

(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
2020年9月3日(03.09.2020)



(10) 国際公開番号

WO 2020/174522 A1

(51) 国際特許分類:

H01F 38/24 (2006.01)

(21) 国際出願番号:

PCT/JP2019/006999

(22) 国際出願日:

2019年2月25日(25.02.2019)

(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: 日新電機株式会社(NISSIN ELECTRIC CO., LTD.) [JP/JP]; 〒6158686 京都府京都市右京区梅津高畝町4 7 番地 Kyoto (JP).

(72) 発明者: 角田 孝典 (TSUNODA, Takanori); 〒6158686 京都府京都市右京区梅津高畝町4 7 番地 日新電機株式会社内 Kyoto (JP). 澁谷

大輔(SHIBUYA, Daisuke); 〒6158686 京都府京都市右京区梅津高畝町4 7 番地 日新電機株式会社内 Kyoto (JP). 大木 秀人(OKI, Hideto); 〒6158686 京都府京都市右京区梅津高畝町4 7 番地 日新電機株式会社内 Kyoto (JP).

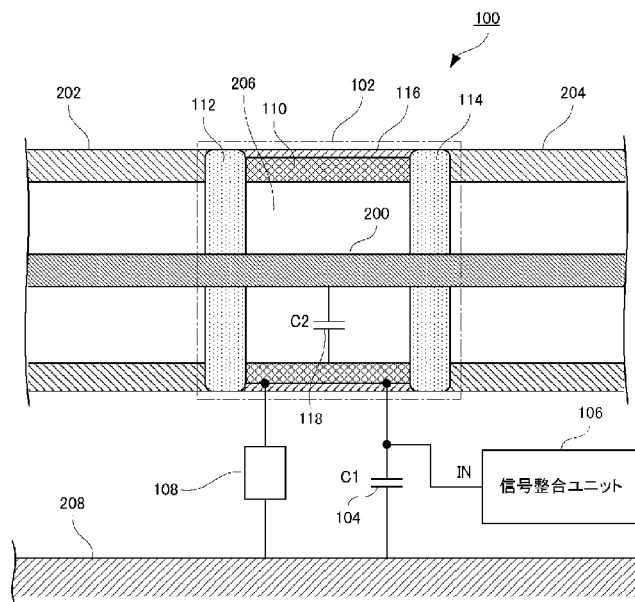
(74) 代理人: 清水 敏, 外 (SHIMIZU, Satoshi et al.); 〒5300002 大阪府大阪市北区曽根崎新地二丁目5 番3 号 堂島 T S S ビル4 階 堂島特許事務所北新地支所内 Osaka (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,

(54) **Title:** INTERMEDIATE ELECTRODE STRUCTURE, TRANSFORMER USING SAME, AND PARTIAL DISCHARGE DETECTOR

(54) 発明の名称: 中間電極構造体、それを用いた変成器及び部分放電検出装置

[図1]



106 Signal-matching unit

(57) **Abstract:** An intermediate electrode structure including a cylindrical conductive member enclosing the periphery of a power transmission line and an insulating member arranged at each of two open ends of the conductive member, the conductive member being fitted via the insulating member to a conduit that accommodates the power transmission line and used as an intermediate electrode when measuring the voltage of the power transmission line using stray capacitance between the power transmission line and the conductive member. Thus, the intermediate electrode structure eliminates

HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, 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,
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:

- 一 国際調査報告 (条約第21条(3))

the need for forming an intermediate electrode inside of a container, allowing to suppress an increase in the outer shape of the container, and is easier to manufacture than a conventional container that has the intermediate electrode built-in.

(57) 要約: 中間電極構造体は、送電線の周りを囲む筒状の導電性部材と、導電性部材の2つの開放端の各々に配置された絶縁部材とを含み、導電性部材は、絶縁部材を介して、送電線を収容する管路に装着され、送電線と導電性部材との間の浮遊容量を用いて、送電線の電圧を測定する際に中間電極として使用される。これにより、中間電極構造体は、容器内部に中間電極を形成する必要がなく、容器の外形が大きくなることを抑制でき、従来の中間電極を内蔵する容器よりも製造が容易である。

明 細 書

発明の名称：

中間電極構造体、それを用いた変成器及び部分放電検出装置

技術分野

[0001] 本発明は、送電線又は電力設備において電圧及び電流を測定するための変成器に関し、特に高電圧の電力を送電するための送電線及び電力機器において使用される中間電極構造体、それを用いた変成器及び部分放電検出装置に関する。

背景技術

[0002] 管路型の送電経路で使用されるガス絶縁開閉装置（GIS：Gas Insulated Switchgear）等の機器では、送電線（以下、母線ともいう）を収容する管路に形成した容器の内部に、容器と絶縁した形態で中間電極を設け、中間電極と大地との間にコンデンサ成分を形成し、コンデンサ成分により分圧された電圧を検出する。例えば、下記特許文献1には、図10を参照して、超高压用のガス絶縁開閉装置に用いる電圧変成器の信頼性を高め、保守を容易にするガス絶縁開閉装置用電圧変成器が開示されている。

[0003] この電圧変成器は、ガス絶縁開閉装置の外殻容器の一部を構成する管路において、金属製の管状容器902及び904と中心軸線を共有した状態で配置され、管状容器902及び904にフランジ結合された円筒状の金属製の分圧電極容器903を備えている。管路の内部及び該管路に接続された他の容器等の内部には、SF₆ガスが所定の圧力で封入されている。管路内には、該管路の中心軸線に沿って直線的に伸びる主回路導体905が収納されている。分圧電極容器903内には、主回路導体905を取り囲む円筒状の分圧電極916が配置され、分圧電極916は接続導体915の上端に電氣的に接続されている。分圧電極容器903の下部のフランジには、金属製の接続管路906の上端に設けられたフランジが絶縁スペーサ907を介して接続

されている。

- [0004] 図10には、主回路導体905と分圧電極916との間の浮遊容量（静電容量）をC11、分圧電極916と分圧電極容器903との間の浮遊容量をC12、接続導体915と接続管路906との間の浮遊容量をC13で示している。浮遊容量C11～C13の電氣的接続関係は図11のようになる。したがって、主回路導体905の電位をE1とすると、浮遊容量C11及びC12の接続ノードの電位（分圧電位）E2は、 $E2 = E1 \times C11 / (C11 + C12 + C13)$ となる。ガス絶縁開閉装置用電圧変成器では、この分圧電位を1次電圧として使用し、トランス（変圧器）により変換した後の電圧を測定する。

先行技術文献

特許文献

- [0005] 特許文献1：特開平5－90048号公報
特許文献2：特許第4080749号公報
特許文献3：特許第6331521号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0006] しかし、特許文献1に開示された中間電極を備えた構成では、容器内部に中間電極構造を形成することが難しく、絶縁性能を維持するために、外形が大きくなる問題がある。また、中間電極を小さな構造とすることも報告されている。例えば、上記特許文献2には、3相一括型ガス絶縁開閉装置の電圧検出装置が開示されており、この電圧検出装置では、浮遊電極（中間電極）の大きさは、高電圧導体（母線）の直径以下に形成される。しかし、中間電極を小さくすると、検出できる信号レベルが小さく、取扱いが難しい問題もある。
- [0007] また、高電圧の電気設備においては、発生する部分放電を検出するための専用装置が設けられている（上記特許文献3参照）が、変成器と同じ構成を

用いて、部分放電を検出できれば好ましい。

[0008] したがって、本発明は、容器内部に中間電極構造を形成することなく、簡易な構成で製造が容易である小型の中間電極構造体、それを用いた変成器及び部分放電検出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

[0009] 本発明の第1の局面に係る中間電極構造体は、送電線の周りを囲む筒状の導電性部材と、導電性部材の2つの開放端の各々に配置された絶縁部材とを含み、導電性部材は、絶縁部材を介して、送電線を収容する管路に装着され、送電線と導電性部材との間の浮遊容量を用いて、送電線の電圧を測定する際に中間電極として使用される。

[0010] これにより、導電性部材及び絶縁部材で容器を形成し、導電性部材を中間電極として使用するので、容器内部に中間電極を形成する必要がなく、容器内部における絶縁が容易となる。また、当該容器は、容器の外形が大きくなることを抑制でき、従来の中間電極を内蔵する容器よりも製造が容易である。

[0011] 好ましくは、導電性部材は、非磁性の金属で形成される。これにより、中間電極構造体の周囲にロゴスキーコイルを配置して電流変成器を構成でき、送電線の電流を検出できる。

[0012] 本発明の第2の局面に係る変成器は、上記の中間電極構造体と、導電性部材を接地するコンデンサと、送電線により交流電力が供給される際に、導電性部材の電圧を検出する検出部とを含み、検出部は、導電線の電圧を、浮遊容量とコンデンサとにより分圧された電圧として検出する。

[0013] これにより、上記の中間電極構造体を用いて、電圧変成器を形成できる。上記の中間電極構造体を使用することにより、比較的大きな浮遊容量を実現できるため、検出信号レベルが大きくなり、検出信号の取扱いが容易となる。

