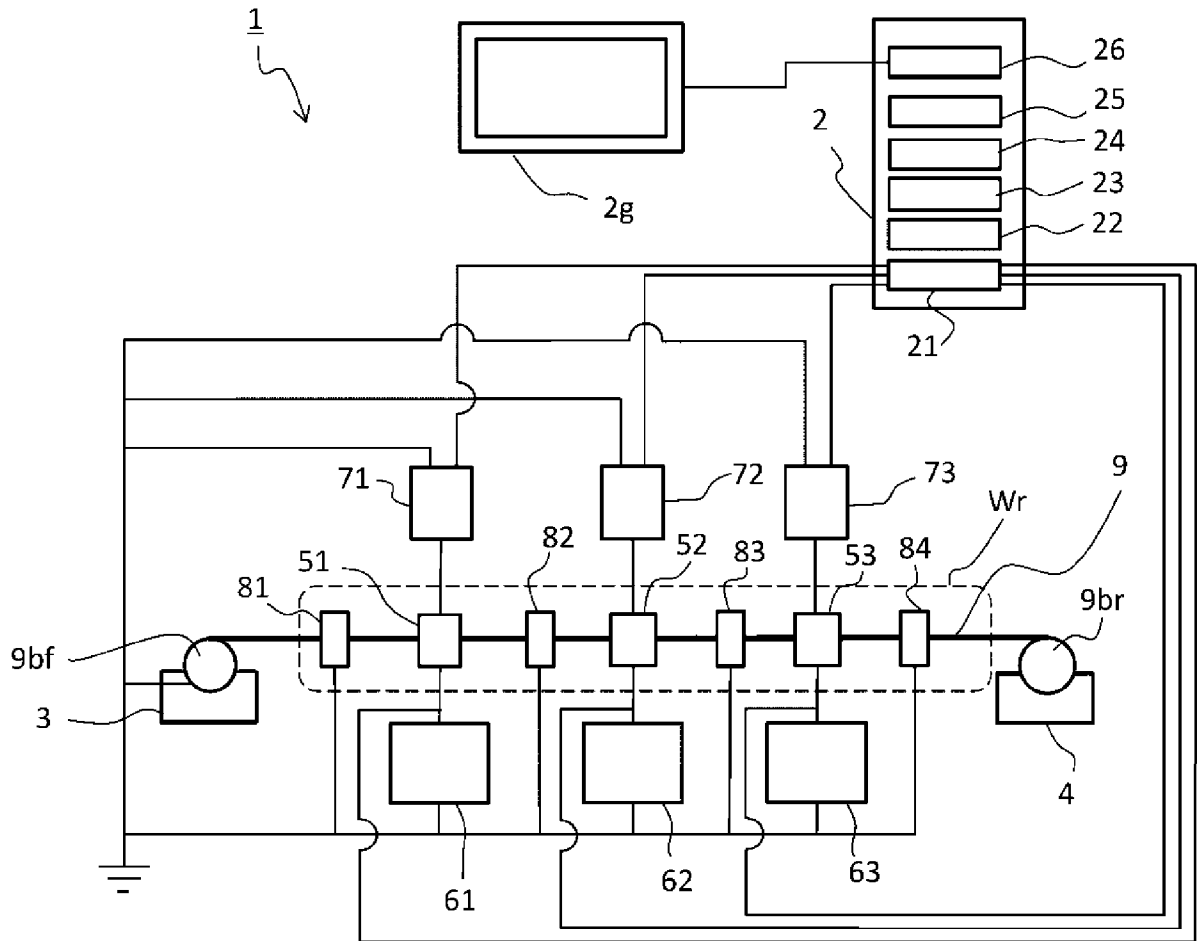
[図16]

