

(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
2016年5月26日(26.05.2016)



(10) 国際公開番号
WO 2016/079869 A1

- (51) 国際特許分類:
G01R 31/08 (2006.01) H02B 13/065 (2006.01)
G01R 31/12 (2006.01) H02G 5/06 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2014/080939
- (22) 国際出願日: 2014年11月21日(21.11.2014)
- (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: 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: 田村 佳之(TAMURA, Yoshiyuki); 〒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: 酒井 宏明(SAKAI, Hiroaki); 〒1000013 東京都千代田区霞が関3丁目8番1号 虎の門三井ビルディング 特許業務法人酒井国際特許事務所 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, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, 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, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW).

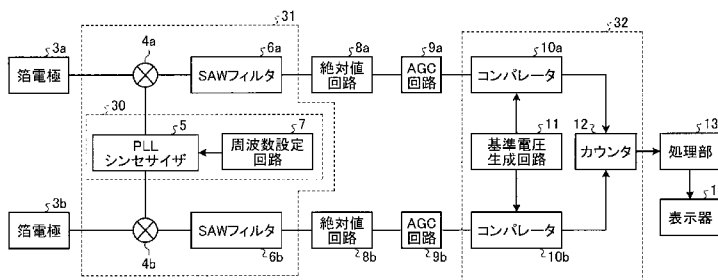
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, 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:

- 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: PARTIAL DISCHARGE POSITION LOCATION DEVICE

(54) 発明の名称: 部分放電位置標定装置

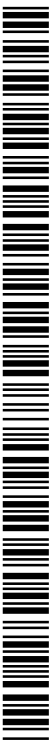


- 3a, 3b Foil electrode
- 5 PLL synthesizer
- 6a, 6b SAW filter
- 7 Frequency setting circuit
- 8a, 8b Absolute value circuit
- 9a, 9b AGC circuit
- 10a, 10b Comparator
- 11 Reference voltage generation circuit
- 12 Counter
- 13 Processing unit
- 14 Display

(57) Abstract: Provided is a partial discharge position location device provided with: a foil electrode 3a which is attached to gas-insulated equipment; a foil electrode 3b which is attached to a power cable; a time difference detection unit 32 which detects a time difference that is a difference between a time of detection of a partial discharge signal by the foil electrode 3a and a time of detection of the partial discharge signal by the foil electrode 3b; and a processing unit 13 which locates the position of occurrence of partial discharge on the basis of the time difference detected by the time difference detection unit 32, the propagation velocity of the partial discharge signal in the gas-insulated equipment, and the propagation velocity of the partial discharge signal in the power cable.

(57) 要約: ガス絶縁機器に取り付けられた箔電極3aと、電力ケーブルに取り付けられた箔電極3bと、箔電極3aによる部分放電信号の検出時刻と箔電極3bによる部分放電信号の検出時刻との差である時間差を検出する時間差検出部32と、時間差検出部32により検出された時間差とガス絶縁機器内での部分放電信号の伝搬速度と電力ケーブル内での部分放電信号の伝搬速度とに基づいて部分放電の発生位置を標定する

る処理部13とを備えた部分放電位置標定装置を提供する。



WO 2016/079869 A1

明 細 書

発明の名称：部分放電位置標定装置

技術分野

[0001] 本発明は、ガス絶縁機器または電力ケーブル内で発生した部分放電の位置標定をする部分放電位置標定装置に関する。

背景技術

[0002] 従来の部分放電位置標定装置は、ガス絶縁機器内または電力ケーブル上に2つの部分放電センサを設置し、これらの部分放電センサで検出された部分放電信号の検出時間差を測定し、この検出時間差を用いて部分放電の発生位置を標定している。

[0003] ガス絶縁機器内で発生した部分放電の位置標定をする場合は、部分放電は絶縁ガス中で発生するので、部分放電信号は低周波帯域（数MHz～数十MHz）と高周波帯域（数十MHz～1GHz超）の双方で検出可能であり、部分放電信号を高周波帯域（数十MHz～1GHz超）で検出することで高いS/N比での位置標定が可能となる。この際、部分放電センサは、ガス絶縁機器に取り付けられた内部型センサまたは露出スペーサ上に取り付けられたアンテナとすることが一般的である。

[0004] 他方、電力ケーブル内で発生した部分放電の位置標定をする場合は、部分放電は電力ケーブル内の絶縁物中で発生するので、部分放電信号は低周波帯域（数MHz～数十MHz）となり、この周波数では、ノイズの影響が大きく、部分放電信号とノイズとの識別が必要となる。

[0005] 通常、部分放電診断及び位置標定は機器の実運用状態で実施される。ノイズは環境により異なるので部分放電診断及び位置標定に用いる周波数はフィールドで容易に変更が可能な仕組みが望ましい。

[0006] また、ガス絶縁機器と電力ケーブルは一般に納入元が異なることもあり、ガス絶縁機器と電力ケーブルのどちらで部分放電が発生しているのかを識別することは復旧作業において重要な情報となる。

[0007] 特許文献1では、電力ケーブルでの部分放電検出に関し、スーパーヘテロダイン方式の周波数掃引同調増幅器を利用したスペクトルアナライザによりノイズの周波数スペクトルを求め、校正パルス電力ケーブルに注入して検出出力を上記スペクトルアナライザにより測定し、ノイズの周波数スペクトルと電力ケーブルに注入された校正パルスの検出出力とを比較して最もS/N比が高くなる周波数を部分放電の検出に用いる技術が開示されている。

[0008] 特許文献2では、2つの検出器の出力を周波数選択器に入力し、周波数選択器で周波数選択された後の部分放電信号のそれぞれのピーク点をピーク位置検出回路で検出し、時間差検出回路で両ピーク点の時間差を検出し、当該時間差により電力ケーブルまたはガス絶縁機器内で発生した部分放電の位置標定をする技術が開示されている。周波数選択器は、バンドパスフィルタまたはヘテロダイン検波器である。

先行技術文献

特許文献

[0009] 特許文献1：特開平04-070573号公報

特許文献2：特開平09-229991号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0010] 従来の部分放電位置標定装置は、ガス絶縁機器用と電力ケーブル用で別の装置であり、ガス絶縁機器と電力ケーブルのどちらで部分放電が発生しているかを識別するには、ガス絶縁機器用の部分放電位置標定装置を用いてガス絶縁機器での部分放電の位置標定を実施すると共に電力ケーブル用の部分放電位置標定装置を用いて電力ケーブルでの部分放電の位置標定を実施する必要があった。

[0011] 他方、ガス絶縁機器用と電力ケーブル用の区別なく同一の部分放電位置標定装置を用いることも可能ではあるが、この場合でも、同一の部分放電位置標定装置を用いてガス絶縁機器での部分放電の位置標定を実施すると共に電

力ケーブルでの部分放電の位置標定を実施する必要がある。

[0012] つまり、従来は、ガス絶縁機器と電力ケーブルのどちらで部分放電が発生しているのかを識別するためには、部分放電の測定を2回実施する必要があった。

[0013] また、特許文献1に記載された従来の技術は、校正パルスを電力ケーブルに注入する工程が必要とされることからわかるように、電力ケーブルの工場試験で用いられる方法であり、運転中のガス絶縁機器への適用を対象としたものではなく、さらに部分放電の位置標定を実施するものでもない。

[0014] 他方、特許文献2に記載された従来の技術は、部分放電の位置標定に関するものではあるが、ガス絶縁機器と電力ケーブルのどちらで部分放電が発生しているのかを識別するためには、上記したように、ガス絶縁機器での部分放電の位置標定を実施すると共に電力ケーブルでの部分放電の位置標定を実施し、部分放電の測定を2回実施する必要がある。

[0015] 本発明は、上記に鑑みてなされたものであって、ガス絶縁機器と電力ケーブルのどちらで部分放電が発生しているのかを1回の測定で識別可能な部分放電位置標定装置を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0016] 上述した課題を解決し、目的を達成するために、本発明に係る部分放電位置標定装置は、電力ケーブルが接続されたガス絶縁機器内または前記電力ケーブル内で発生した部分放電の位置標定が可能な部分放電位置標定装置であって、前記ガス絶縁機器に取り付けられ、部分放電信号を検出可能な第1のセンサと、前記電力ケーブルに取り付けられ、前記部分放電信号を検出可能な第2のセンサと、前記第1のセンサによる前記部分放電信号の検出時刻と前記第2のセンサによる前記部分放電信号の検出時刻との差である時間差を検出する時間差検出部と、前記時間差検出部により検出された前記時間差と、前記ガス絶縁機器内での前記部分放電信号の伝搬速度と、前記電力ケーブル内での前記部分放電信号の伝搬速度とに基づいて前記部分放電の発生位置を標定する処理部と、を備えることを特徴とする。

発明の効果

[0017] 本発明によれば、ガス絶縁機器と電力ケーブルのどちらで部分放電が発生しているのかを1回の測定で識別できる、という効果を奏する。

図面の簡単な説明

[0018] [図1]実施の形態に係る部分放電位置標定装置が適用される機器構成の一例を示した図

[図2]箔電極の取り付け態様を示した図

[図3]実施の形態に係る部分放電位置標定装置の構成例を示したブロック図

[図4]SAWフィルタ6a、絶対値回路8a、AGC回路9aおよびコンパレータ10aのそれぞれの出力波形の一例を示した図

[図5]SAWフィルタ6b、絶対値回路8b、AGC回路9bおよびコンパレータ10bのそれぞれの出力波形の一例を示した図

[図6]SAWフィルタ6aの出力波形の別の例を示した図

[図7]コンパレータ10a、10bの出力から部分放電信号の検出時刻 t_1 、 t_2 の時間差 Δt が決まる様子を示した図

[図8]部分放電の発生位置の算出方法を説明するための図

[図9]図8において $L_1 = 10\text{m}$ 、 $L_2 = 15\text{m}$ の場合の X と時間差との関係の一例を示したグラフ

発明を実施するための形態

[0019] 以下に、本発明に係る部分放電位置標定装置の実施の形態を図面に基づいて詳細に説明する。なお、この実施の形態によりこの発明が限定されるものではない。

[0020] 実施の形態.

