

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公 開 特 許 公 報(A)

(11) 特許出願公開番号
特開2012-137496
(P2012-137496A)

(43) 公開日 平成24年7月19日 (2012.7.19)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
GO 1 R 15/18 (2006.01)	GO 1 R 15/02 G	2 G 0 2 5
GO 1 R 15/06 (2006.01)	GO 1 R 15/04 A	2 G 0 3 5
GO 1 R 1/22 (2006.01)	GO 1 R 1/22 A	
GO 1 R 19/00 (2006.01)	GO 1 R 19/00 A	

審査請求 有 請求項の数 3 O L (全 21 頁)

(21) 出願番号	特願2012-47671 (P2012-47671)	(71) 出願人	000227180
(22) 出願日	平成24年3月5日 (2012.3.5)		日置電機株式会社
(62) 分割の表示	特願2007-204071 (P2007-204071) の分割	(74) 代理人	100104787 弁理士 酒井 伸司
原出願日	平成19年8月6日 (2007.8.6)	(72) 発明者	柳沢 浩一 長野県上田市小泉81番地 日置電機株式 会社内
		(72) 発明者	沓掛 浩 長野県上田市小泉81番地 日置電機株式 会社内
		(72) 発明者	永井 明博 長野県上田市小泉81番地 日置電機株式 会社内
		Fターム(参考)	2G025 AA00 AB07 AB14 AC01 最終頁に続く

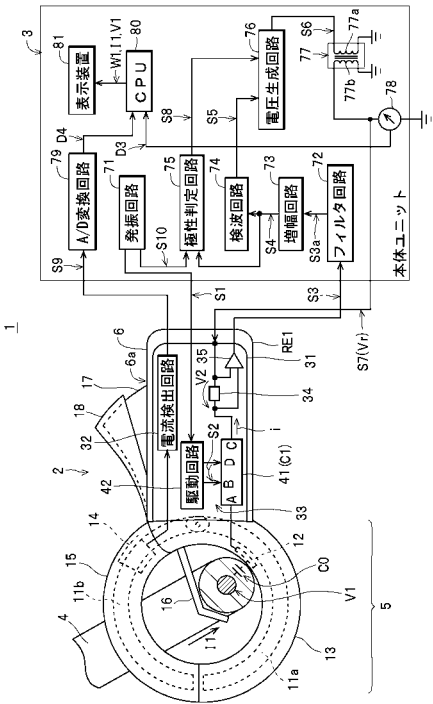
(54) 【発明の名称】 クランプ式センサ

(57) 【要約】

【課題】測定作業を簡略化し得るクランプ式センサを提供することを主目的とする。

【解決手段】固定センサアーム13および可動センサアーム15を有して測定対象電線4をクランプ可能に構成されて、クランプ状態（閉状態）において測定対象電線4に流れる電流I1を検出するためのクランプ部5と、クランプ部5に配設されて測定対象電線4の電圧V1を測定するための検出電極12とを備え、検出電極12がクランプ部5の固定センサアーム13に配設されている。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

測定対象電線をクランプ可能に構成されて、当該測定対象電線に流れる電流を検出するためのクランプ部と、

前記クランプ部に配設されて前記測定対象電線の電圧を検出するための検出電極とを備えているクランプ式センサ。

【請求項 2】

前記クランプ部は前記測定対象電線を取り囲む磁路形成部を有して構成され、

前記磁路形成部を通過する磁束の変化に基づいて前記電流を検出する電流検出部を備えている請求項 1 記載のクランプ式センサ。

10

【請求項 3】

前記電流検出部が内部に配設されたセンサ本体部を備え、

前記クランプ部は、一端部が前記センサ本体部に固定されると共に前記検出電極が内部に配設された固定センサアームと、一端部が前記センサ本体部に回動自在に取り付けられて他端部が前記固定センサアームの他端部に対して接離可能に構成された可動センサアームと、一端部が当該可動センサアームの前記一端部と共に前記センサ本体部に回動自在に取り付けられて前記固定センサアームと前記可動センサアームとの間に配設され、当該固定センサアームと当該可動センサアームとによってクランプされた前記測定対象電線を他端部で当該固定センサアームにおける前記検出電極の配設位置の近傍に押さえ付ける押さえアームとを備えている請求項 2 記載のクランプ式センサ。

20

【請求項 4】

前記電流検出部が内部に配設されたセンサ本体部を備え、

前記クランプ部は、一端部が前記センサ本体部に固定された固定センサアームと、前記検出電極が内部に配設されると共に一端部が前記センサ本体部に回動自在に取り付けられて他端部が前記固定センサアームの他端部に対して接離可能に構成された可動センサアームと、一端部が前記可動センサアームの前記一端部と共に前記センサ本体部に回動自在に取り付けられて前記固定センサアームと前記可動センサアームとの間に配設され、当該固定センサアームと当該可動センサアームとによってクランプされた前記測定対象電線を他端部で当該可動センサアームにおける前記検出電極の配設位置の近傍に押さえ付ける押さえアームとを備えている請求項 2 記載のクランプ式センサ。

30

【請求項 5】

前記電流検出部が内部に配設されたセンサ本体部を備え、

前記クランプ部は、一端部が前記センサ本体部に固定された固定センサアームと、一端部が前記センサ本体部に回動自在に取り付けられて他端部が前記固定センサアームの他端部に対して接離可能に構成された可動センサアームと、前記検出電極が内部に配設されると共に一端部が前記可動センサアームの前記一端部と共に前記センサ本体部に回動自在に取り付けられて前記固定センサアームと当該可動センサアームとの間に配設され、当該固定センサアームと当該可動センサアームとによってクランプされた前記測定対象電線を他端部で当該固定センサアームおよび当該可動センサアームのいずれか一方に押さえ付ける押さえアームとを備えている請求項 2 記載のクランプ式センサ。

40

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、測定対象電線に流れる電流と測定対象電線の電圧とを検出し得るクランプ式センサに関するものである。

【背景技術】**【0002】**

本願出願人は、特開 2006-343109 号公報において、測定対象電線に流れる電流および電圧を測定する装置を提案している。この装置は、測定対象電線をクランプすると共に容量結合を介して非接触でその電圧を検出して誘導電圧を出力する電圧測定ブロー

50

ブ（クランプ式電圧センサ）と、略円形に形成されると共に先端が開閉自在に構成され、かつ内部に磁性コア（鉄心）が配設されたクランプ部を有してこのクランプ部でクランプした測定対象電線に流れる電流の電流値に振幅が比例する電流対応信号を出力する電流測定プローブ（クランプ式電流センサ）とを備え、誘導電圧および電流対応信号に基づいて、測定対象電線から供給される電力を測定する電力測定装置として構成されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2006-343109号公報（第4-5頁、第1図）

【発明の概要】

10

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

ところが、上記の電力測定装置には、以下のような解決すべき課題がある。すなわち、この電力測定装置では、電圧測定プローブと電流測定プローブとが別々になっているため、測定に際して電圧測定プローブと電流測定プローブとをそれぞれ測定対象電線にクランプさせる必要があり、測定作業が煩雑であるという解決すべき課題が存在している。

【0005】

本発明は、上記の課題を解決すべくなされたものであり、測定作業を簡略化し得るクランプ式センサを提供することを主目的とする。

【課題を解決するための手段】

20

【0006】

上記目的を達成すべく請求項1記載のクランプ式センサは、測定対象電線をクランプ可能に構成されて、当該測定対象電線に流れる電流を検出するためのクランプ部と、前記クランプ部に配設されて前記測定対象電線の電圧を検出するための検出電極とを備えている。

【0007】

また、請求項2記載のクランプ式センサは、請求項1記載のクランプ式センサにおいて、前記クランプ部は前記測定対象電線を取り囲む磁路形成部を有して構成され、前記磁路形成部を通過する磁束の変化に基づいて前記電流を検出する電流検出部を備えている。

【0008】

30

また、請求項3記載のクランプ式センサは、請求項2記載のクランプ式センサにおいて、前記電流検出部が内部に配設されたセンサ本体部を備え、前記クランプ部は、一端部が前記センサ本体部に固定されると共に前記検出電極が内部に配設された固定センサアームと、一端部が前記センサ本体部に回動自在に取り付けられて他端部が前記固定センサアームの他端部に対して接離可能に構成された可動センサアームと、一端部が当該可動センサアームの前記一端部と共に前記センサ本体部に回動自在に取り付けられて前記固定センサアームと前記可動センサアームとの間に配設され、当該固定センサアームと当該可動センサアームとによってクランプされた前記測定対象電線を他端部で当該固定センサアームにおける前記検出電極の配設位置の近傍に押さえ付ける押さえアームとを備えている。