図16



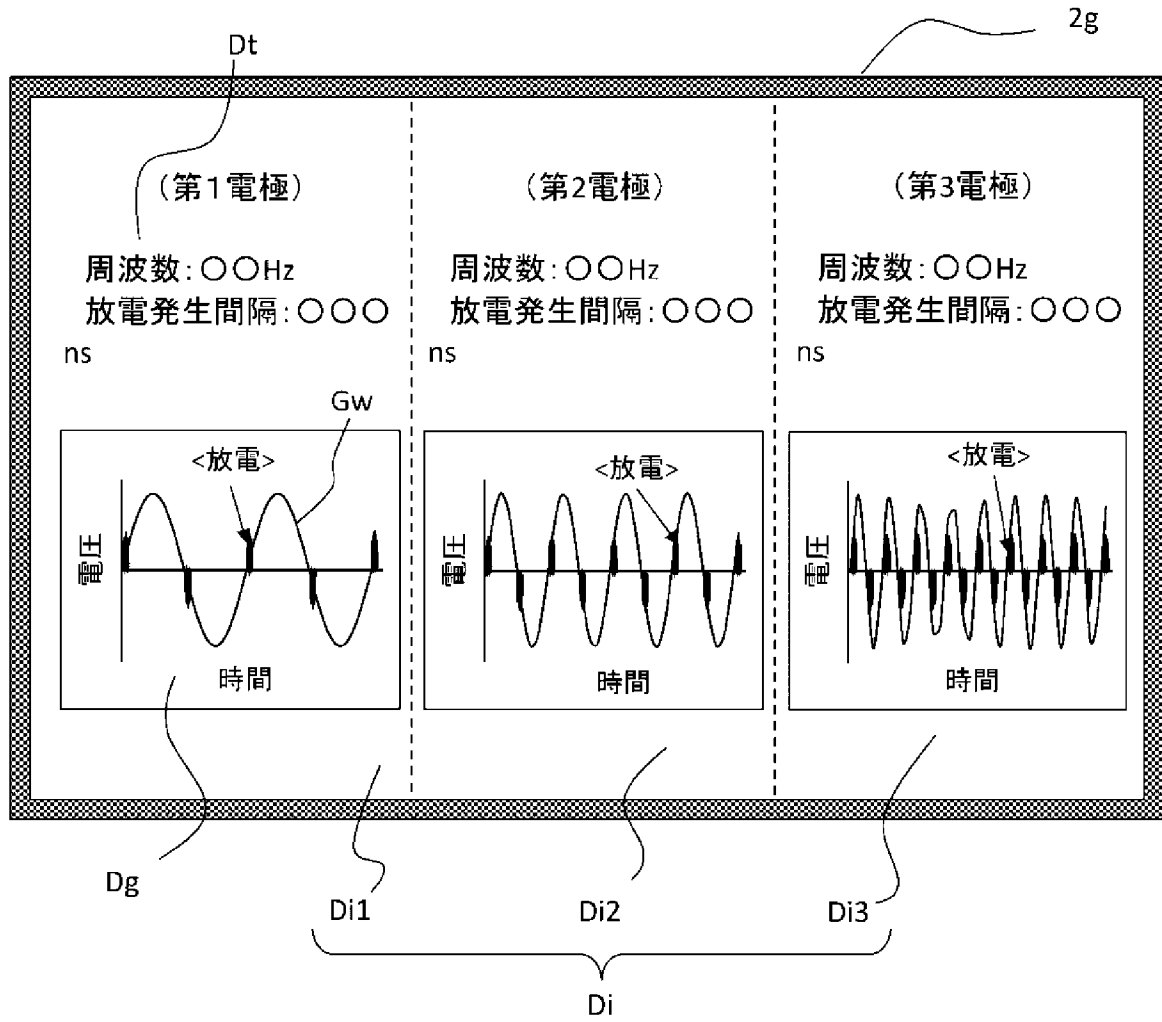
[図17]

図17



[図18]

図18



[図19]