[0014] 好ましくは、変成器は、検出部により検出された電圧信号を増幅する絶縁アンプをさらに含む。これにより、測定対象である送電線を含む高圧の電気

設備と測定機器とを容易に絶縁することができ、測定装置を保護できる。

[0015] より好ましくは、変成器は、検出部により検出された電圧信号の大きさを
変換するトランスと、トランスの出力電圧信号を増幅するオペアンプとをさ
らに含む。これにより、測定対象である送電線を含む高圧の電気設備と測定
機器とを容易に絶縁することができ、測定装置を保護できる。

[0016] 本発明の第3の局面に係る変成器は、上記の中間電極構造体と、導電性部
材を接地する導電性の接地線と、送電線により交流電力が供給される際に、
接地線に流れる電流を検出する検出部と、検出部により検出された信号を積
分する積分部とを含み、積分部による積分結果は、送電線の電圧の測定値を
生成するために使用される。

[0017] これにより、上記の中間電極構造体を用いて、電圧変成器を形成できる。
上記の中間電極構造体を使用することにより、比較的大きな浮遊容量を実現
できるため、検出信号レベルが大きくなり、検出信号の取扱いが容易となる
。

[0018] 好ましくは、検出部は、比透磁率が1000以上の部材で形成されたコア
を有するコイルである。これにより、接地線に流れる電流を、より精度よく
検出できる。比透磁率が高いコアは励磁電流が小さいので、微小電流のセン
シングに適している。

[0019] より好ましくは、積分部は、オペアンプと、当該オペアンプの出力端子と
反転入力端子とを電氣的に接続するコンデンサとを含む。これにより、検出
部により検出された電流信号を積分し、電圧信号として出力できる。

[0020] さらに好ましくは、導電性部材は、双方向ダイオードを介して接地される
。これにより、過大な電流を大地に逃がすことができ、安全を確保できる。

[0021] 本発明の第4の局面に係る変成器は、上記の中間電極構造体と、導電性部
材を接地する導電性の接地線と、送電線により交流電力が供給される際に、
接地線に流れる電流を検出する検出部と、検出部により検出された信号を積
分する第1の積分部と、中間電極構造体の軸に垂直な平面に配置されたロゴ
スキーコイルと、送電線により交流電力が供給される際に、ロゴスキーコイ

ルの両端に発生する電圧を積分する第2の積分部とを含み、導電性部材は、非磁性部材により形成され、第1の積分部による積分結果は、送電線の電圧の測定値を生成するために使用され、第2の積分部による積分結果は、送電線の電流の測定値を生成するために使用される。これにより、上記の中間電極構造体を用いて、電圧及び電流を測定する変成器を形成できる。

[0022] 本発明の第5の局面に係る部分放電検出装置は、上記の中間電極構造体と、導電性部材を接地する導電性の接地線と、接地線に流れる電流を検出する検出部と、検出部により検出された信号に対して所定の処理を行ない、部分放電の発生の有無を判定する判定部とを含む。これにより、上記の中間電極構造体を用いて、部分放電検出装置を形成できる。

発明の効果

[0023] 本発明によれば、容器の外殻（導電性部材）で中間電極を構成するので、容器内に中間電極構造を形成することが不要となり、容器内部における絶縁が容易となる。また、容器の外形が大きくなることを抑制できる。また、比較的大きなコンデンサ容量（浮遊容量）を実現できるため、検出信号レベルが大きくなり、取扱いが容易となる。

図面の簡単な説明

[0024] [図1]本発明の第1実施形態に係る変成器の概略構成を示す断面図である。
[図2]図1の信号整合ユニットの構成例を示す回路図である。
[図3]図1の信号整合ユニットの構成例を示す、図2とは別の回路図である。
[図4]第1変形例に係る変成器の概略構成を示す断面図である。
[図5]図4の信号整合ユニットの構成例を示す回路図である。
[図6]第2変形例に係る部分放電検出装置の概略構成を示す断面図である。
[図7]本発明の第2実施形態に係る変成器の概略構成を示す断面図である。
[図8]図7のVIII－VIII線での断面を示す断面図である。
[図9]CTユニットの構成を示す回路図である。
[図10]従来の電圧変成器の構成を示す断面図である。
[図11]図10の電圧変成器において複数箇所に発生する浮遊容量の電氣的接

続関係を示す回路図である。

発明を実施するための形態

[0025] 以下の実施形態では、同一の部品には同一の参照番号を付してある。それらの名称及び機能も同一である。したがって、それらについての詳細な説明は繰返さない。

[0026] (第1実施形態)

図1を参照して、本発明の第1実施形態に係る変成器100は、送電線200を収容する外装管202及び204の間に配置される中間電極構造体102と、分圧コンデンサ104と、信号整合ユニット106と、保護素子108とを含む。送電線200は、外装管202及び204の中心軸に配置されている。中間電極構造体102は、外殻部110と、外殻部110の両側の開放端に配置されたスペーサ112及び114と、外殻部110の外周を覆う絶縁被膜116とを含む。

[0027] 外殻部110は、大地208から絶縁されており、外装管202及び204とも電氣的に絶縁されている。外殻部110は、金属部材により送電線200を取り囲むように、筒状に形成されている。外殻部110は、円筒（軸に垂直な断面形状が円）であっても、多角形の筒（軸に垂直な断面形状が多角形）であってもよい。外殻部110は、導電性の高い金属（例えば、鉄、銅、アルミニウム、及び、それらの合金、並びに、ステンレス等）で形成されることが好ましい。

[0028] スペーサ112及び114は、送電線200を支持し、中間電極構造体102を外装管202及び204に固定するためのものである。スペーサ112及び114は、非導電性の部材（樹脂等）で形成されている。スペーサ112及び114は、送電線200を貫通させ、送電線200を外殻部110の軸上に配置できるように形成されることが好ましい。

[0029] 外殻部110と、スペーサ112及び114とにより中間電極構造体102の内部には密閉された空間206が形成される。空間206（外殻部110と、スペーサ112及び114とにより密閉される空間）には、絶縁のた

めに、油、ガス、モールド部材等が充填されてもよい。

[0030] 分圧コンデンサ 104 は、一方の端部が外殻部 110 に接続され、他方の端部は大地 208 に接続（接地）されている。分圧コンデンサ 104 の外殻部 110 に接続された端部は、信号整合ユニット 106 にも接続されている。分圧コンデンサ 104 を外殻部 110 に電氣的に接続する方法は任意である。溶接であっても、ネジ、ボルト等による固定であってもよい。

[0031] 保護素子 108 は、異常電圧が発生した場合に、電流を大地 208 に逃がすためのものであり、避雷器とも言われる。保護素子 108 は安全のために装備されており、変成器 100 の機能を実現するために不可欠なものではなく、装備されなくてもよい。絶縁被膜 116 も、同様に、周囲の作業者等の安全を確保するためのものであり、変成器 100 の機能を実現するために不可欠なものではない。

[0032] 送電線 200 が伝送する電力（電圧）は、所定周波数（例えば、50 Hz、60 Hz 等）の交流電圧であり、その変動に応じて周囲の金属は電磁氣的影響を受ける。送電線 200 及び外殻部 110 の間には浮遊容量 118 が存在する。外殻部 110、分圧コンデンサ 104 及び浮遊容量 118 は、送電線 200 の電圧を分圧する分圧回路を構成する。即ち、分圧コンデンサ 104 及び信号整合ユニット 106 の接続ノードには、送電線 200 及び外殻部 110 の間の浮遊容量 118 の容量 C_2 と、分圧コンデンサ 104 の容量 C_1 とにより送電線 200 の電圧 V_0 が分圧された電圧が発生する。送電線 200 の電圧を V_0 とすると、分圧コンデンサ 104 及び信号整合ユニット 106 の接続ノードの電圧 V_1 は、 $V_1 = V_0 \times C_2 / (C_1 + C_2)$ となる。したがって、電圧 V_1 を信号整合ユニット 106 により検出することにより、送電線 200 の電圧 V_0 を測定し、その変動を観測できる。分圧コンデンサ 104 及び信号整合ユニット 106 の接続ノードの電圧 V_1 は、容量 C_1 及び C_2 に依存するが、送電線 200 の電圧が高電圧であれば、比較的高い電圧である。

[0033] 送電線 200 と外殻部 110 との間に発生する浮遊容量 118 の容量 C_2

に関しては、中間電極構造体 102 内の空間にガス等を充填するか否かを考慮し、送電線 200 と外殻部 110 との距離（円筒状の外殻部 110 であれば、半径）、及び外殻部 110 の軸方向の長さを調整することにより、所望の容量を得ることができる。浮遊容量 118 の容量 C_2 は、約 100 ~ 1000 pF であれば好ましい。浮遊容量 118 の容量 C_2 が小さいと、検出信号は小さい。例えば、1 pF の容量でカップリングした場合（ $C_2 = 1 \text{ pF}$ ）、送電線 200 の電圧を $77 \text{ kV} / 3^{1/2}$ とすると、検出信号は約 $10 \mu\text{A}$ と小さい。他の回路からのリーク電流等を考えると、精度を維持するのが容易ではない（例えば、 $1 \mu\text{A}$ のリーク電流であっても、約 10 % の誤差になる）。