【0009】

40

また、請求項4記載のクランプ式センサは、請求項2記載のクランプ式センサにおいて、前記電流検出部が内部に配設されたセンサ本体部を備え、前記クランプ部は、一端部が前記センサ本体部に固定された固定センサアームと、前記検出電極が内部に配設されると共に一端部が前記センサ本体部に回動自在に取り付けられて他端部が前記固定センサアームの他端部に対して接離可能に構成された可動センサアームと、一端部が前記可動センサアームの前記一端部と共に前記センサ本体部に回動自在に取り付けられて前記固定センサアームと前記可動センサアームとの間に配設され、当該固定センサアームと当該可動センサアームとによってクランプされた前記測定対象電線を他端部で当該可動センサアームにおける前記検出電極の配設位置の近傍に押さえ付ける押さえアームとを備えている。

【0010】

50

また、請求項 5 記載のクランプ式センサは、請求項 2 記載のクランプ式センサにおいて、前記電流検出部が内部に配設されたセンサ本体部を備え、前記クランプ部は、一端部が前記センサ本体部に固定された固定センサアームと、一端部が前記センサ本体部に回動自在に取り付けられて他端部が前記固定センサアームの他端部に対して接離可能に構成された可動センサアームと、前記検出電極が内部に配設されると共に一端部が前記可動センサアームの前記一端部と共に前記センサ本体部に回動自在に取り付けられて前記固定センサアームと当該可動センサアームとの間に配設され、当該固定センサアームと当該可動センサアームとによってクランプされた前記測定対象電線を他端部で当該固定センサアームおよび当該可動センサアームのいずれか一方に押さえ付ける押さえアームとを備えている。

【発明の効果】

【0011】

請求項 1 記載のクランプ式センサでは、測定対象電線をクランプ可能に構成されてこの測定対象電線に流れる電流を検出するためのクランプ部に、測定対象電線の電圧を測定するための検出電極が配設されている。したがって、このクランプ式センサによれば、電圧測定プローブと電流測定プローブとが別々になっている構成とは異なり、1 回のクランプ操作で測定対象電線に流れる電流および電圧、さらには電力を測定することができるため、測定作業を大幅に簡略化することができる。

【0012】

請求項 2 記載のクランプ式センサでは、測定対象電線を取り囲む磁路形成部を有してクランプ部が構成され、磁路形成部を通過する磁束の変化に基づいて電流を検出する電流検出部を備えている。したがって、このクランプ式センサによれば、クランプ部の磁路形成部によって漏れの少ない状態で磁束を電流検出部へ誘導できるため、電流検出部において磁束の変化に基づいて高精度で電流を検出することができる。

【0013】

また、請求項 3, 4, 5 記載のクランプ式センサでは、一端部が可動センサアームの一端部と共にセンサ本体部に回動自在に取り付けられた状態で、固定センサアームと可動センサアームとの間に押さえアームが配設されている。したがって、このクランプ式センサによれば、固定センサアームと可動センサアームとによってクランプされた測定対象電線を押さえアームの他端部で固定センサアームおよび可動センサアームのいずれか一方に押さえ付けることができる。このため、固定センサアーム、可動センサアームおよび押さえアームのいずれかの測定対象電線が押さえ付けられる部位に検出電極を配設しておくことにより、測定対象電線を検出電極の配設位置の近傍に確実に押さえ付けることができる。このため、固定センサアームと可動センサアームと間で測定対象電線が自由に移動可能な状態で測定対象電線をクランプする構成と比較して、測定対象電線の電圧を非接触で測定するときに重要となる測定対象電線と検出電極との間に形成される静電容量の容量値の変動を低減することができ、これにより、測定対象電線の電圧を非接触で精度良く測定できる結果、電力についても高精度で測定することができる。なお、本明細書において、「非接触で測定」とは、検出電極が測定対象電線の絶縁被覆には接触するが、導体には接触しない状態で測定することを意味する。

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図 1】電力測定装置 1 の構成図である。

【図 2】電力測定装置 1 の可変容量回路 33、電流検出器 34 およびブリアンプ 35 の回路図である。

【図 3】電力測定装置 1 における容量変化機能体 41 の回路図である。

【図 4】容量変化機能体 41 の動作を説明するための駆動信号 S2 と静電容量 C2 との関係図である。

【図 5】電圧 V1 および参照電位信号 S7 の関係を示す波形図である。

【図 6】クランプ式センサ 2 の構造を説明するための一部切欠き正面図である（閉状態（クランプ状態））。

10

20

30

40

50

【図 7】クランプ式センサ 2 の構造を説明するための正面図である（開状態（非クランプ状態））。

【図 8】クランプ式センサ 2 A の構造を説明するための正面図である。

【図 9】クランプ式センサ 2 B の構造を説明するための正面図である。

【発明を実施するための形態】

【0015】

以下、添付図面を参照して、本発明に係るクランプ式センサの実施の形態について、一例として電力測定装置に適用した例を挙げて説明する。

【0016】

最初に、電力測定装置 1 について、図面を参照して説明する。

10

【0017】

電力測定装置 1 は、図 1 に示すように、本発明に係るクランプ式センサ 2 および本体ユニット 3 を備え、測定対象電線 4 に流れる電流 I_1 および測定対象電線 4 の電圧 V_1 を測定すると共に、測定した電流 I_1 および電圧 V_1 に基づいて測定対象電線 4 を介して送られている電力 W_1 を非接触で測定可能に構成されている。

【0018】

クランプ式センサ 2 は、図 1 に示すように、クランプ部 5 およびセンサ本体部 6 を備えている。この場合、クランプ部 5 は、測定対象電線 4 をクランプ可能に構成されて、測定対象電線 4 に流れる電流 I_1 を測定する機能を有している。また、クランプ部 5 は、測定対象電線 4 に流れる電流 I_1 を非接触で測定するための磁気コア 11a、11b と、測定対象電線 4 の電圧 V_1 を非接触で測定するための平板状の検出電極 12 とが内部に配設されて構成されている。また、各磁気コア 11a、11b は、本発明における磁路形成部であって、同図に示すように、クランプ部 5 が測定対象電線 4 をクランプしたときに、測定対象電線 4 を取り囲んで閉磁路を形成して、測定対象電線 4 に電流 I_1 が流れることに起因して測定対象電線 4 の周囲に発生する磁束を効率よく後述の検出コイル 14 に誘導する。

20

【0019】

具体的には、クランプ部 5 は、一端部（同図中の右端部）がセンサ本体部 6 に固定されると共に、磁気コア 11a および検出電極 12 が内部に配設された固定センサアーム 13 と、磁気コア 11b およびこの磁気コア 11b に巻回された検出コイル 14 が内部に配設されると共に一端部（同図中の右端部）がセンサ本体部 6 に回動自在に取り付けられて他端部（同図中の左端部）が固定センサアーム 13 の他端部（同図中の左端部）に対して接離可能に構成された可動センサアーム 15 と、一端部が可動センサアーム 15 の一端部と共にセンサ本体部 6 に回動自在に取り付けられて固定センサアーム 13 と可動センサアーム 15 との間に配設された押さえアーム 16 とを備えている。この場合、検出コイル 14 は、後述の電流検出回路 32 と共に本発明における電流検出部を構成する。固定センサアーム 13、可動センサアーム 15 および押さえアーム 16 は、電気的絶縁性を有する合成樹脂材料で形成されている。また、押さえアーム 16 は、固定センサアーム 13 および可動センサアーム 15 よりも全長が短く形成されて、固定センサアーム 13 および可動センサアーム 15 の内側領域において回動することにより、固定センサアーム 13 と可動センサアーム 15 とによってクランプされた測定対象電線 4 をその他端部で固定センサアーム 13 における検出電極 12 の配設位置の近傍に押さえ付ける機能を有している。

30

40

【0020】

さらに詳細に、センサ本体部 6、可動センサアーム 15 および押さえアーム 16 の構造について図 6、7 を参照して説明する。可動センサアーム 15 の一端部には、可動センサアーム 15 とは逆方向に延出する第 1 操作レバー 17 が取り付けられて両者が一体的に構成されている。また、押さえアーム 16 の一端部には、押さえアーム 16 とは逆方向に延出する第 2 操作レバー 18 が取り付けられて両者が一体的に構成されている。この場合、第 1 操作レバー 17 および第 2 操作レバー 18 は、センサ本体部 6 の一の側壁（図 6、7 中の上側の側壁）に設けられた開口部 6a に、開口部 6a を閉塞するようにして配設され

50

ている。また、第2操作レバー18は、第1操作レバー17を覆った状態で配設されている。

【0021】

また、第1操作レバー17は、図6に示すように、センサ本体部6に配設されたバネ（一例として捻りコイルバネ）19によって、常時、センサ本体部6の開口部6aから突出する方向に付勢されている。この結果、第1操作レバー17が取り付けられた可動センサアーム15は、このバネ19により、固定センサアーム13方向に回転するように常時付勢されている。一方、第2操作レバー18は、図6に示すように、第1操作レバー17と第2操作レバー18との間に配設されたバネ（一例としてコイルスプリング）20によって、常時、第1操作レバー17から離反する方向（開口部6aから突出する方向）に付勢されている。この結果、第2操作レバー18が取り付けられた押さえアーム16は、このバネ20により、固定センサアーム13方向に回転するように常時付勢されている。