図1は、本実施の形態に係る部分放電位置標定装置が適用される機器構成の一例を示した図である。図1に示すように、ガス絶縁機器1には電力ケーブル2が接続されている。ガス絶縁機器1は、金属容器20内に通電部（図示せず）を収納し絶縁ガスを密封して構成される。この通電部には商用周波数の電流が流れる。また、ガス絶縁機器1はケーブルヘッド部21を備える

。ケーブルヘッド部 2 1 には、電力ケーブル 2 のガス絶縁機器 1 への接続端 2 2 が接続される。

[0021] 電力ケーブル 2 は同軸ケーブルであり、導電性の芯線（図示せず）と、芯線の外周を覆う絶縁体（図示せず）と、絶縁体の外周を覆う導電性の編組線と、編組線の周りを覆う絶縁性のシースとを備えている。ここで、絶縁体は架橋ポリエチレンとすることが一般的である。後述するように、編組線は図 2 で符号「2 b」で示され、シースは図 2 で符号「2 c」で示される。ガス絶縁機器 1 の通電部と電力ケーブル 2 の芯線は電氣的に接続され、金属容器 2 0 と電力ケーブル 2 の編組線は接地される。

[0022] ガス絶縁機器 1 には、部分放電信号を検出可能な第 1 のセンサである箔電極 3 a が取り付けられている。電力ケーブル 2 には、部分放電信号を検出可能な第 2 のセンサである箔電極 3 b が取り付けられている。

[0023] 図 2 は、箔電極 3 a, 3 b の取り付け態様を示した図である。詳細には、図 2 (a) では、箔電極 3 a の取り付け態様を示し、図 2 (b) では、箔電極 3 b の取り付け態様を示している。なお、図 2 (a) では、金属容器 2 0 の縦断面の一部のみを示し、図 2 (b) では、電力ケーブル 2 の縦断面の一部のみを示している。

[0024] 図 2 (a) に示すように、箔電極 3 a は、絶縁物 2 5 を介して金属容器 2 0 上に取り付けられている。箔電極 3 a は、箔状もしくはシート状または薄板状の金属電極であり、例えば銅から形成される。絶縁物 2 5 は箔電極 3 a と金属容器 2 0 との間に挟持される。箔電極 3 a は例えばテープで金属容器 2 0 に貼り付けることができる。第 1 のセンサに箔電極 3 a を用いることで、第 1 のセンサの取り付けおよび取り外しが容易になる。箔電極 3 a と金属容器 2 0 と絶縁物 2 5 によりキャパシタが構成される。

[0025] 図 2 (b) に示すように、箔電極 3 b は、電力ケーブル 2 のシース 2 c 上に取り付けられている。箔電極 3 b は、箔電極 3 a と同一の大きさ、形状および材質とすることができる。シース 2 c は絶縁物で形成されるので、図示例のように箔電極 3 b をシース 2 c 上に直接配置した場合でも、箔電極 3 b

と電力ケーブル2の編組線2bとシース2cによりキャパシタが構成される。箔電極3bは箔電極3aと同様にテープで電力ケーブル2に貼り付けることができる。第2のセンサに箔電極3bを用いることで、第2のセンサの取り付けおよび取り外しが容易になる。

[0026] 図3は、本実施の形態に係る部分放電位置標定装置の構成例を示したブロック図である。本実施の形態に係る部分放電位置標定装置は、箔電極3a、3b、ミキサ4a、4b、PLL (Phase Locked Loop: 位相同期ループ) シンセサイザ5、周波数設定回路7、SAW (Surface Acoustic Wave: 表面弾性波) フィルタ6a、6b、絶対値回路8a、8b、AGC (Automatic Gain Control: 自動利得制御) 回路9a、9b、コンパレータ10a、10b、基準電圧生成回路11、カウンタ12、処理部13、および表示器14を備えている。

[0027] 箔電極3aはミキサ4aに接続され、箔電極3aの出力はミキサ4aに入力される。同様に、箔電極3bはミキサ4bに接続され、箔電極3bの出力はミキサ4bに入力される。箔電極3aは、ガス絶縁機器1内または電力ケーブル2内で部分放電が発生した場合には、部分放電信号を検出し、この部分放電信号をミキサ4aに出力する。同様に、箔電極3bは、ガス絶縁機器1内または電力ケーブル2内で部分放電が発生した場合には、部分放電信号を検出し、この部分放電信号をミキサ4bに出力する。

[0028] PLLシンセサイザ5は、ミキサ4a、4bに接続される。PLLシンセサイザ5は、PLL方式による周波数シンセサイザである。PLLシンセサイザ5は、周波数設定回路7で設定された局部発振周波数の信号である局部発振信号を生成し、この局部発振信号をミキサ4a、4bに出力する。局部発振信号は例えば正弦波または余弦波である。PLLシンセサイザ5および周波数設定回路7は、局部発振器30を構成する。

[0029] ミキサ4aは、SAWフィルタ6aに接続される。第1のミキサであるミキサ4aは、箔電極3aの出力とPLLシンセサイザ5の出力をミキシングする。具体的には、ミキサ4aは、箔電極3aの出力とPLLシンセサイザ

5の出力を乗算して両出力の積をSAWフィルタ6aに出力する。第1のフィルタであるSAWフィルタ6aは、ミキサ4aの出力のうち通過周波数の成分のみを通過させる。なお、通過周波数については後述する。SAWフィルタ6aは、狭帯域フィルタであり、通過周波数はSAWフィルタ6aの周波数帯域の中心周波数である。同様に、ミキサ4bは、SAWフィルタ6bに接続される。第2のミキサであるミキサ4bは、箔電極3bの出力とPLLシンセサイザ5の出力をミキシングする。具体的には、ミキサ4bは、箔電極3bの出力とPLLシンセサイザ5の出力を乗算して両出力の積をSAWフィルタ6bに出力する。第2のフィルタであるSAWフィルタ6bは、ミキサ4bの出力のうち通過周波数の成分のみを通過させる。ここで、SAWフィルタ6bは、SAWフィルタ6aと同じ通過周波数を有する。

[0030] ミキサ4a、4b、局部発振器30、およびSAWフィルタ6a、6bは、周波数選択部31を構成する。周波数選択部31は、箔電極3aから出力された部分放電信号から検出周波数の成分を選択し出力すると共に、箔電極3bから出力された部分放電信号から同一の検出周波数の成分を選択し出力する。ここで、検出周波数は、部分放電信号の検出に用いられる予め決められた周波数であり、箔電極3a、3bに共通の周波数である。

[0031] 絶対値回路8aは、SAWフィルタ6aの後段に接続される。第1の絶対値回路である絶対値回路8aは、SAWフィルタ6aの出力の絶対値を出力する。同様に、絶対値回路8bは、SAWフィルタ6bの後段に接続される。第2の絶対値回路である絶対値回路8bは、SAWフィルタ6bの出力の絶対値を出力する。

[0032] AGC回路9aは、絶対値回路8aの後段に接続される。第1の振幅調整回路であるAGC回路9aは、絶対値回路8aの出力に対して利得を自動調整し、絶対値回路8aの出力の振幅を予め決められた一定の大きさに調整する。同様に、AGC回路9bは、絶対値回路8bの後段に接続される。第2の振幅調整回路であるAGC回路9bは、絶対値回路8bの出力に対して利得を自動調整し、絶対値回路8bの出力の振幅を絶対値回路8aの出力の振

幅と同じ大きさに調整する。すなわち、AGC回路9a, 9bは、絶対値回路8a, 8bの出力の振幅を正規化する。このように振幅の正規化を行うことにより、部分放電の大きさおよび伝搬による部分放電信号の減衰の影響を抑制することができ、位置標定の精度を向上させることができる。