[0034] 図 2 を参照して、信号整合ユニット 106 は、絶縁アンプ 130 と、抵抗 $R_1 \sim R_3$ とを含む。信号整合ユニット 106 への入力信号 I_N （電圧 V_1 ）は、絶縁アンプ 130 により増幅されて出力信号 $O_U T$ として、後段の測定機器（図示せず）に出力される。増幅率 a は、抵抗 R_1 及び R_2 により決定され、 $a = 1 + R_2 / R_1$ となる。後段の測定機器では、例えば、出力信号 $O_U T$ を所定の周波数でサンプリングしてデジタルデータに変換し、上記の式を用いて送電線 200 の電圧 V_0 を求めることができる。また、測定結果を記憶し、その変動を観測できる。

[0035] 絶縁アンプ 130 は、アイソレーションアンプとも呼ばれ、入力側と出力側とが絶縁されている。したがって、送電線 200 を含む高電圧の電力設備と、絶縁アンプ 130 の出力信号を処理する測定機器とを絶縁することができる。絶縁アンプ 130 には、例えば、光学素子を用いた光結合型のアンプ、又は、トランスを用いたトランス結合型のアンプを使用できる。

[0036] なお、絶縁アンプ 130 と周囲の抵抗との接続関係は、図 2 に限定されない。入力信号 I_N を増幅した出力信号 $O_U T$ を出力できるものであればよい。入力信号 I_N 及び出力信号 $O_U T$ の極性が反転する反転増幅回路であっても、極性が同じである非反転増幅回路であってもよい。

[0037] 信号整合ユニット 106 は、図 3 に示したように、トランス 132 と、オ

ペアンプ 134 と、抵抗 R4 ~ R6 とを含んで構成されてもよい。この場合、トランス 132 の 1 次側コイルへの入力信号 I_N（電圧 V₁）は、トランス 132 により電圧レベルが調整されて所定のレベルの電圧として 2 次側コイルから出力され、オペアンプ 134 に入力される。オペアンプ 134 に入力される信号は、オペアンプ 134 により増幅されて、後段の測定機器に出力され、上記と同様に処理される。増幅率 a は、抵抗 R4 及び R5 により決定され、 $a = 1 + R5 / R4$ となる。

[0038] 図 3 の回路では、トランス 132 により、送電線 200 の側とオペアンプ 134 の後段の測定機器とは絶縁されるので、オペアンプ 134 は、アイソレーションアンプではなく、通常のアンプ（Operational Amplifier）であればよい。

[0039] なお、オペアンプ 134 と周囲の抵抗との接続関係は、図 3 に限定されない。入力信号 I_N を増幅した出力信号 O_{UT} を出力できるものであればよい。非反転増幅回路であっても、反転増幅回路であってもよい。

[0040] （第 1 変形例）

上記の実施形態では、外殻部 110 を中間電極として分圧コンデンサ 104 を含む分圧回路を構成し、分圧された電圧を直接検出して増幅する場合を説明した。送電線 200 の電圧を測定する方法は、これに限定されない。第 1 変形例では、外殻部 110 を中間電極とする点は同じであるが、送電線 200 の交流電圧により生じる電流を検出する。

[0041] 図 4 を参照して、本変形例に係る変成器 150 は、中間電極構造体 102 と、中間電極構造体 102 及び大地 208 の間に配置された接地線 152 と、接地線 152 に巻回された検出コイル 154 と、検出コイル 154 に発生した信号（電流）が入力される信号整合ユニット 156 と、ダイオード対 158 とを含む。中間電極構造体 102 は、上記の実施形態と同様に構成されている。したがって、重複説明を繰返さず、ここでは、主として上記の実施形態と異なる点に関して説明する。

[0042] 接地線 152 は、導電性部材で線状（棒状）に形成され、中間電極構造体

102を構成する外殻部110に一端が接続され、他端が大地208に接続されている。接地線152を外殻部110に電氣的に接続する方法は任意である。溶接であっても、ネジ、ボルト等による固定であってもよい。

[0043] 検出コイル154は、接地線152を流れる電流を検出するためのものである。上記したように、送電線200と外殻部110との間には浮遊容量118(C2)が存在するので、送電線200に印加される電圧により、C2を介した変動電流が接地線152に流れる。接地線152を流れる変動電流により形成される変動磁場により、検出コイル154の出力には2次電流が生じる。したがって、これを信号整合ユニット156により検出し、検出信号を積分して送電線200の電圧を測定(算出)する。検出コイル154により検出される電流は比較的小さいので、検出コイル154には透磁率の高い部材(例えば、比透磁率が1000以上の部材。パーマロイ等)で形成したコアを設けることが好ましい。

[0044] このような構成では、通常、外殻部110に発生する電圧は極めて小さい。しかし、内部で異常放電が発生した場合等には過電圧が生じ、変成器(信号整合ユニット156内部の半導体素子等)を破壊する可能性がある。そこで、外殻部110に発生する電圧が小さいことを利用して、順方向電圧の小さなダイオードを用いて保護する方法が考えられる。この方法は比較的安価に、大電流までカバーできる。即ち、順方向が相互に逆になるように接続された2つのダイオード(以下、双方向ダイオードともいう)で構成されたダイオード対158を設ける。ダイオード対158は、安全のために設けられ、過大な電流が発生した場合に、電流を大地に逃がすためのものである。なお、ダイオードの数は2つ(1対)に限定されず、4つ(2対)以上であってもよい。

[0045] 図5を参照して、信号整合ユニット156は、オペアンプ162と、抵抗R7と、コンデンサC3とを含む。図5には、図4に示した中間電極構造体102の構成の一部を示す。

[0046] オペアンプ162の反転入力端子(「-」を付した端子)は、検出コイル

154の一方の端部と接続され、オペアンプ162の非反転入力端子（「+」を付した端子）は接地されている。オペアンプ162の出力端子と反転入力端子とは、並列接続されたコンデンサC3及び抵抗R7により接続されている。このように構成されることにより、オペアンプ162は積分器として機能し、出力信号OUTは、反転入力端子に入力される入力信号INを積分した信号となる。この構成は、先に述べたコアと検出コイルで構成した電流検出センサーとしての能力（特に周波数特性）を最大に向上させることができる。その理由は、この構成は検出コイルにとって、等価的に負担抵抗（負荷抵抗）を極小化できる利点を持つからである。なお、抵抗R7は、回路を安定させるためのものであり、積分するために不可欠ではない。

[0047] ここで、検出コイル154が検出するのは、接地線152を流れる電流である。接地線152を流れる電流 $I(t)$ は、浮遊容量118（容量C2）の両端の電圧を $V(t)$ とすると、 $I(t) = C2 \times dV(t) / dt$ で表される（ここで、 t は時間を表し、 $dV(t) / dt$ は電圧の微分を表す）。したがって、電流 $I(t)$ を積分すると、電圧 $V(t)$ を得ることができる。即ち、オペアンプ162は、検出コイル154の検出信号（接地線152を流れる電流の検出信号（入力信号IN））を積分して、電圧（出力信号OUT）を出力する。オペアンプ162からの出力信号OUTは、後段の測定機器に出力され、上記と同様に処理される。これにより、送電線200の電圧を信号整合ユニット156により測定でき、その変動を観測できる。

[0048] オペアンプ162は、検出コイル154により、送電線を含む電力設備と絶縁されているので、アイソレーションアンプでなく、通常のオペアンプであればよい。

[0049] 上記では、検出される電流を、オペアンプを使用した積分回路により積分して、電圧に変換する場合を説明したが、これに限定されない。オペアンプを使用せずに、アナログの検出信号（電流）をデジタルデータに変換した後に、半導体演算子（DSP（Digital Signal Processor）等）により積分を実行してもよい。

[0050] (第2変形例)

上記の第1変形例では、母線の電圧及びその変動を測定する場合を説明したが、これに限定されない。第2変形例として、図4に示した構成を用いて、部分放電を検出する場合について説明する。

[0051] 図6を参照して、第2変形例に係る部分放電検出装置170は、図4と同様に構成されており、中間電極構造体102と、中間電極構造体102及び大地208の間に配置された接地線152と、接地線152に巻回された検出コイル172と、検出コイル172に発生した信号(電流)が入力される信号整合ユニット156と、ダイオード対158とを含む。但し、ここでは、検出コイル172は、図4の検出コイル154とは異なり、部分放電により発生する高周波電流(MHzオーダ)を検出できるコイルである。部分放電の検出方法は、上記の特許文献3と同じである。特許文献3では、母線及び接地の間に配置された電気設備において部分放電が発生したときに、部分放電により消失した電荷を補うためのコンデンサ(以下、補償コンデンサという)を、母線と接地との間に設ける。電気設備において部分放電が発生すると、補償コンデンサに蓄積されていた電荷が、母線を介して、部分放電の発生部(電荷消失源)に供給される。このとき、流れる電流を検出することにより、部分放電の発生を検出できる。