図19

図19A

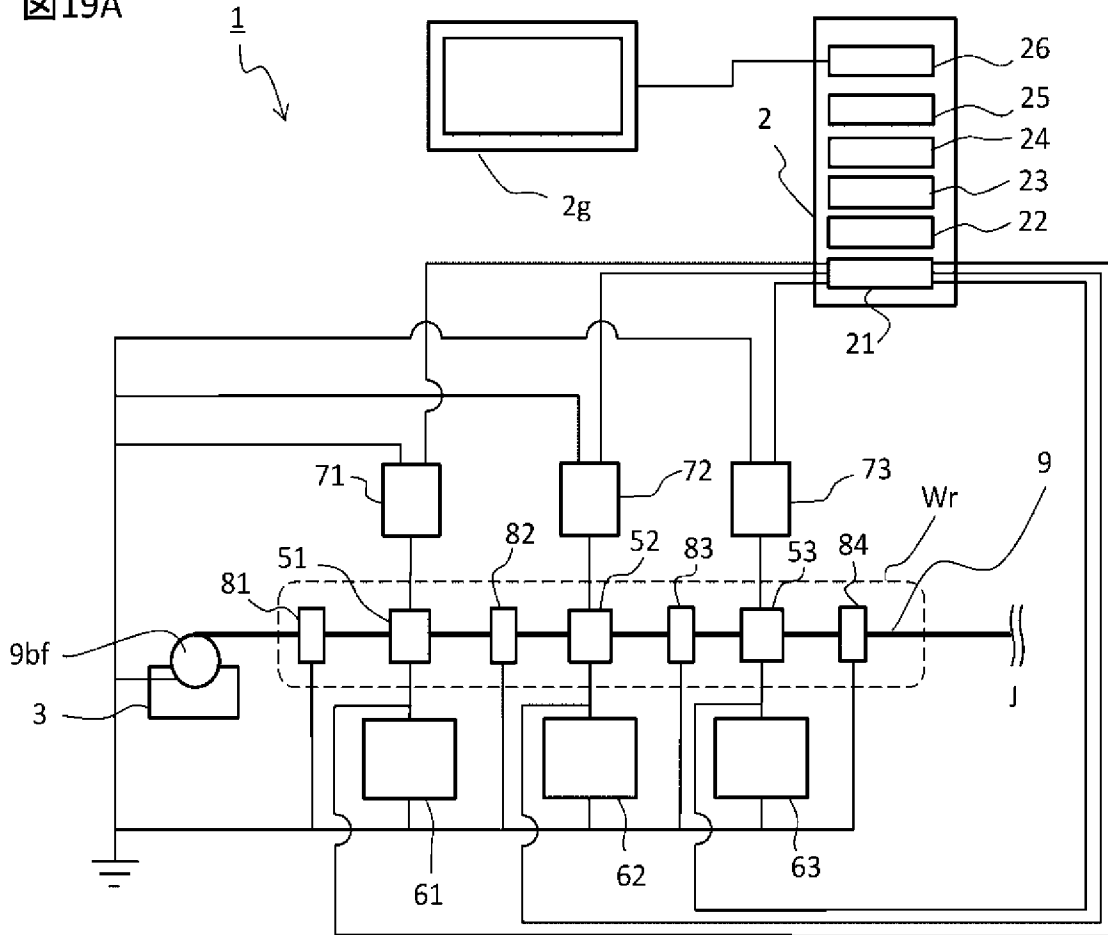
