

(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
2014 年 9 月 25 日(25.09.2014)



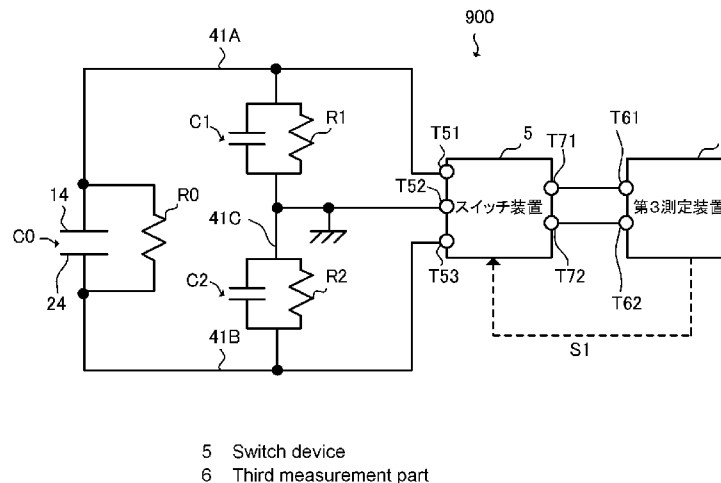
(10) 国際公開番号
WO 2014/147833 A1

- (51) 国際特許分類:
G01B 7/16 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/058378
- (22) 国際出願日: 2013 年 3 月 22 日(22.03.2013)
- (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: 中国電力株式会社 (THE CHUGOKU ELECTRIC POWER CO., INC.) [JP/JP]; 〒7308701 広島県広島市中区小町 4 番 3 3 号 Hiroshima (JP).
- (72) 発明者: 田中 誠 (TANAKA, Makoto); 〒7308701 広島県広島市中区小町 4 番 3 3 号 中国電力株式会社内 Hiroshima (JP). 石丸 秀雄 (ISHIMARU, Hideo); 〒7308701 広島県広島市中区小町 4 番 3 3 号 中国電力株式会社内 Hiroshima (JP).
- (74) 代理人: 一色国際特許業務法人 (ISSHIKI & CO.); 〒1050004 東京都港区新橋 2 丁目 1 2 番 7 号 労金新橋ビル 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, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, 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, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, 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, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[続葉有]

(54) Title: STRAIN MEASUREMENT DEVICE, CAPACITANCE MEASUREMENT DEVICE, STRAIN MEASUREMENT METHOD, AND CAPACITANCE MEASUREMENT METHOD

(54) 発明の名称: 歪測定装置、静電容量測定装置、歪測定方法、静電容量測定方法



5 Switch device
6 Third measurement part

(57) Abstract: This device is provided with: a first electrode body attached to an object being measured and having a cylindrical electrode isolated with respect to ground; a second electrode body attached to the object being measured and having a rod-shaped electrode isolated with respect to the ground and inserted inside the cylindrical electrode; a first measurement part connecting the cylindrical electrode and the ground, for measuring capacitance between the cylindrical electrode and the rod-shaped electrode; a second measurement part connecting the rod-shaped electrode and the ground, for measuring capacitance between the cylindrical electrode and the rod-shaped electrode; a third measurement part connecting the cylindrical electrode and the rod-shaped electrode, for measuring capacitance between the cylindrical electrode and the ground; and a fourth measurement part for calculating the capacitance between the cylindrical electrode and the rod-shaped electrode, which value is determined by the length of the section of the rod-shaped electrode inserted into the cylindrical electrode, doing so on the basis of the results of measurement by the first to third measurement parts, and measuring the amount of strain in the object being measured, in the direction of insertion of the rod-shaped electrode.

(57) 要約:

[続葉有]



WO 2014/147833 A1



添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

アースとの間が遮断されている筒状電極を有し、被測定物に取り付けられる第 1 電極体と、前記アースとの間が遮断されており前記筒状電極の内部に挿入される棒状電極を有し、前記被測定物に取り付けられる第 2 電極体と、前記筒状電極と前記アースとを接続し、前記筒状電極と前記棒状電極との間の静電容量を測定する第 1 測定部と、前記棒状電極と前記アースとを接続し、前記筒状電極と前記棒状電極との間の静電容量を測定する第 2 測定部と、前記筒状電極と前記棒状電極とを接続し、前記筒状電極と前記アースとの間の静電容量を測定する第 3 測定部と、前記棒状電極の前記筒状電極に挿入されている部分の長さに応じて定まる前記筒状電極と前記棒状電極との間の静電容量の値を、前記第 1 乃至第 3 測定部の測定結果に基づいて算出し、前記被測定物における前記棒状電極が挿入される方向の歪量を測定する第 4 測定部と、を備える。

明 細 書

発明の名称：

歪測定装置、静電容量測定装置、歪測定方法、静電容量測定方法

技術分野

[0001] 本発明は、歪測定装置、静電容量測定装置、歪測定方法、静電容量測定方法に関する。

背景技術

[0002] 例えば、筒状電極と棒状電極との間の静電容量の値に基づいて被測定物の歪量を測定する歪測定装置が知られている（例えば特許文献１）。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献１：特開２０１２－２０２９５３号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 例えば、特許文献１の歪測定装置においては、筒状電極とアースとの間の静電容量、棒状電極とアースとの間の静電容量に基づいて、筒状電極と棒状電極との間の静電容量の測定精度が低下することがある。このため、歪測定装置による被測定物の歪量の測定精度が低下する虞がある。

課題を解決するための手段

[0005] 前述した課題を解決する主たる本発明は、アースとの間が遮断されている筒状電極を有し、被測定物に取り付けられる第１電極体と、前記アースとの間が遮断されており前記筒状電極の内部に挿入される棒状電極を有し、前記被測定物に取り付けられる第２電極体と、前記筒状電極と前記アースとを接続し、前記筒状電極と前記棒状電極との間の静電容量を測定する第１測定部と、前記棒状電極と前記アースとを接続し、前記筒状電極と前記棒状電極との間の静電容量を測定する第２測定部と、前記筒状電極と前記棒状電極とを

接続し、前記筒状電極と前記アースとの間の静電容量を測定する第3測定部と、前記棒状電極の前記筒状電極に挿入されている部分の長さに応じて定まる前記筒状電極と前記棒状電極との間の静電容量の値を、前記第1乃至第3測定部の測定結果に基づいて算出し、前記被測定物における前記棒状電極が挿入される方向の歪量を測定する第4測定部と、を備えたことを特徴とする歪測定装置である。

[0006] 本発明の他の特徴については、添付図面及び本明細書の記載により明らかとなる。

発明の効果

[0007] 本発明によれば、被測定物における歪量の測定精度を向上させることができる。

図面の簡単な説明

[0008] [図1]本発明の実施形態における歪測定装置の一部を示す斜視図である。

[図2]本発明の実施形態における歪測定装置の一部を示す断面図である。

[図3]本発明の実施形態における第1電極及び第2電極を示す斜視図である。

[図4]本発明の実施形態における歪測定装置の等価回路を示す回路図である。

[図5]本発明の実施形態における第3測定装置の機能を示すブロック図である

[図6]本発明の実施形態におけるスイッチ装置の端子の接続状態に対する第3測定装置の測定結果を示す図である。

[図7]本発明の実施形態における第3測定装置の動作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

[0009] 本明細書および添付図面の記載により、少なくとも以下の事項が明らかとなる。

[0010] ===歪測定装置===

以下、図1を参照して、本実施形態における歪測定装置について説明する。図1は、本実施形態における歪測定装置の一部を示す斜視図である。尚、図1においては、説明の便宜上、測定ケーブル4A、4B（図2）は省略さ

れている。

[0011] 歪測定装置 900 は、例えば火力発電所に設けられた、ボイラ、タービン、配管等々の歪量を測定するための装置である。歪測定装置 900 は、例えば、配管 400（被測定物）の歪量を測定するための装置である。尚、配管 400 は、火力発電所に設けられ、例えば 600℃以上の比較的高温となっている金属製の配管である。配管 400 は、配管 400 の長手方向（X 軸）において第 1 配管 401 及び第 2 配管 402 が溶接されて形成される。配管 400 においては、第 1 配管 401 及び第 2 配管 402 の溶接部分である測定対象部分 403 が、例えば、クリープ等による経年劣化により歪むことがある。

[0012] 歪測定装置 900 は、第 1 測定装置 100（第 1 電極体）、第 2 測定装置 200（第 2 電極体）、スイッチ装置 5（図 4）、第 3 測定装置 6 を有する。尚、スイッチ装置 5、第 3 測定装置 6 が、第 1 測定部、第 2 測定部、第 3 測定部に相当する。第 3 測定装置 6 が、第 4 測定部、演算部に相当する。歪測定装置 900 における第 1 測定装置 100 及び第 2 測定装置 200 以外の構成が静電容量測定装置に相当する。尚、本実施形態において、Z 軸は、第 1 測定装置 100 及び第 2 測定装置 200 が立設する高さ方向（垂直方向）に沿う軸であり、+Z は、配管 400 から第 1 測定装置 100 及び第 2 測定装置 200 に向かう上方向（垂直方向において配管 400 から離れる方向）を示し、-Z は、第 1 測定装置 100 及び第 2 測定装置 200 から配管 400 に向かう下方向（垂直方向において配管 400 に近づく方向）を示すものとする。又、X 軸は、第 1 測定装置 100 及び第 2 測定装置 200 が隣接する方向に沿う軸であり、+X は、第 1 測定装置 100 から第 2 測定装置 200 に向かう方向を示し、-X は、第 2 測定装置 200 から第 1 測定装置 100 に向かう方向を示すものとする。又、Y 軸は、X 軸及び Z 軸に対して直交する軸であり、+Y は、第 1 測定装置 100 における一方の側面から他方の側面に向かう方向を示し、-Y は、第 1 測定装置 100 における他方の側面から一方の側面に向かう方向を示すものとする。