[0052] 本変形例では、送電線200及び外殻部110の間に生じる浮遊容量118を、補償コンデンサとして機能させる。部分放電が発生していない通常状態において、送電線200による交流電力の供給により接地線152に電流が流れる。部分放電が発生すると、図6に示したように、浮遊容量118に蓄積されていた電荷が、部分放電部に送電線200を介して供給され、瞬間的に大きな補償電流174が流れる。これにより、検出コイル172による検出信号も瞬間的に増大する。したがって、検出コイル172の検出信号の変化を観測することにより部分放電を検出できる。例えば、検出コイル172により検出された信号に対して所定処理(ピーク検出等)を行えば、部分放電を検出できる。また、送電線200を流れる商用電流の位相を利用し

て、検出信号から商用電流の影響を分離し、部分放電により発生した電流を検出してもよい。

[0053] 図6の信号整合ユニット156は、検出コイル172により検出された高周波信号を処理する回路である。図6に示した部分放電検出装置170を、例えばガス絶縁開閉装置に適用して、部分放電を検出できる。

[0054] (第2実施形態)

第2実施形態の変成器では、第1の実施形態に示した構成に加えて、ログスキーコイルを備える。具体的には、図7及び図8を参照して、第2の実施形態に係る変成器180は、中間電極構造体102と、ログスキーコイル182と、中間電極構造体102及び大地208の間を接続する接地線152と、接地線152に設けられたCTユニット192とを含む。中間電極構造体102は、第1の実施形態(図1及び図4参照)と同様に構成されている。したがって、重複説明を繰返さず、ここでは、主として上記の実施形態と異なる点に関して説明する。

[0055] ログスキーコイル182は、中間電極構造体102の周囲に、保持部材184～保持部材190を介して固定されている。ログスキーコイル(トロイダルコイルとも呼ばれる)は、環状体の芯(又は空芯)の周囲(図7では、母線を中心軸とする環の周囲)に被覆導線を巻付けた外観環状のコイルである。ログスキーコイル182は、樹脂等によりモールドされることが好ましい。これは、ログスキーコイルにより検出するのは、送電線200に流れる電流により発生する磁束(母線に垂直な平面内に形成され、母線位置を中心とする同心円に沿った磁束)を微分した信号であり、ログスキーコイルにより囲まれる空間内を通る鎖交磁束に対するログスキーコイルの角度が変化しないようにするためである。この用途では、外殻部110が磁場を乱さないように、外殻部110は導電性の非磁性体(例えば、銅、アルミニウム、及び、それらの合金、並びに、非磁性のステンレス等)で形成されることが必要である。変成器180の両端はCTユニット192に接続され、後述するように、変成器180により検出された信号はCTユニット192により積

分される。

- [0056] 保持部材184～190は、ログスキーコイル182を中間電極構造体102から所定の距離だけ離隔して固定するためのものであり、樹脂等の非導電性部材で形成されている。保持部材184～保持部材190の数、形状及び配置は任意であり、ログスキーコイル182を中間電極構造体102から所定の距離だけ離隔して固定できればよい。
- [0057] 図9を参照して、CTユニット192は、検出コイル154、オペアンプ162、抵抗R7、及びコンデンサC3を含む回路（以下、第1回路という）と、ログスキーコイル182、オペアンプ196、抵抗R8及びR9、並びにコンデンサC4を含む回路（以下、第2回路という）とを含む。第1回路は、図5と同じであるので、重複説明を繰返さない。第1回路は、接地線152を電流が流れることにより検出コイル154に流れる電流（入力信号IN1）を積分した電圧（出力信号OUT1）を出力する。出力信号OUT1は、後段の測定機器に出力され、上記と同様に処理される。
- [0058] 第2回路はミラー積分回路とよばれるものであり、オペアンプ196は積分器として機能し、出力信号OUT2は、反転入力端子に入力される入力信号IN2を積分した信号となる。第2回路は第1回路と異なり、オペアンプ196は、ログスキーコイル182の両端に発生する電圧を積分するので、出力信号OUT2は母線電流（送電線200の電流）に比例した値である。即ち、ログスキーコイル182のインダクタンスLにより、ログスキーコイル182の両端の電圧 $V(t)$ は、母線（送電線200）の電流を $I(t)$ とすると、 $V(t) \propto L \times dI(t)/dt$ で表される（ここで、 t は時間を表し、 $dI(t)/dt$ は電流の微分を表す）。したがって、電圧 $V(t)$ を積分すると、電流 $I(t)$ を得ることができる。
- [0059] したがって、変成器180は、第1回路により電圧変成器として機能し、ログスキーコイル182及び第2回路により電流変成器として機能する。
- [0060] 以上、実施の形態を説明することにより本発明を説明したが、上記した実施の形態は例示であって、本発明は上記した実施の形態のみに制限されるわ

けではない。本発明の範囲は、発明の詳細な説明の記載を参酌した上で、請求の範囲の各請求項によって示され、そこに記載された文言と均等の意味及び範囲内での全ての変更を含む。

産業上の利用可能性

[0061] 本発明によれば、容器内部に中間電極構造を形成することなく、簡易な構成で製造が容易である小型の中間電極構造体、それを用いた変成器及び部分放電検出装置を提供できる。

符号の説明

[0062] 100、150、180 変成器
102 中間電極構造体
104 分圧コンデンサ
106、156 信号整合ユニット
108 保護素子
110 外殻部
112、114 スペーサ
116 絶縁被膜
118 浮遊容量
130 絶縁アンプ
132 トランス
134、162、196 オペアンプ
152 接地線
154、172 検出コイル
158 ダイオード対
170 部分放電検出装置
174 補償電流
182 ログスキーコイル
184、186、188、190 保持部材
192 CTユニット

200 送電線
202、204 外装管
206 空間
208 大地
902、904 管状容器
903 分圧電極容器
905 主回路導体
906 接続管路
907 絶縁スペーサ
915 接続導体
916 分圧電極

請求の範囲

- [請求項1] 送電線の周りを囲む筒状の導電性部材と、
前記導電性部材の2つの開放端の各々に配置された絶縁部材とを含み、
前記導電性部材は、
前記絶縁部材を介して、前記送電線を収容する管路に装着され、
前記送電線と前記導電性部材との間の浮遊容量を用いて、前記送電線の電圧を測定する際に中間電極として使用されることを特徴とする、中間電極構造体。
- [請求項2] 請求項1に記載の中間電極構造体と、
前記導電性部材を接地するコンデンサと、
前記送電線により交流電力が供給される際に、前記導電性部材の電圧を検出する検出手段とを含み、
前記検出手段は、前記送電線の電圧を、前記浮遊容量と前記コンデンサとにより分圧された電圧として検出することを特徴とする、変成器。
- [請求項3] 請求項1に記載の中間電極構造体と、
前記導電性部材を接地する導電性の接地線と、
前記送電線により交流電力が供給される際に、前記接地線に流れる電流を検出する検出手段と、
前記検出手段により検出された信号を積分する積分手段とを含み、
前記積分手段による積分結果は、前記送電線の電圧の測定値を生成するために使用されることを特徴とする、変成器。
- [請求項4] 請求項1に記載の中間電極構造体と、
前記導電性部材を接地する導電性の接地線と、
前記送電線により交流電力が供給される際に、前記接地線に流れる電流を検出する検出手段と、
前記検出手段により検出された信号を積分する第1の積分手段と、

前記中間電極構造体の軸に垂直な平面に配置されたロゴスキーコイルと、

前記送電線により交流電力が供給される際に、前記ロゴスキーコイルの両端に発生する電圧を積分する第2の積分手段とを含み、

前記導電性部材は、非磁性部材により形成され、

前記第1の積分手段による積分結果は、前記送電線の電圧の測定値を生成するために使用され、

前記第2の積分手段による積分結果は、前記送電線の電流の測定値を生成するために使用されることを特徴とする、変成器。

[請求項5]

