

(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2010-286474

(P2010-286474A)

(43) 公開日 平成22年12月24日(2010.12.24)

(51) Int.Cl.
G01R 19/00 (2006.01)

F I
G01R 19/00 A

テーマコード(参考)
2G035

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 34 頁)

(21) 出願番号 特願2010-69714 (P2010-69714)
 (22) 出願日 平成22年3月25日(2010.3.25)
 (31) 優先権主張番号 特願2009-116546 (P2009-116546)
 (32) 優先日 平成21年5月13日(2009.5.13)
 (33) 優先権主張国 日本国(JP)

(71) 出願人 000227180
 日置電機株式会社
 長野県上田市小泉81番地
 (74) 代理人 100104787
 弁理士 酒井 伸司
 (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
 Fターム(参考) 2G035 AB07 AC01 AC03 AD10 AD12
 AD13 AD20 AD22 AD26 AD51
 AD55 AD56 AD60

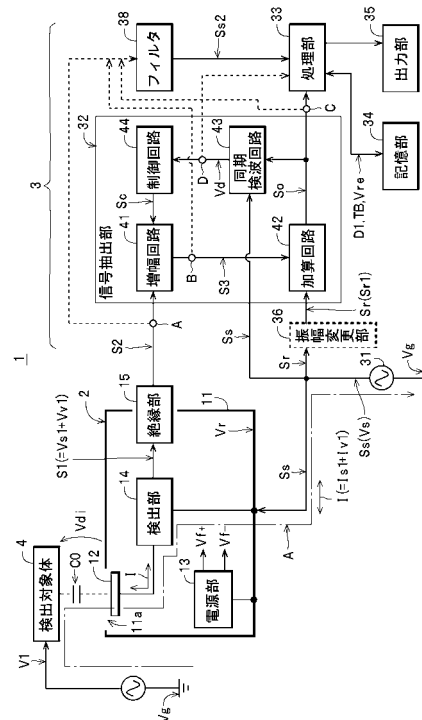
(54) 【発明の名称】 電圧検出装置

(57) 【要約】

【課題】 検出された交流電圧に対する信頼性を向上させる。

【解決手段】 交流電圧 V_1 とガード電極 11 の電圧 V_r との間の電位差 V_{di} に応じて振幅が変化する検出信号 S_1 を出力する検出部 14 と、参照信号 S_s をガード電極 11 に出力する参照信号出力部 31 と、検出信号 S_1 を絶縁検出信号 S_2 として出力する絶縁部 15 と、絶縁検出信号 S_2 を所定の利得で増幅して増幅検出信号 S_3 を生成しつつ、増幅検出信号 S_3 に含まれている参照信号 S_s の信号成分および参照信号 S_s を増幅検出信号 S_3 と参照信号 S_s との加算によって相殺可能に利得を制御することで、交流電圧 V_1 の信号成分を増幅検出信号 S_3 から抽出し出力信号 S_o として出力する信号抽出部 32 と、絶縁検出信号 S_2 または増幅検出信号 S_3 に含まれている参照信号 S_s の信号成分についてのレベルと規定レベルとを比較して装置が正常か異常かを判別する処理部 33 とを備えている。

【選択図】 図 1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

検出対象体に生じている検出対象交流電圧を検出する電圧検出装置であって、
前記検出対象体に対向して配設されて当該検出対象体と容量結合する検出電極と、
参照信号を出力する参照信号出力部と、
前記検出電極に接続されると共に前記参照信号を入力して、前記検出対象交流電圧に基づいて流れる検出対象電流および前記参照信号に基づいて流れる参照電流の両電流値に応じて振幅が変化する検出信号を出力する検出部と、
前記検出信号を所定の利得で増幅して増幅検出信号を生成しつつ、前記参照信号出力部から出力される前記参照信号と当該増幅検出信号との加算または減算によって当該参照信号と当該増幅検出信号に含まれている前記参照信号の信号成分とを相殺可能に前記利得を制御すると共に、前記検出対象交流電圧の信号成分を当該増幅検出信号から抽出して出力信号として出力する信号抽出部と、
前記検出信号および前記増幅検出信号のうちのいずれか1つの信号に含まれている前記参照信号の信号成分についてのレベルを検出すると共に、当該検出したレベルが規定レベル以上のときに動作正常と判別する判別処理、および当該検出したレベルが当該規定レベル未満のときに動作異常と判別する判別処理のうちの少なくとも1つの処理を実行する判別部とを備えている電圧検出装置。

10

【請求項 2】

検出対象体に生じている検出対象交流電圧を検出する電圧検出装置であって、
前記検出対象体に対向して配設されて当該検出対象体と容量結合する検出電極と、
参照信号を出力する参照信号出力部と、
前記検出電極に接続されると共に前記参照信号を入力して、前記検出対象交流電圧に基づいて流れる検出対象電流および前記参照信号に基づいて流れる参照電流の両電流値に応じて振幅が変化する検出信号を出力する検出部と、
前記検出信号を所定の利得で増幅して増幅検出信号を生成しつつ、前記参照信号出力部から出力される前記参照信号と当該増幅検出信号との加算または減算によって当該参照信号と当該増幅検出信号に含まれている前記参照信号の信号成分とを相殺可能に前記利得を制御すると共に、前記検出対象交流電圧の信号成分を当該増幅検出信号から抽出して出力信号として出力する信号抽出部とを備え、
前記信号抽出部は、前記検出信号を前記利得で増幅して前記増幅検出信号を生成する増幅回路と、当該増幅検出信号または前記出力信号に含まれている前記参照信号の信号成分の振幅を示す検波信号を前記参照信号出力部から出力される前記参照信号を用いた同期検波によって検出する同期検波回路と、前記増幅回路の前記利得を前記検波信号に基づいて制御する制御回路とを備えて構成され、
前記出力信号に含まれている前記参照信号の信号成分についてのレベルおよび前記検波信号のレベルのうちのいずれか1つのレベルを検出すると共に、当該検出したレベルが規定レベル以下のときに動作正常と判別する判別処理、および当該検出したレベルが当該規定レベルを超えるときに動作異常と判別する判別処理のうちの少なくとも1つの処理を実行する判別部を備えている電圧検出装置。

20

30

40

【請求項 3】

検出対象体に生じている検出対象交流電圧を検出する電圧検出装置であって、
前記検出対象体に対向して配設されて当該検出対象体と容量結合する検出電極と、
参照信号を出力する参照信号出力部と、
前記検出電極に接続されると共に前記参照信号を入力して、前記検出対象交流電圧に基づいて流れる検出対象電流および前記参照信号に基づいて流れる参照電流の両電流値に応じて振幅が変化する検出信号を出力する検出部と、
前記検出信号を所定の利得で増幅して増幅検出信号を生成しつつ、当該増幅検出信号に含まれている前記参照信号の信号成分についての振幅が一定となるように前記利得を制御すると共に、前記検出対象交流電圧の信号成分を当該増幅検出信号から抽出して出力信号

50

として出力する信号抽出部と、

前記検出信号および前記増幅検出信号のうちのいずれか1つの信号に含まれている前記参照信号の信号成分についてのレベルを検出すると共に、当該検出したレベルが規定レベル以上のときに動作正常と判別する判別処理、および当該検出したレベルが当該規定レベル未満のときに動作異常と判別する判別処理のうちの少なくとも1つの処理を実行する判別部とを備えている電圧検出装置。

【請求項4】

検出対象体に生じている検出対象交流電圧を検出する電圧検出装置であって、

前記検出対象体に対向して配設されて当該検出対象体と容量結合する検出電極と、
参照信号を出力する参照信号出力部と、

10

前記検出電極に接続されると共に前記参照信号を入力して、前記検出対象交流電圧に基づいて流れる検出対象電流および前記参照信号に基づいて流れる参照電流の両電流値に応じて振幅が変化する検出信号を出力する検出部と、

前記検出信号を所定の利得で増幅して増幅検出信号を生成しつつ、当該増幅検出信号に含まれている前記参照信号の信号成分についての振幅が一定となるように前記利得を制御すると共に、前記検出対象交流電圧の信号成分を当該増幅検出信号から抽出して出力信号として出力する信号抽出部とを備え、

前記信号抽出部は、前記検出信号を前記利得で増幅して前記増幅検出信号を生成する増幅回路と、当該増幅検出信号に含まれている前記参照信号の信号成分の振幅を示す検波信号を前記参照信号出力部から出力される前記参照信号を用いた同期検波によって検出する同期検波回路と、前記増幅回路の前記利得を前記検波信号に基づいて制御する制御回路とを備えて構成され、

20

前記検波信号のレベルを検出すると共に、当該検出したレベルが規定レベル以下のときに動作正常と判別する判別処理、および当該検出したレベルが当該規定レベルを超えるとときに動作異常と判別する判別処理のうちの少なくとも1つの処理を実行する判別部を備えている電圧検出装置。

【請求項5】

検出対象体に生じている検出対象交流電圧を検出する電圧検出装置であって、

前記検出対象体に対向して配設されて当該検出対象体と容量結合する検出電極と、

基準電圧部の電圧を基準として生成されたフローティング電源で作動して、前記検出対象交流電圧と当該基準電圧部の前記電圧との間の交流の電位差に応じて振幅が変化する検出信号を出力する検出部と、

30

参照信号を前記基準電圧部に出力する参照信号出力部と、

前記検出信号を入力すると共に電氣的に絶縁して絶縁検出信号として出力する絶縁部と

、
前記絶縁検出信号を所定の利得で増幅して増幅検出信号を生成しつつ、前記参照信号出力部から出力される前記参照信号と当該増幅検出信号との加算または減算によって当該参照信号と当該増幅検出信号に含まれている前記参照信号の信号成分とを相殺可能に前記利得を制御すると共に、前記検出対象交流電圧の信号成分を当該増幅検出信号から抽出して出力信号として出力する信号抽出部と、

40

前記絶縁検出信号および前記増幅検出信号のうちのいずれか1つの信号に含まれている前記参照信号の信号成分についてのレベルを検出すると共に、当該検出したレベルが規定レベル以上のときに動作正常と判別する判別処理、および当該検出したレベルが当該規定レベル未満のときに動作異常と判別する判別処理のうちの少なくとも1つの処理を実行する判別部とを備えている電圧検出装置。

【請求項6】

検出対象体に生じている検出対象交流電圧を検出する電圧検出装置であって、

前記検出対象体に対向して配設されて当該検出対象体と容量結合する検出電極と、

基準電圧部の電圧を基準として生成されたフローティング電源で作動して、前記検出対象交流電圧と当該基準電圧部の前記電圧との間の交流の電位差に応じて振幅が変化する検

50

出信号を出力する検出部と、

参照信号を前記基準電圧部に出力する参照信号出力部と、

前記検出信号を入力すると共に電氣的に絶縁して絶縁検出信号として出力する絶縁部と

、
前記絶縁検出信号を所定の利得で増幅して増幅検出信号を生成しつつ、前記参照信号出力部から出力される前記参照信号と当該増幅検出信号との加算または減算によって当該参照信号と当該増幅検出信号に含まれている前記参照信号の信号成分とを相殺可能に前記利得を制御すると共に、前記検出対象交流電圧の信号成分を当該増幅検出信号から抽出して出力信号として出力する信号抽出部とを備え、

前記信号抽出部は、前記絶縁検出信号を前記利得で増幅して前記増幅検出信号を生成する増幅回路と、前記出力信号に含まれている前記参照信号の信号成分の振幅を示す検波信号を前記参照信号出力部から出力される前記参照信号を用いた同期検波によって検出する同期検波回路と、前記増幅回路の前記利得を前記検波信号に基づいて制御する制御回路とを備えて構成され、

前記出力信号に含まれている前記参照信号の信号成分についてのレベルおよび前記検波信号のレベルのうちのいずれか1つのレベルを検出すると共に、当該検出したレベルが規定レベル以下のときに動作正常と判別する判別処理、および当該検出したレベルが当該規定レベルを超えるとときに動作異常と判別する判別処理のうちの少なくとも1つの処理を実行する判別部を備えている電圧検出装置。

【請求項7】

検出対象体に生じている検出対象交流電圧を検出する電圧検出装置であって、

前記検出対象体に対向して配設されて当該検出対象体と容量結合する検出電極と、

基準電圧部の電圧を基準として生成されたフローティング電源で作動して、前記検出対象交流電圧と当該基準電圧部の前記電圧との間の交流の電位差に応じて振幅が変化する検出信号を出力する検出部と、

参照信号を前記基準電圧部に出力する参照信号出力部と、

前記検出信号を入力すると共に電氣的に絶縁して絶縁検出信号として出力する絶縁部と

、
前記絶縁検出信号を所定の利得で増幅して増幅検出信号を生成しつつ、当該増幅検出信号に含まれている前記参照信号の信号成分についての振幅が一定となるように前記利得を制御すると共に、前記検出対象交流電圧の信号成分を当該増幅検出信号から抽出して出力信号として出力する信号抽出部と、

前記絶縁検出信号および前記増幅検出信号のうちのいずれか1つの信号に含まれている前記参照信号の信号成分についてのレベルを検出すると共に、当該検出したレベルが規定レベル以上のときに動作正常と判別する判別処理、および当該検出したレベルが当該規定レベル未満のときに動作異常と判別する判別処理のうちの少なくとも1つの処理を実行する判別部とを備えている電圧検出装置。

【請求項8】

検出対象体に生じている検出対象交流電圧を検出する電圧検出装置であって、

前記検出対象体に対向して配設されて当該検出対象体と容量結合する検出電極と、

基準電圧部の電圧を基準として生成されたフローティング電源で作動して、前記検出対象交流電圧と当該基準電圧部の前記電圧との間の交流の電位差に応じて振幅が変化する検出信号を出力する検出部と、

参照信号を前記基準電圧部に出力する参照信号出力部と、

前記検出信号を入力すると共に電氣的に絶縁して絶縁検出信号として出力する絶縁部と

、
前記絶縁検出信号を所定の利得で増幅して増幅検出信号を生成しつつ、当該増幅検出信号に含まれている前記参照信号の信号成分についての振幅が一定となるように前記利得を制御すると共に、前記検出対象交流電圧の信号成分を当該増幅検出信号から抽出して出力信号として出力する信号抽出部とを備え、

10

20

30

40

50

前記信号抽出部は、前記絶縁検出信号を前記利得で増幅して前記増幅検出信号を生成する増幅回路と、当該増幅検出信号に含まれている前記参照信号の信号成分の振幅を示す検波信号を前記参照信号出力部から出力される前記参照信号を用いた同期検波によって検出する同期検波回路と、前記増幅回路の前記利得を前記検波信号に基づいて制御する制御回路とを備えて構成され、

前記検波信号のレベルを検出すると共に、当該検出したレベルが規定レベル以下のときに動作正常と判別する判別処理、および当該検出したレベルが当該規定レベルを超えるとときに動作異常と判別する判別処理のうちの少なくとも1つの処理を実行する判別部を備えている電圧検出装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、検出対象体の検出対象交流電圧を非接触で検出する非接触型の電圧検出装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

この種の電圧検出装置として、下記の特許文献1に開示された非接触電圧計測装置（以下、「電圧検出装置」ともいう）が知られている。この電圧検出装置は、電線の絶縁物についての一部の表面を覆うことが可能な検出電極および検出電極を覆うシールド電極を備えた検出プローブと、所定の周波数の信号を出力する発振器とを備え、発振器の信号を検出電極に加えることによって、検出電極と電線の導体との間のインピーダンスを計測し、導体に印加された電圧に起因して検出電極から流出する電流を検出用抵抗器（抵抗値： R_1 ）を用いて計測し、電流とインピーダンスとから導体に印加された電圧を計測することが可能となっている。

【0003】

具体的には、この電圧検出装置では、まず、検出プローブを開き、発振器からの信号を検出用抵抗器を介して検出電極に印加している状態において、シールド電極と接地との間の静電容量（以下、説明のため第1静電容量という）の計測を行う。この計測によって得られる第1静電容量は、検出用抵抗器の抵抗値が第1静電容量についてのリアクタンスに比べて無視できる程度に小さいため、発振器から出力される信号電圧、検出用抵抗器の抵抗値、発振器から出力される信号の角周波数、および検出用抵抗の両端電圧から算出される。