[0013] 第1測定装置100及び第2測定装置200は、金属製の配管400における測定対象部分403の歪量を測定する際に、配管400の長手方向（X軸）において、測定対象部分403の両側に設けられる装置である。第1測定装置100及び第2測定装置200は、測定対象部分403における当該配管400の長手方向の歪量を測定するためのセンサとして機能する。尚、第1測定装置100、第2測定装置200については、後述する。

[0014] スイッチ装置5及び第3測定装置6は、第1測定装置100の第1電極14（筒状電極）（図4）及び第2測定装置200の第2電極24（棒状電極）によって形成されるコンデンサC0の静電容量を測定し、当該測定結果に基づいて配管400の歪量を測定する装置である。尚、スイッチ装置5及び第3測定装置6については、後述する。

[0015] ===第1測定装置、第2測定装置===

以下、図2及び図3を参照して、本実施形態における第1測定装置及び第2測定装置について説明する。図2は、本実施形態における歪測定装置の一部を示す断面図である。尚、図2は、図1における第1測定装置100の略中央を通るXZ平面から+Y方向へ向かって見た状態の、第1測定装置100及び第2測定装置200を示している。図3は、本実施形態における第1電極及び第2電極を示す斜視図である。尚、第1電極14の内部は、見えないう状態となっているが、説明の便宜上、点線で示されている。

[0016] =第1測定装置=

第1測定装置100は、第1配管401に対して例えば溶接されて固定される。第1測定装置100は、筐体11（第1ケース）、脚12（第1脚）、固定部材13（第1支持部材）、第1電極14を有する。

[0017] 筐体11は、第1電極14を収容した状態で当該第1電極14を保持するための例えば金属製の筐体である。筐体11の外形は、例えば、略矩形柱形状を呈する。筐体11は、内部に第1電極14を収容できるように、中空構造を呈する。筐体11の内径は、筐体11の内部に第1電極14を収容できるように、第1電極14の外径よりも大きくされている。筐体11は、金属

製の脚 1 2 を介して第 1 配管 4 0 1 に溶接される。尚、脚 1 2 は、第 1 配管 4 0 1 と筐体 1 1 との間において筐体 1 1 から第 1 配管 4 0 1 に向かって突出し、第 1 配管 4 0 1 に固定されている。

[0018] 固定部材 1 3 は、筐体 1 1 の内部に第 1 電極 1 4 を固定するための例えばセラミックス等の絶縁性の部材である。固定部材 1 3 は、筐体 1 1 の内部において第 1 電極 1 4 が筐体 1 1 と接触しないように、第 1 電極 1 4 を支持している。つまり、第 1 電極 1 4 とアースとの間は遮断されている。

[0019] 第 1 電極 1 4 は、第 2 電極 2 4 と共にコンデンサ C 0 (図 4) を形成するための金属製の部材である。つまり、第 1 電極 1 4 は、コンデンサ C 0 における 2 個の電極のうち的一方の電極として機能する。第 1 電極 1 4 は、配管 4 0 0 の長手方向 (X 軸) に沿って棒状に延びている。第 1 電極 1 4 の外形は、例えば長尺状の円柱形状を呈する。第 1 電極 1 4 は、内部に第 2 電極 2 4 を進退自在に挿入できるように挿入孔 1 4 A が設けられており、中空構造を呈する。つまり、第 1 電極 1 4 は、筒形状を呈している。第 1 電極 1 4 の内部は、配管 4 0 0 の長手方向における第 1 測定装置 1 0 0 と第 2 測定装置 2 0 0 との間の距離 G 1 に対するコンデンサ C 0 の静電容量の値が当該距離 G 1 の値に応じて変化するように、例えば円柱形状とされている。

[0020] = 第 2 測定装置 =

第 2 測定装置 2 0 0 は、第 2 配管 4 0 2 に対して例えば溶接されて固定される。第 2 測定装置 2 0 0 は、筐体 2 1 (第 2 ケース)、脚 2 2 (第 2 脚)、固定部材 2 3 (第 2 支持部材)、第 2 電極 2 4 を有する。

[0021] 筐体 2 1 は、第 2 電極 2 4 を収容した状態で当該第 2 電極 2 4 を保持するための例えば金属製の筐体である。筐体 2 1 の外形は、例えば、略矩形柱形状を呈する。筐体 2 1 は、内部に第 2 電極 2 4 を収容できるように、中空構造を呈する。筐体 2 1 の内径は、筐体 2 1 の内部に第 2 電極 2 4 を収容できるように、第 2 電極 2 4 の外径よりも大きくされている。筐体 2 1 は、金属製の脚 2 2 を介して第 2 配管 4 0 2 に溶接される。尚、脚 2 2 は、第 2 配管 4 0 2 と筐体 2 1 との間において筐体 2 1 から第 2 配管 4 0 2 に向かって突

出し、第2配管402に固定されている。

[0022] 固定部材23は、筐体21の内部に第2電極24を固定するための例えばセラミックス等の絶縁性の部材である。固定部材23は、筐体21の内部において第2電極24が筐体21と接触しないように、第2電極24を支持する。つまり、第2電極24とアースとの間は遮断されている。

[0023] 第2電極24は、第1電極14と共にコンデンサC0（図4）を形成するための金属製の部材である。つまり、第2電極24は、コンデンサC0における2個の電極のうちの他方の電極として機能する。第2電極24は、配管400の長手方向（X軸）に沿って棒状に延びている。第2電極24の外形は、例えば円柱形状を呈する。

[0024] 第2電極24の端部24Aは、第1電極14の挿入孔14Aに挿入される。尚、第2電極24は、第1電極14と接触しないように挿入孔14Aに挿入されることとする。このとき、第2電極24における第1電極14の内部に挿入されている端部24A（以下、「第2電極24の挿入部分」とも称する）の外面は、挿入孔14A内で第1電極14の内面と対向することとなる。そして、第2電極24の挿入部分がコンデンサC0の他方の電極として機能し、第2電極24の挿入部分と対向している第1電極14の一部（以下、「第1電極14の対向部分」とも称する）がコンデンサC0の一方の電極として機能することになる。そして、コンデンサC0の静電容量の値は、第2電極24の挿入部分の面積及び第1電極14の対向部分の面積に応じて定まることになる。つまり、コンデンサC0の静電容量の値は、配管400の長手方向における第1測定装置100と第2測定装置200との間の距離G1に応じて定まることになる。

[0025] ===コンデンサの静電容量===

以下、図2を参照して、本実施形態におけるコンデンサの静電容量について説明する。

[0026] 第1電極14及び第2電極24によって形成されるコンデンサC0（図4）の静電容量の値は、配管400の長手方向（X軸）における第1測定装置

100と第2測定装置200との間の距離G1に応じて定められることになる。つまり、コンデンサC0の静電容量の値は、第2電極24の第1電極14に挿入される部分の長さに応じて定まることになる。

[0027] 例えば、距離G1が長くなるにつれて、第2電極24の端部24Aにおける第1電極14の内部に挿入されている部分の長さが短くなる。よって、距離G1が長くなるにつれて、第2電極24の挿入部分の面積及び第1電極14の対向部分の面積は、狭くなる。つまり、コンデンサC0における一方の電極の面積と他方の電極の面積が狭くなり、コンデンサC0の静電容量の値は小さくなる。

[0028] 一方、例えば、距離G1が短くなるにつれて、第2電極24の端部24Aにおける第1電極14の内部に挿入されている部分の長さが長くなる。よって、距離G1が短くなるにつれて、第2電極24の挿入部分の面積及び第1電極14の対向部分の面積は、広くなる。つまり、コンデンサC0における一方の電極の面積と他方の電極の面積が広くなり、コンデンサC0の静電容量の値は大きくなる。

[0029] 以上より、例えば、コンデンサC0の静電容量の値の変動幅に基づいて、距離G1の変動幅を求めることが可能となる。つまり、コンデンサC0の静電容量の値の変動幅に基づいて、測定対象部分403における第2電極24が第1電極14に挿入される方向（X軸）の歪量を求めることが可能となる。

[0030] ===スイッチ装置===

以下、図4を参照して、本実施形態におけるスイッチ装置について説明する。図4は、本実施形態における歪測定装置の等価回路を示す回路図である。

[0031] 尚、コンデンサC0は、例えば、第1電極14と第2電極24によって形成されるコンデンサを示している。コンデンサC1は、例えば、第1電極14と配管400（アース）との間の寄生容量、導電線41A（第1導電線）と配管400（導電線42A、アース）との間の静電容量を示している。コ

ンデンサC 2は、例えば、第2電極24と配管400（アース）との間の寄生容量、導電線41B（第2導電線）と配管400（導電線42B、アース）との間の静電容量を示している。尚、配管400は、接地されていることとする。つまり、配管400は、アースと接続されている。

[0032] 絶縁抵抗R0は、例えば、第1電極14と第2電極24との間の絶縁抵抗を示している。絶縁抵抗R1は、例えば、第1電極14と配管400との間の絶縁抵抗、導電線41Aと配管400との間の絶縁抵抗を示している。絶縁抵抗R2は、例えば、第2電極24と配管400との間の絶縁抵抗、導電線41Bと配管400との間の絶縁抵抗を示している。

[0033] 導電線41Cは、測定ケーブル4A（図2）の導電線42A（第3導電線）、測定ケーブル4Bの導電線42B（第3導電線）、筐体11、21、脚12、22、配管400を示している。尚、測定ケーブル4A（図2）の導電線42A、測定ケーブル4Bの導電線42B、筐体11、21、脚12、22、配管400は相互に接続されており、配管400は、アースに接続されているので、導電線51Cは、アースに対応していることにもなる。