[0033] コンパレータ10aは、AGC回路9aの後段に接続される。第1のコンパレータであるコンパレータ10aは、AGC回路9aの出力と基準電圧生成回路11で生成された基準電圧とを比較し、AGC回路9aの出力と基準電圧との大小に応じて異なる値を出力する。例えば、コンパレータ10aは、AGC回路9aの出力が基準電圧よりも大きい場合は、VHを出力し、AGC回路9aの出力が基準電圧よりも小さい場合は、VL (< VH) を出力する。ここで、基準電圧は、検出周波数でのノイズの大きさよりも大きい値に設定される。ノイズの大きさは、ガス絶縁機器1が実運用される環境下で評価される。従って、コンパレータ10aの出力がVLからVHになった時に部分放電信号が検出され、その時刻が箔電極3aによる部分放電信号の検出時刻となる。

[0034] 同様に、コンパレータ10bは、AGC回路9bの後段に接続される。第2のコンパレータであるコンパレータ10bは、AGC回路9bの出力と基準電圧生成回路11で生成された基準電圧とを比較し、AGC回路9bの出力と基準電圧との大小に応じて異なる値を出力する。基準電圧生成回路11からコンパレータ10bに出力される基準電圧の大きさは、基準電圧生成回路11からコンパレータ10aに出力される基準電圧の大きさと同じである。例えば、コンパレータ10bは、AGC回路9bの出力が基準電圧よりも大きい場合は、VHを出力し、AGC回路9bの出力が基準電圧よりも小さい場合は、VL (< VH) を出力する。従って、コンパレータ10bの出力がVLからVHになった時に部分放電信号が検出され、その時刻が箔電極3bによる部分放電信号の検出時刻となる。

[0035] コンパレータ10a, 10bの後段には、カウンタ12が接続されている。カウンタ12は、コンパレータ10aの出力とコンパレータ10bの出力

とに基づいて部分放電信号が箔電極 3 a, 3 b で検出された時間差を計数する。すなわち、カウンタ 1 2 は、コンパレータ 1 0 a, 1 0 b のうちの一方で部分放電信号が検出された検出時刻からコンパレータ 1 0 a, 1 0 b のうちの他方で部分放電信号が検出された検出時刻までの時間差を計数する回路である。カウンタ 1 2 は、計数した時間差を出力する。

[0036] コンパレータ 1 0 a, 1 0 b、基準電圧生成回路 1 1 およびカウンタ 1 2 は、箔電極 3 a による部分放電信号の検出時刻と箔電極 3 b による部分放電信号の検出時刻との差である時間差を検出する時間差検出部 3 2 を構成する。この時間差は、部分放電信号の箔電極 3 a, 3 b への信号到達時間差である。

[0037] カウンタ 1 2 の後段には、処理部 1 3 が接続されている。処理部 1 3 は、例えばマイクロコンピュータである計算機である。処理部 1 3 には、カウンタ 1 2 の出力である時間差が入力される。後述するように、処理部 1 3 は、この時間差と、ガス絶縁機器 1 内での部分放電信号の伝搬速度と、電力ケーブル 2 内での部分放電信号の伝搬速度とに基づいて、部分放電の発生位置を標定する。処理部 1 3 には表示器 1 4 が接続され、表示器 1 4 には処理部 1 3 により標定された部分放電の発生位置が表示される。

[0038] 次に、本実施の形態の動作について説明する。ガス絶縁機器 1 の通電部と電力ケーブル 2 の芯線は接続され、ガス絶縁機器 1 の金属容器 2 0 と電力ケーブル 2 の編組線が接地されているので、ガス絶縁機器 1 および電力ケーブル 2 のいずれで部分放電が発生しても、部分放電は他方に伝搬する。なお、部分放電は箔電極 3 a, 3 b 間で発生しているとする。このような設定は、箔電極 3 a, 3 b の取り付け位置を調整することで常に可能である。

[0039] ガス絶縁機器 1 内または電力ケーブル 2 内で部分放電が発生すると、部分放電はガス絶縁機器 1 内および電力ケーブル 2 内を伝搬し、箔電極 3 a, 3 b の設置位置に至り、箔電極 3 a, 3 b はそれぞれ部分放電信号を検出する。

[0040] 箔電極 3 a の出力は、ミキサ 4 a にて P L L シンセサイザ 5 から出力され

た局部発振信号と乗算され、ミキサ4 aからは箔電極3 aの出力と局部発振信号との積が出力される。ミキサ4 aの出力はSAWフィルタ6 aに入力され、SAWフィルタ6 aはミキサ4 aの出力のうち通過周波数の成分のみを通過させる。部分放電信号の検出周波数を f 、局部発振周波数を f_0 とすると、ミキサ4 aの出力は周波数 $(f_0 + f)$ の成分と周波数 $(f_0 - f)$ の成分を有する。そこで、本実施の形態では、SAWフィルタ6 aの通過周波数を $(f_0 + f)$ に設定する。

[0041] 同様に、箔電極3 bの出力は、ミキサ4 bにてPLLシンセサイザ5から出力された局部発振信号と乗算され、ミキサ4 bからは箔電極3 bの出力と局部発振信号との積が出力される。ミキサ4 bの出力はSAWフィルタ6 bに入力され、SAWフィルタ6 bはミキサ4 bの出力のうちSAWフィルタ6 aと同一の通過周波数の成分のみを通過させる。部分放電信号の検出周波数を f 、局部発振周波数を f_0 とすると、ミキサ4 bの出力は周波数 $(f_0 + f)$ の成分と周波数 $(f_0 - f)$ の成分を有する。SAWフィルタ6 bの通過周波数は、SAWフィルタ6 aの通過周波数と同じに設定される。

[0042] このように、SAWフィルタ6 a, 6 bは、ミキサ4 a, 4 bの出力のうち上側波帯を選択しかつ上側波帯のうちの特定の周波数の成分のみを通過させる。

[0043] 例えば部分放電信号から5 MHzの信号成分のみを取り出したい場合は、SAWフィルタ6 a, 6 bの通過周波数を30 MHzに固定し、PLLシンセサイザ5の局部発振周波数を25 MHzに設定する。5 MHzの信号と25 MHzの信号の積算の場合、生成される周波数は30 MHzと20 MHzとなるが、上記したように、本実施の形態では周波数が高い方の30 MHzを選択する構成とする。また、部分放電信号から10 MHzの信号成分のみを取り出したい場合は、PLLシンセサイザ5の局部発振周波数を20 MHzに設定すればよい。

[0044] このように、ミキサ4 a, 4 bの出力のうち周波数の高い方 $(f_0 + f)$ の成分をSAWフィルタ6 a, 6 bで選択するのは、部分放電の位置標定を

実施する際、信号波形の時間分解能を高くするためである。すなわち、周波数の高い方 ($f_0 + f$) の成分を用いることで、周波数の低い方 ($f_0 - f$) の成分を用いる場合に比べて、部分放電信号の立ち上がりまたは立ち下がり精度よく検出でき、部分放電信号の検出時刻をより高精度で検出できる。

[0045] また、部分放電信号から検出周波数の成分を抽出するのは、電力ケーブル 2 で部分放電が発生した場合は、部分放電信号の周波数帯域は低周波帯域 (数 MHz ~ 数十 MHz) となり、この周波数帯域では一般に環境によるノイズが大きいため、この周波数帯域の中でノイズがより小さい周波数を用いて位置標定を実施するためである。なお、部分放電信号がガス絶縁機器 1 内で発生した場合には、部分放電信号の周波数帯域は、低周波帯域 (数 MHz ~ 数十 MHz) のみならず高周波帯域 (数十 MHz ~ 1 GHz 超) にも及ぶが、本実施の形態では、部分放電がガス絶縁機器 1 および電力ケーブル 2 のどちらかで発生した場合でも位置標定を可能とするため、部分放電信号の検出周波数を低周波帯域 (数 MHz ~ 数十 MHz) のうちからノイズを考慮して選択する。

[0046] 次に、SAW フィルタ 6 a の出力は絶対値回路 8 a に入力される。絶対値回路 8 a は、SAW フィルタ 6 a の出力の絶対値を取った後に出力する。すなわち、SAW フィルタ 6 a を通過した電圧信号は、絶対値回路 8 a にて負の電圧値が正の電圧値に変換される。同様に、SAW フィルタ 6 b の出力は絶対値回路 8 b に入力される。絶対値回路 8 b は、SAW フィルタ 6 b の出力の絶対値を取った後に出力する。すなわち、SAW フィルタ 6 b を通過した電圧信号は、絶対値回路 8 b にて負の電圧値が正の電圧値に変換される。

[0047] 次に、絶対値回路 8 a の出力は AGC 回路 9 a に入力される。AGC 回路 9 a は、絶対値回路 8 a の出力の振幅を予め決められた一定の大きさに調整する。同様に、AGC 回路 9 b は、絶対値回路 8 b の出力の振幅を上記一定の大きさに調整する。このように、絶対値回路 8 a, 8 b の出力は AGC 回路 9 a, 9 b にて振幅の正規化がなされる。

[0048] 次に、AGC回路9aの出力はコンパレータ10aに入力される。コンパレータ10aは、AGC回路9aの出力と基準電圧生成回路11で生成された基準電圧とを比較し、AGC回路9aの出力と基準電圧との大小関係に応じて異なる値を出力する。同様に、AGC回路9bの出力はコンパレータ10bに入力される。コンパレータ10bは、AGC回路9bの出力と基準電圧生成回路11で生成された基準電圧とを比較し、AGC回路9bの出力と基準電圧との大小関係に応じて異なる値を出力する。