10

【0022】

センサ本体部6は、図1に示すように、ケース31、電流検出回路32、可変容量回路33、電流検出器34およびプリアンプ35を備えている。ケース31は、導電性材料（例えば金属材料）を用いて構成されている。また、ケース31は、その表面が絶縁被膜RE1で覆われて、その内部に可変容量回路33、電流検出器34およびプリアンプ35が配設されている。電流検出回路32は、同図に示すようにクランプ部5が測定対象電線4をクランプしたとき（クランプ部5が閉状態となったとき）に各磁気コア11a, 11bによって測定対象電線4を取り囲むように形成される閉磁路内の磁束の変化、すなわち検出コイル14内を通過する磁束の変化を検出して、測定対象電線4に流れる電流I1の電流値に応じて振幅が変化する（一例として、電流値に比例して振幅が変化する）電流検出信号S9を出力する。

20

【0023】

可変容量回路33は、図1, 2に示すように、1つの容量変化機能体41および1つの駆動回路42を備えている。また、容量変化機能体41は、第1の構成単位51、第2の構成単位52、第3の構成単位53および第4の構成単位54がこの順に環状（ブリッジ状）に接続されて、いわゆるブリッジ回路に構成されている。具体的には、各構成単位51, 52, 53, 54は、図3に示すように、第1電気的要素E11, E12, E13, E14（以下、特に区別しないときには「第1電気的要素E1」ともいう）をそれぞれ1つずつ含んで構成されている。

30

【0024】

この場合、各第1電気的要素E1は、一端が他端に対して高電位のときに抵抗体として機能し、かつ他端が一端に対して高電位のときに容量体としてそれぞれ機能する一対の第1素子61a, 61b（以下、特に区別しないときには第1素子61ともいう）をそれぞれ1つずつ含み、各第1素子61が互いに逆向きに直列接続されて構成されている。これにより、各第1電気的要素E1は、直流信号の通過を阻止しつつ印加電圧の絶対値の大きさに応じて容量が変化するよう構成されている。本例では、一例として、各第1素子61は、互いに接合されたP型半導体およびN型半導体を有して構成され、具体的には1つのダイオード（一例として可変容量ダイオード。バリキャップやバラクタダイオードともいう。）で構成され、各第1電気的要素E1は、これら2つのダイオードが逆向きに直列接続されて（アノード端子同士が接続されて）構成されている。また、各第1素子61a, 61bには同一またはほぼ同一の特性の可変容量ダイオードが使用されて、第1の構成単位51および第3の構成単位53の各インピーダンスの積と、第2の構成単位52および第4の構成単位54の各インピーダンスの積とが同一またはほぼ同一（一例として数%程度の範囲内で相違する状態）に設定されている。

40

【0025】

なお、図3に示す容量変化機能体41では、各第1電気的要素E1は、一対の第1素子61a, 61bの一端同士を接続して（一対のダイオードのアノード端子同士を接続して）構成されているが、一対の第1素子61a, 61bの他端同士を接続して（一対のダイ

50

オードのカソード端子同士を接続して)、各第1電気的要素E1を構成することもできる。また、可変容量ダイオードは、電圧を逆方向に印加したときにダイオードのPN接合における空乏層の厚みが変化することによる静電容量(接合容量)の変化を利用したものであり、この静電容量の変化を大きくしたものをいう。他方、PN接合で構成される一般的なダイオード(シリコンダイオード)においても、可変容量ダイオードと比べて少ないものの、上記した静電容量(接合容量)の変化は発生する。このため、図3に示す容量変化機能体41におけるすべての第1素子61a, 61bを、一般的なダイオードで置き換えることもできる。また、容量変化機能体41における第2の構成単位52および第3の構成単位53については、第1電気的要素E12, E13を、交流信号の通過を許容する第2電気的要素E22, E23で置き換えることもできる。この場合、第2電気的要素E22, E23は、コイル、抵抗およびコンデンサのうちの少なくとも1つを含んで構成される。一例として、図3では、第2電気的要素E22, E23が、1つのコイル62a, 63a(インダクタンス値が同一)、1つの抵抗62b, 63b(抵抗値が同一)、または1つのコンデンサ62c, 63c(静電容量値が同一)で構成される例を示している。

10

20

30

40

50

【0026】

また、可変容量回路33は、図1, 2に示すように、検出電極12と参照電位Vrとなる部位(本例ではケース31)との間に、容量変化機能体41における第1の構成単位51および第4の構成単位54の接続点Aが検出電極12側に位置すると共に第2の構成単位52および第3の構成単位53の接続点Cがケース31側に位置するように配設されている。具体的には、可変容量回路33は、図1, 2に示すように、容量変化機能体41の接続点Aが検出電極12に接続されると共に、容量変化機能体41の接続点Cが電流検出器34を介してケース31に接続されている。また、第1の構成単位51および第2の構成単位52の接続点Bと、第3の構成単位53および第4の構成単位54の接続点Dとが駆動回路42に接続されている。

【0027】

駆動回路42は、例えば、トランスおよびフォトカプラなどの絶縁用電子部品を用いて構成されて、本体ユニット3から入力した駆動信号S1を、この駆動信号S1と電気的に絶縁されると共に駆動信号S1と同一の周波数f1の駆動信号S2に変換して容量変化機能体41に出力(印加)する。本例では、一例として、駆動回路42は、図2に示すように、一次巻線42bおよび二次巻線42cを備えた絶縁型のトランス42aを用いて構成されている。この場合、二次巻線42cの各端部が容量変化機能体41の接続点B, Dに接続されている。駆動回路42では、入力した駆動信号S1に基づいて一次巻線42bが励磁されることで、トランス42aが二次巻線42cに駆動信号S2を発生させる。この構成により、駆動回路42は、駆動信号S1を低歪みで駆動信号S2に変換し、この駆動信号S2を容量変化機能体41の各接続点B, D間に印加する。本例では、後述するように一例として駆動信号S1として正弦波信号を用いているため、駆動信号S2も正弦波信号として出力される。また、なお、上記の駆動回路42に代えて、単独で(本体ユニット3から駆動信号S1を入力せずに)駆動信号S2を出力するフローティング信号源(図示せず)をクランプ式センサ2内に配設することもできる。

【0028】

電流検出器34は、一例として抵抗で構成されて、可変容量回路33(具体的には可変容量回路33の容量変化機能体41)とケース31との間に接続されている。これにより、電流検出器34は、可変容量回路33と直列に接続された状態で検出電極12とケース31との間に配設されて、可変容量回路33の容量変化機能体41に流れている電流i(物理量)を検出すると共に、この電流iの電流値に比例した値で、かつ電流iの向きに対応した極性の電圧V2をその両端間に発生させる。なお、電流検出器34として、絶縁型のトランスを使用してもよいのは勿論である。プリアンプ35は、不図示の直流遮断用の一對のコンデンサ、不図示の増幅回路(演算増幅器など)、および不図示の絶縁用電子部品(トランスおよびフォトカプラなど)を備えて構成されている。また、プリアンプ35は、コンデンサを介して入力した電圧V2を増幅回路で増幅すると共に、増幅した電圧を

絶縁用電子部品によって増幅回路に対して電氣的に絶縁された検出信号 S_3 に変換して出力する。この場合、電圧 V_2 は電流 i の値に比例して変化するため、この電圧 V_2 を増幅して生成された検出信号 S_3 も電流 i の値に比例して変化する。

【0029】

本体ユニット 3 は、図 1 に示すように、発振回路 7 1、フィルタ回路 7 2、増幅回路 7 3、検波回路 7 4、極性判定回路 7 5、電圧生成回路 7 6、トランス 7 7、電圧計 7 8、A / D 変換回路 7 9、CPU 8 0 および表示装置 8 1 を備えている。この場合、発振回路 7 1、フィルタ回路 7 2、増幅回路 7 3、検波回路 7 4、極性判定回路 7 5、電圧生成回路 7 6、トランス 7 7 および電圧計 7 8 は、クランプ式センサ 2 と共に電圧検出系回路群を構成し、A / D 変換回路 7 9 および CPU 8 0 は、クランプ式センサ 2 と共に電流検出系回路群を構成する。

10

【0030】

電圧検出系回路群を構成する発振回路 7 1 は、一定の周期 T_1 (周波数 f_1) の駆動信号 S_1 を生成してクランプ式センサ 2 に出力する。また、発振回路 7 1 は、周期 T_1 の二分の一の周期 T_2 (周波数 $f_2 = 2 \times f_1$) の検波用信号 S_{10} を駆動信号 S_1 に同期させて生成して極性判定回路 7 5 に出力する。この場合、本例では、発振回路 7 1 は、駆動信号 S_1 および検波用信号 S_{10} として正弦波信号を生成する。フィルタ回路 7 2 は、クランプ式センサ 2 から入力した検出信号 S_3 に含まれている容量変化機能体 4 1 の容量変調周波数 f_2 と同じ周波数の信号 S_{3a} を選択的に通過させる。