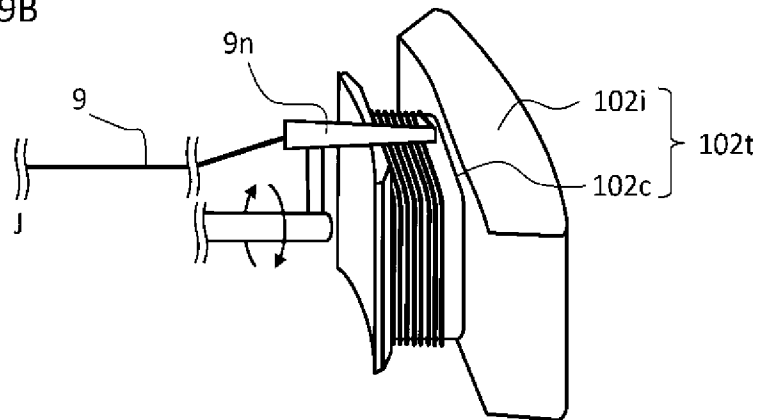
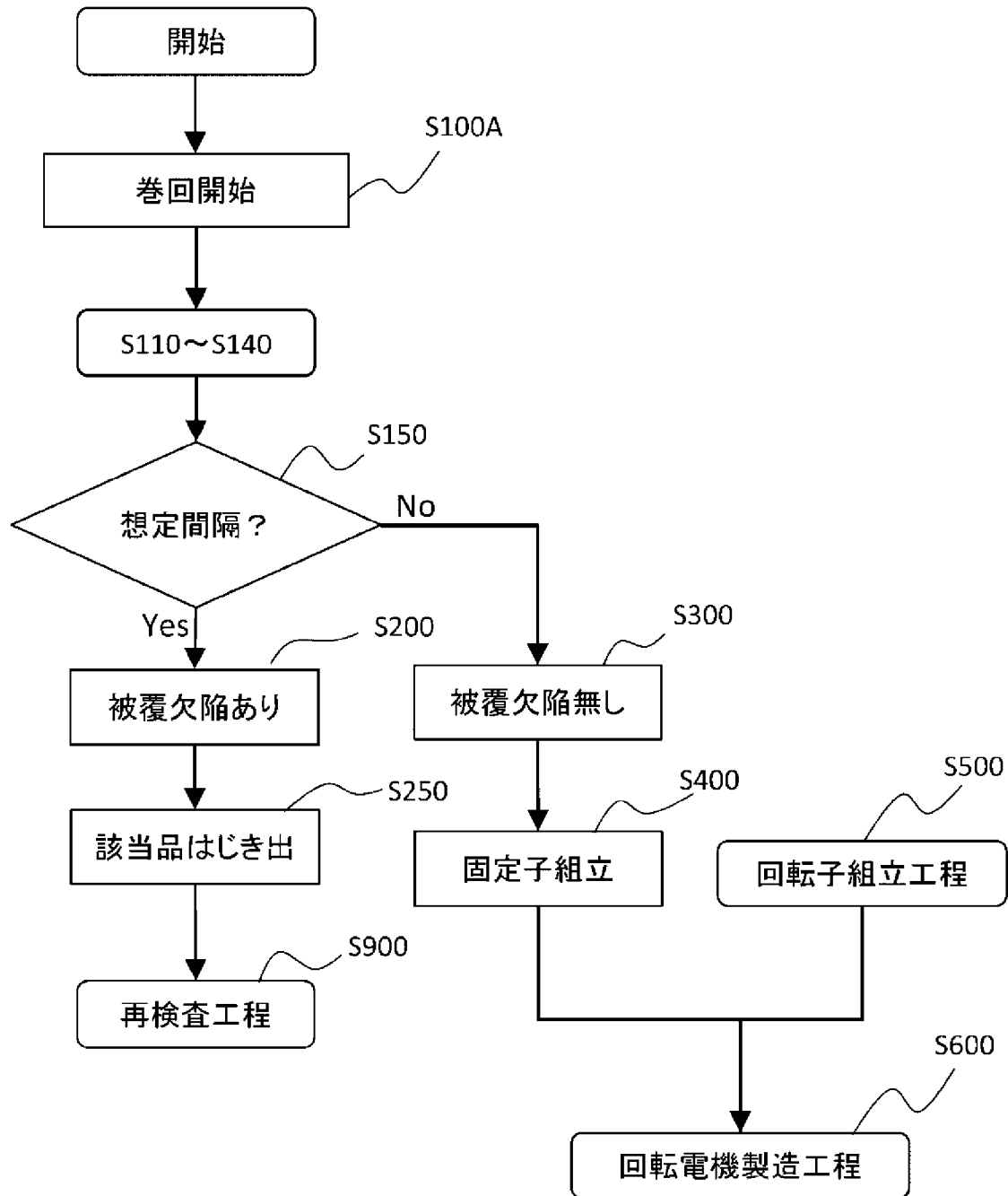