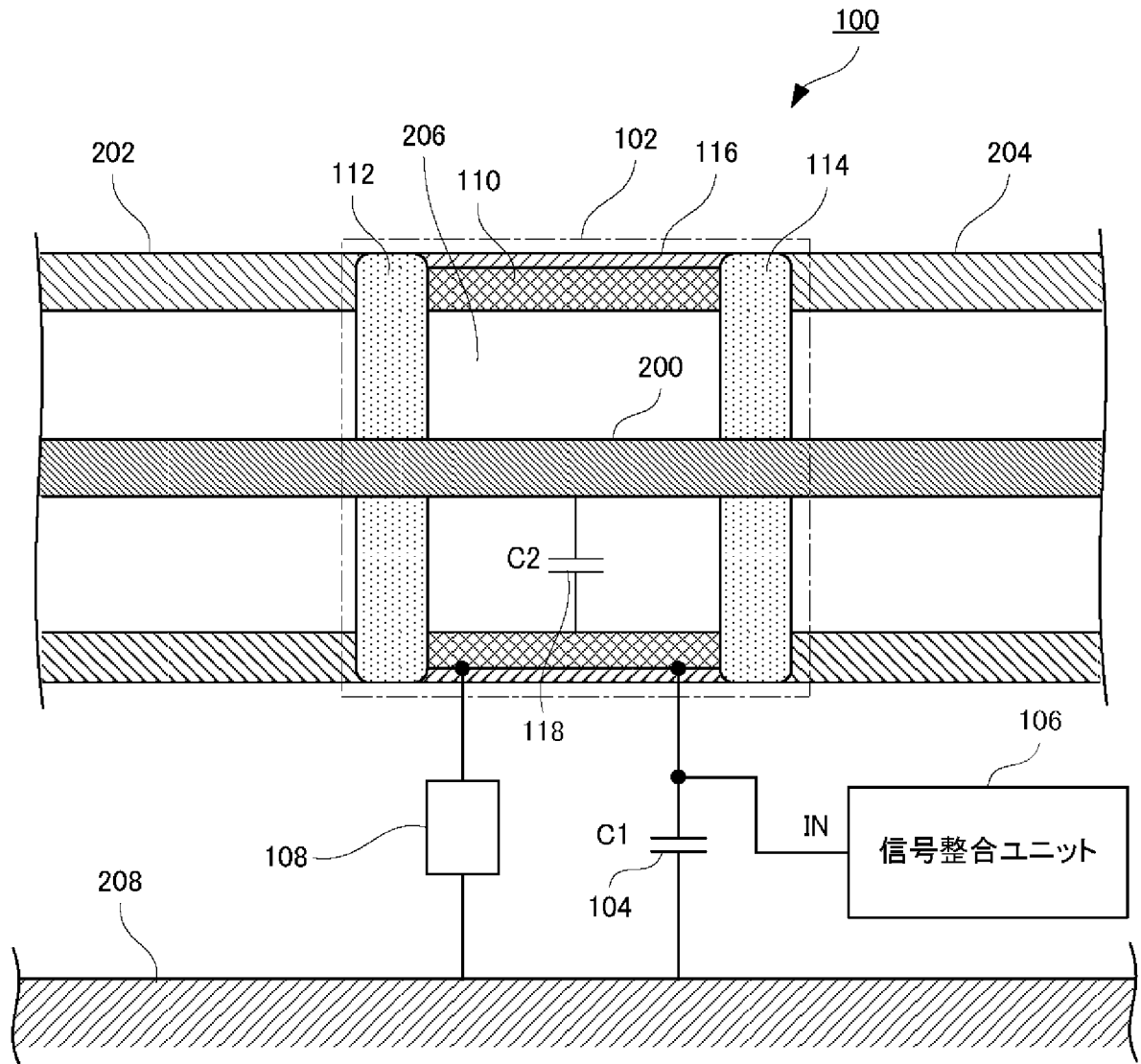
請求項1に記載の中間電極構造体と、

前記導電性部材を接地する導電性の接地線と、

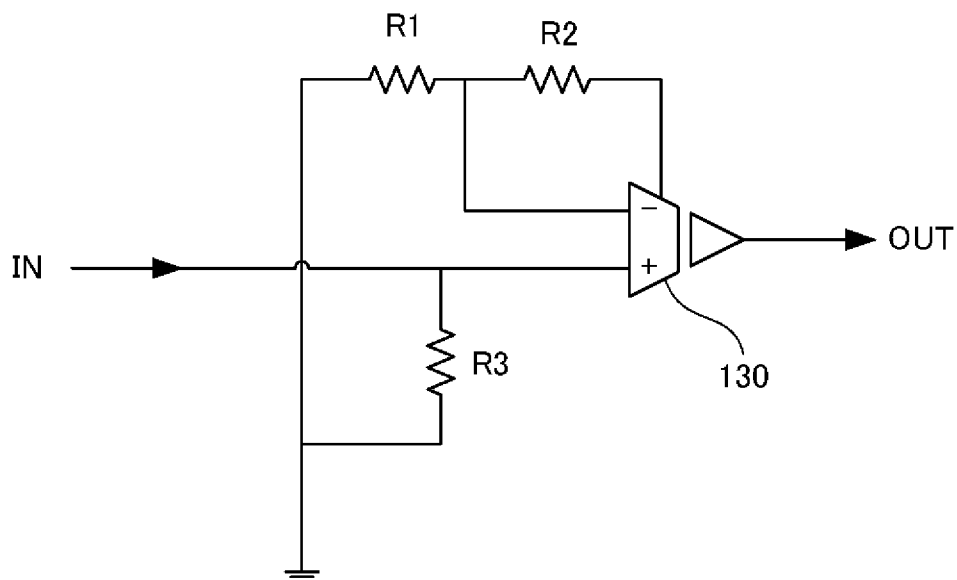
前記接地線に流れる電流を検出する検出手段と、

前記検出手段により検出された信号に対して所定の処理を行ない、部分放電の発生の有無を判定する判定手段とを含むことを特徴とする、部分放電検出装置。

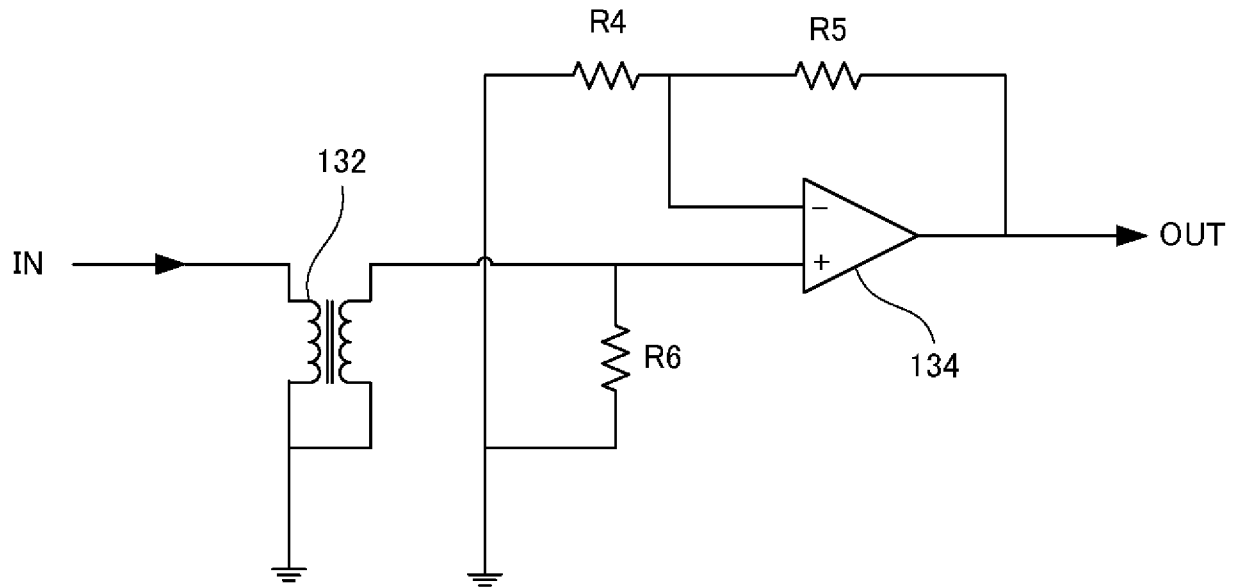
[図1]



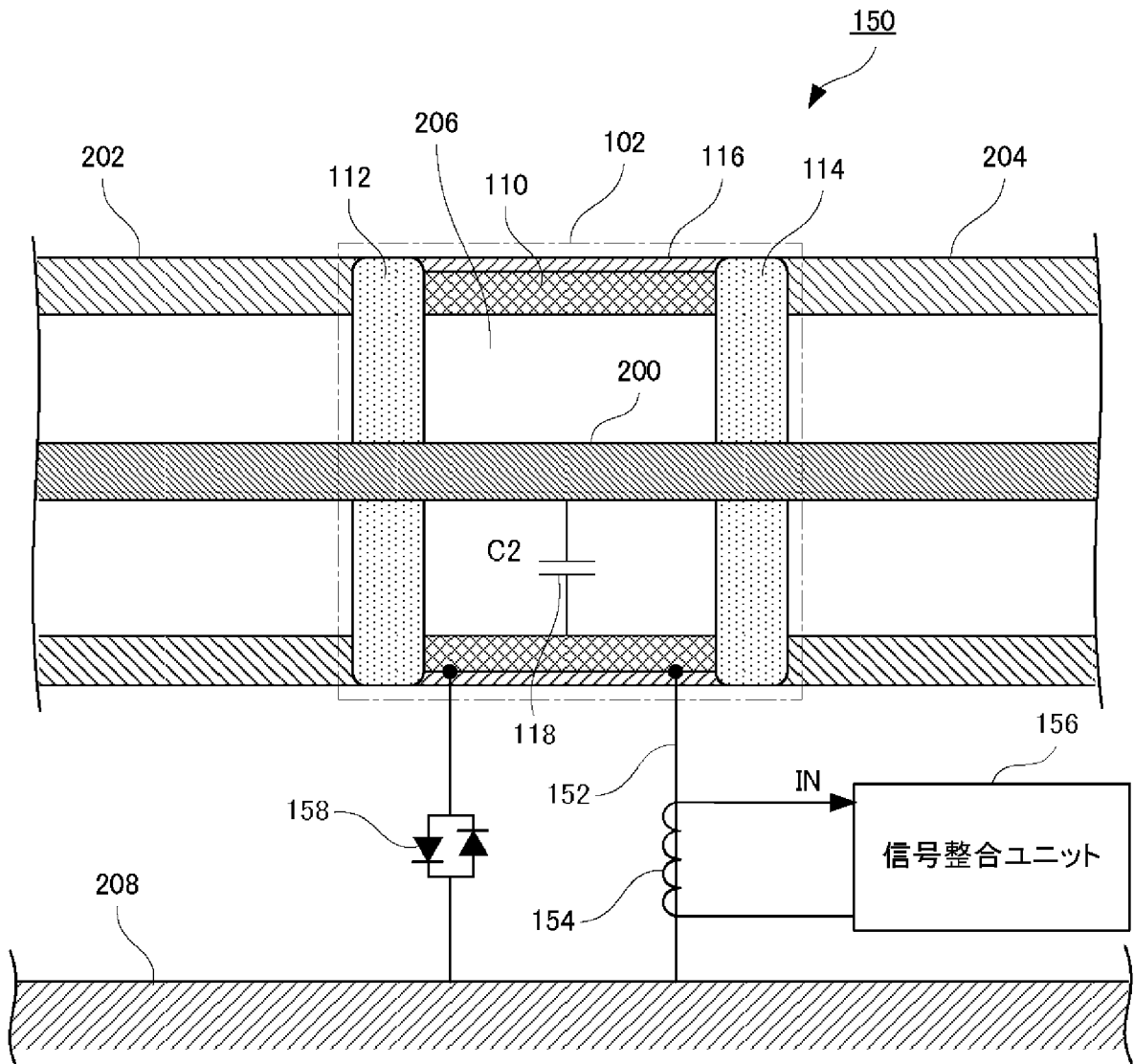
[図2]