20

【0031】

増幅回路 7 3 は、フィルタ回路 7 2 から入力した信号 S_{3a} を予め設定された電圧レベルまで増幅して、検出信号 S_4 として出力する。本例では、容量変化機能体 4 1 の容量変調周波数は、駆動信号 S_2 の周波数 f_1 の 2 倍であるため、容量変化機能体 4 1 の静電容量 C_1 の変化によって生じる電流 i の周波数も駆動信号 S_1 の周波数 f_1 の 2 倍となり、プリアンプ 3 5 で生成される検出信号 S_3 中には周波数 f_1 , f_2 の各信号成分が含まれるものの、増幅回路 7 3 から出力される検出信号 S_4 の周波数はフィルタ回路 7 2 によるフィルタリングによって f_2 となる。検波回路 7 4 は、例えば包絡線検波方式によって検出信号 S_4 を検波することにより、アナログ信号 S_5 を生成する。この場合、アナログ信号 S_5 は、その振幅 (電圧値) が可変容量回路 3 3 を流れる電流 i の電流値に比例して変化する。極性判定回路 7 5 は、検波用信号 S_{10} および検出信号 S_4 を入力して検波用信号 S_{10} に対する検出信号 S_4 の位相 (極性) を検出する。また、極性判定回路 7 5 は、検出した位相に基づいて、測定対象電線 4 およびケース 3 1 の各電圧 V_1 , V_r の電位差 ($V_1 - V_r$) の極性を判定すると共に、この極性を示す極性信号 S_8 を生成して出力する。一例として、本例では、極性判定回路 7 5 は、電位差 ($V_1 - V_r$) の極性と同じ極性で極性信号 S_8 を出力する。

30

【0032】

電圧生成回路 7 6 は、電圧信号 S_6 を生成して出力する。この場合、電圧生成回路 7 6 は、出力している電圧信号 S_6 の電圧を、入力したアナログ信号 S_5 の振幅 (電圧値) に比例した量だけ、入力した極性信号 S_8 の極性が「正」のときには増加させ、逆に「負」のときには減少させる。トランス 7 7 は、絶縁型のトランスであって、一次巻線 7 7 a (巻数: n_1) および二次巻線 7 7 b (巻数: $n_2 > n_1$) を備えて昇圧トランスとして構成されている。この場合、一次巻線 7 7 a および二次巻線 7 7 b は、それぞれの一端部が接地 (グランドに接続) されている。また、一次巻線 7 7 a の他端部は電圧生成回路 7 6 に、二次巻線 7 7 b の他端部はクランプ式センサ 2 のケース 3 1 にそれぞれ接続されている。この構成により、トランス 7 7 は、一次巻線 7 7 a に入力した電圧信号 S_6 を昇圧して、参照電位信号 S_7 として二次巻線 7 7 b の他端部に出力すると共に、クランプ式センサ 2 のケース 3 1 に印加する。このようにしてケース 3 1 は、その電位 (参照電位) V_r が参照電位信号 S_7 の電圧に規定される。電圧計 7 8 は、参照電位信号 S_7 の電圧 (参照電位 V_r) を測定して、その電圧値を示すデジタルデータ D_3 を CPU 8 0 へ出力する。

40

50

【0033】

電流検出系回路群を構成するA/D変換回路79は、電流検出回路32から出力される電流検出信号S9を入力して、電流検出信号S9の振幅を示すデジタルデータD4に変換してCPU80に出力する。CPU80は、デジタルデータD3で示される測定対象電線4の電圧値を表示装置81に表示させると共に、デジタルデータD4に基づいて測定対象電線4に流れている電流I1の電流値を算出(測定)する電流算出処理を実行して、算出した電流値を表示装置81に表示させる。また、CPU80は、算出した電流I1の電流値と、電圧計78から出力された参照電位信号S7の電圧(参照電位Vr)の電圧値(デジタルデータD3で示される値)とに基づいて、後述するようにして、測定対象電線4に供給されている電力W1を算出(測定)して表示装置81に表示させる。

10

【0034】

次いで、電力測定装置1による測定対象電線4の電圧V1、電流I1および電力W1の測定動作について説明する。なお、発明の理解を容易にするため、一例として、電圧生成回路76は、電力測定装置1の測定動作開始時(時刻t0)は、ゼロボルトの電圧信号S6を生成し、その後、その電圧を増加または減少させるものとする。したがって、トランス77は、図5において実線で示すように、参照電位信号S7をゼロボルトから生成し始めるものとする。

【0035】

まず、測定対象電線4にクランプ式センサ2のクランプ部5をクランプさせる。この際に、クランプ式センサ2を手で掴んで、測定対象電線4にクランプ部5をクランプさせるが、指(例えば親指)を第2操作レバー18に掛ける前の状態では、図6に示すように、バネ19によって第1操作レバー17がセンサ本体部6から突出する方向に付勢され、かつバネ20によって第2操作レバー18が第1操作レバー17から離反する方向に付勢されている。このため、バネ19の付勢力により、可動センサアーム15が固定センサアーム13方向に回動して、その他端部(同図中の左端部)が固定センサアーム13の他端部(同図中の左端部)と接触した状態となっている。また、バネ20の付勢力により、押さえアーム16も固定センサアーム13方向に回動して、その他端部(同図中の左端部)が固定センサアーム13の内周面における中間部位と接触した状態となっている。

20

【0036】

このため、指を第2操作レバー18に掛けて、開口部6aから突出している第2操作レバー18および第1操作レバー17をセンサ本体部6の内部に押し込む。これにより、各バネ19、20の付勢力に抗して、可動センサアーム15および押さえアーム16が固定センサアーム13から離反する方向に回動して、クランプ部5は、図7に示す状態、すなわち、固定センサアーム13および可動センサアーム15の他端部同士が離間し、かつ固定センサアーム13と押さえアーム16とが離間して、測定対象電線4をクランプ可能な状態(開状態)に移行する。

30

【0037】

次いで、測定対象電線4を固定センサアーム13および可動センサアーム15間に導入し、第2操作レバー18に掛けていた指を第2操作レバー18から離す。これにより、バネ19から第1操作レバー17に加わる付勢力により、可動センサアーム15が固定センサアーム13方向に回動して、可動センサアーム15の他端部が固定センサアーム13の他端部と当接する(クランプ部5が開状態から閉状態に移行する)。また、バネ20から第2操作レバー18に加わる付勢力により、押さえアーム16が固定センサアーム13方向に回動する。この際に、固定センサアーム13および可動センサアーム15間に導入された測定対象電線4は、図1に示すように、押さえアーム16によって固定センサアーム13における検出電極12の配設位置の近傍に押し付けられる。このように、測定対象電線4を常に固定センサアーム13における検出電極12の配設位置の近傍に押さえアーム16で押し付けることができるため、固定センサアーム13と可動センサアーム15と間で測定対象電線4が自由に移動可能な状態と比較して、測定対象電線4の電圧V1を測定する際に重要となる測定対象電線4と検出電極12との間、具体的には測定対象電線4の

40

50

芯線 4 a と検出電極 1 2 との間に形成される静電容量 C_0 の容量値が大きく変動する事態が十分に回避されている。

【0038】

次いで、電力測定装置 1 の起動状態において、電圧検出系回路群では、本体ユニット 3 の発振回路 7 1 が駆動信号 S_1 および検波用信号 S_{10} の生成を開始して、駆動信号 S_1 をクランプ式センサ 2 に、また検波用信号 S_{10} を極性判定回路 7 5 に出力する。クランプ式センサ 2 では、可変容量回路 3 3 の駆動回路 4 2 が、入力した駆動信号 S_1 を駆動信号 S_2 に変換して容量変化機能体 4 1 の各接続点 B, D 間に印加（出力）する。

【0039】

容量変化機能体 4 1 では、各接続点 B, D 間に印加された駆動信号 S_2 が分圧されて、第 1 の構成単位 5 1、第 2 の構成単位 5 2、第 3 の構成単位 5 3 および第 4 の構成単位 5 4 にそれぞれ印加される。この場合、図 4 に示すように、駆動信号 S_2 の 1 周期 T_1 のうちの期間 T_a （接続点 D を基準として接続点 B の電位が高電位になり、かつ相互間の電位差が徐々に大きくなる期間）では、各第 1 電氣的要素 E_1 における逆電圧が印加されて（逆バイアスされて）コンデンサとして機能する各第 1 素子 6 1 の各静電容量が徐々に減少する。具体的には、各第 1 電氣的要素 E_{11} , E_{14} では、逆バイアスされている各第 1 素子 6 1 b の静電容量が、また各第 1 電氣的要素 E_{12} , E_{13} では、逆バイアスされている各第 1 素子 6 1 a の静電容量が徐々に減少する。また、駆動信号 S_2 の 1 周期 T_1 のうちの期間 T_b （接続点 D を基準として接続点 B の電位が高電位になり、かつ相互間の電位差が徐々に小さくなる期間）では、逆バイアスされている各第 1 素子 6 1、具体的には各第 1 電氣的要素 E_{11} , E_{14} では各第 1 素子 6 1 b、また各第 1 電氣的要素 E_{12} , E_{13} では各第 1 素子 6 1 a の各静電容量が徐々に増加する。