[0034] 尚、測定ケーブル4A、4B（図2）は、例えば同軸ケーブルである。導電線41A、41Bは夫々、測定ケーブル4A、4Bの内部導体を示し、導電線42A、42Bは夫々、測定ケーブル4A、4Bの外部導体を示していることとする。尚、導電線42A、42B夫々の一端は、例えば、筐体11、21に対して比較的強固に接続されているが、図2においては、説明の便宜上、1点で接続されているように示されている。

[0035] スイッチ装置5は、第1測定装置100及び第2測定装置200と、第3測定装置6との間において、接続先を切り換える装置である。スイッチ装置5は、第1端子T51、第2端子T52、第3端子T53、第4端子T71、第5端子T72（以下、「スイッチ装置5の各端子」とも称する）を有する。

[0036] 第1端子T51には、導電線41Aの他端が接続される。尚、導電線41Aの一端は、上述のように、第1電極14に接続されている。第2端子T5

2には、導電線41Cが接続される。つまり、第2端子T52には、例えば、測定ケーブル4Aにおける導電線42Aの他端が接続される。尚、導電線42Aの一端は、上述のように、筐体11に接続されている。第3端子T53には、導電線41Bの他端が接続される。尚、導電線41Bの一端は、上述のように、第2電極24に接続されている。

[0037] 尚、例えば、スイッチ装置5においては、第1端子T51、第2端子T52、第3端子T53に対して上述の導電線が接続されるコネクタが設けられており、当該コネクタにより第1端子T51、第2端子T52、第3端子T53に対して導電線が接続されることとしてもよい。

[0038] 第4端子T71、第5端子T72は夫々、第3測定装置6の第1端子T61、第2端子T62に接続される。尚、第3測定装置6については、後述する。

[0039] スイッチ装置5は、第3測定装置6からの制御信号S1に基づいて、第1端子T51、第2端子T52、第3端子T53を夫々、第4端子T71又は第5端子T72の一方に接続させる。尚、スイッチ装置5の内部には、第3測定装置6からの制御信号S1に基づいて、第1端子T51、第2端子T52、第3端子T53を夫々、第4端子T71又は第5端子T72の一方に接続させるためのスイッチ回路（不図示）が設けられていることとする。尚、スイッチ回路については、後述する。

[0040] ===第3測定装置===

以下、図5を参照して、本実施形態における第3測定装置について説明する。図5は、本実施形態における第3測定装置の機能を示すブロック図である。

[0041] 第3測定装置6は、コンデンサC0の静電容量の値に基づいて、測定対象部分403の歪量を測定する装置である。第3測定装置6は、スイッチ装置5を制御したり、コンデンサC0の静電容量を測定したりする。

[0042] 第3測定装置6は、送信部61、測定部62、記憶部63、演算部64、表示部65、制御部66を有する。

- [0043] 送信部61は、スイッチ装置5に対して制御信号S1を送信する。制御信号S1は、スイッチ装置5のスイッチ回路を制御するための信号である。尚、第3測定装置6は、送信部61がスイッチ装置5に対して制御信号S1を送信できるように、例えば通信ケーブル（不図示）を介してスイッチ装置5と接続されているものとする。
- [0044] 測定部62は、コンデンサC0の静電容量等を測定する。尚、測定部62については、後述する。
- [0045] 記憶部63は、例えば、第1の領域631、第2の領域632、第3の領域633を有する。
- [0046] 第1の領域631には、例えば、測定装置6を制御するための第1プログラム、スイッチ装置5を制御するための第2プログラムが記憶されている。
- [0047] 第2の領域632（記憶装置）には、例えば、測定部62の測定結果を示す第1測定情報、第2測定情報、第3測定情報が記憶される。尚、第1測定情報、第2測定情報、第3測定情報については、後述する。
- [0048] 第3の領域633には、測定対象部分403の歪量を算出するための情報が記憶される。
- [0049] 演算部64は、第1測定情報、第2測定情報、第3測定情報に基づいて、測定対象部分403の歪量を算出する。つまり、演算部64は、測定部62の測定結果に基づいて、測定対象部分403の歪量を算出する。
- [0050] 表示部65は、演算部64の演算結果等を表示する例えばモニタである。
- [0051] 制御部66は、第1プログラムに基づいて測定装置6を制御する。又、制御部66は、第2プログラムに基づいて送信部61から制御信号S1を出力する。具体的には、制御部66は、スイッチ装置5の各端子を第1接続状態（図6）とする制御信号S1（以下、「第1制御信号」とも称する）を送信部61から出力したり、スイッチ装置5の各端子を第2接続状態とする制御信号S1（以下、「第2制御信号」とも称する）を送信部61から出力したり、スイッチ装置5の各端子を第3接続状態とする制御信号S1（以下、「第3制御信号」とも称する）を送信部61から出力したりする。

[0052] ===スイッチ回路===

以下、図4及び図6を参照して、本実施形態におけるスイッチ回路について説明する。図6は、本実施形態におけるスイッチ装置の端子の接続状態に対する第3測定装置の測定結果を示す図である。

[0053] スイッチ回路は、前述のように、第3測定装置6からの制御信号S1に基づいて、第1端子T51、第2端子T52、第3端子T53を夫々、第4端子T71又は第5端子T72のうちの何れか一方に接続させるための回路である。

[0054] スイッチ回路は、例えば第1制御信号を受信した場合、スイッチ装置5の各端子を第1接続状態にする。第1接続状態とは、第1端子T51、第2端子T52、第3端子T53が夫々、第4端子T71、第4端子T71、第5端子T72に接続されている状態である。つまり、第1接続状態では、第1端子T51と第2端子T52とがともに第4端子T71に接続されて短絡している。又、第1接続状態では、第3端子T53は、第1端子T51及び第2端子T52から電氣的に絶縁されていることになる。従って、第1接続状態では、第1電極14は、導電線41A、スイッチ装置5を介してアース（導電線41C）に接続されるとともに、第3測定装置6の第1端子T61に接続されることになる。又、第1接続状態では、第2電極24は、導電線41B、スイッチ5を介して第3測定装置6の第2端子T62に接続されることになる。

[0055] スイッチ回路は、例えば第2制御信号を受信した場合、スイッチ装置5の各端子を第2接続状態にする。第2接続状態とは、第1端子T51、第2端子T52、第3端子T53が夫々、第4端子T71、第5端子T72、第4端子T71に接続されている状態である。つまり、第2接続状態では、第1端子T51と第3端子T53とがともに第4端子T71に接続されて短絡している。又、第2接続状態では、第2端子T52は、第1端子T51及び第3端子T53から電氣的に絶縁されていることになる。従って、第2接続状態では、第1電極14は、導電線41A、スイッチ装置5を介して第2電極

24に接続されるとともに、第3測定装置6の第1端子T61に接続されることになる。又、第2接続状態では、第3測定装置6の第2端子T62は、スイッチ5を介してアース（導電線41C）に接続されることになる。

[0056] スイッチ回路は、例えば第3制御信号を受信した場合、スイッチ装置5の各端子を第3接続状態にする。第3接続状態とは、第1端子T51、第2端子T52、第3端子T53が夫々、第4端子T71、第5端子T72、第5端子T72に接続されている状態である。つまり、第3接続状態では、第2端子T52と第3端子T53とがともに第5端子T72に接続されて短絡している。又、第3接続状態では、第1端子T51は、第2端子T52及び第3端子T53から電氣的に絶縁されていることになる。従って、第3接続状態では、第2電極24は、導電線41B、スイッチ装置5を介してアース（導電線41C）に接続されるとともに、第3測定装置6の第2端子T62に接続されることになる。又、第3接続状態では、第1電極24は、導電線41A、スイッチ5を介して第3測定装置6の第1端子T61に接続されることになる。

[0057] ===測定部===

以下、図4を参照して、本実施形態における測定部について説明する。

[0058] 測定部62は、コンデンサC0の静電容量等を測定する。尚、例えば、測定部62はLCRメータ等によって実現される機能であることとしてもよい。測定部62は、例えば第3測定装置6の第1端子T61及び第2端子T62の間に接続されているコンデンサの静電容量、及び、第1端子T61及び第2端子T62の間に接続されている電気抵抗の抵抗値を測定し、測定結果を示す情報を第2の領域632に記憶させる。

[0059] ここで、第1端子T61、第2端子T62は、第3測定装置6に設けられている端子である。第1端子T61、第2端子T62は夫々、スイッチ装置5の第4端子T71、第5端子T72に接続されている。

[0060] 第1端子61は、例えば、交流の電圧を印加するための端子である。第1端子61は、例えば、第1端子T61及び第2端子T62の間に設けられて

いるコンデンサ及び電気抵抗に基づいて導電線 4 1 A を流れる電流を印加（出力）するための端子としても機能する。

[0061] 第 2 端子 6 2 は、例えば、印加された電圧により、第 1 端子 T 6 1 及び第 2 端子 T 6 2 の間に設けられているコンデンサ及び電気抵抗を通過した電流を検出するための端子である。尚、第 2 端子 6 2 が、例えば、交流の電圧を印加するための端子であることとして、第 1 端子 6 1 が、例えば、印加された電圧により、第 1 端子 T 6 1 及び第 2 端子 T 6 2 の間に設けられているコンデンサ及び電気抵抗を通過した電流を検出するための端子であることとしてもよい。