図19B



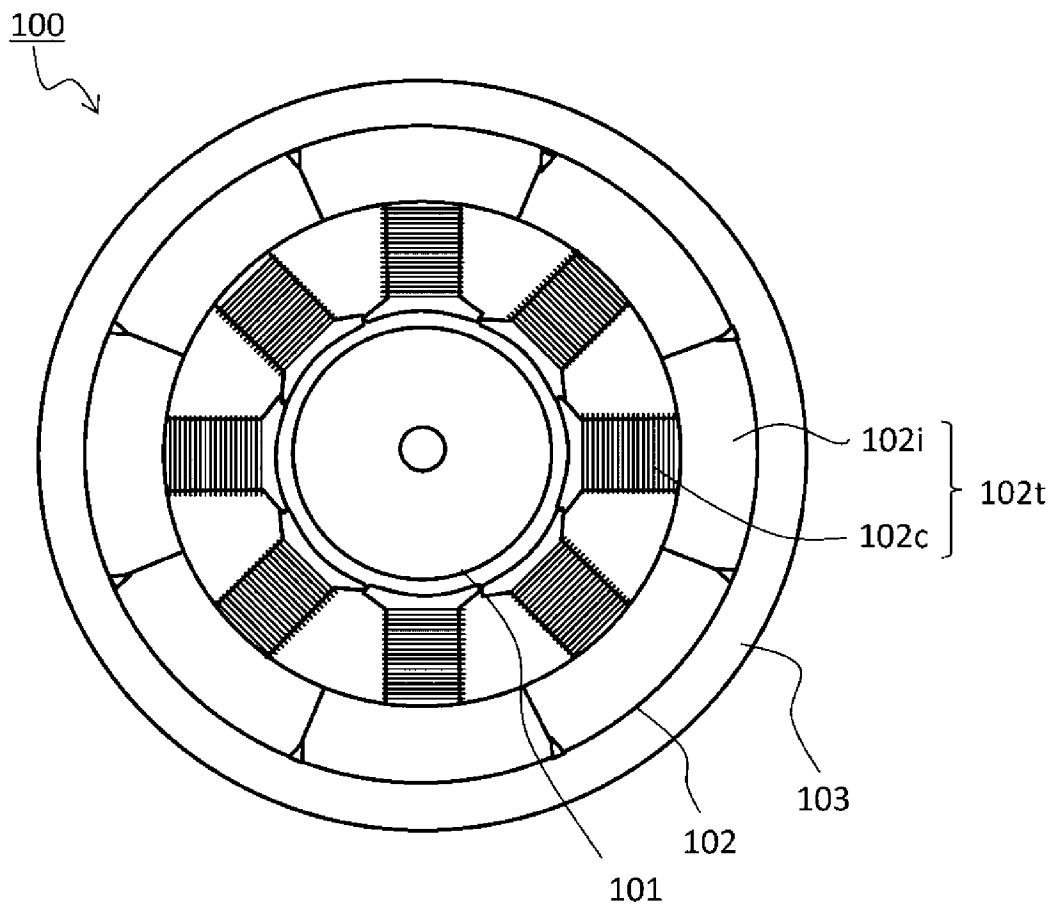
[図20]