【0040】

また、駆動信号 S_2 の 1 周期 T_1 のうちの期間 T_c （接続点 D を基準として接続点 B の電位が低電位になり、かつ相互間の電位差が徐々に大きくなる期間）では、逆バイアスされてコンデンサとして機能する各第 1 素子 6 1、具体的には各第 1 電氣的要素 E_{11} , E_{14} では各第 1 素子 6 1 a、また各第 1 電氣的要素 E_{12} , E_{13} では各第 1 素子 6 1 b の各静電容量が徐々に減少する。また、駆動信号 S_2 の 1 周期 T_1 のうちの期間 T_d （接続点 D を基準として接続点 B の電位が低電位になり、かつ相互間の電位差が徐々に小さくなる期間）では、逆バイアスされている各第 1 素子、具体的には各第 1 電氣的要素 E_{11} , E_{14} では各第 1 素子 6 1 a、また各第 1 電氣的要素 E_{12} , E_{13} では各第 1 素子 6 1 b の各静電容量が徐々に増加する。なお、各第 1 電氣的要素 E_1 に含まれている第 1 素子 6 1 a, 6 1 b のうちの順電圧が印加されている（順バイアスされている）第 1 素子 6 1 a, 6 1 b は等価的に抵抗として機能している。このため、各第 1 電氣的要素 E_1 の静電容量は、駆動信号 S_2 の 1 周期 T_1 内において、減少および増加を 2 回繰り返す。

【0041】

このようにして、駆動信号 S_2 の 1 周期 T_1 内において、各構成単位 5 1 ~ 5 4 に含まれている各第 1 電氣的要素 E_1 の静電容量が増加および減少を 2 回ずつ繰り返すため、これらの静電容量を合成してなる容量変化機能体 4 1 の静電容量 C_1 （接続点 A, B 間の静電容量）も増加および減少を 2 回繰り返す。つまり、可変容量回路 3 3 は、入力した駆動信号 S_2 の周期 T_1 に同期して、かつ周期 T_1 の二分の一の周期 T_2 （周波数 $f_2 = 2 \times f_1$ ）でその静電容量 C_1 を連続的（本例では周期的）に変化させる動作を実行する。この場合、上記したように、可変容量回路 3 3 は電流検出器 3 4 を介在させた状態でケース 3 1 および検出電極 1 2 の間に直列に接続されているため、その静電容量 C_1 と、測定対象電線 4 および検出電極 1 2 の間に形成される静電容量 C_0 とは、測定対象電線 4 とケース 3 1 との間に直列に接続された状態になっている。このため、静電容量 C_1 が周波数 f_2 （容量変調周波数）で周期的に変化することにより、測定対象電線 4 とケース 3 1 との間の静電容量 C_2 （各静電容量 C_0 , C_1 の直列合成容量）も、図 4 に示すように、駆動信号 S_2 の周期 T_1 に同期して、かつ周期 T_1 の二分の一の周期 T_2 （周波数 f_2 ）で変化する。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 2 】

また、可変容量回路 3 3 では、上記したように、容量変化機能体 4 1 の各第 1 素子 6 1 には同一またはほぼ同一の特性の可変容量ダイオード（または一般的なダイオード）が使用され、この結果、第 1 の構成単位 5 1 および第 3 の構成単位 5 3 の各インピーダンスの積と、第 2 の構成単位 5 2 および第 4 の構成単位 5 4 の各インピーダンスの積とが同一またはほぼ同一に設定されている。したがって、ブリッジ回路でもある容量変化機能体 4 1 は、ブリッジ回路としての平衡条件を満足しているため、駆動信号 S 2 の電圧成分（駆動信号 S 1 と同じ周波数 f 1 の電圧信号）が各接続点 A , C 間にほとんど発生しない状態で、その静電容量 C 1 を周期 T 2 で変化させている。また、接続点 A に接続されている各構成単位 5 1 , 5 4 に含まれている各第 1 電氣的要素 E 1 1 , E 1 4 の組、および接続点 C に接続されている各構成単位 5 2 , 5 3 に含まれている各第 1 電氣的要素 E 1 2 , E 1 3 の組のうちの少なくとも一方の組に含まれている 2 つの第 1 電氣的要素 E 1 が共に常時コンデンサとして機能しているため、検出電極 1 2 とケース 3 1 とは、可変容量回路 3 3 を介して交流的に接続されているものの直流的には短絡されない状態に維持されている。

10

【 0 0 4 3 】

このため、静電容量 C 1 の周期 T 2 での周期的な変化に基づいて測定対象電線 4 とケース 3 1 との間の静電容量 C 2 が周期 T 2 で周期的に変化することにより、可変容量回路 3 3 には、測定対象電線 4 およびケース 3 1 の各電圧 V 1 , V r の電位差 (V 1 - V r) に応じた振幅の電流 i (周期 T 2) が流れる。具体的には、電流 i は、電位差 (V 1 - V r) が大きいときにはその振幅 (電流値) が大きくなり、電位差 (V 1 - V r) が小さいときにはその電流値が小さくなる。

20

【 0 0 4 4 】

したがって、図 5 に示すように、測定対象電線 4 の電圧 V 1 が正の電圧のとき（時刻 t 0 ）に、電力測定装置 1 が測定動作を開始したときには、電位差 (V 1 - V r) は正の電圧となり、電流 i は、図示はしないが、その周期が T 2 であって、その振幅が電位差 (V 1 - V r) に応じて変化する交流信号として流れる。プリアンプ 3 5 は、この電流 i に起因して電流検出器 3 4 に発生する電圧 V 2 を増幅して、検出信号 S 3 として出力する。この場合、検出信号 S 3 には、電流 i の周波数 f 2 と同一の周波数成分が主として含まれると共に、駆動信号 S 2 の周波数 f 1 と同一の周波数成分も含まれている。

【 0 0 4 5 】

本体ユニット 3 では、フィルタ回路 7 2 が、検出信号 S 3 に含まれている周波数 f 2 の信号成分を信号 S 3 a として選択的に出力し、増幅回路 7 3 は、この信号 S 3 a を増幅して検出信号 S 4 を生成して検波回路 7 4 に出力する。次いで、検波回路 7 4 は、入力した検出信号 S 4 を検波してアナログ信号 S 5 を生成して電圧生成回路 7 6 に出力する。この場合、アナログ信号 S 5 は、その振幅が電位差 (V 1 - V r) の値に比例して変化する信号となる。また、極性判定回路 7 5 は、検波用信号 S 1 0 および検出信号 S 4 を入力して検波用信号 S 1 0 に対する検出信号 S 4 の位相を検出することにより、電位差 (V 1 - V r) の極性と同じ極性となる極性信号 S 8 を生成して電圧生成回路 7 6 に出力する。

30

【 0 0 4 6 】

電圧生成回路 7 6 は、出力している電圧信号 S 6 の電圧を、入力したアナログ信号 S 5 の振幅 (電圧値) に比例した量だけ、入力した極性信号 S 8 の極性が「正」のときには増加させ、逆に「負」のときには減少させる。したがって、図 5 に示すように、測定対象電線 4 の電圧 V 1 が正の電圧のとき（時刻 t 0 ）に、電力測定装置 1 が測定動作を開始したときには、電圧信号 S 6 は当初ゼロボルトであるため、参照電位信号 S 7 もゼロボルトである。この結果、電位差 (V 1 - V r) は正の電圧となり、これによって極性信号 S 8 の極性も正となる。このため、電圧生成回路 7 6 は、入力したアナログ信号 S 5 の振幅に比例した量だけ、電圧値を増加させて電圧信号 S 6 を出力する。次いで、トランス 7 7 が電圧信号 S 6 を昇圧して参照電位信号 S 7 を出力してケース 3 1 に印加する。この結果、電流検出器 3 4、プリアンプ 3 5、フィルタ回路 7 2、増幅回路 7 3、検波回路 7 4、電圧生成回路 7 6 およびトランス 7 7 で構成されるフィードバックループ内で、測定対象電線

40

50

4 と ケース 3 1 と の 間 の 電 位 差 ($V_1 - V_r$) が 徐 々 に 低 下 (減 少) す る よ う に 負 の フ ィー ド バ ッ ク が 行 わ れ る。