[0062] 測定部 6 2 は、例えば、第 1 端子 T 6 1 から出力された電圧と第 2 端子 T 6 2 で検出された電流とに基づいて、第 1 端子 T 6 1 及び第 2 端子 T 6 2 の間に設けられているコンデンサの静電容量及び電気抵抗の抵抗値を測定する。尚、測定部 6 2 は、例えば、第 2 端子 T 6 2 から出力された電圧と第 1 端子 T 6 1 で検出された電流とに基づいて、第 1 端子 T 6 1 及び第 2 端子 T 6 2 の間に設けられているコンデンサ静電容量及び電気抵抗の抵抗値を測定することとしてもよい。

[0063] 尚、測定部 6 2 によって静電容量が測定されるコンデンサ及び抵抗値が測定される電気抵抗は、スイッチ装置 5 の各端子の接続状態に応じて選択されることになる。

[0064] === 測定部の測定結果 ===

以下、図 4 及び図 6 を参照して、本実施形態における測定部の測定結果について説明する。

[0065] 歪測定装置 9 0 0 においては、スイッチ装置 5 の各端子の接続状態に応じて、所定のコンデンサの静電容量及び所定の電気抵抗の抵抗値が選択的に測定されることになる。

[0066] 例えば、スイッチ装置 5 の各端子が第 1 接続状態となっている場合、第 1 端子 T 6 1 と第 2 端子 T 6 2 との間には、コンデンサ C 0、C 2 が互いに並列に接続されている状態となる。この場合、第 1 端子 T 6 1 と第 2 端子 T 6

2との間には、更に、絶縁抵抗 R_0 、 R_1 が互いに並列に接続されている状態となる。つまり、スイッチ装置5の各端子が第1接続状態となっている場合、測定部62は、コンデンサ C_0 、 C_2 が互いに並列接続されたときの合成容量 C_{10} と、絶縁抵抗 R_0 、 R_1 が互いに並列接続されたときの合成抵抗 R_{10} とを測定することになる。そして、測定部62は、静電容量の値 C_{10} 及び抵抗値 R_{10} を示す情報を、第1測定情報として第2の領域632に記憶させる。

[0067] 尚、合成容量 C_{10} 、 C_{20} 、 C_{30} の静電容量の値を夫々、静電容量の値 C_{10} 、 C_{20} 、 C_{30} とも称することとする。又、合成抵抗 R_{10} 、 R_{20} 、 R_{30} の抵抗値を夫々、抵抗値 R_{10} 、 R_{20} 、 R_{30} とも称することとする。又、コンデンサ C_0 、 C_1 、 C_2 の静電容量の値を夫々、静電容量の値 C_0 、 C_1 、 C_2 とも称することとする。又、絶縁抵抗 R_0 、 R_1 、 R_2 の抵抗値を夫々、抵抗値 R_0 、 R_1 、 R_2 とも称することとする。

[0068] 例えば、スイッチ装置5の各端子が第2接続状態となっている場合、第1端子 T_{61} と第2端子 T_{62} との間には、コンデンサ C_1 、 C_2 が互いに並列に接続されている状態となる。この場合、第1端子 T_{61} と第2端子 T_{62} との間には、更に、絶縁抵抗 R_1 、 R_2 が互いに並列に接続されている状態となる。つまり、スイッチ装置5の各端子が第2接続状態となっている場合、測定部62は、コンデンサ C_1 、 C_2 が互いに並列接続されたときの合成容量 C_{20} と、絶縁抵抗 R_1 、 R_2 が互いに並列接続されたときの合成抵抗 R_{20} とを測定することになる。そして、測定部62は、静電容量の値 C_{20} 及び抵抗値 R_{20} を示す情報を、第2測定情報として第2の領域632に記憶させる。

[0069] 例えば、スイッチ装置5の各端子が第3接続状態となっている場合、第1端子 T_{61} と第2端子 T_{62} との間には、コンデンサ C_1 、 C_0 が互いに並列に接続されている状態となる。この場合、第1端子 T_{61} と第2端子 T_{62} との間には、更に、絶縁抵抗 R_1 、 R_0 が互いに並列に接続されている状態となる。つまり、スイッチ装置5の各端子が第2接続状態となっている場

合、測定部62は、コンデンサC1、C0が互いに並列接続されたときの合成容量C30と、絶縁抵抗R1、R0が互いに並列接続されたときの合成抵抗R203を測定することになる。そして、測定部62は、静電容量の値C30及び抵抗値R30を示す情報を、第3測定情報として第2の領域632に記憶させる。

[0070] ===演算部===

以下、図5及び図6を参照して、本実施形態における演算部について説明する。

[0071] 演算部64は、第2の領域632に記憶されている第1測定情報、第2測定情報、第3測定情報に基づいて、測定対象部分403の歪量を算出する。

[0072] =静電容量の値及び抵抗値=

演算部64は、第1測定情報、第2測定情報、第3測定情報に基づいて、静電容量の値C0、C1、C2を算出する。尚、この算出は比較的単純で簡易な演算に基づいて行われることになる。又、演算部64は、第1測定情報、第2測定情報、第3測定情報に基づいて、抵抗値R0、R1、R2を算出する。尚、この算出は比較的単純な演算に基づいて行われることになる。

[0073] =歪量=

演算部64は、静電容量の値C0と第3の領域633に記憶されている情報等に基づいて、コンデンサC0の静電容量の値を算出し、測定対象部分403の歪量を算出する。演算部64は、例えば、第1時刻におけるコンデンサC0の静電容量の値と、当該第1時刻よりも後の第2時刻におけるコンデンサC0の静電容量の値とに基づいて、第1時刻から第2時刻までの間の所定時間（所定期間）における測定対象部分403の歪量を算出する。演算部64は、例えば、第1時刻におけるコンデンサC0の静電容量の値と、第2時刻におけるコンデンサC0の静電容量の値との差分に基づいて、測定対象部分403の歪量を算出する。尚、例えば、第3の領域633には、コンデンサC0の静電容量の値の変動幅と、測定対象部分403の歪量とが対応付けられた情報が予め記憶されていることとする。

[0074] 尚、例えば、第3の領域633には、コンデンサC0の静電容量の値と測定対象部分403の歪量とが対応付けられている情報が記憶されていることとしてもよい。この場合、演算部64は、第3の領域633に記憶されている情報に基づいて、静電容量の値C0に対応する測定対象部分403の歪量を出力することとする。

[0075] ===第3測定装置の動作===

以下、図7を参照して、本実施形態における第3測定装置の動作について説明する。図7は、本実施形態における第3測定装置の動作を示すフローチャートである。

[0076] 例えば、第1の領域631に記憶されているプログラムの起動が開始されて、制御部66が第3測定装置6の動作の制御を開始したところから説明する。

[0077] 第3測定装置6は、第1制御信号を出力する。スイッチ装置5の各端子は、第1接続状態となる。第3測定装置6は、第1端子T61と第2端子T62との間に接続されているコンデンサの合成容量C10を測定する（ステップSt1）。第3測定装置6は、第2の領域632に対して合成容量C10の測定結果を示す第1測定情報を記憶する（ステップSt2）。

[0078] 第3測定装置6は、第2制御信号を出力する。スイッチ装置5の各端子は、第2接続状態となる。第3測定装置6は、第1端子T61と第2端子T62との間に接続されているコンデンサの合成容量C20を測定する（ステップSt3）。第3測定装置6は、第2の領域632に対して合成容量C20の測定結果を示す第2測定情報を記憶する（ステップSt4）。

[0079] 第3測定装置6は、第3制御信号を出力する。スイッチ装置5の各端子は、第3接続状態となる。第3測定装置6は、第1端子T61と第2端子T62との間に接続されているコンデンサの合成容量C30を測定する（ステップSt5）。第3測定装置6は、第2の領域632に対して合成容量C30の測定結果を示す第3測定情報を記憶する（ステップSt6）。

[0080] 第3測定装置6は、第1測定情報、第2測定情報、第3測定情報に基づい

て、静電容量の値 C_0 、 C_1 、 C_2 を算出する（ステップ S_{t7} ）。

[0081] 第3測定装置7は、静電容量の値 C_0 と第3の領域633に記憶されている情報等に基づいて、測定対象部分403の歪量を算出する（ステップ S_{t8} ）。

[0082] 尚、例えば、第3測定装置6は、上述のステップ S_{t1} 乃至 S_{t7} を、第1時刻及び第2時刻の双方において行い、第1時刻における静電容量の値 C_0 、 C_1 、 C_2 、及び、第2時刻における静電容量の値 C_0 、 C_1 、 C_2 の双方を算出することとしてもよい。そして、第3測定装置6は、第1時刻における静電容量の値 C_0 と、第2時刻における静電容量の値 C_0 との差分に基づいて、第1時刻から第2時刻までの間の所定時間（所定期間）における測定対象部分403の歪量を算出することとしてもよい。

[0083] 第3測定装置7は、ステップ S_{t8} での算出結果を、例えば表示部65に表示する（ステップ S_{t9} ）。

[0084] 前述したように、歪測定装置900は、第1測定装置100、第2測定装置200、スイッチ装置5、第3測定装置6を有する。第1測定装置100は、アースとの間が遮断されている第1電極14を有し、配管400に取り付けられる。第2測定装置200は、アースとの間が遮断されており第1電極14の内部に挿入される第2電極24を有し、配管400に取り付けられる。スイッチ装置5が第1電極14とアースとを接続したとき、第3測定装置6は、第1電極14（アース）と第2電極24との間の合成容量 C_{10} を測定する。スイッチ装置5が第2電極24とアースとを接続したとき、第3測定装置6は、第2電極24（アース）と第1電極14との間の合成容量 C_{30} を測定する。スイッチ装置5が第1電極14と第2電極24とを接続したとき、第3測定装置6は、第1電極14（第2電極24）とアースとの間の合成容量 C_{20} を測定する。第3測定装置6は、合成容量 C_{10} 、 C_{20} 、 C_{30} の静電容量の値に基づいて、コンデンサ C_0 の静電容量の値 C_0 を算出し、配管400における第2電極24が挿入される方向（X軸）の歪量を測定する。尚、コンデンサ C_0 の静電容量の値 C_0 は、第2電極24の第