[0049] 図4は、SAWフィルタ6a、絶対値回路8a、AGC回路9aおよびコンパレータ10aのそれぞれの出力波形の一例を示した図、図5は、SAWフィルタ6b、絶対値回路8b、AGC回路9bおよびコンパレータ10bのそれぞれの出力波形の一例を示した図、図6は、SAWフィルタ6aの出力波形の別の例を示した図である。なお、図4から図6の各図では、横軸は時間、縦軸は出力である電圧を表している。また、図4では、AGC回路9aの利得を1とした場合を例に説明する。

[0050] 具体的には、図4(a)では、SAWフィルタ6aの出力波形を示している。出力波形は部分放電信号を表している。図4(b)では、絶対値回路8aの出力波形を示しており、図4(a)の出力波形のうち電圧が負の部分が正に反転している。また、上記したように、AGC回路9aの利得を1としているので、絶対値回路8aの出力波形はAGC回路9aの出力波形に等しい。従って、コンパレータ10aは、図4(b)の出力波形と基準電圧 V_0 (>0)とを比較する。その結果、時刻 t_1 で、コンパレータ10aの出力が V_L から V_H に変化する。すなわち、時刻 t_1 は、箔電極3aによる部分放電信号の検出時刻である。図4(c)では、部分放電信号が立ち上がって検出された際のコンパレータ10aの出力波形を示している。なお、図4(c)では、 $V_L=0$ としている。

[0051] 図5(a)では、SAWフィルタ6bの出力波形を示している。図4(a)と比べると、部分放電信号が遅れて到達し、振幅も異なっている。図5(b)では、絶対値回路8bの出力波形を一点鎖線で示し、併せてAGC回路

9 b の出力波形を実線で示している。A G C 回路 9 b の出力波形の振幅は、図 4 (b) に示した A G C 回路 9 a の出力波形の振幅に等しくなるように調整される。従って、コンパレータ 1 0 b は、A G C 回路 9 b の出力波形 (実線) と基準電圧 V_0 とを比較する。その結果、時刻 t_2 で、コンパレータ 1 0 b の出力が V_L から V_H に変化する。すなわち、時刻 t_2 は、箔電極 3 b による部分放電信号の検出時刻である。図 5 (c) では、部分放電信号が立ち上がって検出された際のコンパレータ 1 0 b の出力波形を示している。

[0052] なお、図 5 (b) では、絶対値回路 8 b の出力をコンパレータ 1 0 b に入力させた場合の部分放電信号の検出時刻を t_3 で示している。この例からわかるように、 t_3 は t_2 と異なる。つまり、部分放電信号の立ち上がりの傾きが絶対値回路 8 b の出力波形と A G C 回路 9 b の出力波形では異なるので、このような傾きの相違が検出時刻の相違となる。そこで、本実施の形態では、A G C 回路 9 a , 9 b により、絶対値回路 8 a , 8 b の出力波形の振幅を予め決められた一定の振幅となるようにすることで、箔電極 3 a , 3 b による部分放電信号の検出時刻の誤差を抑制している。

[0053] また、コンパレータ 1 0 a , 1 0 b の前段に絶対値回路 8 a , 8 b を設ける理由は以下の通りである。ミキサ 4 a , 4 b の出力は、局部発振信号を部分放電信号で変調した信号となる。その際、ミキサ 4 a , 4 b の出力波形が正側に立ち上がるのか、あるいは負側に立ち下がるのかは、P L L シンセサイザ 5 の位相状態で決定される。図 6 は、ミキサ 4 a から出力され S A W フィルタ 6 a を通過した出力波形を示しているが、図 4 とは異なり、部分放電信号が立ち下がりで検出された例である。上記したように、後段のコンパレータ 1 0 a , 1 0 b では、基準電圧 V_0 と比較することで部分放電信号の検出時刻を求めるため、コンパレータ 1 0 a , 1 0 b の前段に絶対値回路 8 a , 8 b を設けない場合には、立ち下りの部分放電信号に対しては信号の検出時刻が遅れるので、検出時刻の誤差の要因となる。換言すれば、コンパレータ 1 0 a , 1 0 b の前段に絶対値回路 8 a , 8 b を設けることで、部分放電信号の検出時刻の遅れを抑制することができる。

- [0054] 次に、コンパレータ10a, 10bの出力は、カウンタ12に入力される。カウンタ12は、コンパレータ10a, 10bのうち的一方で部分放電信号が検出された検出時刻からコンパレータ10a, 10bのうち他方で部分放電信号が検出された検出時刻までの時間差を計数する。
- [0055] 図7は、コンパレータ10a, 10bの出力から部分放電信号の検出時刻 t_1 , t_2 の時間差 Δt が決まる様子を示した図である。すなわち、カウンタ12は、コンパレータ10aの出力から部分放電信号が検出された時刻 t_1 から、コンパレータ10bの出力から部分放電信号が検出された時刻 t_2 までの時間差 Δt を計数する。なお、コンパレータ10a, 10bのどちらで先に部分放電信号が検出されるのかは部分放電の発生位置に依存するので、カウンタ12は、コンパレータ10a, 10bの一方を基準にして、一方で部分放電信号が検出された時刻から他方で部分放電信号が検出された時刻までの時間差を正負の符号まで含めて出力する。例えば、コンパレータ10bを基準にする場合には、 Δt は $(t_1 - t_2)$ で与えられ、図示例では、 Δt は負の値となる。
- [0056] 次に、カウンタ12の出力は、処理部13に入力される。処理部13は、時間差 Δt と、ガス絶縁機器1内での部分放電信号の伝搬速度 V_1 と、電力ケーブル2内での部分放電信号の伝搬速度 V_2 とに基づいて、部分放電の発生位置を標定する。
- [0057] 図8は、部分放電の発生位置の算出方法を説明するための図である。図8では、ガス絶縁機器1と電力ケーブル2との接続箇所(C)から箔電極3aの位置(A)までの距離を L_1 、接続箇所(C)から箔電極3bの位置(B)までの距離を L_2 、接続箇所(C)から部分放電の放電点(D)までの距離を X で示している。なお、部分放電の発生位置の算出では、部分放電の伝搬方向の距離が問題となるので、図8では、ガス絶縁機器1および電力ケーブル2を直線的に描いて伝搬方向である軸方向の距離を示している。ここで軸方向は、ガス絶縁機器1の場合は、金属容器20の軸方向であり、電力ケーブル2の場合は、芯線方向である。接続箇所(C)は、電力ケーブル2

のガス絶縁機器 1 への接続端 2 2 であり、ガス絶縁機器 1 と電力ケーブル 2 との境界である。

[0058] まず、 $X > 0$ の場合を考える。この場合は、部分放電が電力ケーブル 2 内で発生した場合である。部分放電信号が D から A に至るまでの時間は $L_1 / V_1 + X / V_2$ となり、部分放電が D から B に至るまでの時間は $(L_2 - X) / V_2$ となるので、箔電極 3 b での部分放電信号の検出時刻を基準にした場合、時間差 Δt は次式で与えられる。

$$\begin{aligned} \Delta t &= (L_1 / V_1 + X / V_2) - (L_2 - X) / V_2 \\ &= (L_1 / V_1 - L_2 / V_2) + 2X / V_2 \\ &= \Delta t_0 + 2X / V_2 \quad \dots (1) \end{aligned}$$

ここで、 $\Delta t_0 = (L_1 / V_1 - L_2 / V_2)$ と定義した。この場合、(1) からわかるように、 $\Delta t - \Delta t_0 > 0$ 、すなわち、 $\Delta t > \Delta t_0$ である。

[0059] 次に、 $X < 0$ の場合を考える。この場合は、部分放電がガス絶縁機器 1 内で発生した場合である。部分放電信号が D から A に至るまでの時間は $(L_1 + X) / V_1$ となり、部分放電が D から B に至るまでの時間は $(-X / V_1 + L_2 / V_2)$ となるので、箔電極 3 b での部分放電信号の検出時刻を基準にした場合、時間差 Δt は次式で与えられる。

$$\begin{aligned} \Delta t &= (L_1 + X) / V_1 - (-X / V_1 + L_2 / V_2) \\ &= (L_1 / V_1 - L_2 / V_2) + 2X / V_1 \\ &= \Delta t_0 + 2X / V_1 \quad \dots (2) \end{aligned}$$

この場合、(2) からわかるように、 $\Delta t - \Delta t_0 < 0$ 、すなわち、 $\Delta t < \Delta t_0$ である。

[0060] なお、 Δt_0 は、 $X = 0$ の場合、すなわち、部分放電が接続箇所 (C) で発生した場合の時間差であることは明らかである。

[0061] ここで、箔電極 3 a, 3 b を取り付けた後、 L_1 , L_2 は計測することができるので、 L_1 , L_2 は既知であり、 L_1 , L_2 の計測データを予め処理部 1 3 に入力しておく。また、ガス絶縁機器 1 内での部分放電信号の伝搬速