【0004】

次いで、電線を挟んで検出プローブを閉じ、発振器からの信号を検出用抵抗器を介して検出電極に印加している状態での静電容量（以下、説明のため第2静電容量という）の計測を行う。これによって計測される第2静電容量は、上記した第1静電容量と、検出電極および電線間の静電容量（以下、説明のため第3静電容量という）との合成容量となり、検出用抵抗器の抵抗値がこの合成容量についてのリアクタンスに比べて無視できる程度に小さいため、発振器から出力される信号電圧、検出用抵抗器の抵抗値、発振器から出力される信号の角周波数、および検出用抵抗の両端電圧から算出される。また、算出された第2静電容量から上記した第1静電容量を減算することにより、第3静電容量、つまり検出電極と電線の導体との間の静電容量が算出される。

【0005】

続いて、電線を挟んで検出プローブを閉じ、発振器からの信号を検出用抵抗器を介して検出電極に印加している状態での、導体に印加された電圧に起因する検出用抵抗器の両端電圧を求める。導体の側から見た検出用抵抗器を経由する回路のインピーダンスは、検出用抵抗器の抵抗値と第3静電容量のリアクタンスとの加算値となるが、検出用抵抗器の抵抗値が第3静電容量についてのリアクタンスに比べて無視できる程度に小さいため、第3静電容量についてのリアクタンスとなる。これにより、検出用抵抗器に流れる電流は、導体に印加された電圧をこのリアクタンスで除算した値となるため、検出用抵抗器の両端電

10

20

30

40

50

圧は、検出用抵抗器に流れる電流に検出用抵抗器の抵抗値を乗算した値となる。この場合、この検出用抵抗器の両端電圧は、導体に印加された電圧の角周波数、検出電極と電線との間の第3静電容量、導体に印加されている電圧、および検出用抵抗器の抵抗値の各パラメータで表される。したがって、電圧検出装置では、導体に印加されている電圧を、検出用抵抗器の両端電圧、導体に印加された電圧の角周波数、検出電極と電線との間の第3静電容量、および検出用抵抗器の抵抗値から算出して、表示部に表示させる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特許第3158063号公報（第4 - 6頁、第3図）

10

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

ところが、上記の電圧検出装置には、以下のような問題点がある。すなわち、この電圧検出装置には、電圧の検出（計測）動作が正常に行われているか否かをチェック（診断）する機能が設けられていないため、検出された電圧に対する信頼性が低いという解決すべき課題が存在している。

【0008】

本発明は、上記の問題を解決すべくなされたものであり、検出された交流電圧に対する信頼性を向上させ得る電圧検出装置を提供することを主目的とする。

20

【課題を解決するための手段】

【0009】

上記目的を達成すべく請求項1記載の電圧検出装置は、検出対象体に生じている検出対象交流電圧を検出する電圧検出装置であって、前記検出対象体に対向して配設されて当該検出対象体と容量結合する検出電極と、参照信号を出力する参照信号出力部と、前記検出電極に接続されると共に前記参照信号を入力して、前記検出対象交流電圧に基づいて流れる検出対象電流および前記参照信号に基づいて流れる参照電流の両電流値に応じて振幅が変化する検出信号を出力する検出部と、前記検出信号を所定の利得で増幅して増幅検出信号を生成しつつ、前記参照信号出力部から出力される前記参照信号と当該増幅検出信号との加算または減算によって当該参照信号と当該増幅検出信号に含まれている前記参照信号の信号成分とを相殺可能に前記利得を制御すると共に、前記検出対象交流電圧の信号成分を当該増幅検出信号から抽出して出力信号として出力する信号抽出部と、前記検出信号および前記増幅検出信号のうちのいずれか1つの信号に含まれている前記参照信号の信号成分についてのレベルを検出すると共に、当該検出したレベルが規定レベル以上のときに動作正常と判別する判別処理、および当該検出したレベルが当該規定レベル未満のときに動作異常と判別する判別処理のうちの少なくとも1つの処理を実行する判別部とを備えている。

30

【0010】

また、請求項2記載の電圧検出装置は、検出対象体に生じている検出対象交流電圧を検出する電圧検出装置であって、前記検出対象体に対向して配設されて当該検出対象体と容量結合する検出電極と、参照信号を出力する参照信号出力部と、前記検出電極に接続されると共に前記参照信号を入力して、前記検出対象交流電圧に基づいて流れる検出対象電流および前記参照信号に基づいて流れる参照電流の両電流値に応じて振幅が変化する検出信号を出力する検出部と、前記検出信号を所定の利得で増幅して増幅検出信号を生成しつつ、前記参照信号出力部から出力される前記参照信号と当該増幅検出信号との加算または減算によって当該参照信号と当該増幅検出信号に含まれている前記参照信号の信号成分とを相殺可能に前記利得を制御すると共に、前記検出対象交流電圧の信号成分を当該増幅検出信号から抽出して出力信号として出力する信号抽出部とを備え、前記信号抽出部は、前記検出信号を前記利得で増幅して前記増幅検出信号を生成する増幅回路と、当該増幅検出信号または前記出力信号に含まれている前記参照信号の信号成分の振幅を示す検波信号を前

40

50

記参照信号出力部から出力される前記参照信号を用いた同期検波によって検出する同期検波回路と、前記増幅回路の前記利得を前記検波信号に基づいて制御する制御回路とを備えて構成され、前記出力信号に含まれている前記参照信号の信号成分についてのレベルおよび前記検波信号のレベルのうちのいずれか1つのレベルを検出すると共に、当該検出したレベルが規定レベル以下のときに動作正常と判別する判別処理、および当該検出したレベルが当該規定レベルを超えるときに動作異常と判別する判別処理のうちの少なくとも1つの処理を実行する判別部を備えている。

【0011】

また、請求項3記載の電圧検出装置は、検出対象体に生じている検出対象交流電圧を検出する電圧検出装置であって、前記検出対象体に対向して配設されて当該検出対象体と容量結合する検出電極と、参照信号を出力する参照信号出力部と、前記検出電極に接続されると共に前記参照信号を入力して、前記検出対象交流電圧に基づいて流れる検出対象電流および前記参照信号に基づいて流れる参照電流の両電流値に応じて振幅が変化する検出信号を出力する検出部と、前記検出信号を所定の利得で増幅して増幅検出信号を生成しつつ、当該増幅検出信号に含まれている前記参照信号の信号成分についての振幅が一定となるように前記利得を制御すると共に、前記検出対象交流電圧の信号成分を当該増幅検出信号から抽出して出力信号として出力する信号抽出部と、前記検出信号および前記増幅検出信号のうちのいずれか1つの信号に含まれている前記参照信号の信号成分についてのレベルを検出すると共に、当該検出したレベルが規定レベル以上のときに動作正常と判別する判別処理、および当該検出したレベルが当該規定レベル未満のときに動作異常と判別する判別処理のうちの少なくとも1つの処理を実行する判別部とを備えている。

10

20

【0012】

また、請求項4記載の電圧検出装置は、検出対象体に生じている検出対象交流電圧を検出する電圧検出装置であって、前記検出対象体に対向して配設されて当該検出対象体と容量結合する検出電極と、参照信号を出力する参照信号出力部と、前記検出電極に接続されると共に前記参照信号を入力して、前記検出対象交流電圧に基づいて流れる検出対象電流および前記参照信号に基づいて流れる参照電流の両電流値に応じて振幅が変化する検出信号を出力する検出部と、前記検出信号を所定の利得で増幅して増幅検出信号を生成しつつ、当該増幅検出信号に含まれている前記参照信号の信号成分についての振幅が一定となるように前記利得を制御すると共に、前記検出対象交流電圧の信号成分を当該増幅検出信号から抽出して出力信号として出力する信号抽出部とを備え、前記信号抽出部は、前記検出信号を前記利得で増幅して前記増幅検出信号を生成する増幅回路と、当該増幅検出信号に含まれている前記参照信号の信号成分の振幅を示す検波信号を前記参照信号出力部から出力される前記参照信号を用いた同期検波によって検出する同期検波回路と、前記増幅回路の前記利得を前記検波信号に基づいて制御する制御回路とを備えて構成され、前記検波信号のレベルを検出すると共に、当該検出したレベルが規定レベル以下のときに動作正常と判別する判別処理、および当該検出したレベルが当該規定レベルを超えるときに動作異常と判別する判別処理のうちの少なくとも1つの処理を実行する判別部を備えている。

30

【0013】

また、請求項5記載の電圧検出装置は、検出対象体に生じている検出対象交流電圧を検出する電圧検出装置であって、前記検出対象体に対向して配設されて当該検出対象体と容量結合する検出電極と、基準電圧部の電圧を基準として生成されたフローティング電源で作動して、前記検出対象交流電圧と当該基準電圧部の前記電圧との間の交流の電位差に応じて振幅が変化する検出信号を出力する検出部と、参照信号を前記基準電圧部に出力する参照信号出力部と、前記検出信号を入力すると共に電氣的に絶縁して絶縁検出信号として出力する絶縁部と、前記絶縁検出信号を所定の利得で増幅して増幅検出信号を生成しつつ、前記参照信号出力部から出力される前記参照信号と当該増幅検出信号との加算または減算によって当該参照信号と当該増幅検出信号に含まれている前記参照信号の信号成分とを相殺可能に前記利得を制御すると共に、前記検出対象交流電圧の信号成分を当該増幅検出信号から抽出して出力信号として出力する信号抽出部と、前記絶縁検出信号および前記増

40

50

幅検出信号のうちのいずれか1つの信号に含まれている前記参照信号の信号成分についてのレベルを検出すると共に、当該検出したレベルが規定レベル以上のときに動作正常と判別する判別処理、および当該検出したレベルが当該規定レベル未満のときに動作異常と判別する判別処理のうちの少なくとも1つの処理を実行する判別部とを備えている。

【0014】

また、請求項6記載の電圧検出装置は、検出対象体に生じている検出対象交流電圧を検出する電圧検出装置であって、前記検出対象体に対向して配設されて当該検出対象体と容量結合する検出電極と、基準電圧部の電圧を基準として生成されたフローティング電源で作動して、前記検出対象交流電圧と当該基準電圧部の前記電圧との間の交流の電位差に応じて振幅が変化する検出信号を出力する検出部と、参照信号を前記基準電圧部に出力する参照信号出力部と、前記検出信号を入力すると共に電氣的に絶縁して絶縁検出信号として出力する絶縁部と、前記絶縁検出信号を所定の利得で増幅して増幅検出信号を生成しつつ、前記参照信号出力部から出力される前記参照信号と当該増幅検出信号との加算または減算によって当該参照信号と当該増幅検出信号に含まれている前記参照信号の信号成分とを相殺可能に前記利得を制御すると共に、前記検出対象交流電圧の信号成分を当該増幅検出信号から抽出して出力信号として出力する信号抽出部とを備え、前記信号抽出部は、前記絶縁検出信号を前記利得で増幅して前記増幅検出信号を生成する増幅回路と、前記出力信号に含まれている前記参照信号の信号成分の振幅を示す検波信号を前記参照信号出力部から出力される前記参照信号を用いた同期検波によって検出する同期検波回路と、前記増幅回路の前記利得を前記検波信号に基づいて制御する制御回路とを備えて構成され、前記出力信号に含まれている前記参照信号の信号成分についてのレベルおよび前記検波信号のレベルのうちのいずれか1つのレベルを検出すると共に、当該検出したレベルが規定レベル以下のときに動作正常と判別する判別処理、および当該検出したレベルが当該規定レベルを超えるとときに動作異常と判別する判別処理のうちの少なくとも1つの処理を実行する判別部を備えている。

10

20

【0015】

また、請求項7記載の電圧検出装置は、検出対象体に生じている検出対象交流電圧を検出する電圧検出装置であって、前記検出対象体に対向して配設されて当該検出対象体と容量結合する検出電極と、基準電圧部の電圧を基準として生成されたフローティング電源で作動して、前記検出対象交流電圧と当該基準電圧部の前記電圧との間の交流の電位差に応じて振幅が変化する検出信号を出力する検出部と、参照信号を前記基準電圧部に出力する参照信号出力部と、前記検出信号を入力すると共に電氣的に絶縁して絶縁検出信号として出力する絶縁部と、前記絶縁検出信号を所定の利得で増幅して増幅検出信号を生成しつつ、当該増幅検出信号に含まれている前記参照信号の信号成分についての振幅が一定となるように前記利得を制御すると共に、前記検出対象交流電圧の信号成分を当該増幅検出信号から抽出して出力信号として出力する信号抽出部と、前記絶縁検出信号および前記増幅検出信号のうちのいずれか1つの信号に含まれている前記参照信号の信号成分についてのレベルを検出すると共に、当該検出したレベルが規定レベル以上のときに動作正常と判別する判別処理、および当該検出したレベルが当該規定レベル未満のときに動作異常と判別する判別処理のうちの少なくとも1つの処理を実行する判別部とを備えている。

30

40

【0016】

また、請求項8記載の電圧検出装置は、検出対象体に生じている検出対象交流電圧を検出する電圧検出装置であって、前記検出対象体に対向して配設されて当該検出対象体と容量結合する検出電極と、基準電圧部の電圧を基準として生成されたフローティング電源で作動して、前記検出対象交流電圧と当該基準電圧部の前記電圧との間の交流の電位差に応じて振幅が変化する検出信号を出力する検出部と、参照信号を前記基準電圧部に出力する参照信号出力部と、前記検出信号を入力すると共に電氣的に絶縁して絶縁検出信号として出力する絶縁部と、前記絶縁検出信号を所定の利得で増幅して増幅検出信号を生成しつつ、当該増幅検出信号に含まれている前記参照信号の信号成分についての振幅が一定となるように前記利得を制御すると共に、前記検出対象交流電圧の信号成分を当該増幅検出信号

50

から抽出して出力信号として出力する信号抽出部とを備え、前記信号抽出部は、前記絶縁検出信号を前記利得で増幅して前記増幅検出信号を生成する増幅回路と、当該増幅検出信号に含まれている前記参照信号の信号成分の振幅を示す検波信号を前記参照信号出力部から出力される前記参照信号を用いた同期検波によって検出する同期検波回路と、前記増幅回路の前記利得を前記検波信号に基づいて制御する制御回路とを備えて構成され、前記検波信号のレベルを検出すると共に、当該検出したレベルが規定レベル以下のときに動作正常と判別する判別処理、および当該検出したレベルが当該規定レベルを超えるとときに動作異常と判別する判別処理のうちの少なくとも1つの処理を実行する判別部を備えている。

【発明の効果】

【0017】

請求項1記載の電圧検出装置では、検出部が、検出対象体と容量結合する検出電極に接続されると共に参照信号出力部から参照信号を入力して、検出対象体の検出対象交流電圧に基づいて流れる検出対象電流および参照信号に基づいて流れる参照電流の両電流値に応じて振幅が変化する検出信号を出力し、信号抽出部が、検出信号を所定の利得で増幅して増幅検出信号を生成しつつ、参照信号出力部から出力される参照信号と増幅検出信号との加算または減算によって参照信号と増幅検出信号に含まれている参照信号の信号成分とを相殺可能に利得を制御すると共に、検出対象交流電圧の信号成分を増幅検出信号から抽出して出力信号として出力する。

【0018】

また、請求項5記載の電圧検出装置では、参照信号出力部が基準電圧部に参照信号を出力し、フローティング電源で作動する検出部が、検出対象交流電圧と基準電圧部の電圧との間の交流の電位差に応じて振幅が変化する検出信号を出力し、絶縁部が検出信号を入力して絶縁検出信号として出力し、信号抽出部が、絶縁検出信号を所定の利得で増幅して増幅検出信号を生成しつつ、増幅検出信号に含まれている参照信号の信号成分および参照信号を増幅検出信号と当該参照信号との加算または減算によって相殺可能に利得（絶縁検出信号に対する利得）を制御することにより、増幅検出信号から検出対象交流電圧に起因した信号成分を抽出して出力信号として出力する。