1 電極 1 4 に挿入されている部分の長さに応じて定まる。これらの構成により、コンデンサ C 1 の静電容量及びコンデンサ C 2 の静電容量に基づく、コンデンサ C 0 の静電容量の測定誤差を低減することができる。つまり、歪測定装置 9 0 0 においては、コンデンサ C 0 の静電容量の測定精度を向上させることにより、第 2 電極 2 4 が挿入される方向（X 軸）における配管 4 0 0 の歪量の測定精度を向上させることができる。

[0085] 又、第 1 測定装置 1 0 0 は、筐体 1 1、固定部材 1 3 を有している。筐体 1 1 は、第 2 電極 2 4 が第 1 電極 1 4 に挿入されるように第 1 電極 1 4 を取り囲んだ状態で配管 4 0 0 に取り付けられてアースに接続される金属製の筐体である。固定部材 1 3 は、筐体 1 1 の内部において第 1 電極 1 4 が筐体 1 1 と接触しないように、第 1 電極 1 4 を筐体 1 1 の内部で支持する絶縁性の部材である。又、第 2 測定装置 2 0 0 は、筐体 2 1、固定部材 2 3 を有している。筐体 2 1 は、第 2 電極 2 4 が第 1 電極 1 4 に挿入されるように第 2 電極 2 4 を取り囲んだ状態で配管 4 0 0 に取り付けられてアースに接続される金属製の筐体である。固定部材 2 3 は、筐体 2 1 の内部において第 2 電極 2 4 が筐体 2 1 と接触しないように、第 2 電極 2 4 を筐体 2 1 の内部で支持する絶縁性の部材である。歪測定装置 9 0 0 は、導電線 4 1 A、4 1 B、4 2 A、4 2 B を有する。導電線 4 1 A は、第 1 電極 1 4 に接続される。導電線 4 1 B は、第 2 電極 2 4 に接続される。導電線 4 2 A は、筐体 1 1 に接続される。導電線 4 2 B は、筐体 2 1 に接続される。スイッチ装置 5 は、導電線 4 1 A と導電線 4 2 A、4 2 B を接続することにより第 1 電極 1 4 とアースとを接続する。このとき、第 3 測定装置 6 は、導電線 4 1 A と導電線 4 2 A、4 2 B との間の合成容量 C 1 0 を測定する。スイッチ装置 5 は、導電線 4 1 B と導電線 4 2 A、4 2 B を接続することにより第 2 電極 2 4 とアースとを接続する。このとき、第 3 測定装置 6 は、導電線 4 1 B と導電線 4 2 A、4 2 B との間の合成容量 C 3 0 を測定する。スイッチ装置 5 は、導電線 4 1 A と導電線 4 1 B とを接続することにより第 1 電極 1 4 と第 2 電極 2 4 とを接続する。このとき、第 3 測定装置 6 は、導電線 4 1 A、4 1 B と導電線 4

2 A、4 2 Bとの間の合成容量C 2 0を測定する。よって、歪測定装置9 0 0においては、導電線4 1 A、4 1 B、4 2 A、4 2 Bを用いて配管4 0 0の歪量の測定が可能となる。つまり、例えば6 0 0℃以上の比較的高温となる配管4 0 0から離れた位置で配管4 0 0の歪量を測定することが可能な、使い勝手の良い歪測定装置9 0 0を提供することができる。又、導電線4 1 A、4 2 Aの間の静電容量及び導電線4 1 B、4 2 Bの間の静電容量に基づく、コンデンサC 0の静電容量の測定誤差を低減することができる。つまり、歪測定装置9 0 0においては、コンデンサC 0の静電容量の測定精度を向上させることにより、第2電極2 4が挿入される方向における配管4 0 0の歪量の測定精度を向上させることができる。

[0086] 又、第1測定装置1 0 0は、配管4 0 0と筐体1 1との間において筐体1 1から配管4 0 0に向かって突出し、配管4 0 0に固定され金属製の脚1 2を更に有する。又、第2測定装置2 0 0は、配管4 0 0と筐体2 1との間において筐体2 1から配管4 0 0に向かって突出し、配管4 0 0に固定され金属製の脚2 2を更に有する。これらの構成により、第1測定装置1 0 0及び第2測定装置2 0 0は、確実に配管4 0 0に固定されることになる。そして、筐体1 1、2 1は比較的近い位置で互いに接続された状態でアースに接続される。よって、コンデンサC 0の静電容量の測定精度を更に向上させて、第2電極2 4が挿入される方向における配管4 0 0の歪量の測定精度を向上させることができる。

[0087] 又、配管4 0 0は、第1配管4 0 1と第1配管4 0 1に接続される第2配管4 0 2を含んでいる。脚1 2、2 2は夫々、第1配管4 0 1、第2配管4 0 2に固定される。よって、歪測定装置9 0 0においては、例えば溶接部分等の測定対象部分4 0 3の歪みに応じた、配管4 0 0の歪量を測定することが可能となる。

[0088] 又、第2の領域6 3 2には、測定部6 2の測定結果を示す第1測定情報、第2測定情報、第3測定情報が記憶される演算部6 4は、第1測定情報、第2測定情報、第3測定情報に基づいて、測定対象部分4 0 3の歪量を算出す

る。これらの構成により、歪測定装置 900 においては、スイッチ装置 5 の各端子が第 1 乃至第 3 接続状態となる毎の第 3 測定装置 6 の測定結果を確実に反映させて、コンデンサ C0 の静電容量の測定精度を向上させることができる。従って、第 2 電極 24 が挿入される方向における配管 400 の歪量の測定精度を向上させることができる。

[0089] 又、スイッチ装置 5 及び第 3 測定装置 6 は、歪測定装置 900 におけるコンデンサ C0 の静電容量を測定する。尚、歪測定装置 900 は、第 1 測定装置 100、第 2 測定装置 200 を有する。第 1 測定装置 100 は、アースとの間が遮断されている第 1 電極 14 を有し、配管 400 に取り付けられる。第 2 測定装置 200 は、アースとの間が遮断されており第 1 電極 14 の内部に挿入される第 2 電極 24 を有し、配管 400 に取り付けられる。スイッチ装置 5 は、第 1 電極 14 とアースとを接続する。このとき、第 3 測定装置 6 は、第 1 電極 14（アース）と第 2 電極 24 との間の合成容量 C10 を測定する。又、スイッチ装置 5 は、第 2 電極 24 とアースとを接続する。このとき、第 3 測定装置 6 は、第 2 電極 24（アース）と第 1 電極 14 との間の合成容量 C30 を測定する。又、スイッチ装置 5 は、第 1 電極 14 と第 2 電極 24 とを接続する。このとき、第 3 測定装置 6 は、第 1 電極 14（第 2 電極 24）とアースとの間の合成容量 C20 を測定する。第 3 測定装置 6 は、第 2 電極 24 の第 1 電極 14 に挿入されている部分の長さに応じて定まるコンデンサ C0 の静電容量を、上述の合成容量 C10、C20、C30 に基づいて算出する。これらの構成により、コンデンサ C1 の静電容量及びコンデンサ C2 の静電容量に基づく、コンデンサ C0 の静電容量の測定誤差を低減することができる。つまり、スイッチ装置 5 及び第 3 測定装置 6 においては、コンデンサ C0 の静電容量の測定精度を向上させることができる。

[0090] 又、第 1 測定装置 100 は、筐体 11、固定部材 13 を有している。筐体 11 は、第 2 電極 24 が第 1 電極 14 に挿入されるように第 1 電極 14 を取り囲んだ状態で配管 400 に取り付けられてアースに接続される金属製の筐体である。固定部材 13 は、筐体 11 の内部において第 1 電極 14 が筐体 1

1と接触しないように、第1電極14を筐体11の内部で支持する絶縁性の部材である。又、第2測定装置200は、筐体21、固定部材23を有している。筐体21は、第2電極24が第1電極14に挿入されるように第2電極24を取り囲んだ状態で配管400に取り付けられてアースに接続される金属製の筐体である。固定部材23は、筐体21の内部において第2電極24が筐体21と接触しないように、第2電極24を筐体21の内部で支持する絶縁性の部材である。歪測定装置900は、導電線41A、41B、42A、42Bを有する。導電線41Aは、第1電極14に接続される。導電線41Bは、第2電極24に接続される。導電線42Aは、筐体11に接続される。導電線42Bは、筐体21に接続される。スイッチ装置5は、導電線41Aと導電線42A、42Bを接続することにより第1電極14とアースとを接続する。このとき、第3測定装置6は、導電線41Aと導電線42A、42Bとの間の合成容量C10を測定する。スイッチ装置5は、導電線41Bと導電線42A、42Bを接続することにより第2電極24とアースとを接続する。このとき、第3測定装置6は、導電線41Bと導電線42A、42Bとの間の合成容量C30を測定する。スイッチ装置5は、導電線41Aと導電線41Bとを接続することにより第1電極14と第2電極24とを接続する。このとき、第3測定装置6は、導電線41A、41Bと導電線42A、42Bとの間の合成容量C20を測定する。よって、スイッチ装置5及び第3測定装置6においては、導電線41A、41B、42A、42Bを用いてコンデンサC0の静電容量を測定することが可能となる。つまり、例えば600℃以上の比較的高温となる配管400から離れた位置でコンデンサC0の静電容量を測定することが可能な、使い勝手の良いスイッチ装置5及び第3測定装置6を提供することができる。又、導電線41A、42Aの間の静電容量及び導電線41B、42Bの間の静電容量に基づく、コンデンサC0の静電容量の測定誤差を低減することができる。つまり、スイッチ装置5及び第3測定装置6においては、コンデンサC0の静電容量の測定精度を向上させることができる。