度 V_1 は絶縁ガスの誘電率から決まり、電力ケーブル 2 内での部分放電信号の伝搬速度 V_2 は電力ケーブル 2 内の絶縁体の誘電率から決まるので、誘電率データを予め処理部 13 に入力しておく。なお、絶縁ガスを SF_6 （六フッ化硫黄）ガスとした場合、 SF_6 （六フッ化硫黄）ガスの比誘電率はほぼ 1 であり、電力ケーブル 2 の絶縁体を架橋ポリエチレンとした場合、架橋ポリエチレンの比誘電率は 2.3 程度である。従って、 V_1 はほぼ光速であり、 V_2 は光速の $1/\sqrt{2.3}$ 倍程度となる。

[0062] 処理部 13 による位置標定は次のようになされる。処理部 13 は、入力された誘電率データから媒質中の電磁波の伝搬速度と誘電率との既知の関係を用いて V_1 、 V_2 を算出する。なお、誘電率データの代わりに、 V_1 、 V_2 のデータを処理部 13 に予め入力しておいてもよい。処理部 13 は、 L_1 、 L_2 、 V_1 、 V_2 を用いて、 Δt_0 を算出する。なお、予め算出された Δt_0 を処理部 13 に入力しておいてもよい。

[0063] 次に、処理部 13 は、カウンタ 12 から出力された時間差 Δt を計算値である Δt_0 と比較する。

[0064] 比較の結果、 $\Delta t > \Delta t_0$ の場合は、(1) の場合に相当するので、

$$X = (\Delta t - \Delta t_0) \times V_2 / 2 \quad \dots (3)$$

で与えられる。つまり、 $\Delta t > \Delta t_0$ の場合は、 $X > 0$ であり、部分放電は電力ケーブル 2 内で発生したと判定でき、具体的な位置は (3) で与えられる。

[0065] 比較の結果、 $\Delta t < \Delta t_0$ の場合は、(2) の場合に相当するので、

$$X = (\Delta t - \Delta t_0) \times V_1 / 2 \quad \dots (4)$$

で与えられる。つまり、 $\Delta t < \Delta t_0$ の場合は、 $X < 0$ であり、部分放電はガス絶縁機器 1 内で発生したと判定でき、具体的な位置は (4) で与えられる。

[0066] 比較の結果、 $\Delta t = \Delta t_0$ であれば、上記したように、部分放電は接続箇所 (C) で発生したと判定できる。

[0067] 図 9 は、図 8 において $L_1 = 10 \text{ m}$ 、 $L_2 = 15 \text{ m}$ の場合の X と時間差と

の関係の一例を示したグラフである。横軸は X (m)、縦軸は時間差 (ns) である。この関係は、 $V_1 = 3.0 \times 10^8$ (m/s)、 $V_2 = 1/\sqrt{2.3} \times V_1$ として計算した結果である。 $X = 0$ を境に傾きが変化するが、これは V_1 と V_2 が異なることによる。

[0068] 以上に説明したように、本実施の形態に係る部分放電位置標定装置は、ガス絶縁機器 1 に取り付けられた箔電極 3 a と、電力ケーブル 2 に取り付けられた箔電極 3 b と、箔電極 3 a による部分放電信号の検出時刻と箔電極 3 b による前記部分放電信号の検出時刻との差である時間差を検出する時間差検出部 3 2 と、時間差検出部 3 2 により検出された前記時間差と、ガス絶縁機器 1 内での前記部分放電信号の伝搬速度 V_1 と、電力ケーブル 2 内での前記部分放電信号の伝搬速度 V_2 とに基づいて前記部分放電の発生位置を標定する処理部 1 3 と、を備えるので、ガス絶縁機器 1 と電力ケーブル 2 のどちらで部分放電が発生しているのかを 1 回の測定で識別することができる。

[0069] また、本実施の形態に係る部分放電位置標定装置は、箔電極 3 a から出力された前記部分放電信号から予め決められた検出周波数の成分を選択すると共に箔電極 3 b から出力された前記部分放電信号から前記検出周波数の成分を選択する周波数選択部 3 1 を備えるので、時間差検出部 3 2 は、箔電極 3 a による前記部分放電信号の検出時刻と箔電極 3 b による前記部分放電信号の検出時刻を同一の検出周波数の成分に基づいて求めることができ、時間差の検出精度が向上し、位置標定の精度が向上する。

[0070] なお、箔電極 3 a による前記部分放電信号の検出時刻と箔電極 3 b による前記部分放電信号の検出時刻をそれぞれ異なる検出周波数の成分に基づいて求めることも可能ではあるが、この場合は、本実施の形態と比べて、時間差の検出精度が低くなる。

[0071] また、本実施の形態では、SAWフィルタ 6 a, 6 b は、ミキサ 4 a, 4 b の出力のうち上側波帯を選択しかつ上側波帯のうち特定の周波数の成分のみを通過させる。こうすることで、信号波形の時間分解能を高くすることができ、時間差の検出精度が向上し、位置標定の精度が向上する。

- [0072] なお、SAWフィルタ6a, 6bが、ミキサ4a, 4bの出力のうち下側波帯を選択しかつ下側波帯のうちの特定の周波数の成分のみを通過させるようにすることも可能ではあるが、この場合は、本実施の形態と比べて、時間差の検出精度が低くなる。
- [0073] また、本実施の形態では、SAWフィルタ6aの出力の振幅を一定の大きさに調整するAGC回路9aと、SAWフィルタ6bの出力の振幅を前記一定の大きさに調整するAGC回路9bを設けている。こうすることで、SAWフィルタ6a, 6bの出力について、部分放電の大きさおよび伝搬による部分放電信号の減衰の影響を抑制することができ、時間差の検出精度が向上し、位置標定の精度が向上する。
- [0074] なお、AGC回路9a, 9bを設けない構成も可能ではあるが、この場合は、本実施の形態と比べて、時間差の検出精度が低くなる。
- [0075] また、本実施の形態では、SAWフィルタ6aの後段でかつAGC回路9aの前段に絶対値回路8aを配置すると共に、SAWフィルタ6bの後段でかつAGC回路9bの前段に絶対値回路8bを配置している。こうすることで、ミキサ4a, 4bによる変調後、部分放電信号が立ち上がりで検出されるか、あるいは、立ち下がりで検出されるかによらずに、後段のコンパレータ10a, 10bにて部分放電信号と正の基準電圧V0とを比較することで、部分放電信号の検出時刻を精度よく検出することができる。
- [0076] なお、絶対値回路8a, 8bを設けずに、時間差検出部32において、部分放電信号がV0より大きいか、あるいは、-V0より小さいかを判定することで、本実施の形態と同様に、部分放電信号の検出時刻を求めることも可能である。
- [0077] また、本実施の形態では、時間差検出部32をコンパレータ10a, 10b、基準電圧生成回路11およびカウンタ12で構成している。こうすることで、簡素な構成で時間差を精度よく検出することができる。
- [0078] 本実施の形態によれば、処理部13は、検出された時間差 Δt と予め算出された Δt_0 との大小を比較することで、部分放電がガス絶縁機器1側で発

生じたか、あるいは、電力ケーブル2側で発生したのかを容易に判定することができると共に、上記した(3)、(4)を用いることにより、発生位置を具体的に求めることができる。特に、本実施の形態の構成により、部分放電の位置標定の精度が向上するので、ガス絶縁機器1と電力ケーブル2との境界を含む数mの範囲で発生した部分放電の位置標定をする場合に、その誤差は数cmまで抑制することができる。

[0079] また、本実施の形態では、箔電極3a、3bを第1および第2のセンサとしている。箔電極3a、3bは取り付けおよび取り外しが容易で、設置場所にも自由度がある。また、箔電極3a、3bの大きさおよび形状を揃えることで、同じ感度のセンサで部分放電の検出ができる。さらにまた、箔電極3a、3bを用いることで、本実施の形態に係る部分放電位置標定装置を可搬型とすることができる。

[0080] なお、第1および第2のセンサに箔電極3a、3b以外のセンサを用いることも可能である。

[0081] また、本実施の形態では、周波数選択部31は、スーパーヘテロダイン方式を利用した構成となっているが、他の構成を利用して予め決められた検出周波数の成分を選択することも可能である。

[0082] 以上の実施の形態に示した構成は、本発明の内容の一例を示すものであり、公知の技術と組み合わせることも可能であるし、本発明の要旨を逸脱しない範囲で、構成の一部を省略、変更することも可能である。

符号の説明

[0083] 1 ガス絶縁機器、2 電力ケーブル、2b 編組線、2c シース、3a、3b 箔電極、4a、4b ミキサ、5 PLLシンセサイザ、6a、6b SAWフィルタ、7 周波数設定回路、8a、8b 絶対値回路、9a、9b AGC回路、10a、10b コンパレータ、11 基準電圧生成回路、12 カウンタ、13 処理部、14 表示器、20 金属容器、21 ケーブルヘッド部、22 接続端、25 絶縁物、30 局部発振器、31 周波数選択部、32 時間差検出部。