【0019】

この場合、検出対象体と検出電極との間の結合容量（静電容量）を含む1つの電流経路に、参照信号に起因した電流と検出対象交流電圧に起因した電流とが流れ、両電流に基づく電圧成分（参照信号の信号成分および検出対象交流電圧の信号成分）によって検出信号や絶縁検出信号（以下、まとめて「検出信号等」ともいう）が構成されている。したがって、これらの電圧検出装置によれば、検出信号等から生成される増幅検出信号に含まれている参照信号の信号成分と参照信号とが相殺されるように、つまり参照信号の信号成分の振幅が参照信号の振幅と一致するように、信号抽出部が検出信号等に対する利得を制御して増幅検出信号を生成するため、検出対象体と検出電極との間の結合容量が未知の場合であっても（結合容量の容量値に拘わらず）、増幅検出信号に含まれている検出対象交流電圧の信号成分についての感度が一定の感度になるように、つまり、出力信号に含まれている検出対象交流電圧の信号成分の振幅が検出対象交流電圧の振幅に対応した大きさとなるように制御される結果、この検出対象交流電圧の信号成分で構成される出力信号の振幅に基づいて、検出対象交流電圧を正確に検出することができる。この結果、これらの電圧検出装置によれば、検出対象体と検出電極との間の結合容量（静電容量）を算出する手間を省いて（結合容量の算出を行うことなく）、検出対象交流電圧を非接触で検出することができる。

【0020】

また、これらの電圧検出装置では、装置が正常に動作している状態において検出電極と検出対象体とが容量結合したときには、参照信号出力部から出力される参照信号に起因した電流成分が検出対象体と検出部との間に流れ、この電流成分に起因した信号成分が検出信号等および増幅検出信号に常に含まれた状態となっている。これにより、これらの電圧検出装置によれば、一例としてこの正常動作時における検出信号等または増幅検出信号に

10

20

30

40

50

含まれている参照信号の信号成分（参照信号に起因した信号成分）のレベルの下限値を規定レベルとして予め算出しておくことにより、判別部が、検出信号等および増幅検出信号のうちのいずれか1つの信号に含まれている参照信号の信号成分についてのレベルを検出すると共に、この検出したレベルが規定レベル以上のときに動作正常と判別する判別処理、およびこの検出したレベルが規定レベル未満のときに動作異常と判別する判別処理のうちの少なくとも1つの処理を実行することで、オペレータは、この判別処理の結果に基づいて、電圧検出装置において電圧の検出動作が正常に行われているか否かの診断（判別）を行うことができる。したがって、これらの電圧検出装置によれば、検出された検出対象交流電圧が動作正常時のものであるか、動作異常時のものであるかをオペレータに認識させることができるため、検出された検出対象交流電圧に対する信頼性を高めることができる。

10

【0021】

また、請求項2記載の電圧検出装置では、請求項1記載の電圧検出装置の構成に加えて、信号抽出部において、増幅回路が検出信号を所定の利得で増幅して増幅検出信号を生成し、同期検波回路が、増幅検出信号または出力信号に含まれている参照信号についての信号成分の振幅を示す検波信号を参照信号を用いた同期検波によって検出し、この検波信号に基づいて制御回路が増幅回路の利得を制御する構成となっている。

【0022】

また、請求項6記載の電圧検出装置では、請求項5記載の電圧検出装置の参照信号出力部が基準電圧部に参照信号を出力し、フローティング電源で作動する検出部が、検出対象交流電圧と基準電圧部の電圧との間の交流の電位差に応じて振幅が変化する検出信号を出力し、絶縁部が検出信号を入力して絶縁検出信号として出力する構成に加えて、信号抽出部において、増幅回路が絶縁検出信号を所定の利得で増幅して増幅検出信号を生成し、同期検波回路が、出力信号に含まれている参照信号についての信号成分の振幅を示す検波信号を参照信号を用いた同期検波によって検出し、この検波信号に基づいて制御回路が増幅回路の利得を制御する構成となっている。

20

【0023】

したがって、これらの電圧検出装置においても、上記した請求項1、5記載の電圧検出装置と同様にして、検出対象体と検出電極との間の結合容量（静電容量）を算出する手順を省いて（結合容量の算出を行うことなく）、検出対象交流電圧を非接触で検出することができる。さらに、これらの電圧検出装置によれば、同期検波によって参照信号の信号成分を正確に検出することができるため、増幅検出信号に含まれている参照信号の信号成分を高い精度で相殺でき、これによって出力信号に含まれる参照信号の信号成分を大幅に低減することができる結果、検出対象交流電圧の検出精度を一層向上させることができる。

30

【0024】

また、これらの電圧検出装置では、正常動作時には、増幅回路の利得（増幅率）に対するフィードバック制御が同期検波回路および制御回路によって行われて、増幅検出信号に含まれている参照信号の信号成分の振幅が参照信号の振幅と同じ振幅に制御され、これにより、増幅検出信号と参照信号との加算または減算によって出力信号に含まれている参照信号のレベルが低レベルとなり、ひいては同期検波回路から出力される検波信号のレベルが低レベルとなっている。一方、例えば、検出部の動作や、増幅回路の利得（増幅率）に対するフィードバック制御動作に異常が発生しているときには、出力信号に含まれる基準信号の信号成分についてのレベルが高レベルとなり、ひいては同期検波回路から出力される検波信号のレベルが高レベルとなる。これにより、これらの電圧検出装置によれば、一例としてこの正常動作時において出力信号に含まれている参照信号の信号成分のレベルの上限値や、検波信号のレベルの上限値を規定レベルとして予め算出しておくことにより、判別部が、出力信号に含まれている参照信号の信号成分についてのレベルおよび検波信号のレベルのうちのいずれか1つのレベルを検出すると共に、この検出したレベルが規定レベル以下のときに動作正常と判別する判別処理、およびこの検出したレベルが規定レベルを超えるとときに動作異常と判別する判別処理のうちの少なくとも1つの処理を実行するこ

40

50

とで、オペレータは、この判別処理の結果に基づいて、電圧検出装置において電圧の検出動作が正常に行われているか否かの診断（判別）を行うことができる。したがって、この電圧検出装置によっても、検出された検出対象交流電圧が動作正常時のものであるか、動作異常時のものであるかをオペレータに認識させることができるため、検出された検出対象交流電圧に対する信頼性を高めることができる。

【0025】

請求項3記載の電圧検出装置では、検出部が、検出対象体と容量結合する検出電極に接続されると共に参照信号出力部から参照信号を入力して、検出対象体の検出対象交流電圧に基づいて流れる検出対象電流および参照信号に基づいて流れる参照電流の両電流値に応じて振幅が変化する検出信号を出力し、信号抽出部が、検出信号を所定の利得で増幅して増幅検出信号を生成しつつ、増幅検出信号に含まれている参照信号の信号成分についての振幅が一定となるように利得を制御すると共に、検出対象交流電圧の信号成分を増幅検出信号から抽出して出力信号として出力する。

10

【0026】

また、請求項7記載の電圧検出装置では、参照信号出力部が基準電圧部に参照信号を出力し、フローティング電源で作動する検出部が、検出対象交流電圧と基準電圧部の電圧との間の交流の電位差に応じて振幅が変化する検出信号を出力し、絶縁部が検出信号を入力して絶縁検出信号として出力し、信号抽出部が、絶縁検出信号を所定の利得で増幅して増幅検出信号を生成しつつ、増幅検出信号に含まれている参照信号の信号成分についての振幅が一定となるように利得を制御すると共に、検出対象交流電圧の信号成分を増幅検出信号から抽出して出力信号として出力する。

20

【0027】

これらの電圧検出装置の場合、検出対象体と検出電極との間の結合容量（静電容量）を含む1つの電流経路に、参照信号に起因した電流と検出対象交流電圧に起因した電流とが流れ、両電流に基づく電圧成分（参照信号の信号成分および検出対象交流電圧の信号成分）によって検出信号等が構成されている。したがって、これらの電圧検出装置によれば、増幅検出信号に含まれている参照信号の信号成分の振幅が一定となるように、信号抽出部が検出信号等に対する利得を制御して増幅検出信号を生成するため、検出対象体と検出電極との間の結合容量が未知の場合であっても（結合容量の容量値に拘わらず）、増幅検出信号に含まれている検出対象交流電圧の信号成分についての感度が一定の感度になるように、つまり、出力信号に含まれている検出対象交流電圧の信号成分の振幅が検出対象交流電圧の振幅に対応した大きさとなるように制御されるため、この検出対象交流電圧の信号成分で構成される出力信号の振幅に基づいて、検出対象交流電圧を正確に検出することができる。この結果、この電圧検出装置によれば、検出対象体と検出電極との間の結合容量（静電容量）を算出する手間を省いて（結合容量の算出を行うことなく）、検出対象交流電圧を非接触で検出することができる。

30

【0028】

また、これらの電圧検出装置においても請求項1, 5記載の電圧検出装置と同様にして、検出信号等および増幅検出信号のうちのいずれか1つの信号に含まれている参照信号の信号成分についてのレベルを検出すると共に、この検出したレベルが規定レベル以上のときに動作正常と判別する判別処理、およびこの検出したレベルが規定レベル未満のときに動作異常と判別する判別処理のうちの少なくとも1つの処理を判別部が実行するため、オペレータは、この判別処理の結果に基づいて、電圧検出装置において電圧の検出動作が正常に行われているか否かの診断（判別）を行うことができる。したがって、これらの電圧検出装置によれば、検出された検出対象交流電圧が動作正常時のものであるか、動作異常時のものであるかをオペレータに認識させることができるため、検出された検出対象交流電圧に対する信頼性を高めることができる。

40

【0029】

また、請求項4記載の電圧検出装置では、請求項3記載の電圧検出装置の構成に加えて、信号抽出部において、増幅回路が検出信号を所定の利得で増幅して増幅検出信号を生成

50

し、同期検波回路が、増幅検出信号に含まれている参照信号についての信号成分の振幅を示す検波信号を参照信号を用いた同期検波によって検出し、この検波信号に基づいて制御回路が増幅回路の利得を制御する構成となっている。

【0030】

また、請求項8記載の電圧検出装置では、請求項7記載の電圧検出装置の構成に加えて、信号抽出部において、増幅回路が絶縁検出信号を所定の利得で増幅して増幅検出信号を生成し、同期検波回路が、増幅検出信号に含まれている参照信号についての信号成分の振幅を示す検波信号を参照信号を用いた同期検波によって検出し、この検波信号に基づいて制御回路が増幅回路の利得を制御する構成となっている。

【0031】

したがって、これらの電圧検出装置においても、上記した請求項3, 7記載の電圧検出装置と同様にして、信号抽出部が、増幅検出信号に含まれている参照信号の信号成分の振幅が一定となるように検出信号等に対する利得を制御して増幅検出信号を生成するため、検出対象体と検出電極との間の結合容量が未知の場合であっても（結合容量の容量値に拘わらず）、増幅検出信号に含まれている検出対象交流電圧の信号成分についての感度が一定の感度になるように、つまり、出力信号に含まれている検出対象交流電圧の信号成分の振幅が検出対象交流電圧の振幅に対応した大きさとなるように制御される。この結果、この電圧検出装置によっても、請求項3, 7記載の電圧検出装置と同様にして、検出対象体と検出電極との間の結合容量（静電容量）を算出する手間を省いて（結合容量の算出を行うことなく）、この検出対象交流電圧の信号成分で構成される出力信号の振幅に基づいて、検出対象交流電圧を非接触で検出することができる。さらに、これらの電圧検出装置によれば、同期検波によって参照信号の信号成分を正確に検出することができるため、高い精度で検波信号を検出でき、これによって出力信号に含まれている検出対象交流電圧の信号成分の振幅を高い精度で一定に制御することができる結果、検出対象交流電圧の検出精度を一層向上させることができる。

【0032】

また、これらの電圧検出装置においても、上記した請求項2, 6記載の電圧検出装置と同様にして、一例として正常動作時における検波信号のレベルの上限値を規定レベルとして予め算出しておくことにより、検波信号のレベルを検出すると共に、この検出したレベルが規定レベル以下のときに動作正常と判別する判別処理、およびこの検出したレベルが規定レベルを超えるときに動作異常と判別する判別処理のうちの少なくとも1つの処理を判別部が実行することで、オペレータは、この判別処理の結果に基づいて、電圧検出装置において電圧の検出動作が正常に行われているか否かの診断（判別）を行うことができる。したがって、これらの電圧検出装置によっても、検出された検出対象交流電圧が動作正常時のものであるか、動作異常時のものであるかをオペレータに認識させることができるため、検出された検出対象交流電圧に対する信頼性を高めることができる。

【図面の簡単な説明】

【0033】

【図1】電圧検出装置1の構成図である。

【図2】図1におけるフローティング回路部2の回路図である。

【図3】図1における増幅回路41の回路図である。

【図4】電圧検出装置1Aの構成図である。

【図5】電圧検出装置1Bの構成図である。

【図6】電圧信号S4の周波数特性図である。

【図7】基準信号Sr1の周波数特性図である。

【図8】電圧検出装置1Bのフローティング回路部2から出力される絶縁検出信号S2の周波数特性図である。

【図9】増幅回路41で生成される増幅検出信号S3の周波数特性図である。

【図10】出力信号Soの周波数特性図である。

【図11】検出部14Aの回路図である。

10

20

30

40

50

【発明を実施するための形態】

【0034】

以下、添付図面を参照して、電圧検出装置の実施の形態について説明する。

【0035】

最初に、電圧検出装置1について、図面を参照して説明する。

【0036】

電圧検出装置1は、非接触型の電圧検出装置であって、図1に示すように、フローティング回路部2および本体回路部3を備え、グランド電位 V_g を基準として検出対象体4に生じている交流電圧 V_1 （検出対象交流電圧）を非接触で検出可能に構成されている。

【0037】

フローティング回路部2は、図1に示すように、ガード電極11、検出電極12、電源部13、検出部14および絶縁部15を備えている。ガード電極11は、導電性材料（例えば金属材料）を用いて、フローティング回路部2における基準電圧部として構成されて、その内部に検出電極12、検出部14および絶縁部15が収容されている。なお、後述するように、絶縁部15は、その一次側回路で入力した信号をその二次側回路から一次側回路と電氣的に絶縁した状態で出力する機能を備えたものであるため、ガード電極11で覆われるべき部位は、少なくとも一次側回路まででよいが、二次側回路についてもガード電極11で覆われる構成を採用することもできる。また、本例では、一例として、ガード電極11に開口部（孔）11aが形成されている。検出電極12は、一例として平板状に形成されて、ガード電極11内における開口部11aを臨む位置に、ガード電極11と非

10

20

【0038】

電源部13は、ガード電極11の電圧 V_r を基準（ゼロボルト）とした種々のフローティング電圧を生成するフローティング電源として構成されている。また、電源部13は、生成したフローティング電圧をガード電極11内に配設された各構成要素に対して作動電圧として供給する。本例では、一例として、電源部13は、バッテリーとDC/DCコンバータ（いずれも図示せず）とを備えて構成されて、DC/DCコンバータがバッテリーから出力される直流電圧に基づいて種々のフローティング電圧（例えば、電圧 V_r をゼロボルトとしたときに、電圧 V_r に対して正電圧である第1フローティング電圧 V_{f+} 、および電圧 V_r に対して第1フローティング電圧 V_{f+} と絶対値が等しい負電圧である第2フローティング電圧 V_{f-} 。以下、単にフローティング電圧 V_{f+} 、フローティング電圧 V_{f-} ともいう）を作動電圧として生成する。なお、図示はしないが、バッテリーに代えて、ガード電極11の外部からトランスを介して電氣的に絶縁された状態でガード電極11内に交流電圧を供給し、この交流電圧をガード電極11内に設けた整流平滑部で直流電圧に変換してDC/DCコンバータに供給する構成を採用することもできる。

30

【0039】

検出部14は、検出電極12に接続されると共に、参照信号出力部31から参照信号 S_s を入力して（参照信号 S_s が印加されて）、交流電圧 V_1 に基づいて流れる検出対象電流（交流電圧 V_1 に起因した電流信号成分） I_{v1} 、および参照信号 S_s に基づいて流れる参照電流（参照信号 S_s に起因した電流信号成分） I_{s1} の両電流値に応じて振幅が変化する検出信号 S_1 を出力する。具体的には、検出部14は、ガード電極11の電圧 V_r に対して正電圧であるフローティング電圧 V_{f+} および負電圧であるフローティング電圧 V_{f-} の供給を受けて作動して、交流電圧 V_1 とガード電極11の電圧 V_r との間の交流の電位差（ $V_1 - V_r$ ）に応じた電流値で流れる電流信号 I （検出電流）に基づいて、交流の電位差（ $V_1 - V_r$ ）に応じて振幅が変化する検出信号 S_1 を生成して出力する。この場合、ガード電極11には、後述する参照信号出力部31から参照信号 S_s が出力（印加）される。この構成により、電圧 V_r は、参照信号 S_s の電圧 V_s と一致する。これにより、上記の電流信号 I は、参照信号 S_s に起因した参照電流 I_{s1} と、交流電圧 V_1 に起因した検出対象電流 I_{v1} とで構成され、この電流信号 I に基づく検出信号 S_1 も、参