【 0 0 4 7 】

したがって、電流 i は、電流値 (振幅) が 徐 々 に 低 下 (減 少) し て い く。一般的には、電力測定装置 1 では、参照電位 V_r の測定対象電線 4 の電圧 V_1 への収束が短時間で完了するように、その過渡特性が設定される。このため、参照電位信号 S_7 は、図 5 に示すように、電圧 V_1 に対してオーバーシュートしつつ時刻 t_1 において収束する。なお、オーバーシュートして、参照電位 V_r が測定対象電線 4 の電圧 V_1 を上回ったときには、電位差 ($V_1 - V_r$) は負の電圧となり、これによって極性信号 S_8 の極性も負となる。このため、電圧生成回路 7 6 は、入力したアナログ信号 S_5 の振幅に比例した量だけ、電圧値を減少させて電圧信号 S_6 を出力する。その後は、電力測定装置 1 は、上記のフィードバック動作を継続することにより、変化する測定対象電線 4 の電圧 V_1 に対して一定の偏差内に収まるように参照電位信号 S_7 の電圧値 (参照電位 V_r) を変化させる。この場合、参照電位信号 S_7 (および電圧信号 S_6) は、測定対象電線 4 の電圧 V_1 に同期して変化する交流信号となる。したがって、所定時間経過後 (本例では測定開始から時間 ($t_1 - t_0$) だけ経過した後) において、電圧計 7 8 で測定される電圧値 (参照電位 V_r) は、測定対象電線 4 の電圧 V_1 となる。また、電圧計 7 8 は、参照電位信号 S_7 の電圧をリアルタイムで計測して、その電圧値 (参照電位 V_r) をデジタルデータ D_3 として CPU 8 0 へ出力する。

【 0 0 4 8 】

一方、電流検出系回路群では、クランプ式センサ 2 の電流検出回路 3 2 が、測定対象電線 4 をクランプしているクランプ部 5 の各磁気コア 1 1 a , 1 1 b 内 (測定対象電線 4 を取り囲む閉磁路内) の磁束の変化、すなわち検出コイル 1 4 内を通過する磁束の変化を検出して、測定対象電線 4 に流れる電流 I_1 の電流値と振幅が比例する電流検出信号 S_9 の生成を開始する。A / D 変換回路 7 9 は、電流検出回路 3 2 から出力される電流検出信号 S_9 を入力して、電流検出信号 S_9 の振幅を示すデジタルデータ D_4 に変換して CPU 8 0 に出力する。

【 0 0 4 9 】

CPU 8 0 は、電圧検出系回路群の電圧計 7 8 から出力されるデジタルデータ D_3 で示される測定対象電線 4 の電圧値 V_1 を表示装置 8 1 に表示させると共に、電流検出系回路群の A / D 変換回路 7 9 から出力されるデジタルデータ D_4 に基づいて電流算出処理を実行して測定対象電線 4 に流れている電流 I_1 の電流値を算出 (測定) し、算出した電流値を表示装置 8 1 に表示させる。また、CPU 8 0 は、算出した電流 I_1 の電流値と、電圧計 7 8 から出力された参照電位信号 S_7 の電圧 (参照電位 V_r) の電圧値 (デジタルデータ D_3 で示される値) とに基づいて、測定対象電線 4 に供給されている電力 W_1 を算出 (測定) して表示装置 8 1 に表示させる。以上により、測定対象電線 4 の電圧 V_1 、電流 I_1 および電力 W_1 の測定が完了する。

【 0 0 5 0 】

このように、このクランプ式センサ 2 では、測定対象電線 4 をクランプ可能に構成されてこの測定対象電線 4 に流れる電流 I_1 を検出するためのクランプ部 5 に、測定対象電線 4 の電圧 V_1 を非接触で測定するための検出電極 1 2 が配設されている。したがって、このクランプ式センサ 2 によれば、電圧測定プローブと電流測定プローブとが別々になっている構成とは異なり、1 回のクランプ操作で測定対象電線 4 に流れる電流 I_1 および電圧 V_1 を測定するための電流検出信号 S_9 および検出信号 S_3 を検出して本体ユニット 3 に出力することができるため、測定作業を大幅に簡略化することができる。

【 0 0 5 1 】

また、このクランプ式センサ 2 では、測定対象電線 4 を取り囲む閉磁路を形成する磁気コア 1 1 a , 1 1 b を有してクランプ部 5 が構成され、磁気コア 1 1 a , 1 1 b (閉磁路) を通過する磁束の変化に基づいて電流 I_1 を検出する電流検出回路 3 2 を備えている。したがって、このクランプ式センサ 2 によれば、クランプ部 5 の磁気コア 1 1 a , 1 1 b

によって漏れの少ない状態で磁束を検出コイル 1 4 へ誘導できるため、検出コイル 1 4 において磁束の変化に基づいて高精度で電流を検出することができる。

【 0 0 5 2 】

また、このクランプ式センサ 2 では、一端部が可動センサアーム 1 5 の一端部と共にセンサ本体部 6 に回動自在に取り付けられた状態で、固定センサアーム 1 3 と可動センサアーム 1 5 との間に押さえアーム 1 6 が配設されている。したがって、このクランプ式センサ 2 によれば、固定センサアーム 1 3 と可動センサアーム 1 5 とによってクランプされた測定対象電線 4 を押さえアーム 1 6 の他端部で固定センサアーム 1 3 における検出電極 1 2 の配設位置の近傍に押さえ付けることができる。このため、固定センサアーム 1 3 と可動センサアーム 1 5 と間で測定対象電線 4 が自由に移動可能な状態で測定対象電線 4 をクランプする構成と比較して、測定対象電線 4 の電圧 V_1 を非接触で測定するときに重要となる測定対象電線 4 (具体的には測定対象電線 4 の芯線 4 a) と検出電極 1 2 との間に形成される静電容量 C_0 の容量値の変動を低減することができ、これにより、測定対象電線 4 の電圧 V_1 を非接触で精度良く測定できる結果、電力 W_1 についても高精度で測定することができる。

【 0 0 5 3 】

なお、本発明は、上記の構成に限定されない。例えば、上記したクランプ式センサ 2 では、検出コイル 1 4 を磁気コア 1 1 b に巻回して可動センサアーム 1 5 内に配設しているが、磁気コア 1 1 a に巻回して固定センサアーム 1 3 内に配設することもできる。また、一对のセンサアームのうち的一方を固定センサアーム 1 3 としてセンサ本体部 6 に固定する構成としたが、図示はしないが、一对のセンサアームの双方を可動センサアーム 1 5 と同様の構成の可動センサアームとすることもできる。また、一端部がセンサ本体部 6 に固定されると共に検出電極 1 2 が内部に配設された固定センサアーム 1 3 と、一端部がセンサ本体部 6 に回動自在に取り付けられて他端部が固定センサアーム 1 3 の他端部に対して接離可能に構成された可動センサアーム 1 5 とを備えた例について説明したが、図示はしないが、一端部がセンサ本体部 6 に固定されると共に磁気コア 1 1 a が内部に配設された固定センサアーム 1 3 と、磁気コア 1 1 b および検出電極 1 2 が内部に配設されると共に一端部がセンサ本体部 6 に回動自在に取り付けられて他端部が固定センサアーム 1 3 の他端部に対して接離可能に構成された可動センサアーム 1 5 と、一端部が可動センサアーム 1 5 の一端部と共にセンサ本体部 6 に回動自在に取り付けられて固定センサアーム 1 3 と可動センサアーム 1 5 との間に配設され、固定センサアーム 1 3 と可動センサアーム 1 5 とによってクランプされた測定対象電線 4 を他端部で可動センサアーム 1 5 における検出電極 1 2 の配設位置の近傍に押さえ付ける押さえアーム 1 6 とを備えてクランプ部 5 を構成することもできる。また、各磁気コア 1 1 a , 1 1 b によって測定対象電線 4 を取り囲むように形成される閉磁路内の磁束の変化を検出コイル 1 4 で検出する構成に代えて、ホール素子などの磁電変換素子を本発明における電流検出部の一部として使用して検出する構成とすることもできる。また、磁気コア 1 1 a , 1 1 b を使用せずに、検出コイル 1 4 を空芯コイルとして構成して、両センサアーム 1 3 , 1 5 内に配設する構成とすることもできる。

【 0 0 5 4 】

また、検出電極 1 2 を固定センサアーム 1 3 および可動センサアーム 1 5 のいずれか一方に配設する例について説明したが、図示はしないが、一端部がセンサ本体部 6 に固定されると共に磁気コア 1 1 a が内部に配設された固定センサアーム 1 3 と、磁気コア 1 1 b が内部に配設されると共に一端部がセンサ本体部 6 に回動自在に取り付けられて他端部が固定センサアーム 1 3 の他端部に対して接離可能に構成された可動センサアーム 1 5 と、検出電極 1 2 が内部に配設されると共に一端部が可動センサアーム 1 5 の一端部と共にセンサ本体部 6 に回動自在に取り付けられて固定センサアーム 1 3 と可動センサアーム 1 5 との間に配設され、固定センサアーム 1 3 と可動センサアーム 1 5 とによってクランプされた測定対象電線 4 を他端部で固定センサアーム 1 3 および可動センサアーム 1 5 のいずれか一方に押さえ付ける押さえアーム 1 6 とを備えてクランプ部 5 を構成することもでき