請求の範囲

- [請求項1] 電力ケーブルが接続されたガス絶縁機器内または前記電力ケーブル内で発生した部分放電の位置標定が可能な部分放電位置標定装置であって、
- 前記ガス絶縁機器に取り付けられ、部分放電信号を検出可能な第1のセンサと、
- 前記電力ケーブルに取り付けられ、前記部分放電信号を検出可能な第2のセンサと、
- 前記第1のセンサによる前記部分放電信号の検出時刻と前記第2のセンサによる前記部分放電信号の検出時刻との差である時間差を検出する時間差検出部と、
- 前記時間差検出部により検出された前記時間差と、前記ガス絶縁機器内での前記部分放電信号の伝搬速度と、前記電力ケーブル内での前記部分放電信号の伝搬速度とに基づいて前記部分放電の発生位置を標定する処理部と、
- を備えることを特徴とする部分放電位置標定装置。
- [請求項2] 前記第1のセンサから出力された前記部分放電信号から予め決められた検出周波数の成分を選択すると共に前記第2のセンサから出力された前記部分放電信号から前記検出周波数の成分を選択する周波数選択部を備え、
- 前記時間差検出部は、前記周波数選択部の出力に基づき、前記時間差を検出することを特徴とする請求項1に記載の部分放電位置標定装置。
- [請求項3] 前記周波数選択部は、
- 局部発振周波数の局部発振信号を生成する局部発振器と、
- 前記第1のセンサの出力と前記局部発振信号をミキシングする第1のミキサと、
- 前記検出周波数と前記局部発振周波数との和の周波数を通過周波数

とし、前記第1のミキサの出力のうち前記通過周波数の成分のみを通過させる第1のフィルタと、

前記第2のセンサの出力と前記局部発振信号をミキシングする第2のミキサと、

前記第1のフィルタと同一の通過周波数を有し、前記第2のミキサの出力のうち前記通過周波数の成分のみを通過させる第2のフィルタと、

を備えることを特徴とする請求項2に記載の部分放電位置標定装置。

[請求項4] 前記第1のフィルタの出力の振幅を一定の大きさに調整する第1の振幅調整回路と、

前記第2のフィルタの出力の振幅を前記一定の大きさに調整する第2の振幅調整回路と、

を備え、

前記時間差検出部は、前記第1の振幅調整回路の出力と前記第2の振幅調整回路の出力とに基づき、前記時間差を検出することを特徴とする請求項3に記載の部分放電位置標定装置。

[請求項5] 前記第1のフィルタの後段でかつ前記第1の振幅調整回路の前段に配置され、前記第1のフィルタの出力の絶対値を前記第1の振幅調整回路に出力する第1の絶対値回路と、

前記第2のフィルタの後段でかつ前記第2の振幅調整回路の前段に配置され、前記第2のフィルタの出力の絶対値を前記第2の振幅調整回路に出力する第2の絶対値回路と、

を備えることを特徴とする請求項4に記載の部分放電位置標定装置。

[請求項6] 前記時間差検出部は、

前記第1の振幅調整回路の出力と基準電圧との大小に応じて異なる値を出力する第1のコンパレータと、

前記第2の振幅調整回路の出力と前記基準電圧との大小に応じて異なる値を出力する第2のコンパレータと、

前記第1のコンパレータの出力と前記第2のコンパレータの出力とに基づいて前記時間差を計数するカウンタと、

を備えることを特徴とする請求項5に記載の部分放電位置標定装置

。

[請求項7]

前記ガス絶縁機器と前記電力ケーブルとの接続箇所から前記第1のセンサの位置までの距離を L_1 、前記接続箇所から前記第2のセンサの位置までの距離を L_2 、前記ガス絶縁機器内での前記部分放電信号の伝搬速度を V_1 、前記電力ケーブル内での前記部分放電信号の伝搬速度を V_2 とした場合に、前記処理部は、前記時間差と、 $(L_1/V_1 - L_2/V_2)$ の計算値とを比較し、前記時間差が $(L_1/V_1 - L_2/V_2)$ の計算値よりも大きい場合には、前記部分放電は前記電力ケーブル内で発生し、前記時間差が $(L_1/V_1 - L_2/V_2)$ の計算値よりも小さい場合には、前記部分放電は前記ガス絶縁機器内で発生し、前記時間差が $(L_1/V_1 - L_2/V_2)$ の計算値に等しい場合には、前記部分放電は前記接続箇所が発生したと判定することを特徴とする請求項1から6のいずれか1項に記載の部分放電位置標定装置。

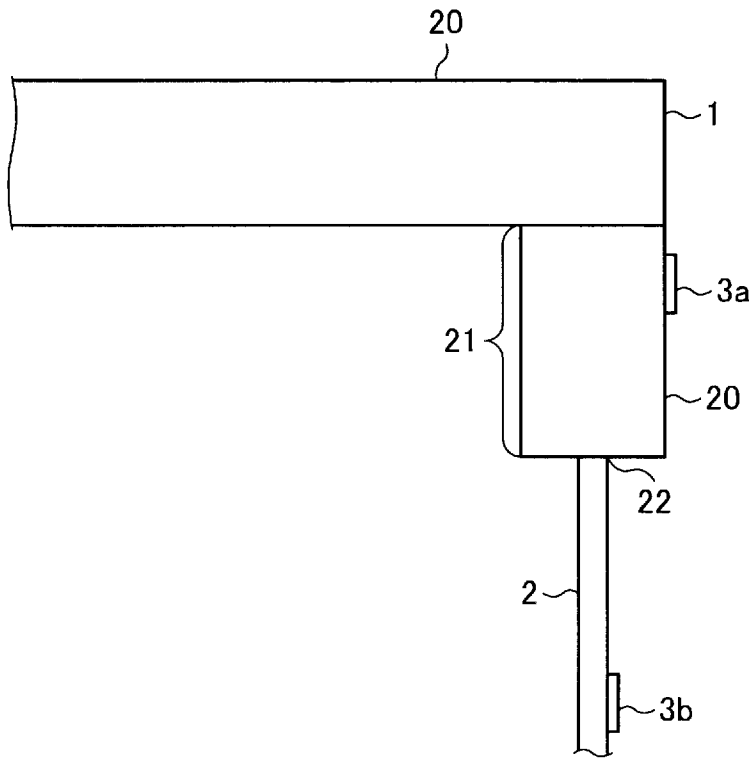
[請求項8]