- [0091] 又、第2の領域632には、測定部62の測定結果を示す第1測定情報、第2測定情報、第3測定情報が記憶される演算部64は、第1測定情報、第2測定情報、第3測定情報に基づいて、コンデンサC0の静電容量を算出する。これらの構成により、スイッチ装置5及び第3測定装置6においては、スイッチ装置5の各端子が第1乃至第3接続状態となる毎の第3測定装置6の測定結果を確実に反映させて、コンデンサC0の静電容量の測定精度を向上させることができる。
- [0092] 尚、上記本実施形態は、本発明の理解を容易にするためのものであり、本発明を限定して解釈するためのものではない。本発明は、その趣旨を逸脱することなく、変更、改良され得るとともに、本発明にはその等価物も含まれる。
- [0093] 本実施形態においては、スイッチ装置5及び第3測定装置6が別体とされていることについて説明したが、これに限られるものではない。例えば、第3測定装置6がスイッチ装置5の機能も有していることとしてもよい。
- [0094] 又、本実施形態においては、第1測定装置100及び第2測定装置200と、第3測定装置6との間にスイッチ装置5が設けられることについて説明したが、これに限定されるものではない。例えば、第3測定装置6の第1端子T61に接続される第1プローブと、第2端子T62に接続される第2プローブとを設けて、第3測定装置6が当該第1及び第2プローブを介して第1測定装置100及び第2測定装置の所定位置に接続されることとしてもよい。尚、例えば、これらの第1及び第2プローブは、配管400の歪量を測定する測定者の手作業によって、第1測定装置100及び第2測定装置200に接続されることとする。尚、上述の作業者は、第1及び第2プローブを用いて測定を行う場合、スイッチ装置5が設けられている場合と同様に、第1測定装置100及び第2測定装置200の所定位置を、例えば導電線を用いて接続することとする。

符号の説明

- [0095] 5 スイッチ装置

6 第3測定装置

1 1、2 1 筐体

1 2、2 2 脚

1 3、2 3 固定部材

1 4 第1電極

2 4 第2電極

4 1 A、4 1 B、4 2 A、4 2 B 導電線

6 3 記憶部

1 0 0 第1測定装置

2 0 0 第2測定装置

4 0 0 配管

4 0 1 第1配管

4 0 2 第2配管

9 0 0 歪測定装置

請求の範囲

- [請求項1] アースとの間が遮断されている筒状電極を有し、被測定物に取り付けられる第1電極体と、
- 前記アースとの間が遮断されており前記筒状電極の内部に挿入される棒状電極を有し、前記被測定物に取り付けられる第2電極体と、
- 前記筒状電極と前記アースとを接続し、前記筒状電極と前記棒状電極との間の静電容量を測定する第1測定部と、
- 前記棒状電極と前記アースとを接続し、前記筒状電極と前記棒状電極との間の静電容量を測定する第2測定部と、
- 前記筒状電極と前記棒状電極とを接続し、前記筒状電極と前記アースとの間の静電容量を測定する第3測定部と、
- 前記棒状電極の前記筒状電極に挿入されている部分の長さに応じて定まる前記筒状電極と前記棒状電極との間の静電容量の値を、前記第1乃至第3測定部の測定結果に基づいて算出し、前記被測定物における前記棒状電極が挿入される方向の歪量を測定する第4測定部と、
- を備えたことを特徴とする歪測定装置。
- [請求項2] 前記第1電極体は、前記棒状電極が前記筒状電極に挿入されるように前記筒状電極を取り囲んだ状態で前記被測定物に取り付けられて前記アースに接続される金属製の第1ケースと、前記第1ケースに対して前記筒状電極が接触しないように前記第1ケースの内部において前記筒状電極を支持する絶縁性の第1支持部材と、を更に有し、
- 前記第2電極体は、前記棒状電極が前記筒状電極に挿入されるように前記棒状電極を取り囲んだ状態で前記被測定物に取り付けられて前記アースに接続される金属製の第2ケースと、前記第2ケースに対して前記棒状電極が接触しないように前記第2ケースの内部において前記棒状電極を支持する絶縁性の第2支持部材と、を更に有し、
- 前記筒状電極に接続される第1導電線と、
- 前記棒状電極に接続される第2導電線と、

前記第 1 ケースと前記第 2 ケースの少なくとも一方に接続される第 3 導電線と、を更に備え、

前記第 1 測定部は、前記第 1 導電線と前記第 3 導電線とを接続することにより前記筒状電極と前記アースとを接続し、前記筒状電極と前記棒状電極との間の静電容量として、前記第 1 導電線と前記第 2 導電線との間の静電容量を測定し、

前記第 2 測定部は、前記第 2 導電線と前記第 3 導電線とを接続することにより前記棒状電極と前記アースとを接続し、前記筒状電極と前記棒状電極との間の静電容量として、前記第 1 導電線と前記第 2 導電線との間の静電容量を測定し、

前記第 3 測定部は、前記第 1 導電線と前記第 2 導電線とを接続することにより前記筒状電極と前記棒状電極とを接続し、前記筒状電極と前記アースとの間の静電容量として、前記第 1 導電線と前記第 3 導電線との間の静電容量を測定する

ことを特徴とする請求項 1 に記載の歪測定装置。

[請求項3]

前記第 1 電極体は、前記被測定物と前記第 1 ケースとの間において前記第 1 ケースから前記被測定物に向かって突出し、前記被測定物に固定される金属製の第 1 脚、を更に有し、

前記第 2 電極体は、前記被測定物と前記第 2 ケースとの間において前記第 2 ケースから前記被測定物に向かって突出し、前記被測定物に固定される金属製の第 2 脚、を更に有する

ことを特徴とする請求項 2 に記載の歪測定装置。

[請求項4]

前記被測定物は、第 1 配管と前記第 1 配管に接続される第 2 配管と、を含み、

前記第 1 脚は、前記第 1 配管に固定され、

前記第 2 脚は、前記第 2 配管に固定される

ことを特徴とする請求項 3 に記載の歪測定装置。

[請求項5]

前記第 1 乃至第 3 測定部の測定結果を示す情報が記憶される記憶装

置、を更に備え、

前記第4測定部は、前記記憶装置に記憶されている情報に基づいて、前記被測定物における前記棒状電極が挿入される方向の歪量を測定する

ことを特徴とする請求項1に記載の歪測定装置。

[請求項6]

アースとの間が遮断されている筒状電極を有し、被測定物に取り付けられる第1電極体と、前記アースとの間が遮断されており前記筒状電極の内部に挿入される棒状電極を有し、前記被測定物に取り付けられる第2電極体と、を有し、前記筒状電極に挿入される前記棒状電極の長さに応じて定まる静電容量の値に基づいて、前記被測定物における前記棒状電極が挿入される方向の歪量を測定する歪測定装置の前記静電容量を測定する静電容量測定装置であって、

前記筒状電極と前記アースとを接続し、前記筒状電極と前記棒状電極との間の静電容量を測定する第1測定部と、

前記棒状電極と前記アースとを接続し、前記筒状電極と前記棒状電極との間の静電容量を測定する第2測定部と、

前記筒状電極と前記棒状電極とを接続し、前記筒状電極と前記アースとの間の静電容量を測定する第3測定部と、

前記筒状電極に挿入される前記棒状電極の長さに応じて定まる静電容量の値を、前記第1乃至第3測定部の測定結果に基づいて算出する演算部と、

を備えたことを特徴とする静電容量測定装置。

[請求項7]

前記第1電極体は、前記棒状電極が前記筒状電極に挿入されるように前記筒状電極を取り囲んだ状態で前記被測定物に取り付けられて前記アースに接続される金属製の第1ケースと、前記第1ケースに対して前記筒状電極が接触しないように前記第1ケースの内部において前記筒状電極を支持する絶縁性の第1支持部材と、を更に有し、

前記第2電極体は、前記棒状電極が前記筒状電極に挿入されるよう

に前記棒状電極を取り囲んだ状態で前記被測定物に取り付けられて前記アースに接続される金属製の第2ケースと、前記第2ケースに対して前記棒状電極が接触しないように前記第2ケースの内部において前記棒状電極を支持する絶縁性の第2支持部材と、を更に有し、

前記筒状電極に接続される第1導電線と、

前記棒状電極に接続される第2導電線と、

前記第1ケースと前記第2ケースの少なくとも一方に接続される第3導電線と、を更に備え、

前記第1測定部は、前記第1導電線と前記第3導電線とを接続することにより前記筒状電極と前記アースとを接続し、前記筒状電極と前記棒状電極との間の静電容量として、前記第1導電線と前記第2導電線との間の静電容量を測定し、

前記第2測定部は、前記第2導電線と前記第3導電線とを接続することにより前記棒状電極と前記アースとを接続し、前記筒状電極と前記棒状電極との間の静電容量として、前記第1導電線と前記第2導電線との間の静電容量を測定し、

前記第3測定部は、前記第1導電線と前記第2導電線とを接続することにより前記筒状電極と前記棒状電極とを接続し、前記筒状電極と前記アースとの間の静電容量として、前記第1導電線と前記第3導電線との間の静電容量を測定する

ことを特徴とする請求項6に記載の静電容量測定装置。

[請求項8]

前記第1乃至第3測定部の測定結果を示す情報が記憶される記憶装置、を更に備え、

前記演算部は、前記記憶装置に記憶されている情報に基づいて、前記筒状電極に挿入される前記棒状電極の長さに応じて定まる静電容量の値を算出する

ことを特徴とする請求項6に記載の静電容量測定装置。

[請求項9]