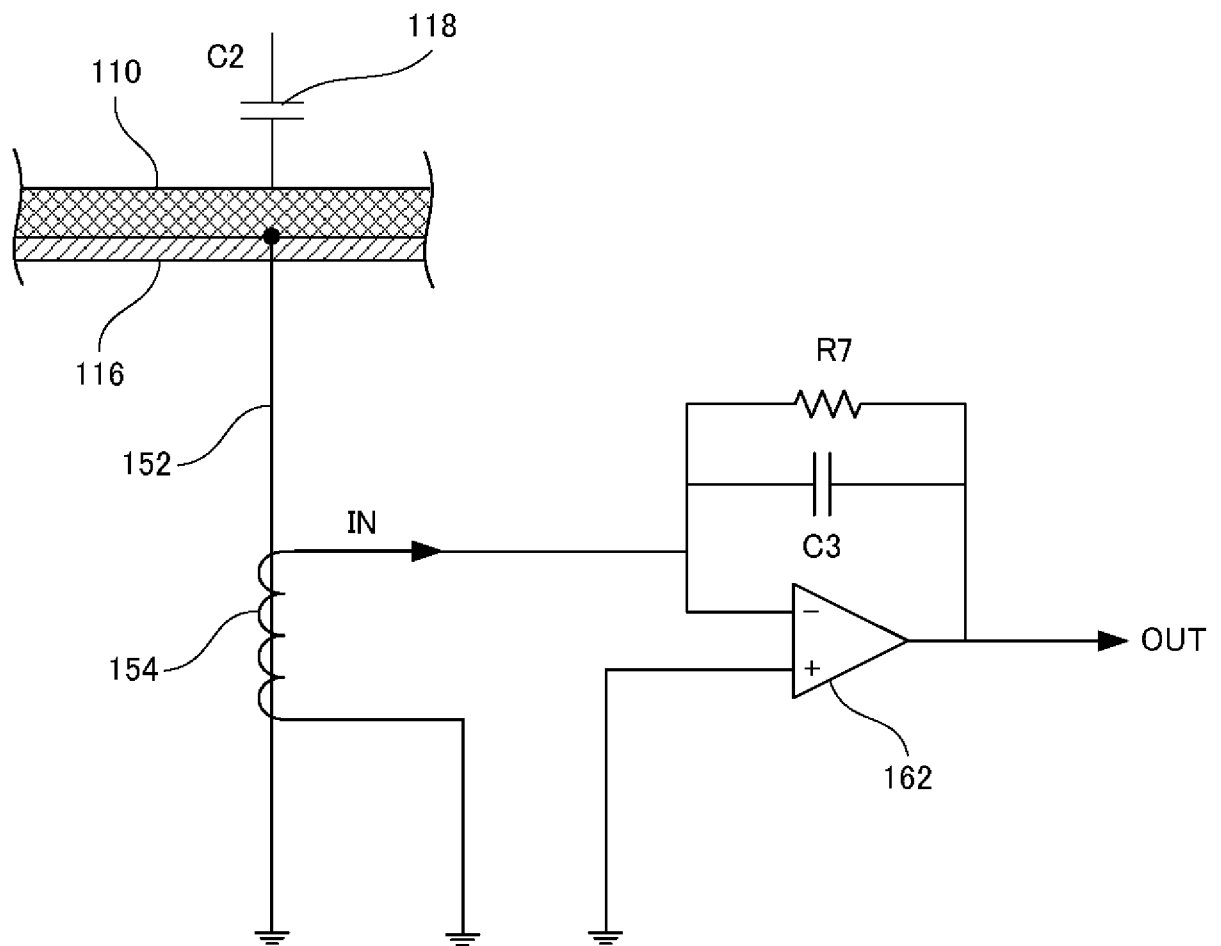
[図3]



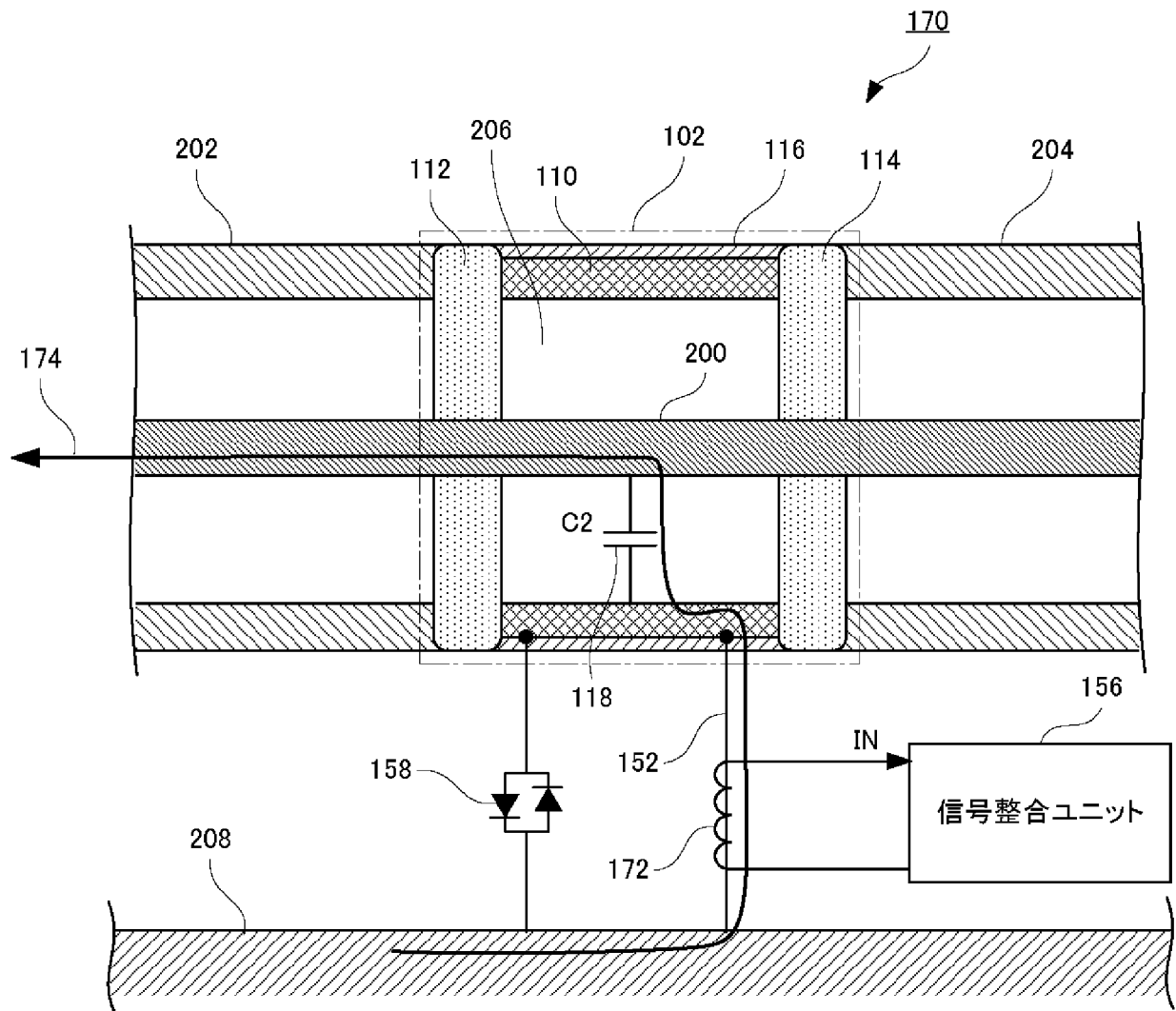
[図4]