前記第1および第2のセンサは、それぞれ箔電極であり、

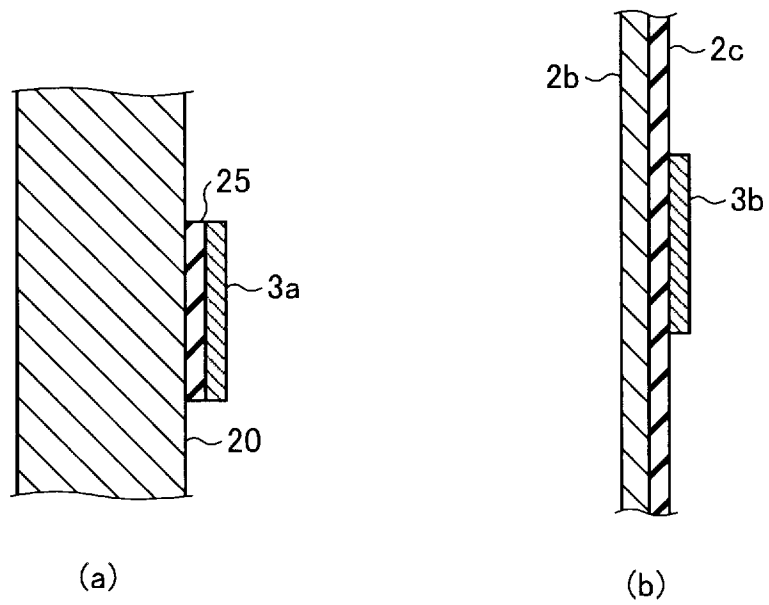
前記第1のセンサは、絶縁物を介して前記ガス絶縁機器の金属容器上に取り付けられ、

前記第2のセンサは、前記電力ケーブル上に取り付けられていることを特徴とする請求項1から6のいずれか1項に記載の部分放電位置標定装置。

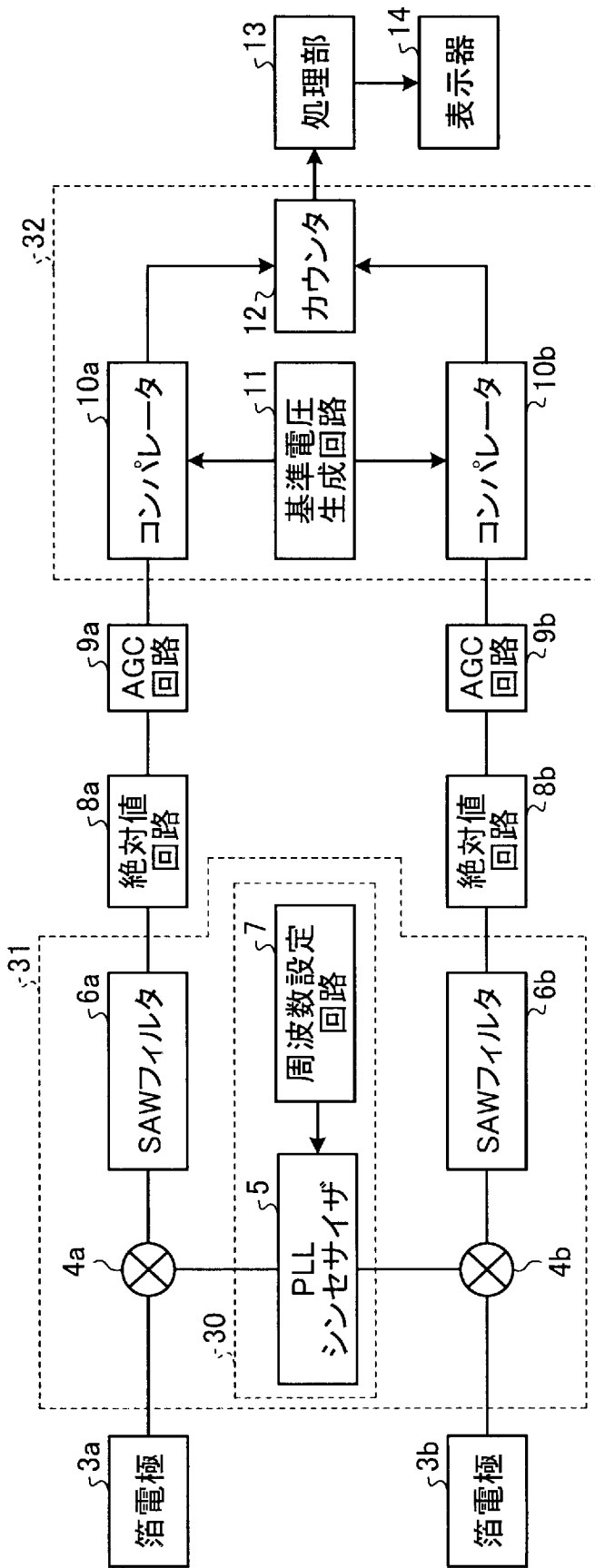
[図1]



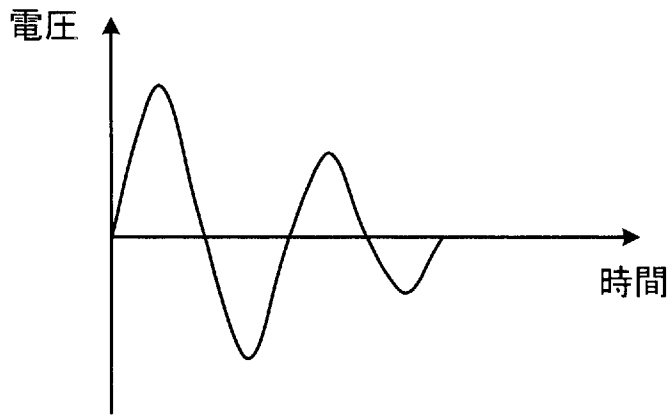
[図2]



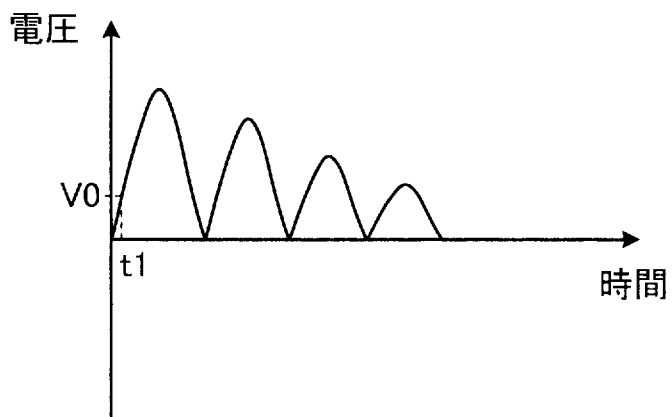
[図3]



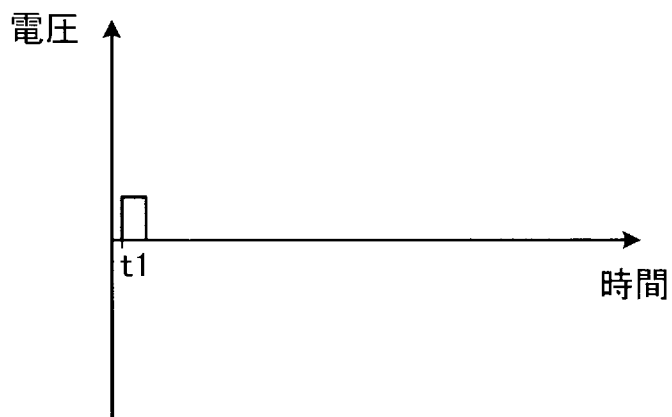
[図4]



(a)

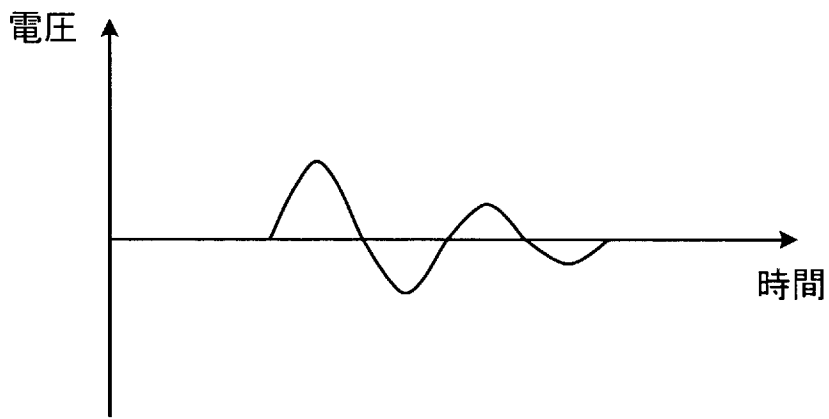


(b)

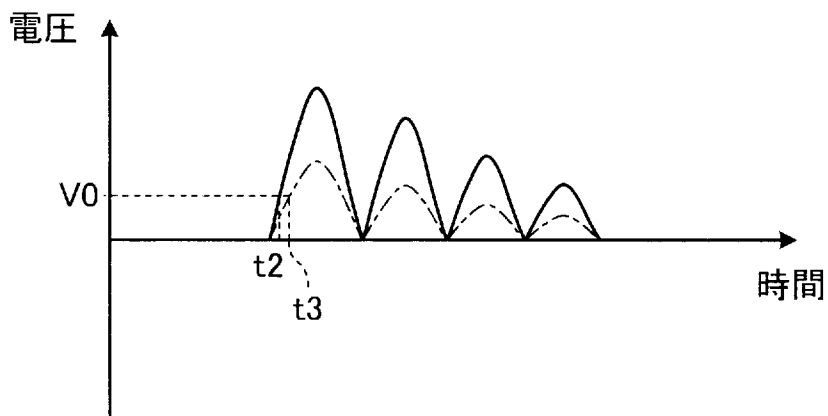


(c)

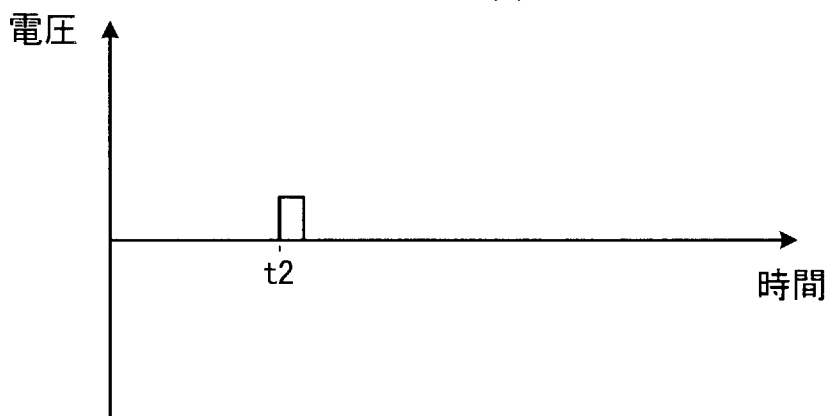
[図5]



(a)

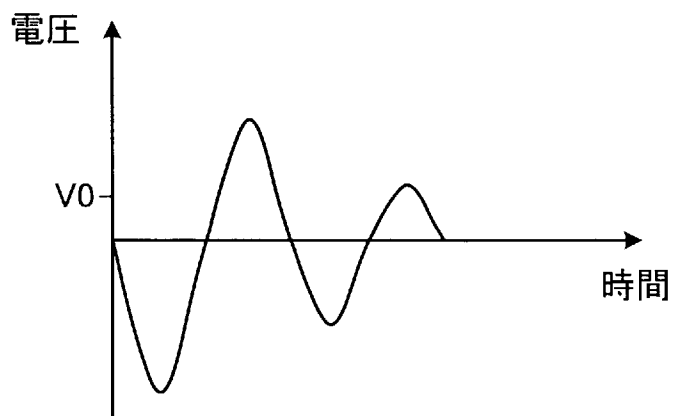


(b)