40

50

照電流 I_{s1} に基づく電圧信号成分（以下、「参照電圧成分」） V_{s1} と、検出対象電流 I_{v1} に基づく電圧信号成分（以下、「検出対象電圧成分」） V_{v1} とで構成されている。また、検出部 14 は参照信号 S_s の電圧 V_s で変動するガード電極 11 の電圧を基準として作動して検出信号 S_1 を生成するため、検出信号 S_1 に含まれる参照電圧成分 V_{s1} は参照信号 S_s の電圧 V_s に対して逆位相の信号となる。

【0040】

本例では、一例として、検出部 14 は、図 2 に示すように、積分回路 21 および増幅回路 22 を含んで構成されている。積分回路 21 は、非反転入力端子がガード電極 11 に接続され、反転入力端子が検出電極 12 に接続された演算増幅器 21a、演算増幅器 21a の反転入力端子と出力端子との間に接続されたコンデンサ 21b、およびコンデンサ 21b に並列に接続された抵抗 21c を備えている。この場合、コンデンサ 21b は、一例として $0.01 \mu\text{F}$ 程度のコンデンサで構成され、抵抗 21c は、例えば 1M 程度の高い抵抗値の抵抗で構成されている。このため、この積分回路 21 では、主としてコンデンサ 21b に電流信号 I が流れることにより、電流電圧変換動作と同時に積分動作が行われて、検出対象体 4 の交流電圧 V_1 とガード電極 11 の電圧 V_r との交流の電位差 ($V_1 - V_r$) に比例して電圧値が変化する電圧信号 S_0 が生成される。なお、この積分回路 21 では、コンデンサ 21b のみでは直流付近での帰還量が著しく低下してゲインが極端に大きくなり、バイアス電流によるオフセットで演算増幅器 21a が飽和する虞があり、この飽和によるダイナミックレンジの低下を抑制するため、抵抗 21c を配設している。増幅回路 22 は、電圧信号 S_0 を所定の増幅率で電圧増幅して検出信号 S_1 として出力する。なお、図示はしないが、積分回路 21 を、例えば電流信号 I を電圧信号に変換する電流電圧変換回路、およびこの電圧信号を積分して検出信号 S_1 として出力する積分回路の 2 つの回路で構成することもできる。

【0041】

絶縁部 15 は、検出信号 S_1 を入力すると共に電氣的に絶縁して絶縁検出信号 S_2 として出力する。具体的には、絶縁部 15 は、一例として光絶縁素子（本例では、一例としてフォトカプラ）を用いて構成されて、その一次側回路としての発光ダイオード（不図示）に入力された検出信号 S_1 を、その二次側回路としてのフォトランジスタから絶縁検出信号 S_2 として出力する。つまり、絶縁部 15 は、検出信号 S_1 と同位相で、かつ検出信号 S_1 の振幅に比例して振幅が変化する信号を絶縁検出信号 S_2 として出力する。なお、フォトカプラに代えて、一次側回路が発光ダイオードで構成され、かつ二次側回路が FET 対で構成された光 MOS-FET を使用して絶縁部 15 を構成することもできる。この場合、絶縁部 15 では、その一次側回路は、フローティング電圧 V_{f+} 、 V_{f-} の供給を受けて作動する。また、検出信号 S_1 が周波数の高い交流の場合には、トランスを使用して絶縁部 15 を構成することもできる。

【0042】

本体回路部 3 は、図 1 に示すように、参照信号出力部 31、信号抽出部 32、フィルタ 38、処理部 33、記憶部 34 および出力部 35 を備えている。この場合、参照信号出力部 31 は、グランド電位 V_g を基準として電圧 V_s が所定の周期で変化する振幅が一定の参照信号 S_s （周波数および振幅が一定の交流信号。一例として正弦波信号）を生成して、ガード電極 11 に出力する。これにより、ガード電極 11 は、その電圧 V_r が参照信号 S_s の電圧 V_s に規定される。つまり、ガード電極 11 の電圧 V_r は、参照信号 S_s の電圧 V_s と一致した状態で所定の周期で変化する。本例では、参照信号出力部 31 が参照信号 S_s をガード電極 11 に直接出力する構成を採用しているが、参照信号 S_s は交流信号であるため、図示はしないが、参照信号出力部 31 がコンデンサを介して参照信号 S_s をガード電極 11 に出力する構成とすることもできる。また、参照信号出力部 31 は、参照信号 S_s を信号抽出部 32 にも出力する。なお、同図において破線で示されている振幅変更部 36 は、本例では本体回路部 3 には含まれていない。このため、参照信号出力部 31 から出力された参照信号 S_s は直接、信号抽出部 32 に入力される。また、本例では、一例として、参照信号 S_s は、その周波数が検出対象体 4 の交流電圧 V_1 の周波数よりも高

い周波数に規定されている。この場合、参照信号 S_s の周波数を検出対象体 4 の交流電圧 V_1 の周波数よりも低い周波数に規定することもできる。

【0043】

信号抽出部 3 2 は、一例として、増幅回路 4 1、加算回路 4 2、同期検波回路 4 3 および制御回路 4 4 を備え、絶縁検出信号 S_2 を所定の利得で増幅して増幅検出信号 S_3 を生成し、増幅検出信号 S_3 に含まれている参照信号 S_s の信号成分および参照信号 S_s を、増幅検出信号 S_3 と参照信号 S_s との加算または減算（本例では加算）によって相殺可能に絶縁検出信号 S_2 の増幅の際の利得を制御すると共に、交流電圧 V_1 の信号成分を増幅検出信号 S_3 から抽出（生成）して出力信号 S_o として出力する。この場合、増幅検出信号 S_3 に含まれている参照信号 S_s の信号成分とは、参照信号 S_s のガード電極 1 1 への出力（印加）に基づいて検出信号 S_1 に含まれる参照電圧成分 V_{s1} に起因する信号成分（つまり、増幅検出信号 S_3 に含まれている参照信号 S_s と同一周波数の信号成分）である。

10

【0044】

具体的には、増幅回路 4 1 は、絶縁検出信号 S_2 を入力すると共に、制御回路 4 4 から出力される制御信号（具体的には制御電圧） S_c のレベル（直流電圧レベル）によって規定される増幅率（利得は 1 以上でも 1 未満でもよい）で絶縁検出信号 S_2 を増幅して、増幅検出信号 S_3 を生成して出力する。一例として、増幅回路 4 1 は、図 3 に示すように、演算増幅器 4 1 a、演算増幅器 4 1 a の反転入力端子とグランド電位との間に配設された可変抵抗素子（本例では、一例として、J-FET（Junction Field Effect Transistor：接合型電界効果トランジスタ））4 1 b、および演算増幅器 4 1 a の反転入力端子と出力端子との間に配設された抵抗 4 1 c を備えて構成されて、全体として非反転増幅回路として構成されている。この場合、可変抵抗素子 4 1 b は、入力される制御信号 S_c のレベルに応じてその抵抗値が変化する。このため、増幅回路 4 1 は、入力される制御信号 S_c のレベルに応じてその増幅率を変化させると共に、絶縁検出信号 S_2 をこの増幅率で増幅して増幅検出信号 S_3 として出力する。なお、可変抵抗素子としては、外部から入力される電圧に応じて抵抗値が変化する素子であればよく、J-FET 以外の素子や回路を使用して構成することもできる。本例では、一例として、可変抵抗素子 4 1 b は、入力される制御信号 S_c のレベルが増加したときにはその抵抗値が減少し、制御信号 S_c のレベルが減少したときにはその抵抗値が増加するように構成されている。この構成により、増幅回路 4 1 の増幅率は、制御信号 S_c のレベルが増加したときには増加し、制御信号 S_c のレベルが減少したときには減少する。

20

30

【0045】

加算回路 4 2 は、ガード電極 1 1 に発生する電圧 V_r を基準信号 S_r として入力する（本例ではガード電極 1 1 には参照信号 S_s のみが印加されているため、基準信号 S_r は参照信号 S_s となる）と共に増幅検出信号 S_3 を入力して、両信号 S_3 、 S_r を加算し、加算によって得られた加算信号を出力信号 S_o として出力する。この場合、上記したように、検出信号 S_1 は、参照信号 S_s に対して逆位相の参照電圧成分 V_{s1} と、交流電圧 V_1 と同位相の検出対象電圧成分 V_{v1} とで構成されている。このため、検出信号 S_1 に基づいて生成される絶縁検出信号 S_2 、および絶縁検出信号 S_2 を増幅して生成される増幅検出信号 S_3 も、参照信号 S_s に対して逆位相の信号成分、および交流電圧 V_1 と同位相の信号成分で構成される。したがって、加算回路 4 2 は、両信号 S_3 、 S_r の加算処理を実行することにより、増幅検出信号 S_3 を構成する参照信号 S_s に対する逆位相の信号成分（以下、「逆相信号成分」ともいう）を基準信号 S_r （本例では参照信号 S_s ）で相殺（キャンセル）する処理を実行する。つまり、加算回路 4 2 は、相殺回路として機能する。この場合、出力信号 S_o に含まれる参照信号 S_s と同一周波数の信号成分は、増幅検出信号 S_3 を構成する逆相信号成分の振幅と基準信号 S_r の振幅とが同一のときには完全にキャンセルされて（打ち消されて）除去される。一方、この参照信号 S_s と同一周波数の信号成分は、増幅検出信号 S_3 を構成する逆相信号成分の振幅と基準信号 S_r の振幅とが相違するときには出力信号 S_o に残存して、増幅検出信号 S_3 を構成する逆相信号成分の振

40

50

幅が基準信号 S_r の振幅よりも大きいときには参照信号 S_s と逆位相となり、増幅検出信号 S_3 を構成する逆相信号成分の振幅が基準信号 S_r の振幅以下のときには参照信号 S_s と同位相となる。

【0046】

同期検波回路 43 は、出力信号 S_o および参照信号 S_s を入力すると共に、参照信号 S_s で出力信号 S_o を同期検波することにより、検波信号 V_d を生成して出力する。具体的には、同期検波回路 43 は、同期検波により、出力信号 S_o に含まれる参照信号 S_s の信号成分（具体的には、参照信号 S_s と同一周波数の信号成分）の振幅の増減に応じて電圧の絶対値が増減し、かつ出力信号 S_o に含まれる参照信号 S_s の信号成分の位相が参照信号 S_s の位相と一致しているとき（同位相のとき）と 180° ずれているとき（逆位相のとき）とで極性の異なる検波信号 V_d を生成して出力する。本例では、一例として、同期検波回路 43 は、出力信号 S_o に含まれている所定の信号成分と参照信号 S_s とが同位相のときには正極性（正電圧）となり、逆位相のときには負極性（負電圧）となる検波信号 V_d を生成して出力する。

10

【0047】

制御回路 44 は、入力した検波信号 V_d の極性に基づいて電圧が増減する制御信号 S_c を生成して、増幅回路 41 に出力する。本例では、一例として、制御回路 44 は、入力した検波信号 V_d が正極性のときには、制御信号 S_c の電圧レベルを増加させ、一方、入力した検波信号 V_d が負極性のときには、制御信号 S_c の電圧レベルを減少させる。以上の構成により、信号抽出部 32 では、増幅回路 41 の利得（増幅率）に対するフィードバック制御が同期検波回路 43 および制御回路 44 によって行われて、制御回路 44 が、増幅検出信号 S_3 を構成する逆相信号成分（参照信号 S_s と同一周波数の信号成分）の振幅が一定となるように（本例では加算回路 42 に基準信号 S_r として入力される参照信号 S_s の振幅と同じ振幅となるように）増幅回路 41 の増幅率を検波信号 V_d に基づいて制御する。これにより、増幅検出信号 S_3 を構成する逆相信号成分の振幅が、加算回路 42 に入力される基準信号 S_r （本例では参照信号 S_s ）の振幅に一致させられる。したがって、加算回路 42 は、増幅検出信号 S_3 および基準信号 S_r の加算処理を実行して、増幅検出信号 S_3 を構成する逆相信号成分を参照信号 S_s で相殺（キャンセル）させて、検出対象体 4 の交流電圧 V_1 に起因した検出対象電流 I_{v1} に基づく電圧成分（交流電圧 V_1 と同一周波数の信号成分）で構成される出力信号 S_o を生成して出力する。

20

30

【0048】

この場合、検出対象体 4 と検出電極 12 との間に形成される静電容量 C_0 の大きさに応じて、電流信号 I に含まれる参照電流 I_{s1} および検出対象電流 I_{v1} が同じ割合で変動し、検出信号 S_1 に含まれる参照電圧成分 V_{s1} および検出対象電圧成分 V_{v1} も同じ割合で変動する。したがって、増幅検出信号 S_3 を構成する逆相信号成分（参照信号 S_s と同一周波数の信号成分）および交流電圧 V_1 と同一周波数の信号成分についても、両成分は同じ割合で変動するが、信号抽出部 32 では、上記したフィードバック制御により、増幅検出信号 S_3 は、この信号 S_3 を構成する逆相信号成分（参照信号 S_s と同一周波数の信号成分）の振幅が基準信号 S_r （本例では参照信号 S_s ）の振幅と一致するように増幅回路 41 によって生成される。このため、本例の構成の電圧検出装置 1 では、出力信号 S_o に含まれている検出対象電流 I_{v1} に基づく電圧成分は、静電容量 C_0 の大きさに拘わらず、その振幅が検出対象体 4 に発生している交流電圧 V_1 の振幅に対応した大きさに、理論的には、その振幅が検出対象体 4 に発生している交流電圧 V_1 の振幅と一致した状態となる。

40

【0049】

フィルタ 38 は、参照信号 S_s と同一周波数の信号成分を選択的に通過させるフィルタ（一例としてバンドパスフィルタ）であって、図 1 において破線で示すように、A 点において検出された絶縁検出信号 S_2 を入力すると共に、絶縁検出信号 S_2 に含まれる参照信号 S_s の信号成分 S_{s2} を抽出して処理部 33 に出力する。

【0050】

50

処理部 33 は、A/D 変換器および CPU（いずれも図示せず）を備えて構成されて、出力信号 S_o の電圧波形（レベル）を所定周波数のサンプリングクロックでサンプリングしてデジタルデータ D_1 に変換して記憶部 34 に記憶させる記憶処理、このデジタルデータ D_1 に基づいて交流電圧 V_1 を算出する電圧算出処理、および算出した交流電圧 V_1 を出力する出力処理を実行する。また、処理部 33 は、判別部として機能して、フィルタ 38 から出力された信号成分 $S_s 2$ の電圧波形をデジタルデータに変換して、そのレベル（この信号成分 $S_s 2$ の振幅レベルまたはこの信号成分 $S_s 2$ についての整流後の直流電圧レベル（直流電圧の絶対値））を検出し、この検出したレベル V_a （一例として振幅レベル）と予め規定された規定レベル V_{re} とを比較することにより、電圧検出装置 1 における交流電圧 V_1 の検出動作に対する診断処理を実行する。

10

【0051】

この場合、電圧検出装置 1 では、装置が正常に動作している状態において検出電極 12 と検出対象体 4 とが容量結合したときには、参照信号出力部 31 から出力される参照信号 S_s に起因した電流信号 I （具体的には、参照電流 I_{s1} ）が検出対象体 4 とフローティング回路部 2 との間に流れ、この参照電流 I_{s1} に起因した信号成分が絶縁検出信号 S_2 および増幅検出信号 S_3 に常に含まれた状態となっている。したがって、一例としてこの正常動作時において絶縁検出信号 S_2 に含まれている参照信号 S_s の上記レベル V_a の下限値を規定レベル V_{re} として理論的にまたは実験的に予め算出して記憶部 34 に記憶しておくことにより、処理部 33 は、検出した参照信号 S_s の信号成分 $S_s 2$ についてのレベル V_a が規定レベル V_{re} 以上のときには装置の動作が正常である（動作正常）と判別する判別処理、および検出した信号成分 $S_s 2$ についてのレベル V_a が規定レベル V_{re} 未満のときには装置の動作に異常の発生している虞がある（動作異常）と判別する判別処理のうち少なくとも 1 つの処理（本例では一例として両判別処理）を上記の診断処理として実行することで、電圧検出装置 1 の動作が正常である（交流電圧 V_1 の検出動作が正常に行われている）か、または異常である（交流電圧 V_1 の検出動作に正常に行われていない）かを診断可能となる。