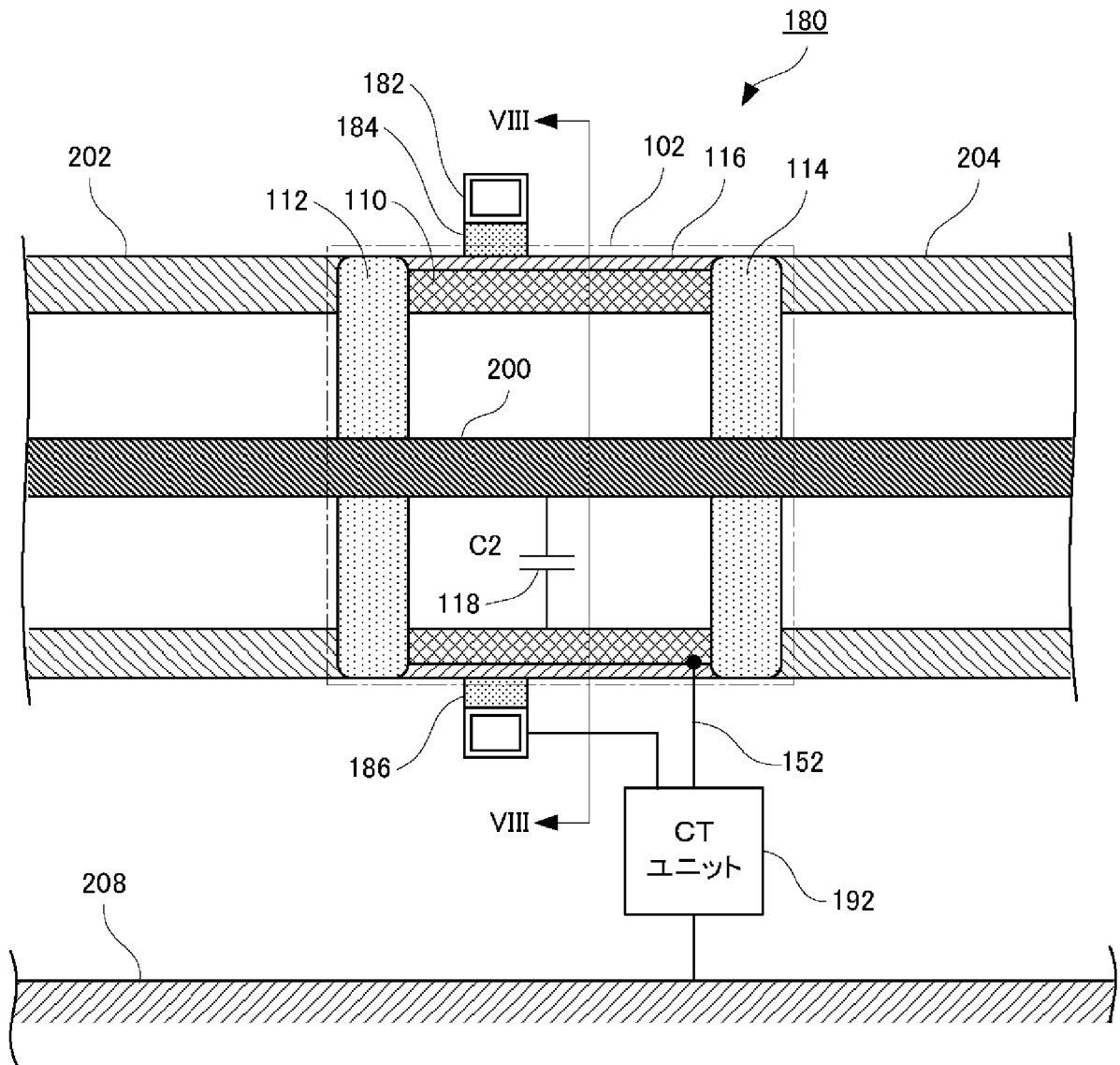
[図5]



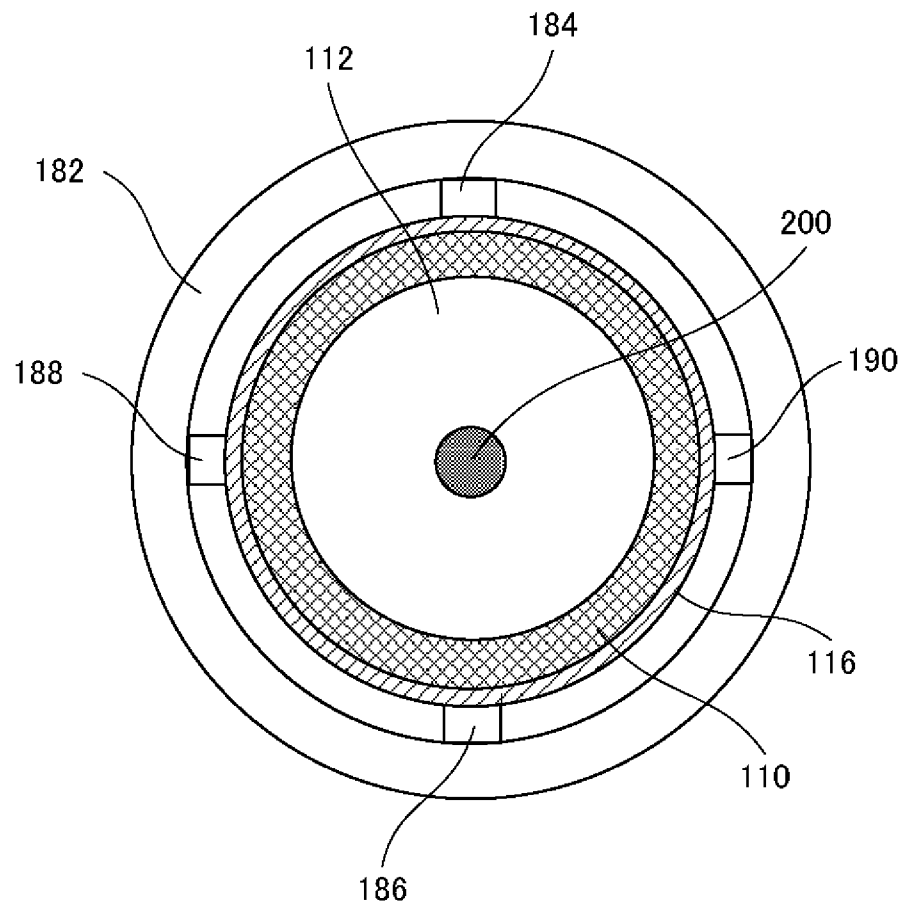
[図6]



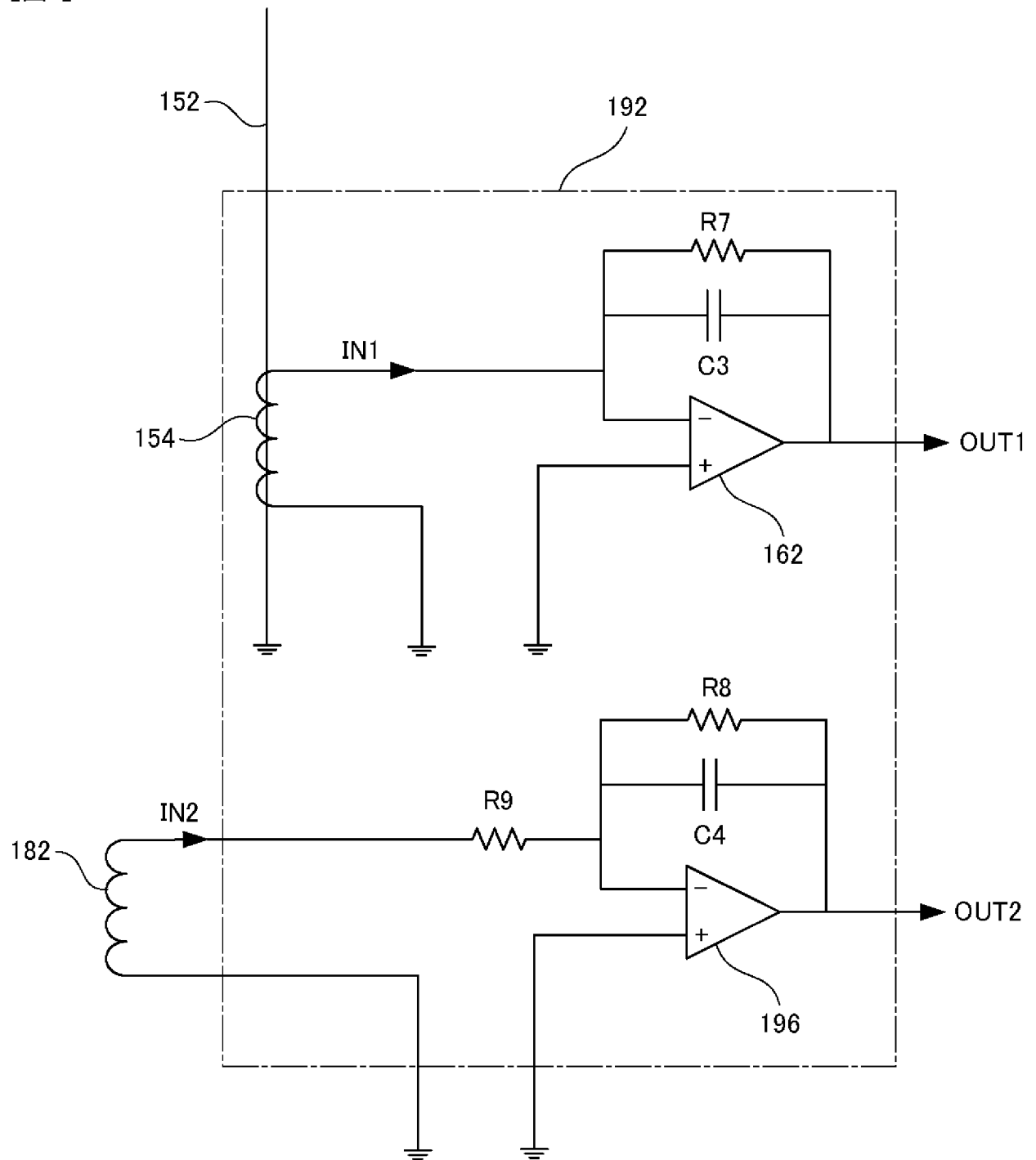
[図7]