被測定物に取り付けられる第1電極体に設けられ、アースとの間が

遮断されている筒状電極と、前記被測定物に取り付けられる第2電極体に設けられ、前記アースとの間が遮断されており前記筒状電極の内部に挿入される棒状電極と、前記アースと、のうちの何れか2つを接続し、接続されている2つと残りの1つとの間の静電容量を測定する第1ステップと、

前記筒状電極と、前記棒状電極と、前記アースと、のうちの前記第1ステップで接続されていない2つを接続し、接続されている2つと残りの1つとの間の静電容量を測定する第2ステップと、

前記筒状電極と、前記棒状電極と、前記アースと、のうちの前記第1及び第2ステップで接続されていない2つを接続し、接続されている2つと残りの1つとの間の静電容量を測定する第3ステップと、

前記棒状電極の前記筒状電極に挿入されている部分の長さに応じて定まる前記筒状電極と前記棒状電極との間の静電容量の値を、前記第1乃至第3ステップでの測定結果に基づいて算出し、前記被測定物における前記棒状電極が挿入される方向の歪量を測定する第4ステップと、を含む

ことを特徴とする歪測定方法。

[請求項10]

アースとの間が遮断されている筒状電極を有し、被測定物に取り付けられる第1電極体と、前記アースとの間が遮断されており前記筒状電極の内部に挿入される棒状電極を有し、前記被測定物に取り付けられる第2電極体と、を有し、前記筒状電極に挿入される前記棒状電極の長さに応じて定まる静電容量の値に基づいて、前記被測定物における前記棒状電極が挿入される方向の歪量を測定する歪測定装置の前記静電容量を測定する静電容量測定方法であって、

前記筒状電極と、前記棒状電極と、前記アースと、のうちの2つを接続し、接続されている2つと残りの1つとの間の静電容量を測定する第1ステップと、

前記筒状電極と、前記棒状電極と、前記アースと、のうちの前記第

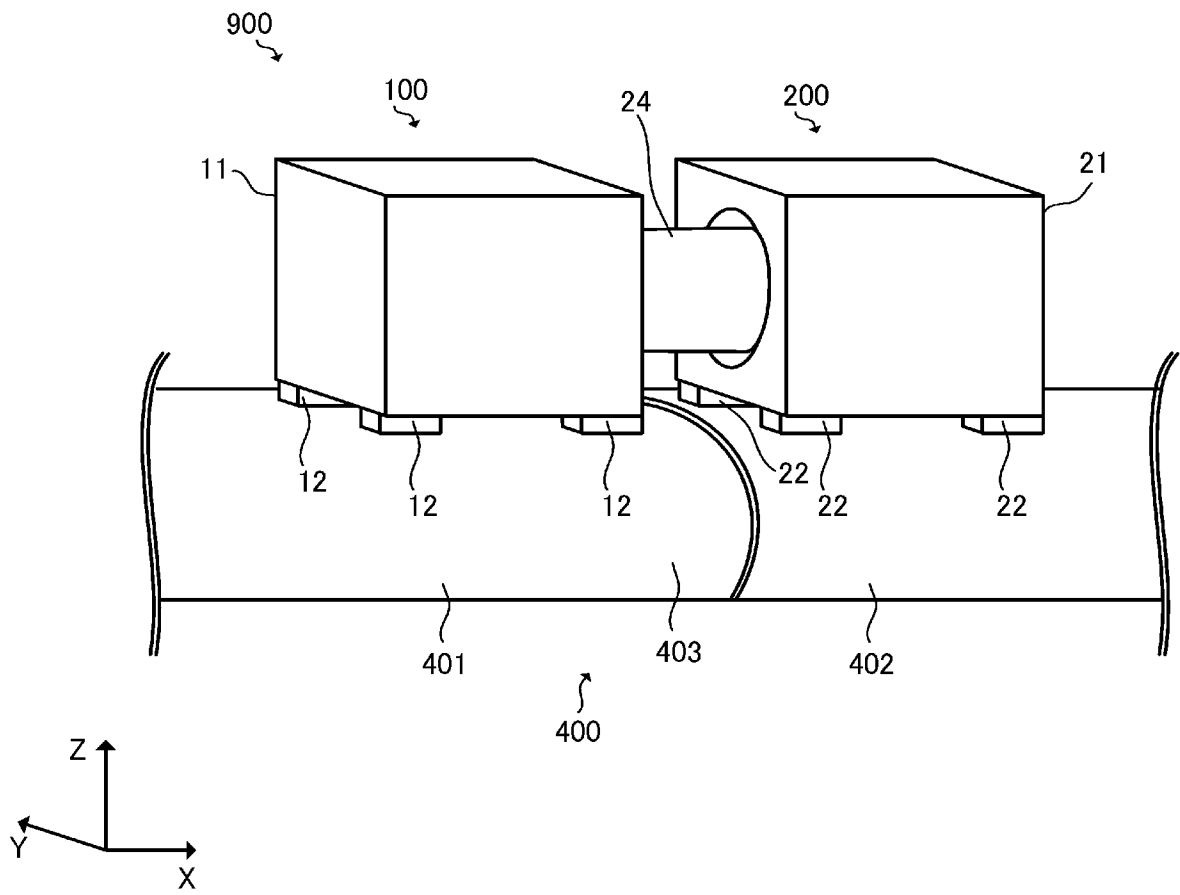
1ステップで接続されていない2つを接続し、接続されている2つと残りの1つとの間の静電容量を測定する第2ステップと、

前記筒状電極と、前記棒状電極と、前記アースと、のうちの前記第1及び第2ステップで接続されていない2つを接続し、接続されている2つと残りの1つとの間の静電容量を測定する第3ステップと、

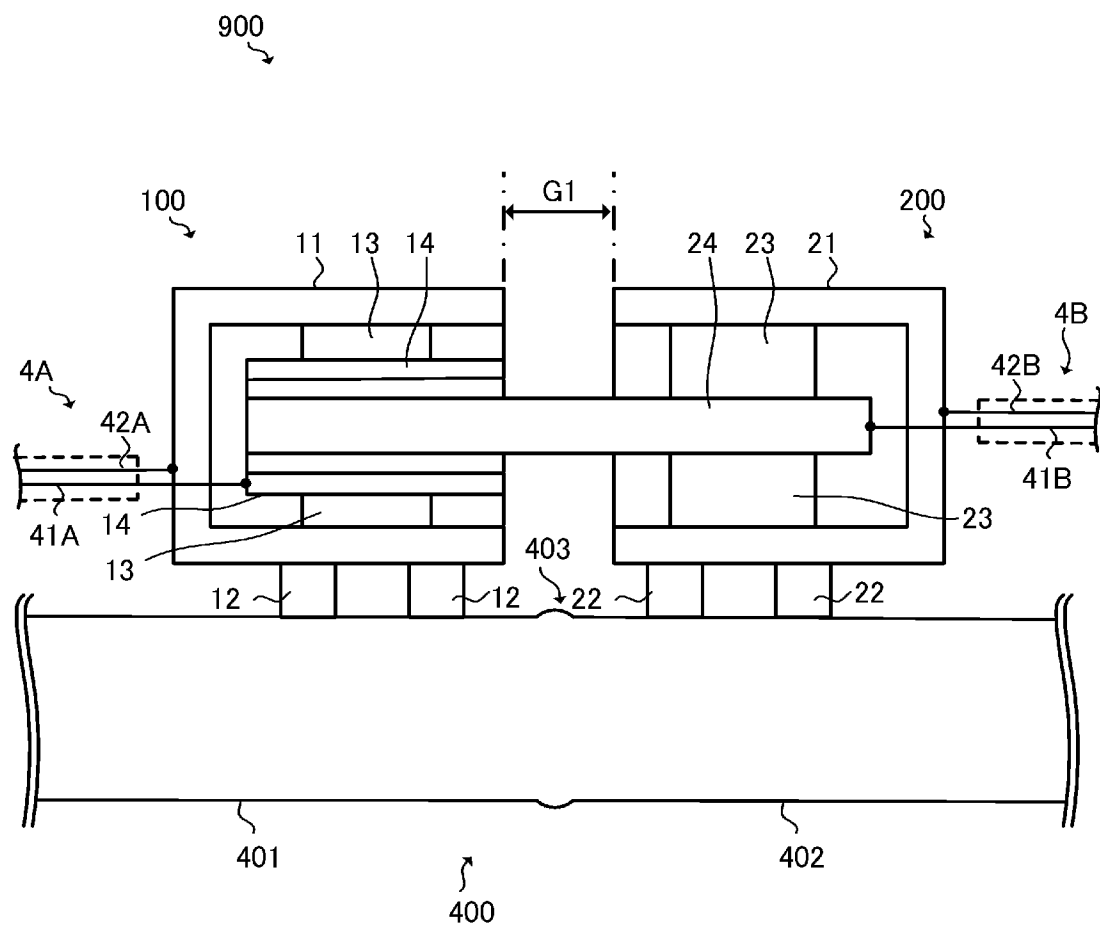
前記棒状電極の前記筒状電極に挿入されている部分の長さに応じて定まる前記筒状電極と前記棒状電極との間の静電容量の値を、前記第1乃至第3ステップでの測定結果に基づいて算出する第4ステップと、を含む