20

【0052】

記憶部 34 は、ROM や RAM など構成されている。この場合、記憶部 34 には、処理部 33 での電圧算出処理において使用される電圧算出用テーブル T_B が予め記憶されている。この電圧算出用テーブル T_B の作成手順についてのその概要を説明する。一例として、既知の電圧 V_s （一定）の参照信号 S_s をガード電極 11 に出力して同期検波回路 43 および制御回路 44 によるフィードバック制御を行っている状態において、検出対象体 4 に発生させる交流電圧 V_1 の振幅を所定の電圧ステップで変化させつつデジタルデータ D_1 を取得して、その電圧ステップで変化させた交流電圧 V_1 に対応付けてデジタルデータ D_1 を交流電圧 V_1 の電圧値と共に記憶させることで、電圧算出用テーブル T_B を作成する。この構成により、処理部 33 は、取得したデジタルデータ D_1 に対応する交流電圧 V_1 の電圧値を電圧算出用テーブル T_B を参照して取得することで、検出対象体 4 の交流電圧 V_1 を算出することが可能となっている。また、記憶部 34 には、上記した規定レベル V_{re} が予め記憶されている。出力部 35 は、本例では、一例としてディスプレイ装置で構成されて、処理部 33 での出力処理において、交流電圧 V_1 の波形や算出した電圧パラメータ（振幅や実効値）を表示させる。

30

40

【0053】

次いで、電圧検出装置 1 による検出対象体 4 の交流電圧 V_1 に対する検出動作について説明する。

【0054】

まず、検出電極 12 が非接触の状態を検出対象体 4 に対向するように、フローティング回路部 2（または電圧検出装置 1 全体）を検出対象体 4 の近傍に位置させる。これにより、図 1 に示すように、検出電極 12 と検出対象体 4 との間に静電容量 C_0 が形成された状態となる。この場合、静電容量 C_0 の容量値は、検出電極 12 と検出対象体 4 の距離に反比例して変化するが、フローティング回路部 2 を一旦配設した後は、温度などの環境が一

50

定の条件下においては一定の（変動しない）値となる。また、静電容量 C_0 の容量値が一般的に極めて小さい（例えば数 pF ~ 数十 pF 程度）ため、交流電圧 V_1 の周波数が数百 Hz 程度であったとしても、検出対象体 4 と検出電極 1 2 との間のインピーダンスが十分に大きな値（数 M ）となる。このため、この電圧検出装置 1 では、検出対象体 4 の交流電圧 V_1 とガード電極 1 1 の電圧 V_r とが大きく異なる場合（電位差 V_{di} が大きい場合）においても、検出部 1 4 を構成する演算増幅器 2 1 a に入力耐圧の低い安価な製品を使用することができ、この構成においても、電位差 V_{di} による演算増幅器 2 1 a の破壊が回避されている。

【0055】

また、検出電極 1 2 と検出対象体 4 とが静電容量 C_0 を介して交流的に接続されることにより、グランド電位 V_g から、検出対象体 4、検出電極 1 2、検出部 1 4、ガード電極 1 1 および参照信号出力部 3 1 を介してグランド電位 V_g に至る電流経路 A（図 1 中において一点鎖線で示す経路）が形成される。このため、この電流経路 A には、参照信号 S_s の電圧 V_s に起因した参照電流 I_{s1} と、検出対象体 4 の交流電圧 V_1 に起因した検出対象電流 I_{v1} とで構成される電流信号 I が流れている。

10

【0056】

これにより、フローティング回路部 2 では、図 1, 2 に示すように、検出部 1 4 の積分回路 2 1 が電流信号 I を積分して電圧信号 S_0 を生成し、増幅回路 2 2 がこの電圧信号 S_0 を増幅して検出信号 S_1 として出力する。また、絶縁部 1 5 は、この検出信号 S_1 を入力して、検出信号 S_1 と電氣的に絶縁された絶縁検出信号 S_2 として出力する。

20

【0057】

また、本体回路部 3 の信号抽出部 3 2 では、図 1 に示すように、増幅回路 4 1 が、絶縁検出信号 S_2 を入力すると共に、制御回路 4 4 から出力される制御信号 S_c の電圧レベルで規定される増幅率で絶縁検出信号 S_2 を増幅して、増幅検出信号 S_3 として出力する。次いで、加算回路 4 2 が、増幅検出信号 S_3 および基準信号 S_r を入力すると共に、両信号 S_3, S_r を互いに加算する加算処理を実行して、出力信号 S_o として出力する。この場合、上記したように、増幅回路 4 1 の利得（増幅率）に対するフィードバック制御が同期検波回路 4 3 および制御回路 4 4 によって行われて、増幅回路 4 1 からの増幅検出信号 S_3 を構成する逆相信号成分（参照信号 S_s と同一周波数の信号成分）の振幅が基準信号 S_r （本例では参照信号 S_s ）の振幅に一致させられる。このため、加算回路 4 2 での加算処理により、増幅検出信号 S_3 を構成する逆相信号成分が基準信号 S_r で相殺（キャンセル）されて、つまり、増幅検出信号 S_3 を構成する逆相信号成分が除去されて、検出対象体 4 の交流電圧 V_1 に起因した検出対象電流 I_{v1} に基づく電圧成分（交流電圧 V_1 と同一周波数の信号成分）で構成される出力信号 S_o が出力される。

30

【0058】

次いで、処理部 3 3 が、記憶処理を実行して、出力信号 S_o を入力すると共にデジタルデータ D_1 に変換して記憶部 3 4 に記憶させる。続いて、処理部 3 3 が、電圧算出処理を実行する。この電圧算出処理では、処理部 3 3 は、記憶部 3 4 に記憶されているデジタルデータ D_1 を読み出すと共に、電圧算出用テーブル T_B を参照して、読み出したデジタルデータ D_1 に対応する交流電圧 V_1 を取得する。また、処理部 3 3 は、この取得した交流電圧 V_1 に基づいて、例えば交流電圧 V_1 の実効値や振幅などを算出して記憶部 3 4 に記憶させる。

40

【0059】

また、フィルタ 3 8 は、絶縁検出信号 S_2 を入力すると共に絶縁検出信号 S_2 に含まれる参照信号 S_s の信号成分 S_{s2} を抽出して処理部 3 3 に出力する動作を連続して実行しており、処理部 3 3 は、上記の記憶処理および電圧算出処理と並行して、フィルタ 3 8 から出力される信号成分 S_{s2} を用いた診断処理を実行している。この診断処理では、処理部 3 3 は、まず、入力した信号成分 S_{s2} の電圧波形をデジタルデータに変換して、信号成分 S_{s2} のレベル V_a （本例では信号成分 S_{s2} の振幅レベル）を検出し、この検出したレベル V_a と記憶部 3 4 から読み出した規定レベル V_{re} とを比較する。次いで、処理

50

部 3 3 は、この比較の結果、レベル V_a が規定レベル V_{re} 以上のときには装置の動作が正常である（動作正常）と判別し、レベル V_a が規定レベル V_{re} 未満のときには装置の動作に異常がある（動作異常）と判別して、この判別結果を記憶部 3 4 に記憶させる。これにより、診断処理が完了する。

【 0 0 6 0 】

最後に、処理部 3 3 は、出力処理を実行して、記憶部 3 4 に記憶されている交流電圧 V_1 の実効値や振幅などを診断処理での判別結果と共に、ディスプレイ装置で構成された出力部 3 5 に表示させる。これにより、電圧検出装置 1 による検出対象体 4 の交流電圧 V_1 の検出が完了する。なお、出力処理において、処理部 3 3 が診断処理での判別結果が動作正常と判別したときには交流電圧 V_1 の実効値や振幅などを出力部 3 5 に表示させ、診断処理での判別結果が動作異常と判別したときには、診断処理での判別結果のみを出力部 3 5 に表示させて、交流電圧 V_1 の実効値や振幅などについては出力部 3 5 に表示させない構成を採用することもできる。

10

【 0 0 6 1 】

この電圧検出装置 1 では、参照信号出力部 3 1 がガード電極 1 1 に参照信号 S_s を出力し、フローティング電圧 V_{f+} 、 V_{f-} の供給を受けて作動する検出部 1 4 が、検出電極 1 2 を介して検出対象体 4 とガード電極 1 1 との間に交流電圧 V_1 とガード電極 1 1 の電圧 V_r との間の交流の電位差 ($V_1 - V_r$) に応じた電流値で流れる電流信号 I に基づいて、交流の電位差 ($V_1 - V_r$) に応じて振幅が変化する検出信号 S_1 を出力し、絶縁部 1 5 が検出信号 S_1 を入力して絶縁検出信号 S_2 として出力し、信号抽出部 3 2 が絶縁検出信号 S_2 に含まれている参照信号 S_s と同一の信号成分の振幅が予め規定された振幅（参照信号 S_s との加算または減算によって増幅検出信号 S_3 に含まれている参照信号 S_s と同一の信号成分を相殺可能な振幅）となるように、つまり一定となるように絶縁検出信号 S_2 の振幅を制御して増幅検出信号 S_3 として出力すると共に、このように振幅が制御された増幅検出信号 S_3 と参照信号出力部 3 1 から出力される参照信号 S_s との加算または減算によって増幅検出信号 S_3 に含まれている参照信号 S_s と同一の信号成分を除去して出力信号 S_o として出力し、処理部 3 3 が検出対象電流 I_{v1} （検出対象体 4 の交流電圧 V_1 に起因して発生する電流成分）に基づいて発生する電圧成分で構成される出力信号 S_o のレベルに基づいて交流電圧 V_1 を算出する。

20

【 0 0 6 2 】

したがって、この電圧検出装置 1 によれば、信号抽出部 3 2 が参照信号 S_s と同一周波数の信号成分の振幅が一定となるように増幅検出信号 S_3 の振幅を制御し、この増幅検出信号 S_3 と参照信号 S_s との加算または減算によって増幅検出信号 S_3 に含まれている参照信号 S_s と同一の信号成分を除去して出力信号 S_o として出力することにより、検出対象体 4 と検出電極 1 2 との間の結合容量（静電容量 C_0 ）が未知の場合であっても（静電容量 C_0 の値に拘わらず）、交流電圧 V_1 についての感度が一定の感度になるように制御されるため、つまり、出力信号 S_o に含まれている検出対象電流 I_{v1} に基づく電圧成分の振幅が交流電圧 V_1 の振幅に対応した大きさとなるように制御されるため、出力信号 S_o に含まれているこの電圧成分を検出することで、静電容量 C_0 の算出を行うことなく、交流電圧 V_1 を非接触で検出することができる。

30

40

【 0 0 6 3 】

また、この電圧検出装置 1 によれば、処理部 3 3 が、絶縁検出信号 S_2 に含まれている参照信号 S_s の信号成分 S_{s2} についてのレベル V_a （信号成分 S_{s2} の振幅レベル）を検出すると共に規定レベル V_{re} と比較して、電圧検出装置 1 の動作が正常であるか、または異常であるかを判別する判別処理を実行するため、オペレータは、この判別処理の結果に基づいて、電圧検出装置 1 において電圧の検出動作が正常に行われているか否かの診断（判別）を行うことができる。したがって、この電圧検出装置 1 によれば、検出された交流電圧 V_1 が動作正常時のものであるか、動作異常時のものであるかをオペレータに認識させることができるため、検出された交流電圧 V_1 に対する信頼性を高めることができる。

50

【 0 0 6 4 】

なお、A点において検出された絶縁検出信号 S_2 に基づいて処理部33が電圧検出装置1の診断を実行する構成を採用した例を挙げて説明したが、上記したように参照電流 I_{s1} に起因した信号成分は、絶縁検出信号 S_2 だけではなく、増幅検出信号 S_3 にも含まれている。このため、B点において検出された増幅検出信号 S_3 に基づいて処理部33が診断処理を実行する構成を採用することもできる。この構成では、フィルタ38は、図1において破線で示すように、B点から増幅検出信号 S_3 を入力すると共に増幅検出信号 S_3 に含まれる参照信号 S_s の信号成分を抽出して、信号成分 S_{s2} として処理部33に出力する。処理部33は、A点において検出された絶縁検出信号 S_2 に基づいて電圧検出装置1の診断を実行する場合と同様にして、フィルタ38から出力される信号成分 S_{s2} を用いた診断処理を実行して、信号成分 S_{s2} のレベル V_a が規定レベル V_{re} 以上のときには装置の動作が正常である（動作正常）と判別し、レベル V_a が規定レベル V_{re} 未満のときには装置の動作に異常がある（動作異常）と判別して、この判別結果を記憶部34に記憶させる。この場合の規定レベル V_{re} としては、電圧検出装置1の正常動作時において増幅検出信号 S_3 に含まれている参照信号 S_s の上記レベル V_a の下限値を予め算出して使用する。

10

【 0 0 6 5 】

また、電圧検出装置1では、正常動作時には、増幅回路41の利得（増幅率）に対するフィードバック制御が同期検波回路43および制御回路44によって行われて、増幅検出信号 S_3 を構成する逆相信号成分（参照信号 S_s と同一周波数の信号成分）の振幅が、加算回路42に基準信号 S_r として入力される参照信号 S_s の振幅と同じ振幅に制御され、これにより、加算回路42において増幅検出信号 S_3 を構成する逆相信号成分が参照信号 S_s で相殺（キャンセル）される。つまり、出力信号 S_o に含まれる基準信号 S_r （本例では参照信号 S_s ）の信号成分についてのレベル（例えば振幅レベル）、ひいては同期検波回路43から出力される検波信号 V_d のレベル（直流電圧レベル）が低レベルとなっている。一方、例えば、フローティング回路部2や、増幅回路41の利得（増幅率）に対するフィードバック制御動作に異常が発生しているとき（電圧検出装置1の動作が異常のとき）には、出力信号 S_o に含まれる基準信号 S_r の信号成分についてのレベルが高レベルとなり、ひいては同期検波回路43から出力される検波信号 V_d のレベル（直流電圧レベル）が高レベルとなる。

20

30

【 0 0 6 6 】

したがって、C点において検出された出力信号 S_o およびD点において検出された検波信号 V_d の少なくとも一方の信号に基づいて、処理部33が電圧検出装置1の診断を実行する構成を採用することもできる。この場合、出力信号 S_o に基づいて診断を実行する構成では、フィルタ38は、図1において破線で示すように、C点から出力信号 S_o を入力すると共に出力信号 S_o に含まれる参照信号 S_s の信号成分を抽出して、信号成分 S_{s2} として処理部33に出力する。処理部33は、C点において検出された出力信号 S_o に基づく診断処理では、A点において検出された絶縁検出信号 S_2 に基づく診断処理のときとは逆に、信号成分 S_{s2} のレベル V_a が規定レベル V_{re} 以下のときには装置の動作が正常である（動作正常）と判別し、レベル V_a が規定レベル V_{re} を超えるときには装置の動作に異常がある（動作異常）と判別して、この判別結果を記憶部34に記憶させる。この場合の規定レベル V_{re} としては、電圧検出装置1の正常動作時において出力信号 S_o に含まれている参照信号 S_s の上記レベル V_a の上限値を予め算出して使用する。

40

【 0 0 6 7 】

また、検波信号 V_d に基づいて診断を実行する構成では、処理部33は、図1において破線で示すように、D点から検波信号 V_d を入力すると共に、C点において検出された出力信号 S_o に基づく診断処理と同様にして、検波信号 V_d のレベル（このレベルについてもレベル V_a として説明する） V_a が規定レベル V_{re} 以下のときには装置の動作が正常である（動作正常）と判別し、レベル V_a が規定レベル V_{re} を超えるときには装置の動作に異常がある（動作異常）と判別して、この判別結果を記憶部34に記憶させる。この