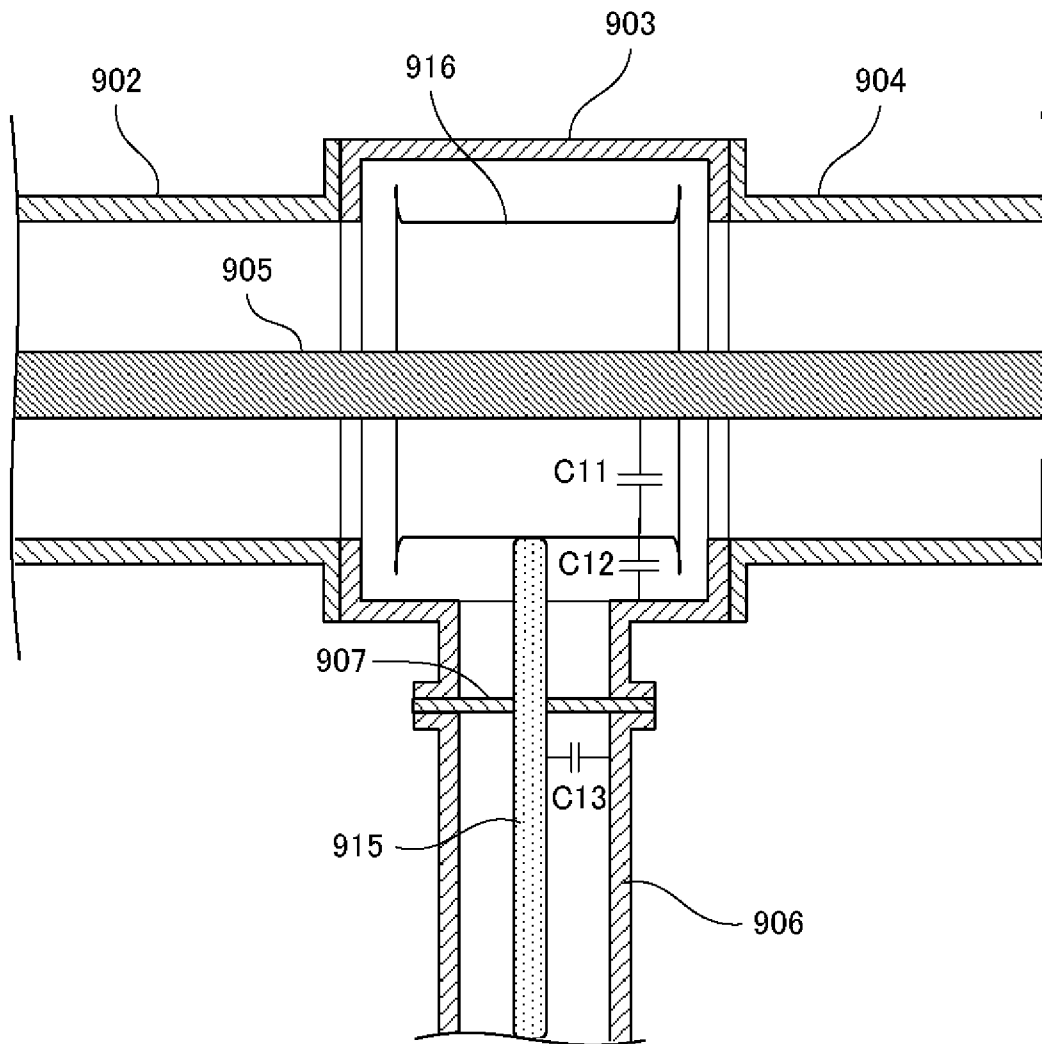
[図8]



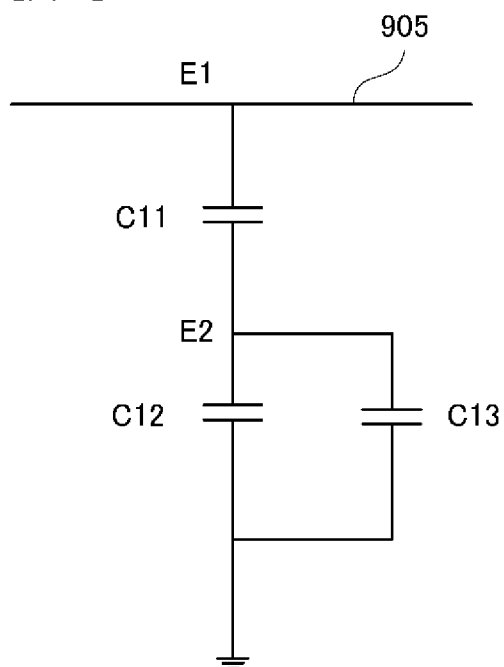
[図9]



[図10]



[図11]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/006999

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl. H01F38/24(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)

Int. Cl. H01F38/20, H01F38/22, H01F38/24, H01F38/28, H01F38/30, H01F38/34, H01F38/36, G01R15/16, G01R19/00, G01R31/02, G01R31/12, H02G5/06, H02B13/035

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 1971-2019
Registered utility model specifications of Japan 1996-2019
Published registered utility model applications of Japan 1994-2019

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	JP 2012-233738 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) 29 November 2012, paragraphs [0009]-[0019], fig. 1 & CN 102759647 A	1-5
Y	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 130005/1973 (Laid-open No. 74423/1975) (THE TOKYO ELECTRIC POWER CO., INC.) 30 June 1975, claims, page 2, line 5 to page 5, line 9, fig. 3 (Family: none)	1-5



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
11.03.2019

Date of mailing of the international search report
26.03.2019

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/JP2019/006999

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 3-82108 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) 08 April 1991, page 1, lower right column, line 1 to page 2, upper right column, line 2, fig. 8, 9 & US 5059910 A, column 1, line 10 to column 1, line 66, fig. 1, 2 & EP 414236 A2	2
Y	JP 2015-175689 A (NISSIN ELECTRIC CO., LTD.) 05 October 2015, paragraphs [0036]-[0077], fig. 1-5 & CN 104914358 A	5
Y	JP 6-109800 A (TAKAOKA ELECTRIC MFG. CO., LTD.) 22 April 1994, claims, paragraphs [0006]-[0009], fig. 1, 2 (Family: none)	5

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. H01F38/24(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. H01F38/20, H01F38/22, H01F38/24, H01F38/28, H01F38/30, H01F38/34, H01F38/36, G01R15/16, G01R19/00, G01R31/02, G01R31/12, H02G5/06, H02B13/035

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	1971-2019年
日本国実用新案登録公報	1996-2019年
日本国登録実用新案公報	1994-2019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	JP 2012-233738 A (三菱電機株式会社) 2012. 11. 29, 段落[0009]-[0019], 図 1 & CN 102759647 A	1-5
Y	日本国実用新案登録出願 48-130005 号 (日本国実用新案登録出願公開 50-74423 号) の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマ イクロフィルム (東京電力株式会社) 1975. 06. 30, 実用新案登録の範囲, 第 2 ページ第 5 行目-第 5 ページ第 9 行目, 図 3 (ファミリーなし)	1-5

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

11. 03. 2019

国際調査報告の発送日

26. 03. 2019

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)

鈴木 孝章

5 D

6309

電話番号 03-3581-1101 内線 3551

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
Y	JP 3-82108 A (三菱電機株式会社) 1991. 04. 08, 第 1 ページ右下欄第 1 行目-第 2 ページ右上欄第 2 行目, 図 8-9 & US 5059910 A, 第 1 欄第 10 行目-第 1 欄第 66 行目, 図 1-2 & EP 414236 A2	2
Y	JP 2015-175689 A (日新電機株式会社) 2015. 10. 05, 段落[0036]-[0077], 図 1-5 & CN 104914358 A	5
Y	JP 6-109800 A (株式会社高岳製作所) 1994. 04. 22, 特許請求の範囲, 段落[0006]-[0009], 図 1-2 (ファミリーなし)	5