る。

【 0 0 5 5 】

また、上記のクランプ式センサ 2 では、測定対象電線 4 のクランプおよび開放を容易に行えるようにするため、分割された 2 つの磁気コア 1 1 a , 1 1 b を用いて、クランプ部 5 を閉状態から開状態へ、また開状態から閉状態へ移行可能な構成としたが、2 つの分割された磁気コア 1 1 a , 1 1 b に代えて、図 8 に示すクランプ式センサ 2 A のように、1 つのトロイダル型の磁気コア 9 1 を使用して本発明における磁路形成部としてのクランプ部 5 A を構成してもよいし、図 9 に示すクランプ式センサ 2 B のように、一部にギャップが存在する磁気コア 9 2 (例えば U 字状のコア) を使用して本発明における磁路形成部としてのクランプ部 5 B を構成することもできる。なお、クランプ式センサ 2 と同一の構成については同一の符号を付して重複する説明を省略する。

10

【 0 0 5 6 】

また、検出電極 1 2 を用いて測定対象電線 4 の電圧 V 1 を非接触で測定可能な回路構成の一例として、ダイオードで構成された容量変化機能体 4 1 を使用することで、電圧 V 1 が直流電圧および交流電圧のいずれであっても測定し得る構成としたが、電圧 V 1 が交流電圧の場合においては、例えば、特許第 3 3 0 2 3 7 7 号公報、特開平 1 0 - 3 1 0 3 7 号公報、特開 2 0 0 2 - 7 1 7 2 6 号公報および特開 2 0 0 3 - 2 8 9 0 0 号公報などに開示されたような種々の公知の回路構成を採用することもできる。

【 符号の説明 】

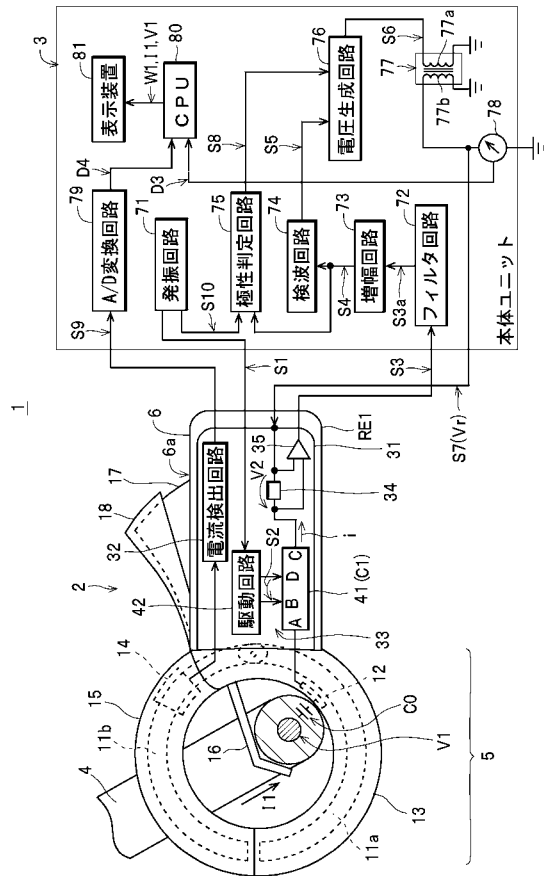
【 0 0 5 7 】

20

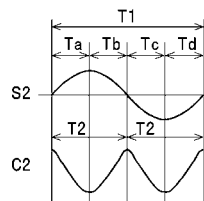
- 1 電力測定装置
- 2 , 2 A , 2 B クランプ式センサ
- 4 測定対象電線
- 5 , 5 A , 5 B クランプ部
- 6 センサ本体部
- 1 1 a , 1 1 b , 9 1 , 9 2 磁気コア
- 1 2 検出電極
- 1 3 固定センサアーム
- 1 5 可動センサアーム
- 1 6 押さえアーム
- 3 2 電流検出回路
- I 1 電流
- S 9 電流検出信号

30

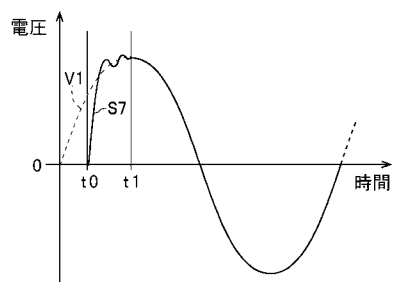
【図 1】



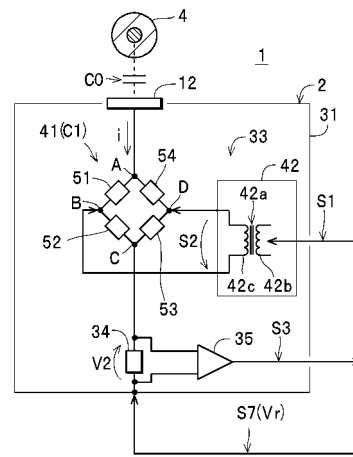
【図 4】



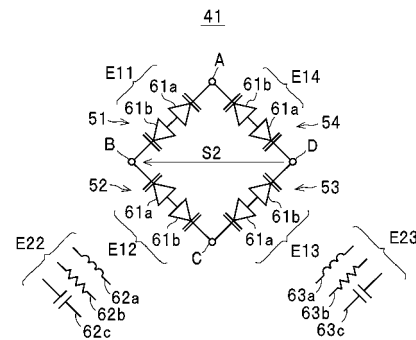
【図 5】



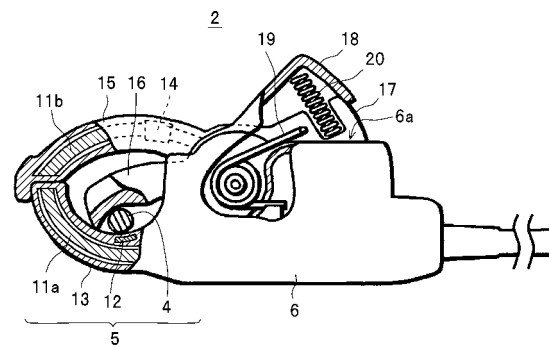
【図 2】



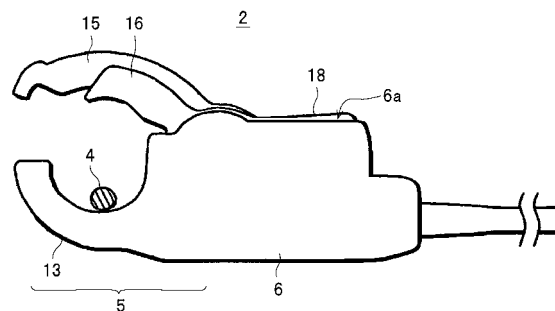
【図 3】



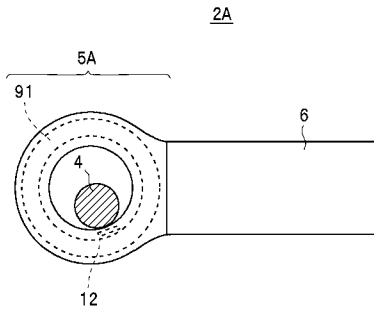
【図 6】



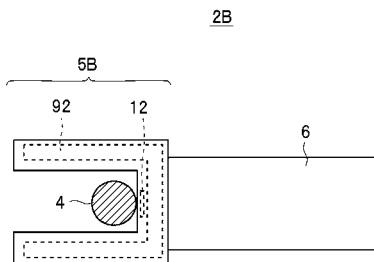
【図 7】



【図 8】



【図 9】



【手続補正書】

【提出日】平成24年4月3日(2012.4.3)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0006

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0006】

上記目的を達成すべく請求項1記載のクランプ式センサは、測定対象電線をクランプ可能に構成されると共に当該測定対象電線を取り囲む磁路形成部を有するクランプ部と、前記磁路形成部を通過する磁束の変化に基づいて前記測定対象電線に流れる電流を検出する電流検出部と、前記クランプ部に配設されて前記測定対象電線の電圧を検出するための検出電極と、前記電流検出部が内部に配設されたセンサ本体部とを備えているクランプ式センサであって、前記クランプ部は、一端部が前記センサ本体部に固定された固定センサアームと、一端部が前記センサ本体部に回動自在に取り付けられて他端部が前記固定センサアームの他端部に対して接離可能に構成された可動センサアームと、一端部が前記可動センサアームの前記一端部と共に前記センサ本体部に回動自在に取り付けられて前記固定センサアームと前記可動センサアームとの間に配設された押さえアームとを備え、前記検出電極は、前記可動センサアームおよび前記押さえアームのいずれかの内部に配設され、前記押さえアームは、前記固定センサアームと前記可動センサアームとによってクランプされた前記測定対象電線を他端部で当該固定センサアームおよび当該可動センサアームのいずれか一方に押さえ付けることにより、当該測定対象電線を前記検出電極の配設位置の近傍に押さえ付ける。

【手続補正 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】 0 0 0 7

【補正方法】 削除

【補正の内容】

【手続補正 3】

【補正対象書類名】 明細書

【補正対象項目名】 0 0 0 8

【補正方法】 削除

【補正の内容】

【手続補正 4】

【補正対象書類名】 明細書

【補正対象項目名】 0 0 0 9

【補正方法】 変更

【補正の内容】

【 0 0 0 9】

また、請求項 2 記載のクランプ式センサは、請求項 1 記載のクランプ式センサにおいて、前記検出電極は、前記可動センサアームの内部に配設され、前記押さえアームは、前記測定対象電線を前記他端部で前記可動センサアームにおける前記検出電極の配設位置の近傍に押さえ付ける。