50

場合の規定レベル V_{re} としては、電圧検出装置 1 の正常動作時における検波信号 V_d の上記レベル V_a の上限値を予め算出して使用する。

【0068】

また、上記の例では、相殺回路（上記例では加算回路 4 2）に基準信号 S_r として参照信号 S_s を直接入力する構成を採用しているが、図 1 において破線で示すように、参照信号出力部 3 1 と加算回路 4 2 との間に振幅変更部 3 6 を配設して、参照信号出力部 3 1 から出力される参照信号 S_s の振幅を振幅変更部 3 6 において、 k 倍（ k は正の実数）に変更して加算回路 4 2 に基準信号 S_{r1} として出力する構成を採用することもできる。この振幅変更部 3 6 は、例えば、分圧抵抗などで構成されるアッテネータで簡易に構成することができる。また、振幅変更部 3 6 を所定の利得（ k 倍）で信号を増幅する増幅器で構成して、電圧信号 S_r の振幅よりも基準信号 S_{r1} の振幅を増大させることもできる。これらの構成においては、信号抽出部 3 2 では、増幅検出信号 S_3 に含まれている参照信号 S_s の信号成分についての振幅が、 k 倍された参照信号 S_s の振幅（基準信号 S_{r1} の振幅）と一致するようにフィードバック制御される。この場合、増幅検出信号 S_3 に含まれている参照信号 S_s の信号成分と k 倍された基準信号 S_{r1} とが加算回路 4 2 において相殺された状態において、出力信号 S_o に含まれている交流電圧 V_1 に起因した検出対象電流 I_{v1} に基づく電圧成分の振幅についても k 倍された状態で検出される。このため、この検出された検出対象電流 I_{v1} に基づく電圧成分を $1/k$ 倍することによって、交流電圧 V_1 を検出することができる。

10

【0069】

したがって、この構成によれば、振幅変更部 3 6 での倍率 k を変更することにより、検出（測定）できる交流電圧 V_1 の範囲を拡大することができる。例えば、処理部 3 3 での出力信号 S_o の入力レベルに規定がある場合（上記のように A/D 変換器を備えた構成では、A/D 変換器の入力定格によって出力信号 S_o の入力レベルが制限される）においても、倍率 k を数値 $1/10$ とすることにより、数値 1 としたとき（基準信号 S_r として参照信号 S_s を加算回路 4 2 に直接入力する構成）と比較して、規定された出力信号 S_o の入力レベルを満足させつつ、より高電圧の交流電圧 V_1 まで検出（測定）することができる。

20

【0070】

また、上記の電圧検出装置 1 では、制御回路 4 4 が増幅回路 4 1 の増幅率を制御することにより、増幅検出信号 S_3 に含まれている参照信号 S_s と同一周波数の信号成分の振幅を基準信号 S_r （本例では参照信号 S_s ）の振幅と一致させ、増幅検出信号 S_3 と基準信号 S_r （ S_{r1} ）とを加算回路 4 2 において加算して、出力信号 S_o に含まれる参照信号 S_s と同一周波数の信号成分を除去しているが、図 4 に示す電圧検出装置 1 A のように、フィルタ 4 5 を使用して、出力信号 S_o に含まれる参照信号 S_s と同一周波数の信号成分を除去する構成を採用することもできる。以下、電圧検出装置 1 A について説明する。なお、電圧検出装置 1 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。

30

【0071】

電圧検出装置 1 A は、図 4 に示すように、フローティング回路部 2 および本体回路部 3 A を備え、検出対象体 4 に生じている交流電圧 V_1 を非接触で検出可能に構成されている。

40

【0072】

フローティング回路部 2 は、図 4 に示すように、電圧検出装置 1 と同一に構成されて、検出電極 1 2 が検出対象体 4 と容量結合された状態において、絶縁検出信号 S_2 を出力する。

【0073】

本体回路部 3 A は、図 4 に示すように、参照信号出力部 3 1、信号抽出部 3 2 A、フィルタ 3 8、処理部 3 3、記憶部 3 4 および出力部 3 5 を備えている。本例の信号抽出部 3 2 A は、一例として、増幅回路 4 1、同期検波回路 4 3 A、制御回路 4 4 A およびフィル

50

タ 4 5 を備え、増幅検出信号 S_3 に含まれている参照信号 S_s と同一周波数の信号成分の振幅が一定の振幅（予め規定された振幅）となるように絶縁検出信号 S_2 を増幅して増幅検出信号 S_3 を生成すると共に、この増幅検出信号 S_3 から参照信号 S_s と同一の信号成分を除去して出力信号 S_o として出力する。この場合、増幅検出信号 S_3 に含まれている参照信号 S_s の信号成分とは、参照信号 S_s のガード電極 1 1 への出力（印加）に基づいて検出信号 S_1 に含まれる参照電圧成分 $V_s 1$ に起因する信号成分（つまり、増幅検出信号 S_3 に含まれている参照信号 S_s と同一周波数の信号成分）である。

【 0 0 7 4 】

具体的には、増幅回路 4 1 は、絶縁検出信号 S_2 を入力すると共に、制御回路 4 4 から入力される制御信号（具体的には制御電圧） S_c のレベル（直流電圧レベル）によって規定される増幅率（利得は 1 以上でも 1 未満でもよい）で絶縁検出信号 S_2 を増幅して、増幅検出信号 S_3 を生成して出力する。

10

【 0 0 7 5 】

一例として、まず、同期検波回路 4 3 A が、増幅回路 4 1 から増幅検出信号 S_3 を入力すると共に、参照信号出力部 3 1 から参照信号 S_s を入力して、この参照信号 S_s でこの増幅検出信号 S_3 を同期検波することにより、検波信号 V_d を生成して出力する。具体的には、同期検波回路 4 3 A は、同期検波により、増幅検出信号 S_3 に含まれる参照信号 S_s の信号成分（具体的には、参照信号 S_s と同一周波数の信号成分）の振幅の増減に応じて電圧の絶対値が増減し、かつ増幅検出信号 S_3 に含まれる参照信号 S_s の信号成分の位相が参照信号 S_s の位相と一致しているとき（同位相のとき）と 180° ずれているとき（逆位相のとき）とで極性の異なる検波信号 V_d を生成して出力する。本例では、増幅検出信号 S_3 に含まれる参照信号 S_s の信号成分は、参照信号出力部 3 1 による参照信号 S_s のガード電極 1 1（つまり、検出部 1 4）への出力（印加）に起因して生じたものであるため、参照信号 S_s と、増幅検出信号 S_3 に含まれる参照信号 S_s の信号成分との位相関係は常に一定の関係（同位相か逆位相のいずれか。本例では一例として逆位相）となっている。したがって、本例の同期検波回路 4 3 A は、増幅検出信号 S_3 に含まれる参照信号 S_s の信号成分についての振幅の増減に応じて電圧の絶対値が増減する一の極性（本例では一例として正極性）の検波信号 V_d を生成して出力する。

20

【 0 0 7 6 】

次いで、制御回路 4 4 A は、入力した検波信号 V_d の電圧および目標電圧 V_e （内部で生成している電圧、または外部から入力している電圧。本例では一例として制御回路 4 4 A の外部から入力している電圧）に基づいて制御信号 S_c を生成して出力する。具体的には、制御回路 4 4 A は、検波信号 V_d の電圧が目標電圧 V_e よりも低いときには電圧レベルを増加させ、検波信号 V_d の電圧が目標電圧 V_e よりも高いときには電圧レベルを減少させて、制御信号 S_c を出力する。以上の構成により、信号抽出部 3 2 A では、増幅回路 4 1 の利得（増幅率）に対するフィードバック制御が同期検波回路 4 3 A および制御回路 4 4 A によって行われて、制御回路 4 4 A が、増幅検出信号 S_3 を構成する逆相信号成分（参照信号 S_s と同一周波数の信号成分）の振幅が一定となるように増幅回路 4 1 の増幅率を検波信号 V_d に基づいて制御する。この場合、この予め規定された振幅として、任意の値を採用することができる。また、処理部 3 3 での電圧算出処理において使用される後述の電圧算出用テーブル T B の作成に際しては、この採用した値を予め規定された振幅として、同期検波回路 4 3 A および制御回路 4 4 A が増幅回路 4 1 の増幅率をフィードバック制御している状態において処理部 3 3 によって取得されたデジタルデータ D_1 に基づいて作成する。

30

40

【 0 0 7 7 】

続いて、フィルタ 4 5 が、増幅回路 4 1 から出力された増幅検出信号 S_3 を入力すると共に、この増幅検出信号 S_3 から交流電圧 V_1 の信号成分を抽出して出力信号 S_o として出力する。例えば、フィルタ 4 5 は、バンドパスフィルタやローパスフィルタに構成されたパッシブフィルタ回路やアクティブフィルタ回路で構成されて、参照信号 S_s と同一周波数の信号成分の通過を阻止し、かつ検出対象体 4 の交流電圧 V_1 に起因した検出対象電

50

流 $I_v 1$ に基づく電圧成分（交流電圧 $V 1$ と同一周波数の信号成分）を通過させる。この構成により、信号抽出部 3 2 A は、検出対象体 4 の交流電圧 $V 1$ に起因した検出対象電流 $I_v 1$ に基づく電圧成分で構成される出力信号 S_o を生成して出力する。

【0078】

この電圧検出装置 1 A では、検出対象体 4 と検出電極 1 2 との間に形成される静電容量 C_0 の大きさに応じて、電流信号 I に含まれる参照電流 $I_s 1$ および検出対象電流 $I_v 1$ が同じ割合で変動し、検出信号 $S 1$ に含まれる参照電圧成分 $V_s 1$ および検出対象電圧成分 $V_v 1$ も同じ割合で変動する。したがって、増幅検出信号 $S 3$ を構成する逆相信号成分（参照信号 S_s と同一周波数の信号成分）および交流電圧 $V 1$ と同一周波数の信号成分についても、両成分は同じ割合で変動するが、信号抽出部 3 2 A では、上記したフィードバック制御により、増幅検出信号 $S 3$ は、この信号 $S 3$ を構成する逆相信号成分（参照信号 S_s と同一周波数の信号成分）の振幅が一定となるように増幅回路 4 1 によって生成される。このため、本例の構成の電圧検出装置 1 A では、出力信号 S_o に含まれている検出対象電流 $I_v 1$ に基づく電圧成分は、静電容量 C_0 の大きさに拘わらず、その振幅が検出対象体 4 に発生している交流電圧 $V 1$ の振幅に対応した大きさ（比例した大きさ）となる。この結果、信号抽出部 3 2 から出力される出力信号 S_o は、その振幅が検出対象体 4 の交流電圧 $V 1$ の振幅に比例して変化する信号となる。

10

【0079】

したがって、この電圧検出装置 1 A においても、電圧検出装置 1 と同様にして、信号抽出部 3 2 A が参照信号 S_s と同一周波数の信号成分の振幅が一定となるように増幅検出信号 $S 3$ の振幅を制御することにより、検出対象体 4 と検出電極 1 2 との間の結合容量（静電容量 C_0 ）が未知の場合であっても、処理部 3 3 が、検出対象電流 $I_v 1$ に基づいて発生する電圧成分、つまり交流電圧 $V 1$ の周波数と同一周波数の電圧成分で構成される出力信号 S_o を入力して、そのデジタルデータ $D 1$ を取得することができる。このため、例えば、増幅回路 4 1 の利得（増幅率）に対するフィードバック制御が同期検波回路 4 3 A および制御回路 4 4 A によって行われて、制御回路 4 4 A が、増幅検出信号 $S 3$ を構成する逆相信号成分（参照信号 S_s と同一周波数の信号成分）の振幅が一定（予め規定された振幅）となるように増幅回路 4 1 の増幅率を検波信号 V_d に基づいて制御している状態において、検出対象体 4 に発生させる交流電圧 $V 1$ の振幅を所定の電圧ステップで変化させつつデジタルデータ $D 1$ を取得して、その電圧ステップで変化させた交流電圧 $V 1$ に対応付けてデジタルデータ $D 1$ を交流電圧 $V 1$ の電圧値と共に記憶させることで、電圧算出用テーブル $T B$ を予め作成しておくことにより、処理部 3 3 が、取得したデジタルデータ $D 1$ に対応する交流電圧 $V 1$ の電圧値を電圧算出用テーブル $T B$ を参照して取得することで、検出対象体 4 の交流電圧 $V 1$ を算出することができる。これにより、この電圧検出装置 1 A によれば、検出対象体 4 と検出電極 1 2 との間の結合容量（静電容量 C_0 ）を算出する手間を省いて、検出対象体 4 の交流電圧 $V 1$ を非接触で正確に検出することができるなどの電圧検出装置 1 と同様の効果を奏することができる。

20

30

【0080】

また、電圧検出装置 1 の場合と同様にして、フィルタ 3 8 は、絶縁検出信号 $S 2$ を入力すると共に絶縁検出信号 $S 2$ に含まれる参照信号 S_s の信号成分 $S_s 2$ を抽出して処理部 3 3 に出力する動作を連続して実行し、処理部 3 3 はフィルタ 3 8 から出力される信号成分 $S_s 2$ を用いた診断処理を実行している。このため、この電圧検出装置 1 A においても、オペレータは、診断処理において行われる判別処理の結果に基づいて、電圧検出装置 1 A において電圧の検出動作が正常に行われているか否かの診断（判別）を行うことができる。したがって、この電圧検出装置 1 A によっても、検出された交流電圧 $V 1$ が動作正常時のものであるか、動作異常時のものであるかをオペレータに認識させることができるため、検出された交流電圧 $V 1$ に対する信頼性を高めることができる。

40

【0081】

また、電圧検出装置 1 A においても、上記した電圧検出装置 1 の場合と同様にして、図 4 中において破線で示すように、処理部 3 3 が、A 点において検出される絶縁検出信号 S

50

2に含まれている参照信号 S_s の信号成分 S_{s2} についてのレベル V_a に代えて、B点において検出される増幅検出信号 S_3 に含まれている参照信号 S_s の信号成分についてのレベル V_a や、C点において検出される出力信号 S_o に含まれている参照信号 S_s の信号成分についてのレベル V_a や、D点において検出される検波信号 V_d についてのレベル V_a を使用して、診断処理を実行する構成を採用してもよいのは勿論であり、いずれのレベル V_a に基づいても、電圧検出装置1Aにおいて電圧の検出動作が正常に行われているか否かの診断(判別)を行うことができる。

【0082】

また、増幅検出信号 S_3 から交流電圧 V_1 の信号成分を抽出して出力信号 S_o を生成する手法として、処理部33において、増幅検出信号 S_3 をデジタル信号処理する手法も採用できるが、この電圧検出装置1Aによれば、上記した特性を有する既知のフィルタ回路で構成し得るフィルタ45を使用して、交流電圧 V_1 を抽出する構成としたことにより、簡易な構成でありながら、検出対象電流 I_{v1} に基づいて発生する電圧成分で構成される出力信号 S_o を低コストで生成することができる。また、この電圧検出装置1Aによれば、目標電圧 V_e を変更することにより、検出し得る交流電圧 V_1 の範囲を変更することができる。

10

【0083】

また、上記の電圧検出装置1(1A)では、例えば、絶縁部15と増幅回路41との間、参照信号出力部31と加算回路42との間、および参照信号出力部31と同期検波回路43(43A)との間をそれぞれ直接接続する構成を採用したが、図示はしないが、必要に応じてバッファを介装する構成を採用することもできる。また、参照信号出力部31から出力される参照信号 S_s をそのままのレベルで同期検波回路43(43A)に供給する構成を採用した例について上記したが、図示はしないが、一例として分圧抵抗などで構成されるアッテネータを使用して、参照信号 S_s を必要なレベルに低減させて、同期検波回路43(43A)に供給する構成を採用することもできる。

20

【0084】

また、図示はしないが、アナログ信号である絶縁検出信号 S_2 をデジタルデータに変換するA/D変換部、および参照信号出力部31から信号抽出部32(または32A)に供給されるアナログ信号である参照信号 S_s をデジタルデータに変換するA/D変換部を本体回路部3(または3A)内に設けることにより、信号抽出部32(または32A)での処理のすべて若しくは一部をデジタル処理で行う構成を採用することもできる。この場合、処理部33に信号抽出部32(または32A)の機能を持たせる構成を採用することもでき、この構成によれば、回路部品点数を大幅に低減することができる。また、処理部33の機能と、信号抽出部32(または32A)の機能とをソフトウェアで実現してもよいし、ハードウェア(DSP(Digital Signal Processor)やロジックアレイ)で実現することもできる。