図20



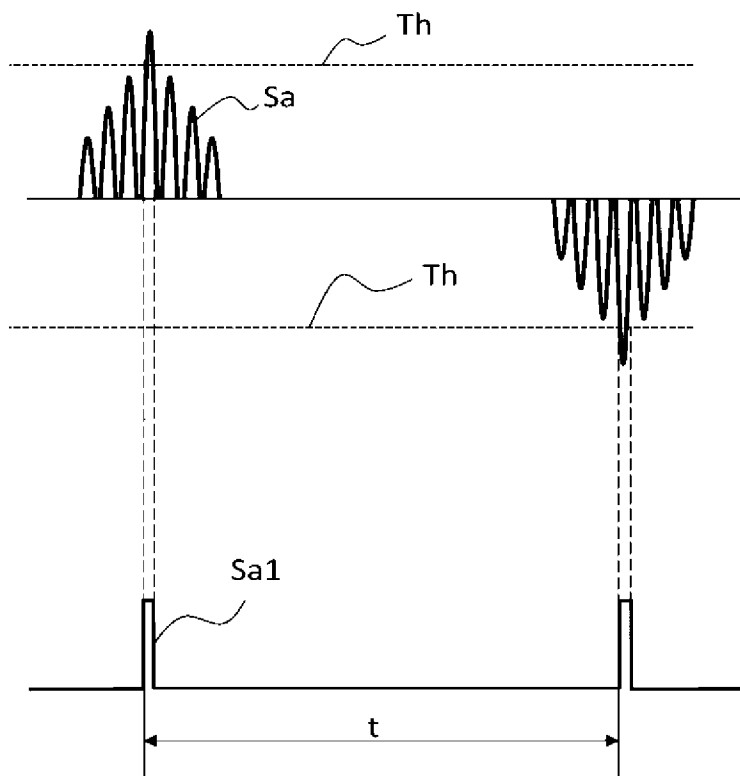
[図21]

図21



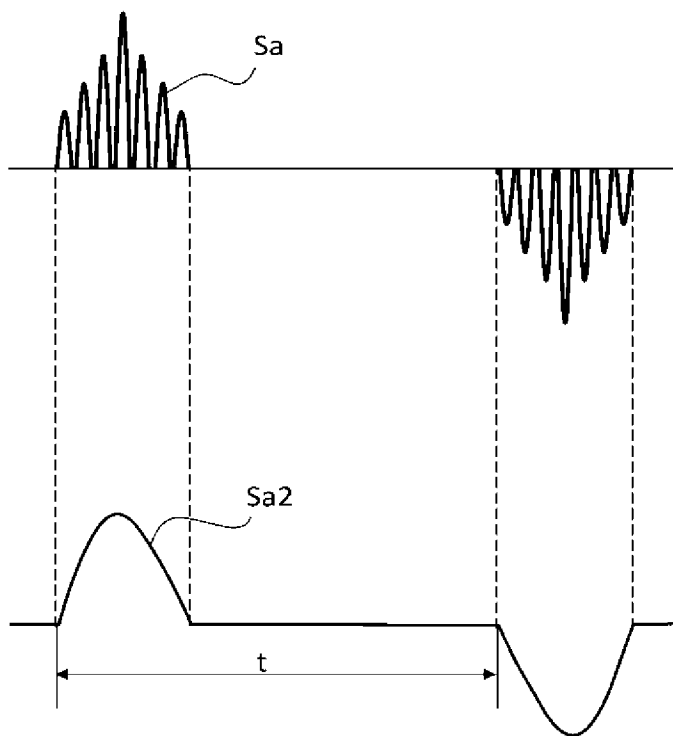
[図22]