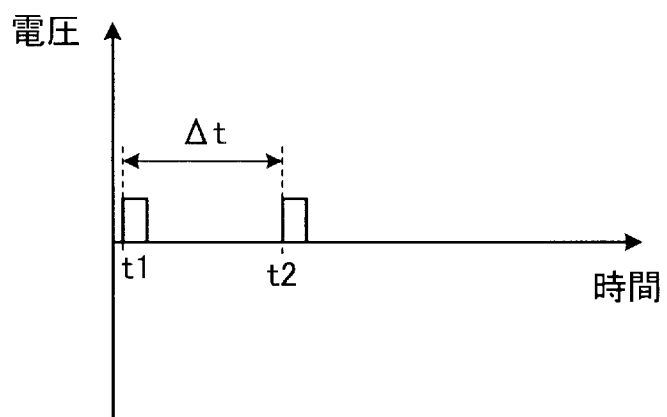


(c)

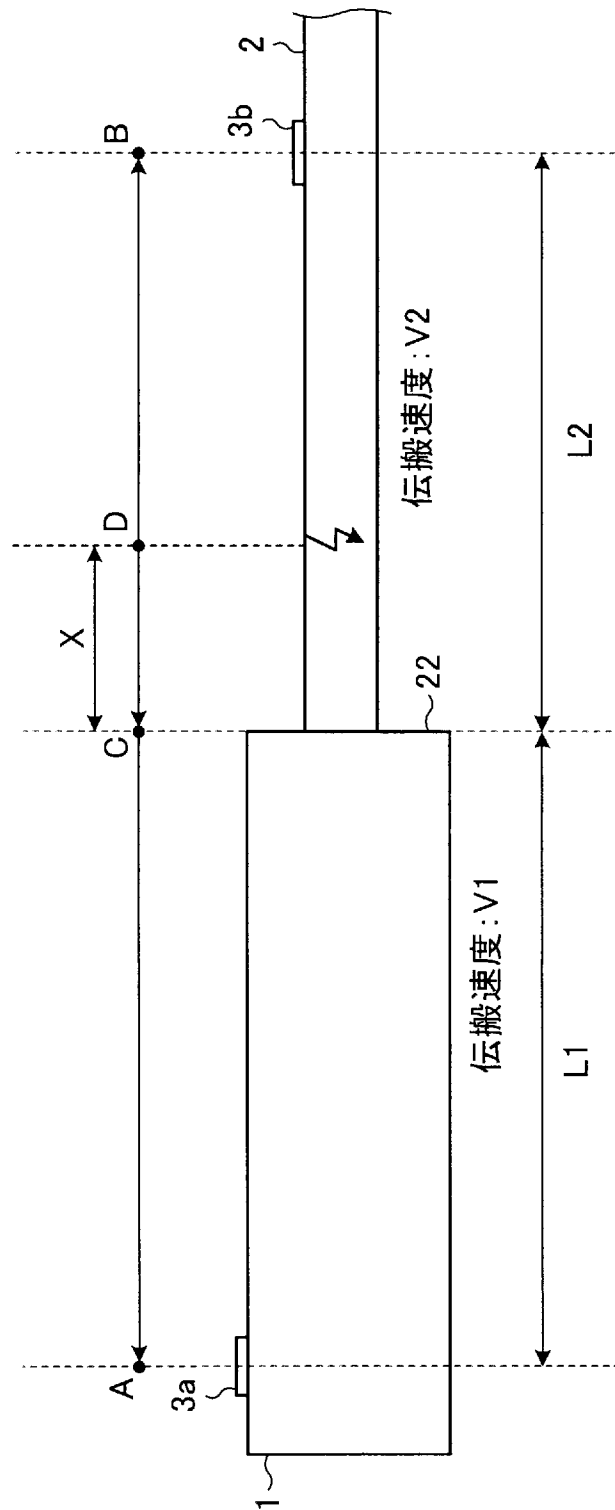
[図6]



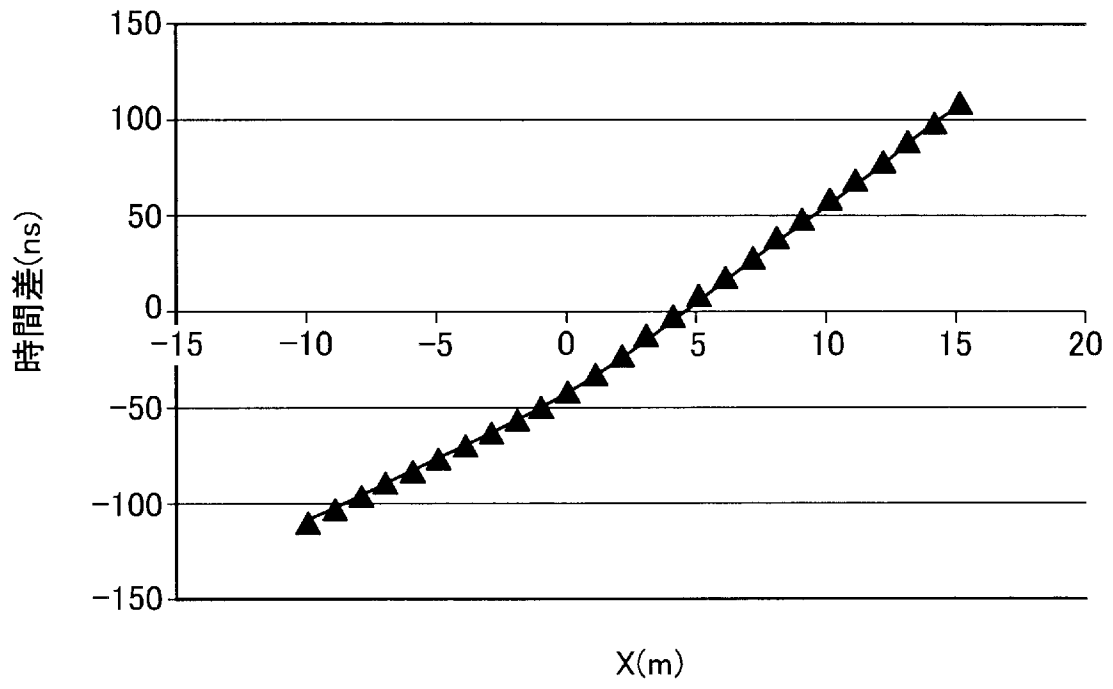
[図7]



[図8]



[図9]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/080939

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER <i>G01R31/08(2006.01)i, G01R31/12(2006.01)i, H02B13/065(2006.01)i, H02G5/06(2006.01)i</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) <i>G01R31/08, G01R31/12, H02B13/065, H02G5/06</i> Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched <i>Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2015</i> <i>Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2015 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2015</i> 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 08-178997 A (The Furukawa Electric Co., Ltd.), 12 July 1996 (12.07.1996), paragraphs [0015], [0019] to [0021]; fig. 1 (Family: none)	1-8
A	JP 11-052003 A (Toshiba Corp.), 26 February 1999 (26.02.1999), paragraphs [0034], [0037], [0041], [0051]; fig. 1, 2 (Family: none)	1-8
A	JP 62-140074 A (Hitachi Cable, Ltd.), 23 June 1987 (23.06.1987), page 2, lower left column, line 12 to lower right column, line 18; fig. 1 (Family: none)	1-8
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input 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 23 January 2015 (23.01.15)		Date of mailing of the international search report 10 February 2015 (10.02.15)
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/JP2014/080939

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 63-193077 A (Showa Electric Wire & Cable Co., Ltd.), 10 August 1988 (10.08.1988), claims; fig. 1 to 3 (Family: none)	1-8

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） Int.Cl. G01R31/08(2006.01)i, G01R31/12(2006.01)i, H02B13/065(2006.01)i, H02G5/06(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（IPC）） Int.Cl. G01R31/08, G01R31/12, H02B13/065, H02G5/06		
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 1971-2015年 日本国実用新案登録公報 1996-2015年 日本国登録実用新案公報 1994-2015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 08-178997 A（古河電気工業株式会社）1996.07.12, 段落 0015, 0019-0021, 図1（ファミリーなし）	1-8
A	JP 11-052003 A（株式会社東芝）1999.02.26, 段落 0034, 0037, 0041, 0051, 図1, 2（ファミリーなし）	1-8
A	JP 62-140074 A（日立電線株式会社）1987.06.23, 第2頁左下欄第 12行-右下欄第18行, 第1図（ファミリーなし）	1-8
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input 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 23.01.2015	国際調査報告の発送日 10.02.2015	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（ISA/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） 荒井 誠 電話番号 03-3581-1101 内線 3258	2S 3203

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリ*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 63-193077 A (昭和電線電纜株式会社) 1988.08.10, 特許請求の 範囲, 第 1-3 図 (ファミリーなし)	1-8