30

【0085】

また、図5に示す電圧検出装置1Bのように、絶縁検出信号 S_2 に基づいて電圧信号 S_4 を生成すると共にガード電極11に出力(印加)し、かつこの電圧信号 S_4 の電圧 V_4 が交流電圧 V_1 に近づくようにフィードバック制御する構成を電圧検出装置1の基本構成と併用する構成を採用しても、検出対象体4の交流電圧 V_1 を非接触で検出することができ、この電圧検出装置1Bにおいても、電圧検出装置1と同様にして、A, B, C, D点において検出される各信号のいずれかに基づいて、処理部33が電圧検出装置1Bに対する診断処理を実行することができる。

40

【0086】

以下、この電圧検出装置1Bについて、図5~図10を参照して説明する。なお、電圧検出装置1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。

【0087】

電圧検出装置1Bは、非接触型の電圧検出装置であって、図5に示すように、フローティング回路部2および本体回路部3Bを備え、グランド電位 V_g を基準として検出対象体

50

4 に生じている交流電圧 V_1 (検出対象交流電圧) を非接触で検出可能に構成されている。

【 0088 】

フローティング回路部 2 は、図 5 に示すように、ガード電極 11、検出電極 12、電源部 13、検出部 14 および絶縁部 15 を備え、電圧検出装置 1, 1A と同様に構成されている。このフローティング回路部 2 では、検出部 14 は、交流の電位差 ($V_1 - V_r$) に応じた電流値で流れる電流信号 I (検出電流) に基づいて、交流の電位差 ($V_1 - V_r$) に応じて振幅が変化する検出信号 S_1 を生成して出力する。この場合、ガード電極 11 には、後述する参照信号出力部 31 からコンデンサ C_{31a} を介して参照信号 S_s が出力 (印加) されると共に、後述するフィードバック制御部 37 から電圧信号 S_4 が出力 (印加) される。この構成により、電圧 V_r は、電圧信号 S_4 の電圧 (フィードバック電圧) V_4 と参照信号 S_s の電圧 V_s との合成電圧となる。これにより、上記の電流信号 I は、参照信号 S_s に起因した参照電流 I_{s1} と、電圧信号 S_4 に起因した電流信号成分 (以下、「FB 電流成分」ともいう) I_{b1} と、検出対象体 4 の交流電圧 V_1 に起因した検出対象電流 I_{v1} とで構成され、この電流信号 I に基づく検出信号 S_1 も、参照電流 I_{s1} に基づく参照電圧成分 V_{s1} と、FB 電流成分 I_{b1} に基づく電圧信号成分 (以下、「FB 電圧成分」) V_{b1} と、検出対象電流 I_{v1} に基づく検出対象電圧成分 V_{v1} とで構成されている。また、検出部 14 は参照信号 S_s の電圧 V_s および電圧信号 S_4 の電圧 V_4 で変動するガード電極 11 の電圧を基準として作動して検出信号 S_1 を生成するため、検出信号 S_1 に含まれる参照電圧成分 V_{s1} は参照信号 S_s に対して逆位相の信号となり、検出信号 S_1 に含まれる FB 電圧成分 V_{b1} も電圧信号 S_4 に対して逆位相の信号となる。

10

20

【 0089 】

絶縁部 15 は、検出信号 S_1 を入力すると共に電氣的に絶縁して絶縁検出信号 S_2 として出力する。以上のように構成されたフローティング回路部 2 は、低い周波数 (数 Hz) から高い周波数 (数百 Hz) に亘る広い周波数帯域でフラットな周波数特性を有しており、上記したように、電位差 ($V_1 - V_r$) に応じた電流値で流れる電流信号 I (検出電流) を検出して、この交流の電位差 ($V_1 - V_r$) に応じて振幅が変化する絶縁検出信号 S_2 を生成して出力する。

【 0090 】

本体回路部 3B は、図 5 に示すように、参照信号出力部 31、信号抽出部 32、処理部 33、記憶部 34、出力部 35、振幅変更部 36、およびフィードバック制御部 37 を備えている。この場合、参照信号出力部 31 は、参照信号 S_s (周波数および振幅が一定の交流信号) を生成して、コンデンサ C_{31a} を介してガード電極 11 に出力する。本例では一例として、参照信号 S_s の周波数 f_s は、後述するように、フィードバック制御部 37 の応答可能な周波数帯域 $W_{1,2}$ を超える周波数帯域 W_3 内に規定されている (図 6 参照)。振幅変更部 36 は、アッテネータ (一例として直列に接続された 2 本の抵抗 $36a$, $36b$) で構成されて、ガード電極 11 の電圧 V_r を電圧信号 S_r として入力すると共に、その振幅を変更 (k 倍 : k は正の実数) して基準信号 S_{r1} として出力する。

30

【 0091 】

信号抽出部 32 は、一例として、増幅回路 41、加算回路 42、同期検波回路 43 および制御回路 44 を備え、絶縁検出信号 S_2 を所定の利得で増幅して増幅検出信号 S_3 を生成し、増幅検出信号 S_3 に含まれている参照信号 S_s の信号成分 (以下、第 1 信号成分ともいう)、および基準信号 S_{r1} に含まれている参照信号 S_s の信号成分 (以下、第 2 信号成分ともいう) を、増幅検出信号 S_3 と基準信号 S_{r1} との加算または減算 (本例では一例として加算) によって相殺可能に絶縁検出信号 S_2 の増幅の際の利得を制御することにより、後述するように交流電圧 V_1 の信号成分で構成される出力信号 S_o を生成して出力する。この場合、増幅検出信号 S_3 に含まれている参照信号 S_s の第 1 信号成分とは、参照信号 S_s のガード電極 11 への出力 (印加) に基づいて検出信号 S_1 に含まれる参照電圧成分 V_{s1} に起因する信号成分 (つまり、増幅検出信号 S_3 に含まれている参照信号 S_s と同一周波数の信号成分) である。また、基準信号 S_{r1} に含まれている参照信号 S

40

50

sの第2信号成分とは、参照信号 S_s のガード電極11への出力(印加)に基づいて、基準信号 S_{r1} に含まれる参照信号 S_s と同一周波数の信号成分である。

【0092】

加算回路42は、増幅検出信号 S_3 および基準信号 S_{r1} を入力すると共に両信号 S_3 、 S_{r1} を加算し、加算によって得られた加算信号を出力信号 S_o として出力する。この場合、上記したように、検出信号 S_1 は、参照信号 S_s に対して逆位相の参照電圧成分 V_{s1} と、電圧信号 S_4 に対して逆位相のFB電圧成分 V_{b1} と、交流電圧 V_1 と同位相の検出対象電圧成分 V_{v1} とで構成されている。このため、検出信号 S_1 に基づいて生成される絶縁検出信号 S_2 、および絶縁検出信号 S_2 を増幅して生成される増幅検出信号 S_3 もまた、参照信号 S_s に対して逆位相の信号成分、電圧信号 S_4 に対して逆位相の信号成分、および交流電圧 V_1 と同位相の信号成分で構成される。この場合、増幅検出信号 S_3 は、自らに含まれている参照信号 S_s に対して逆位相となる第1信号成分(以下、「逆相信号成分」ともいう)の振幅が、後述するようにして最終的には、振幅変更部36から出力される基準信号 S_{r1} に含まれている参照信号 S_s の第2信号成分の振幅(参照信号 S_s の振幅を k 倍した振幅： $k \times S_s$)と同じ振幅となるように制御される。

10

【0093】

一方、電圧信号 S_r の電圧 V_r は上記したように電圧信号 S_4 の電圧 V_4 と参照信号 S_s の電圧 V_s との合成電圧であるため、この電圧信号 S_r の振幅を k 倍して生成された基準信号 S_{r1} は、参照信号 S_s に対して同位相の信号成分(参照信号 S_s の振幅を k 倍した信号)、および電圧信号 S_4 に対して同位相の信号成分(電圧信号 S_4 の振幅を k 倍した信号)で構成される。

20

【0094】

したがって、加算回路42による両信号 S_3 、 S_{r1} の加算処理により、増幅検出信号 S_3 を構成する参照信号 S_s の逆相信号成分(第1信号成分)と、基準信号 S_{r1} を構成する参照信号 S_s に対して同位相の第2信号成分(以下、「同相信号成分」ともいう)とが相殺(キャンセル)される。このため、出力信号 S_o は、電圧信号 S_4 に対して逆位相の信号成分および交流電圧 V_1 に対して同位相の信号成分であって増幅検出信号 S_3 を構成する信号成分と、電圧信号 S_4 に対して同位相の信号成分であって基準信号 S_{r1} を構成する信号成分(電圧信号 S_4 の振幅を k 倍した信号)とを含んで構成される。

【0095】

同期検波回路43は、出力信号 S_o および参照信号 S_s を入力すると共に、参照信号 S_s で出力信号 S_o を同期検波することにより、検波信号 V_d を生成して出力する。制御回路44は、入力した検波信号 V_d の極性に基づいて電圧が増減する制御信号 S_c を生成して、増幅回路41に出力する。

30

【0096】

以上の構成により、信号抽出部32では、増幅回路41の利得(増幅率)に対するフィードバック制御が同期検波回路43および制御回路44によって行われて、制御回路44が、増幅検出信号 S_3 を構成する逆相信号成分(参照信号 S_s と同一周波数で逆位相の第1信号成分)の振幅が一定となるように(本例では加算回路42に入力される基準信号 S_{r1} を構成する同相信号成分(参照信号 S_s と同一周波数で同位相の第2信号成分)の振幅と同じ振幅となるように)増幅回路41の増幅率を検波信号 V_d に基づいて制御する。これにより、増幅検出信号 S_3 を構成する逆相信号成分の振幅が、加算回路42に入力される基準信号 S_{r1} の同相信号成分の振幅に一致させられる。したがって、加算回路42は、上記したように、電圧信号 S_4 に対して逆位相の信号成分、交流電圧 V_1 に対して同位相の信号成分(以上、増幅検出信号 S_3 を構成する信号成分)、および電圧信号 S_4 に対して同位相の信号成分(基準信号 S_{r1} を構成する信号成分)で構成される出力信号 S_o を生成して出力する。

40

【0097】

この場合、検出対象体4と検出電極12との間に形成される静電容量 C_0 の大きさに応じて、電流信号 I に含まれる参照電流 I_{s1} および検出対象電流 I_{v1} が同じ割合で変動

50

し、検出信号 S_1 に含まれる参照電圧成分 V_{s1} および検出対象電圧成分 V_{v1} も同じ割合で変動する。したがって、増幅検出信号 S_3 を構成する逆相信号成分（参照信号 S_s と同一周波数の信号成分）および交流電圧 V_1 と同一周波数の信号成分についても、両成分は同じ割合で変動するが、信号抽出部 32 では、上記したフィードバック制御により、増幅検出信号 S_3 は、この信号 S_3 を構成する逆相信号成分（第 1 信号成分）の振幅が基準信号 S_{r1} を構成する同相信号成分（第 2 信号成分）の振幅と一致するように増幅回路 41 によって生成される。このため、本例の構成では、出力信号 S_o に含まれている検出対象電圧 V_1 に基づく電圧成分、つまり増幅検出信号 S_3 を構成する信号成分（電圧信号 S_4 に対して逆位相の信号成分および交流電圧 V_1 と同位相の信号成分）は、静電容量 C_0 の大きさに拘わらず、その振幅が検出対象体 4 に発生している交流電圧 V_1 と電圧信号 S_4 との差分に対応した大きさとなる。また、出力信号 S_o に含まれている基準信号 S_{r1} を構成する電圧信号 S_4 に対して同位相の信号成分は、そもそも静電容量 C_0 の大きさとは無関係に発生する信号成分である。したがって、出力信号 S_o は、静電容量 C_0 の大きさに影響を受けない信号となる。

10

【0098】

フィードバック制御部（電圧生成回路）37 は、絶縁検出信号 S_2 を入力して増幅することにより、電圧 V_4 （フィードバック電圧）の電圧信号 S_4 を生成して、ガード電極 11 に出力（印加）する。この場合、フィードバック制御部 37 は、フローティング回路部 2 のガード電極 11、検出電極 12、検出部 14、および絶縁部 15 と共にフィードバックループを形成して、交流電圧 V_1 とガード電極 11 の電圧 V_r との電位差 V_{di} を減少させるように絶縁検出信号 S_2 を増幅する増幅動作を行うことにより、電圧信号 S_4 を生成する。本例では、一例として、フィードバック制御部 37 は、交流増幅回路 37a、位相補償回路 37b および昇圧回路 37c を備えて構成されている。ここで、交流増幅回路 37a は、絶縁検出信号 S_2 を入力して増幅することにより、電圧信号 V_{4a} を生成する。この場合、交流増幅回路 37a は、絶縁検出信号 S_2 の電圧値についての絶対値の増加・減少に対応して、電圧値の絶対値が変化する電圧信号 V_{4a} を増幅動作によって生成する。

20

【0099】

位相補償回路 37b は、フィードバック制御動作の安定化（発振防止）を図るため、電圧信号 V_{4a} を入力してその位相を調整して電圧信号 V_{4b} として出力する。昇圧回路 37c は、一例として昇圧トランスを用いて構成されて、電圧信号 V_{4b} を所定の倍率で昇圧することにより（極性は変えずに絶対を増加させることにより）、電圧信号 S_4 を生成してガード電極 11 に出力する。また、昇圧回路 37c は、その出力インピーダンスが高インピーダンスに規定されている。このように構成されたフィードバック制御部 37 は、図 6 に示される周波数特性で振幅が変化する電圧信号 S_4 を生成して出力する。この周波数特性により、フィードバック制御部 37 は、応答可能な周波数帯域 $W_{1,2}$ における低域側の周波数帯域 W_1 の周波数の信号（交流電圧 V_1 ）に対しては、良好に追従して、交流電圧 V_1 と同じ電圧 V_4 の電圧信号 S_4 を生成して出力する。また、フィードバック制御部 37 は、応答可能な周波数帯域 $W_{1,2}$ における高域側の周波数帯域 W_2 に含まれる周波数の信号（交流電圧 V_1 ）に対しては、利得不足に起因して交流電圧 V_1 に達しない電圧 V_4 の電圧信号 S_4 を生成して出力する。また、フィードバック制御部 37 は、周波数帯域 W_2 を超える周波数帯域 W_3 の信号（参照信号 S_s を含む）については、追従し切れずに、電圧 V_4 がほぼゼロボルトとなる電圧信号 S_4 を生成して出力する。

30

40

【0100】

処理部 33 は、出力信号 S_o の電圧波形（レベル）を所定周波数のサンプリングクロックでサンプリングしてデジタルデータ D_1 に変換して記憶部 34 に記憶させる記憶処理、このデジタルデータ D_1 に基づいて交流電圧 V_1 を算出する電圧算出処理、算出した交流電圧 V_1 を出力する出力処理、およびフィルタ 38 からの信号成分 S_s のレベル V_a に基づく診断処理を実行する。記憶部 34 には、処理部 33 での電圧算出処理において使用される電圧算出用テーブル T_B 、および診断処理において使用される規定レベル V_{re} が

50

予め記憶されている。

【0101】

次いで、電圧検出装置1Bによる検出対象体4の交流電圧 V_1 に対する検出動作について説明する。

【0102】

まず、検出電極12が非接触の状態を検出対象体4に対向するように、フローティング回路部2（または電圧検出装置1B全体）を検出対象体4の近傍に位置させる。これにより、図5に示すように、検出電極12と検出対象体4との間に静電容量 C_0 が形成された状態となる。この場合、静電容量 C_0 の容量値は、検出電極12と検出対象体4の距離に反比例して変化するが、フローティング回路部2を一旦配設した後は、温度などの環境が一定の条件下においては一定の（変動しない）値となる。また、静電容量 C_0 の容量値が一般的に極めて小さい（例えば数pF～数十pF程度）ため、交流電圧 V_1 の周波数が数百Hz程度であったとしても、検出対象体4と検出電極12との間のインピーダンスが十分に大きな値（数M）となる。このため、この電圧検出装置1Bでは、検出対象体4の交流電圧 V_1 とガード電極11の電圧 V_r とが大きく異なる場合（電位差 V_{di} が大きい場合）においても、検出部14を構成する演算増幅器21aに入力耐圧の低い安価な製品を使用することができ、この構成においても、電位差 V_{di} による演算増幅器21aの破壊が回避されている。