図22



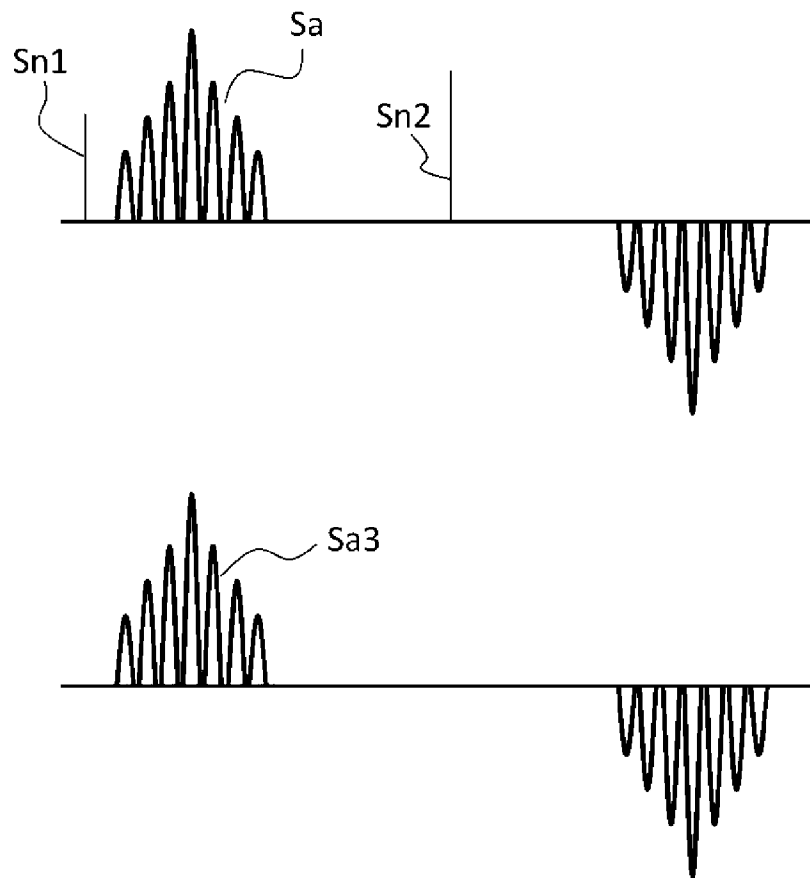
[図23]

図23



[図24]

図24



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2021/046992

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
<i>H01B 13/00</i> (2006.01)i; <i>G01R 31/12</i> (2020.01)i FI: G01R31/12 B; H01B13/00 C		
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) H01B13/00; G01R31/12		
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 1971-2022 Registered utility model specifications of Japan 1996-2022 Published registered utility model applications of Japan 1994-2022		
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.
Y A	JP 2016-180629 A (HITACHI METALS, LTD) 13 October 2016 (2016-10-13) paragraphs [0016]-[0049], fig. 1-3	1, 3-9, 11-16 2, 10
Y	JP 2020-142204 A (JFE ADVANTECH CO LTD) 10 September 2020 (2020-09-10) paragraph [0039]	1, 3-9, 11-16
Y	JP 2018-151345 A (MEIDENSHA ELECTRIC MFG CO LTD) 27 September 2018 (2018-09-27) paragraphs [0023]-[0026]	1, 3-9, 11-16
Y	JP 2020-3277 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP) 09 January 2020 (2020-01-09) paragraphs [0040], [0041]	1, 3-9, 11-16
Y	JP 47-30836 Y1 (FURUKAWA ELECTRIC CO., LTD.) 14 September 1972 (1972-09-14) column 1, "Detailed descriptions of the invention", lines 1-12, fig. 1	4
Y	JP 6-74997 A (HITACHI CABLE LTD) 18 March 1994 (1994-03-18) paragraph [0019], fig. 2	6, 8, 13, 15
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> 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 09 February 2022		Date of mailing of the international search report 01 March 2022
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

International application No.