ことを特徴とする静電容量測定方法。

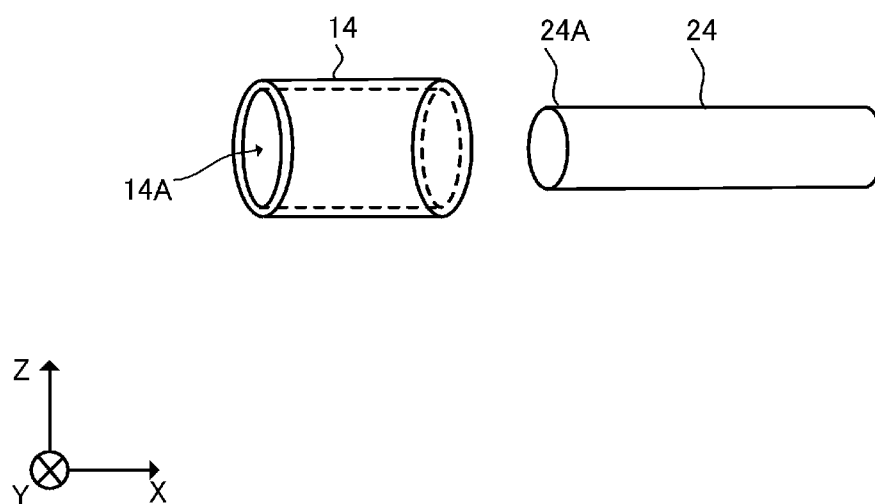
[図1]



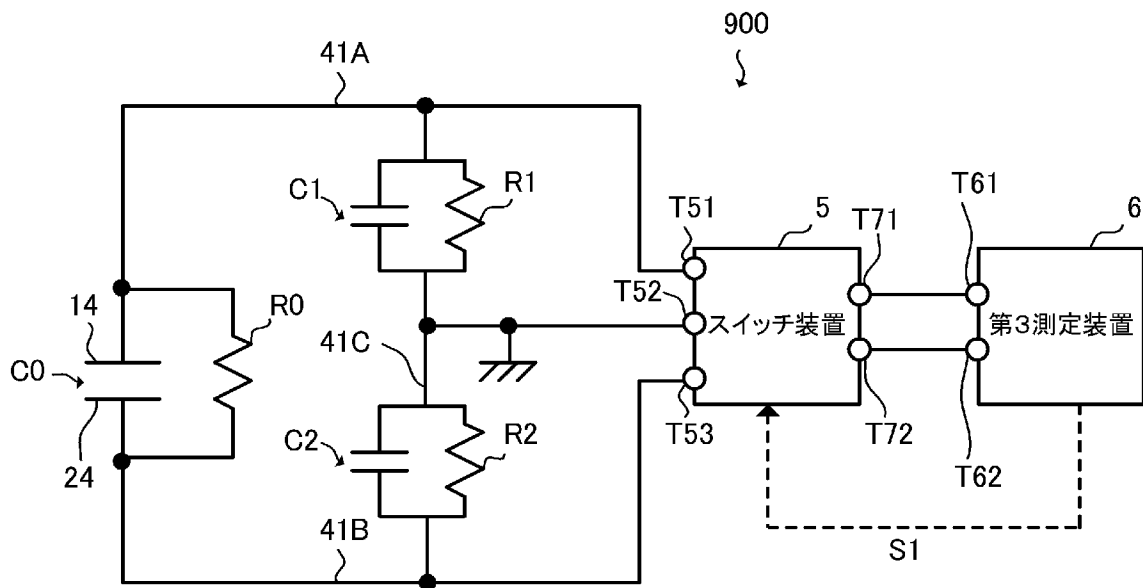
[図2]



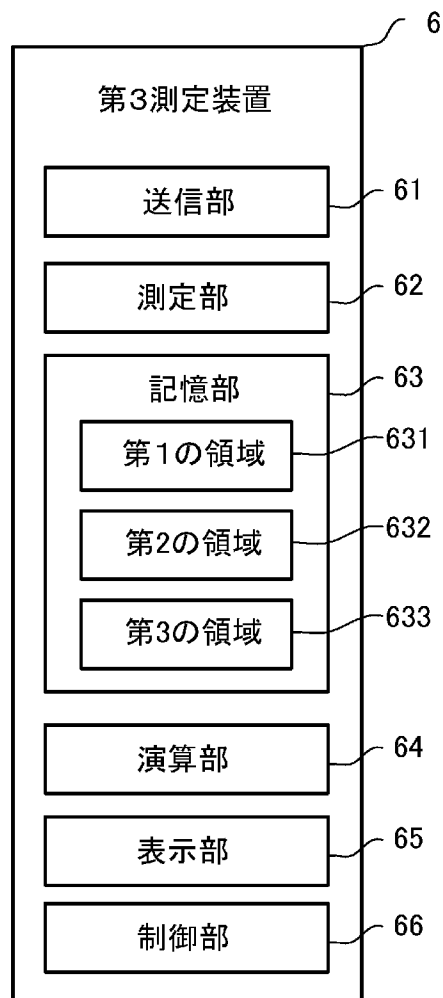
[図3]



[図4]



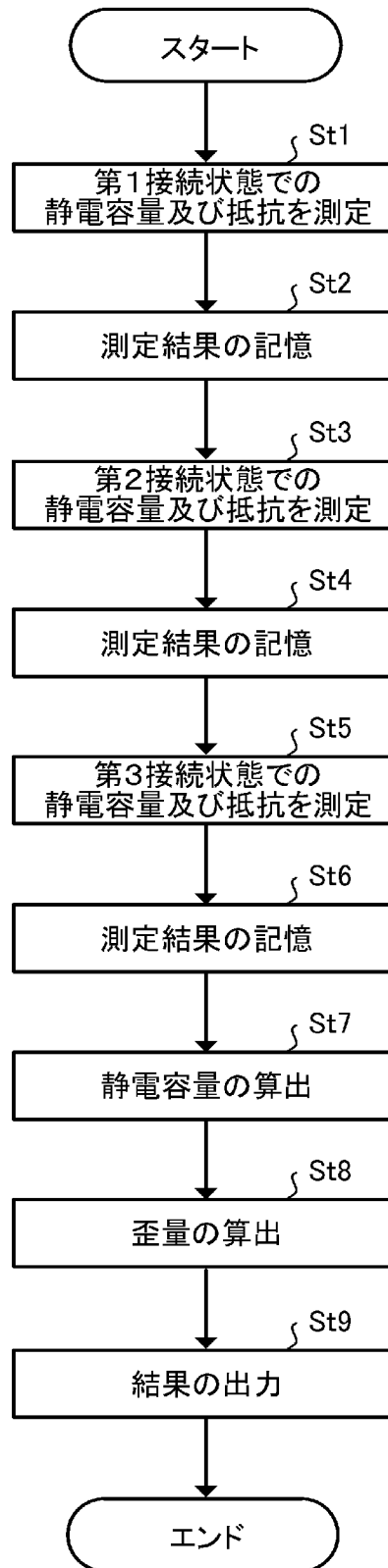
[図5]



[図6]

接続状態	第1端子T51の 接続先	第2端子T52の 接続先	第3端子T53の 接続先	静電容量の値	抵抗の値
第1接続状態	第4端子T71	第4端子T71	第5端子T72	$C10(=C0+C2)$	$R10(=R0*R2/(R0+R2))$
第2接続状態	第4端子T71	第5端子T72	第4端子T71	$C20(=C1+C2)$	$R20(=R1*R2/(R1+R2))$
第3接続状態	第4端子T71	第5端子T72	第5端子T72	$C30(=C0+C1)$	$R30(=R0*R1/(R0+R1))$

[図7]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/058378

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01B7/16(2006.01) i

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)

G01B7/16

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2013
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2013	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2013

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.
A	JP 2011-089936 A (The Chugoku Electric Power Co., Inc.), 06 May 2011 (06.05.2011), paragraphs [0002] to [0003], [0013] to [0019]; fig. 1 to 2, 5 (Family: none)	1-10
A	JP 2008-292446 A (Seiko Instruments Inc.), 04 December 2008 (04.12.2008), paragraphs [0033] to [0046]; fig. 6, 8 to 11 & US 2008/0265914 A1 paragraphs [0068] to [0080]; fig. 6, 8 to 11 & GB 2448821 A	1-10

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

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

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

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

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

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

“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
22 April, 2013 (22.04.13)

Date of mailing of the international search report
14 May, 2013 (14.05.13)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/058378

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 2011-215124 A (Alps Electric Co., Ltd.), 27 October 2011 (27.10.2011), paragraphs [0028] to [0033]; fig. 1 to 6 & CN 102221646 A paragraphs [0087] to [0095]; fig. 1 to 6	1-10
A	JP 10-240796 A (Ricoh Co., Ltd.), 11 September 1998 (11.09.1998), paragraphs [0038] to [0047]; fig. 1 to 5 (Family: none)	1-10

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. G01B7/16(2006.01)i

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（I P C））

Int.Cl. G01B7/16

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 3 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 3 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 3 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
A	JP 2011-089936 A（中国電力株式会社） 2011.05.06, 段落【0002】 - 【0003】, 段落【0013】 - 【0019】, 第1図-第2図, 第5図 (ファミリーなし)	1-10

☒ 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矛盾するものではなく、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

2 2 . 0 4 . 2 0 1 3

国際調査報告の発送日

1 4 . 0 5 . 2 0 1 3

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）
郵便番号100-8915
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

中川 康文

2 S

4 0 6 8

電話番号 03-3581-1101 内線 3258

C (続き) . 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 2008-292446 A (セイコーインスツル株式会社) 2008.12.04, 段落【0033】 - 【0046】, 第6図, 第8図-第11図 & US 2008/0265914 A1, 段落 [0068] - [0080], 第6図, 第8図-第11図 & GB 2448821 A	1-10
A	JP 2011-215124 A (アルプス電気株式会社) 2011.10.27, 段落【0028】 - 【0033】, 第1図-第6図 & CN 102221646 A, 段落 [0087] - [0095], 第1図-第6図	1-10
A	JP 10-240796 A (株式会社リコー) 1998.09.11, 段落【0038】 - 【0047】, 第1図-第5図 (ファミリーなし)	1-10