【手続補正 5】

【補正対象書類名】 明細書

【補正対象項目名】 0 0 1 0

【補正方法】 変更

【補正の内容】

【 0 0 1 0】

また、請求項 3 記載のクランプ式センサは、請求項 1 記載のクランプ式センサにおいて、前記検出電極は、前記押さえアームの内部に配設され、前記押さえアームは、前記測定対象電線を前記他端部で前記固定センサアームおよび前記可動センサアームのいずれか一方に押さえ付ける。

【手続補正 6】

【補正対象書類名】 明細書

【補正対象項目名】 0 0 1 1

【補正方法】 変更

【補正の内容】

【 0 0 1 1】

請求項 1 , 2 , 3 記載のクランプ式センサでは、測定対象電線をクランプ可能に構成されてこの測定対象電線に流れる電流を検出するためのクランプ部に、測定対象電線の電圧を測定するための検出電極が配設されている。したがって、このクランプ式センサによれば、電圧測定プローブと電流測定プローブとが別々になっている構成とは異なり、1 回のクランプ操作で測定対象電線に流れる電流および電圧、さらには電力を測定することができるため、測定作業を大幅に簡略化することができる。

【手続補正 7】

【補正対象書類名】 明細書

【補正対象項目名】 0 0 1 2

【補正方法】 変更

【補正の内容】

【 0 0 1 2】

また、これらのクランプ式センサでは、測定対象電線を取り囲む磁路形成部を有してクランプ部が構成され、磁路形成部を通過する磁束の変化に基づいて電流を検出する電流検出部を備えている。したがって、これらのクランプ式センサによれば、クランプ部の磁路形成部によって漏れの少ない状態で磁束を電流検出部へ誘導できるため、電流検出部にお

いて磁束の変化に基づいて高精度で電流を検出することができる。

【手続補正 8】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0013

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0013】

また、これらのクランプ式センサでは、一端部が可動センサアームの一端部と共にセンサ本体部に回転自在に取り付けられた状態で、固定センサアームと可動センサアームとの間に押さえアームが配設されている。したがって、これらのクランプ式センサによれば、固定センサアームと可動センサアームとによってクランプされた測定対象電線を押さえアームの他端部で固定センサアームおよび可動センサアームのいずれか一方に押さえ付けることができる。このため、可動センサアームおよび押さえアームのいずれかの測定対象電線が押さえ付けられる部位に検出電極を配設しておくことにより、測定対象電線を検出電極の配設位置の近傍に確実に押さえ付けることができる。このため、固定センサアームと可動センサアームと間で測定対象電線が自由に移動可能な状態で測定対象電線をクランプする構成と比較して、測定対象電線の電圧を非接触で測定するときに重要となる測定対象電線と検出電極との間に形成される静電容量の容量値の変動を低減することができ、これにより、測定対象電線の電圧を非接触で精度良く測定できる結果、電力についても高精度で測定することができる。なお、本明細書において、「非接触で測定」とは、検出電極が測定対象電線の絶縁被覆には接触するが、導体には接触しない状態で測定することを意味する。

【手続補正 9】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0015

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0015】

以下、添付図面を参照して、クランプ式センサの実施の形態について、一例として電力測定装置に適用した例を挙げて説明する。

【手続補正 10】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0017

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0017】

電力測定装置 1 は、図 1 に示すように、クランプ式センサ 2 および本体ユニット 3 を備え、測定対象電線 4 に流れる電流 I_1 および測定対象電線 4 の電圧 V_1 を測定すると共に、測定した電流 I_1 および電圧 V_1 に基づいて測定対象電線 4 を介して送られている電力 W_1 を非接触で測定可能に構成されている。

【手続補正 11】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0053

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0053】

なお、上記の構成に限定されない。例えば、上記したクランプ式センサ 2 では、検出コイル 14 を磁気コア 11b に巻回して可動センサアーム 15 内に配設しているが、磁気コア 11a に巻回して固定センサアーム 13 内に配設することもできる。また、一対のセンサアームのうちの一方を固定センサアーム 13 としてセンサ本体部 6 に固定する構成とし

たが、図示はしないが、一对のセンサアームの双方を可動センサアーム 1 5 と同様の構成の可動センサアームとすることもできる。また、一端部がセンサ本体部 6 に固定されると共に検出電極 1 2 が内部に配設された固定センサアーム 1 3 と、一端部がセンサ本体部 6 に回動自在に取り付けられて他端部が固定センサアーム 1 3 の他端部に対して接離可能に構成された可動センサアーム 1 5 とを備えた例について説明したが、図示はしないが、一端部がセンサ本体部 6 に固定されると共に磁気コア 1 1 a が内部に配設された固定センサアーム 1 3 と、磁気コア 1 1 b および検出電極 1 2 が内部に配設されると共に一端部がセンサ本体部 6 に回動自在に取り付けられて他端部が固定センサアーム 1 3 の他端部に対して接離可能に構成された可動センサアーム 1 5 と、一端部が可動センサアーム 1 5 の一端部と共にセンサ本体部 6 に回動自在に取り付けられて固定センサアーム 1 3 と可動センサアーム 1 5 との間に配設され、固定センサアーム 1 3 と可動センサアーム 1 5 とによってクランプされた測定対象電線 4 を他端部で可動センサアーム 1 5 における検出電極 1 2 の配設位置の近傍に押さえ付ける押さえアーム 1 6 とを備えてクランプ部 5 を構成することもできる。また、各磁気コア 1 1 a , 1 1 b によって測定対象電線 4 を取り囲むように形成される閉磁路内の磁束の変化を検出コイル 1 4 で検出する構成に代えて、ホール素子などの磁電変換素子を本発明における電流検出部の一部として使用して検出する構成とすることもできる。また、磁気コア 1 1 a , 1 1 b を使用せずに、検出コイル 1 4 を空芯コイルとして構成して、両センサアーム 1 3 , 1 5 内に配設する構成とすることもできる。

【手続補正 1 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 5 5

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 0 5 5】

また、上記のクランプ式センサ 2 では、測定対象電線 4 のクランプおよび開放を容易に行えるようにするため、分割された 2 つの磁気コア 1 1 a , 1 1 b を用いて、クランプ部 5 を閉状態から開状態へ、また開状態から閉状態へ移行可能な構成としたが、2 つの分割された磁気コア 1 1 a , 1 1 b に代えて、図 8 に示すクランプ式センサ 2 A のように、1 つのトロイダル型の磁気コア 9 1 を使用して磁路形成部としてのクランプ部 5 A を構成してもよいし、図 9 に示すクランプ式センサ 2 B のように、一部にギャップが存在する磁気コア 9 2 (例えば U 字状のコア) を使用して磁路形成部としてのクランプ部 5 B を構成することもできる。なお、クランプ式センサ 2 と同一の構成については同一の符号を付して重複する説明を省略する。

【手続補正 1 3】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

測定対象電線をクランプ可能に構成されると共に当該測定対象電線を取り囲む磁路形成部を有するクランプ部と、前記磁路形成部を通過する磁束の変化に基づいて前記測定対象電線に流れる電流を検出する電流検出部と、前記クランプ部に配設されて前記測定対象電線の電圧を検出するための検出電極と、前記電流検出部が内部に配設されたセンサ本体部とを備えているクランプ式センサであって、

前記クランプ部は、一端部が前記センサ本体部に固定された固定センサアームと、一端部が前記センサ本体部に回動自在に取り付けられて他端部が前記固定センサアームの他端部に対して接離可能に構成された可動センサアームと、一端部が前記可動センサアームの前記一端部と共に前記センサ本体部に回動自在に取り付けられて前記固定センサアームと前記可動センサアームとの間に配設された押さえアームとを備え、

前記検出電極は、前記可動センサアームおよび前記押さえアームのいずれかの内部に配設され、

前記押さえアームは、前記固定センサアームと前記可動センサアームとによってクランプされた前記測定対象電線を他端部で当該固定センサアームおよび当該可動センサアームのいずれか一方に押さえ付けることにより、当該測定対象電線を前記検出電極の配設位置の近傍に押さえ付けるクランプ式センサ。

【請求項 2】

前記検出電極は、前記可動センサアームの内部に配設され、

前記押さえアームは、前記測定対象電線を前記他端部で前記可動センサアームにおける前記検出電極の配設位置の近傍に押さえ付ける請求項 1 記載のクランプ式センサ。

【請求項 3】

前記検出電極は、前記押さえアームの内部に配設され、

前記押さえアームは、前記測定対象電線を前記他端部で前記固定センサアームおよび前記可動センサアームのいずれか一方に押さえ付ける請求項 1 記載のクランプ式センサ。

フロントページの続き

F ターム(参考) 2G035 AB07 AC01 AC02 AD13 AD19 AD20 AD28 AD33 AD51 AD55
AD56 AD59 AD65 AD66