PCT/JP2021/046992

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2012-207937 A (TOSHIBA CORP) 25 October 2012 (2012-10-25) paragraph [0058]	7, 14
Y	JP 2018-169381 A (SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES) 01 November 2018 (2018-11-01) paragraph [0021], [0048]	16
Y	JP 50-30272 B1 (FURUKAWA ELECTRIC CO., LTD.) 30 September 1975 (1975-09-30) column 2, line 28 to column 6, line 5, fig. 1-3	16
A	JP 63-233381 A (HITACHI CABLE LTD) 29 September 1988 (1988-09-29) entire text, all drawings	2,10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No. PCT/JP2021/046992

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP 2016-180629 A	13 October 2016	US 2016/0282403 A1 paragraphs [0024]-[0059], fig. 1-3	
JP 2020-142204 A	10 September 2020	(Family: none)	
JP 2018-151345 A	27 September 2018	(Family: none)	
JP 2020-3277 A	09 January 2020	(Family: none)	
JP 47-30836 Y1	14 September 1972	(Family: none)	
JP 6-74997 A	18 March 1994	(Family: none)	
JP 2012-207937 A	25 October 2012	(Family: none)	
JP 2018-169381 A	01 November 2018	(Family: none)	
JP 50-30272 B1	30 September 1975	(Family: none)	
JP 63-233381 A	29 September 1988	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H01B 13/00(2006.01)i; G01R 31/12(2020.01)i FI: G01R31/12 B; H01B13/00 C		
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）） H01B13/00; G01R31/12 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 - 2022年 日本国実用新案登録公報 1996 - 2022年 日本国登録実用新案公報 1994 - 2022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
Y A	JP 2016-180629 A（日立金属株式会社）13.10.2016（2016 - 10 - 13） 段落0016-0049, 第1-3図	1, 3-9, 11-16 2, 10
Y	JP 2020-142204 A（JFEアドバンテック株式会社）10.09.2020（2020 - 09 - 10） 段落0039	1, 3-9, 11-16
Y	JP 2018-151345 A（株式会社明電舎）27.09.2018（2018 - 09 - 27） 段落0023-0026	1, 3-9, 11-16
Y	JP 2020-3277 A（三菱電機株式会社）09.01.2020（2020 - 01 - 09） 段落0040, 0041	1, 3-9, 11-16
Y	JP 47-30836 Y1（古河電気工業株式会社）14.09.1972（1972 - 09 - 14） 第1コラム「考案の詳細な説明」の第1行目～第12行目、第1図	4
Y	JP 6-74997 A（日立電線株式会社）18.03.1994（1994 - 03 - 18） 段落0019, 第2図	6, 8, 13, 15
Y	JP 2012-207937 A（株式会社東芝）25.10.2012（2012 - 10 - 25） 段落0058	7, 14
<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 09.02.2022		国際調査報告の発送日 01.03.2022
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） 島田 保 2S 4004 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
Y	JP 2018-169381 A (住友電気工業株式会社) 01.11.2018 (2018 - 11 - 01) 段落0021, 0048	16
Y	JP 50-30272 B1 (古河電気工業株式会社) 30.09.1975 (1975 - 09 - 30) コラム2第28行目～コラム6第5行目、第1-3図	16
A	JP 63-233381 A (日立電線株式会社) 29.09.1988 (1988 - 09 - 29) 全文、全図	2, 10

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/JP2021/046992

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2016-180629 A	13.10.2016	US 2016/0282403 A1 段落0024-0059, 第1-3図	
JP 2020-142204 A	10.09.2020	(ファミリーなし)	
JP 2018-151345 A	27.09.2018	(ファミリーなし)	
JP 2020-3277 A	09.01.2020	(ファミリーなし)	
JP 47-30836 Y1	14.09.1972	(ファミリーなし)	
JP 6-74997 A	18.03.1994	(ファミリーなし)	
JP 2012-207937 A	25.10.2012	(ファミリーなし)	
JP 2018-169381 A	01.11.2018	(ファミリーなし)	
JP 50-30272 B1	30.09.1975	(ファミリーなし)	
JP 63-233381 A	29.09.1988	(ファミリーなし)	