10

【0103】

また、検出電極12と検出対象体4とが静電容量 C_0 を介して交流的に接続されることにより、グランド電位 V_g から、検出対象体4、検出電極12、検出部14、ガード電極11、コンデンサ31a、参照信号出力部31およびフィードバック制御部37を介してグランド電位 V_g に至る電流経路A（図5中において一点鎖線で示す経路）が形成される。このため、フローティング回路部2および本体回路部3の作動状態においては、この電流経路Aには、参照信号 S_s の電圧 V_s に起因した参照電流 I_{s1} と、検出対象体4の交流電圧 V_1 に起因した検出対象電流 I_{v1} と、フィードバック制御部37からガード電極11に出力される電圧信号 S_4 の電圧 V_4 に起因したFB電流成分 I_{b1} で構成される電流信号 I が流れている。

20

【0104】

これにより、フローティング回路部2では、図5, 2に示すように、検出部14の積分回路21が電流信号 I を積分して電圧信号 S_0 を生成し、増幅回路22がこの電圧信号 S_0 を増幅して検出信号 S_1 として出力する。また、絶縁部15は、この検出信号 S_1 を入力して、検出信号 S_1 と電氣的に絶縁された絶縁検出信号 S_2 として出力する。

30

【0105】

また、本体回路部3では、フィードバック制御部37が、この絶縁検出信号 S_2 に基づいて電圧信号 S_4 を生成してガード電極11に出力している。この場合、フィードバック制御部37は、図6に示される周波数特性で振幅が変化する電圧信号 S_4 、つまり、低い周波数帯域 W_1 では交流電圧 V_1 と同一の振幅となり、高い周波数帯域 W_3 では振幅がゼロとなり、中間の周波数帯域 W_2 では、周波数の上昇に伴い交流電圧 V_1 と同一の状態からゼロに向けて振幅が次第に減少する電圧信号 S_4 を生成して、ガード電極11に出力している。振幅変更部36は、ガード電極11に発生する電圧 V_r （電圧信号 S_4 の電圧 V_4 と参照信号 S_s の電圧 V_s との合成電圧）を電圧信号 S_r として入力して、その振幅を変更（ k 倍）することにより、図7に示す周波数特性の基準信号 S_{r1} として出力している。

40

【0106】

また、フィードバック制御部37が上記したように作動して、図6に示される周波数特性の電圧信号 S_4 を生成してガード電極11に出力しているため、交流電圧 V_1 とこの電圧信号 S_4 との電位差 V_{di} に基づいて上記のようにしてフローティング回路部2が生成する絶縁検出信号 S_2 は、交流電圧 V_1 および電圧信号 S_4 についての信号成分（交流電圧 V_1 と同一の周波数成分）に関して、電圧信号 S_4 の周波数特性（図6参照）と逆の周

50

波数特性（図 8 参照）で振幅が変化する信号となっている。つまり、フローティング回路部 2 は、図 8 に示すように、低い周波数帯域 $W1$ では、電圧信号 $S4$ の電圧 $V4$ が交流電圧 $V1$ と同一電圧にフィードバック制御されることで、電位差 Vdi がゼロになっているため、振幅がゼロとなり、高い周波数帯域 $W3$ では、電圧信号 $S4$ の電圧 $V4$ がほぼゼロになることで、電位差 Vdi が交流電圧 $V1$ となるため、交流電圧 $V1$ に比例した振幅となり、中間の周波数帯域 $W2$ では、周波数の上昇に伴いゼロの状態から周波数帯域 $W3$ での振幅に向けて次第に増加する絶縁検出信号 $S2$ を生成して出力している。

【0107】

信号抽出部 32 では、上記したように、増幅回路 41 の利得（増幅率）に対するフィードバック制御が同期検波回路 43 および制御回路 44 によって行われて、制御回路 44 が増幅検出信号 $S3$ を構成する逆相信号成分（参照信号 Ss と同一周波数で逆位相の第 1 信号成分）の振幅が一定となるように（本例では加算回路 42 に入力される基準信号 $Sr1$ を構成する同相信号成分（参照信号 Ss と同一周波数で同位相の第 2 信号成分）の振幅と同じ振幅となるように）、増幅回路 41 の増幅率を検波信号 Vd に基づいて制御する。これにより、増幅回路 41 は、逆相信号成分の振幅が加算回路 42 に入力される基準信号 $Sr1$ の同相信号成分の振幅と一致する信号であって、図 9 に示す周波数特性を有する増幅検出信号 $S3$ を生成して出力する。この場合、同図に示すように、周波数帯域 $W3$ での増幅検出信号 $S3$ の振幅は、交流電圧 $V1$ の k 倍となって、図 7 に示すように、周波数帯域 $W1$ での基準信号 $Sr1$ の振幅（交流電圧 $V1$ の k 倍）と一致した状態となっている。

【0108】

したがって、加算回路 42 は、図 10 に示すように、上記した図 7 に示す周波数特性（図 8 中において一点鎖線で表された特性）の基準信号 $Sr1$ （電圧信号 $S4$ に対して同位相の信号成分で構成される信号）に、上記した図 9 に示す周波数特性（図 10 中において細い実線で表された特性）の増幅検出信号 $S3$ （電圧信号 $S4$ に対して逆位相の信号成分および交流電圧 $V1$ に対して同位相の信号成分で構成される信号）を加算することにより、交流電圧 $V1$ に対して同位相の信号成分だけで構成され、かつ低い周波数帯域 $W1$ から高い周波数帯域 $W3$ までの広い周波数帯域に亘ってフラットな周波数特性（図 10 中において太い実線で表された特性）の出力信号 So （広帯域に亘って振幅が交流電圧 $V1$ の振幅の k 倍となる信号。）を生成して出力する。この場合、増幅検出信号 $S3$ および基準信号 $Sr1$ に含まれている参照信号 Ss についての各信号成分は、図 10 において太い破線で示すように、互いの振幅が一致した状態であるため相殺される。

【0109】

次いで、処理部 33 が、記憶処理を実行して、出力信号 So を入力すると共にデジタルデータ $D1$ に変換して記憶部 34 に記憶させる。続いて、処理部 33 が、電圧算出処理を実行する。この電圧算出処理では、処理部 33 は、記憶部 34 に記憶されているデジタルデータ $D1$ を読み出すと共に、電圧算出用テーブル TB を参照して、読み出したデジタルデータ $D1$ に対応する交流電圧 $V1$ を取得する。また、処理部 33 は、この取得した交流電圧 $V1$ に基づいて、例えば交流電圧 $V1$ の実効値や振幅などを算出して記憶部 34 に記憶させる。また、処理部 33 は、電圧検出装置 1B における交流電圧 $V1$ の検出動作に対する診断処理についても実行して、電圧検出装置 1B が正常に動作しているか否かの判別結果を記憶部 34 に記憶させる。最後に、処理部 33 は、出力処理を実行して、記憶部 34 に記憶されている交流電圧 $V1$ の実効値や振幅、および診断処理での判別結果などを出力部 35 に表示させる。これにより、電圧検出装置 1B による検出対象体 4 の交流電圧 $V1$ の検出が完了する。

【0110】

したがって、この電圧検出装置 1B においても、処理部 33 が、絶縁検出信号 $S2$ に含まれている参照信号 Ss の信号成分 $Ss2$ についてのレベル Va を検出すると共に規定レベル Vre と比較して、電圧検出装置 1B の動作が正常であるか、または異常であるかを判別する判別処理を実行するため、オペレータは、この判別処理の結果に基づいて、電圧検出装置 1B において電圧の検出動作が正常に行われているか否かの診断（判別）を行う

ことができる。この結果、この電圧検出装置 1 B によれば、検出された交流電圧 V 1 が動作正常時のものであるか、動作異常時のものであるかをオペレータに認識させることができるため、検出された交流電圧 V 1 に対する信頼性を高めることができる。

【 0 1 1 1 】

また、この電圧検出装置 1 B によれば、フィードバック制御部 3 7 による検出動作だけでは検出し得なかった高い周波数帯域の交流電圧 V 1 を、信号抽出部 3 2 において生成される増幅検出信号 S 3 に基づいて検出できるため、広い周波数帯域に亘って交流電圧 V 1 を非接触で検出することができる。また、この電圧検出装置 1 B によっても、出力信号 S o が検出対象体 4 と検出電極 1 2 との間の結合容量（静電容量 C 0 ）によって影響を受けない信号として検出できるため、静電容量 C 0 の算出を行うことなく、交流電圧 V 1 を非接触で検出することができる。

10

【 0 1 1 2 】

また、電圧検出装置 1 B においても、上記した電圧検出装置 1 と同様にして、図 5 中において破線で示すように、処理部 3 3 が、A 点において検出される絶縁検出信号 S 2 に含まれている参照信号 S s の信号成分 S s 2 についてのレベル V a に代えて、B 点において検出される増幅検出信号 S 3 に含まれている参照信号 S s の信号成分についてのレベル V a、C 点において検出される出力信号 S o に含まれている参照信号 S s の信号成分についてのレベル V a、または D 点において検出される検波信号 V d についてのレベル V a を使用して、診断処理を実行する構成を採用してもよいのは勿論であり、いずれのレベル V a に基づいても、電圧検出装置 1 B において電圧の検出動作が正常に行われているか否かの診断（判別）を行うことができる。

20

【 0 1 1 3 】

なお、上記の電圧検出装置 1 , 1 A では、検出電極 1 2、電源部 1 3、検出部 1 4 および絶縁部 1 5 をガード電極 1 1 内に収容することにより、本体回路部 3 , 3 A とは別体に、フローティング回路部 2 を構成して、C M R R (Common Mode Rejection Ratio) を高めると共に、高圧な交流電圧 V 1 の検出を可能とする構成を採用しているが、検出部 1 4 をフローティング状態で作動させる必要のない場合（例えば、交流電圧 V 1 が比較的低下であったり、高い C M R R が要求されない場合）には、検出部 1 4 に代えて、図 1 1 に示す検出部 1 4 A（ガード電極 1 1、電源部 1 3 および絶縁部 1 5 を使用しない検出部）を採用することもできる。以下、この検出部 1 4 A について説明する。なお、上記の電圧検出装置 1 , 1 A では、検出部 1 4 に代えて検出部 1 4 A を使用した場合においても、他の構成要素については同一であるため、この他の構成要素については説明を省略する。

30

【 0 1 1 4 】

検出部 1 4 A は、本体回路部 3 を構成する各構成要素（参照信号出力部 3 1、信号抽出部 3 2 および処理部 3 3 など）と同じ不図示の電源から作動用電圧（グランド電位 V g を基準として生成される正電圧 V c c + および負電圧 V c c - ）の供給を受けて作動する。また、検出部 1 4 A は、図 1 1 に示すように、検出電極 1 2 に接続されると共に参照信号 S s を入力して（参照信号 S s が印加されて）、交流電圧 V 1 の存在に起因して検出電極 1 2 と検出対象体 4 との間に流れる検出対象電流 I v 1、および参照信号 S s の電圧 V s の入力に起因して検出電極 1 2 と検出対象体 4 との間に流れる参照電流 I s 1 で構成される電流信号 I（= I v 1 + I s 1）を検出すると共に、電流信号 I の電流値に応じて振幅が変化する検出信号 S 1 を出力する。なお、この電流信号 I は、交流電圧 V 1 とガード電極 1 1 の電圧 V r（= 電圧 V s）との間の交流の電位差（V 1 - V r）に応じてその振幅が変化する、つまりこの電位差（V 1 - V r）に応じた電流値で流れる電流信号であるともいえる。

40

【 0 1 1 5 】

検出部 1 4 A は、本例では、一例として図 1 1 に示すように、検出抵抗 6 1 および差動増幅部 6 2 を備えている。検出抵抗 6 1 は、一端側が検出電極 1 2 に接続されると共に、他端側が参照信号出力部 3 1 に接続されている。差動増幅部 6 2 は、3 つの演算増幅器 A P 1 ~ A P 3、および 7 つの抵抗 R 1 ~ R 7 を備えた公知のインスツルメンテーションア

50

ンプで構成されている。また、この差動増幅部 6 2 では、各抵抗 R 6 , R 7 にコンデンサ C 1 , C 2 がそれぞれ並列に接続されて、演算増幅器 A P 3 を含む出力段が積分機能を有するように構成されている。また、この差動増幅部 6 2 では、各抵抗 R 1 ~ R 7 のうちの対称の位置にある抵抗同士はバランスが取られており（つまり、R 2 と R 3、R 4 と R 5、および R 6 と R 7 が、それぞれ同一の抵抗値に規定され）、かつコンデンサ C 1 , C 2 についてもバランスが取られている（C 1 , C 2 が同一の容量値に規定されている）ものとする。また、差動増幅部 6 2 では、差動増幅部 6 2 における 1 つの入力端子として機能する演算増幅器 A P 1 の非反転入力端子が検出抵抗 6 1 の一端に接続され、差動増幅部 6 2 における他の 1 つの入力端子として機能する演算増幅器 A P 2 の非反転入力端子が参照信号出力部 3 1 に接続されている。この差動増幅部 6 2 では、各入力端子に入力される電圧を V_{in1} , V_{in2} としたときに、検出信号 S 1 は以下の式で表される。

$$S1 = (V_{in2} - V_{in1}) \times (1 + 2 \times R2 / R1) \times R6 / R4$$

この場合、上記の S 1 の式における $(V_{in2} - V_{in1})$ は、電流信号 I ($= I_{v1} + I_{s1}$) が流れることによって検出抵抗 6 1 の両端間に発生する電圧を表している。したがって、検出部 1 4 A は、上記したように、電流信号 I ($= I_{v1} + I_{s1}$) の電流値に応じて振幅が変化する検出信号 S 1 を出力する。

【0116】

本体回路部 3 , 3 A は、上記した絶縁検出信号 S 2 に代えて、この検出信号 S 1 を直接入力して、絶縁検出信号 S 2 と同様に処理する。したがって、この検出部 1 4 A を採用した電圧検出装置 1 , 1 A においても、検出部 1 4 を有するフローティング回路部 2 を採用した上記の電圧検出装置 1 , 1 A と同様にして、静電容量 C 0 の算出を行うことなく、交流電圧 V 1 を非接触で検出することができる。

【0117】

また、この検出部 1 4 A を採用した電圧検出装置 1 , 1 A においても、処理部 3 3 が、絶縁検出信号 S 2 に代えて入力する検出信号 S 1 に含まれている参照信号 S s の信号成分 S s 2 についてのレベル V a (信号成分 S s 2 の振幅レベル)を検出すると共に規定レベル V r e と比較して、電圧検出装置 1 , 1 A の動作が正常であるか、または異常であるかを判別する判別処理を実行するため、オペレータは、この判別処理の結果に基づいて、電圧検出装置 1 , 1 A において電圧の検出動作が正常に行われているか否かの診断(判別)を行うことができる。したがって、この検出部 1 4 A を採用した電圧検出装置 1 , 1 A によっても、検出された交流電圧 V 1 が動作正常時のものであるか、動作異常時のものであるかをオペレータに認識させることができるため、検出された交流電圧 V 1 に対する信頼性を高めることができる。

【0118】

また、この検出部 1 4 A を採用した電圧検出装置 1 においても、上記した検出部 1 4 を採用した電圧検出装置 1 の場合と同様にして、図 1 中において破線で示すように、処理部 3 3 が、A 点において検出される検出信号 S 1 (同図において絶縁部 1 5 から出力される絶縁検出信号 S 2 に代えて、図 1 1 の検出部 1 4 A から出力される検出信号)に含まれている参照信号 S s の信号成分 S s 2 についてのレベル V a に代えて、B 点において検出される増幅検出信号 S 3 に含まれている参照信号 S s の信号成分についてのレベル V a や、C 点において検出される出力信号 S o に含まれている参照信号 S s の信号成分についてのレベル V a や、D 点において検出される検波信号 V d についてのレベル V a を使用して、診断処理を実行する構成を採用してもよいのは勿論であり、いずれのレベル V a に基づいても、電圧検出装置 1 において電圧の検出動作が正常に行われているか否かの診断(判別)を行うことができる。

【0119】

また、この検出部 1 4 A を採用した電圧検出装置 1 A においても、上記した検出部 1 4 を採用した電圧検出装置 1 A の場合と同様にして、図 4 中において破線で示すように、処理部 3 3 が、A 点において検出される検出信号 S 1 (同図において絶縁部 1 5 から出力される絶縁検出信号 S 2 に代えて、図 1 1 の検出部 1 4 A から出力される検出信号)に含ま

10

20

30

40

50

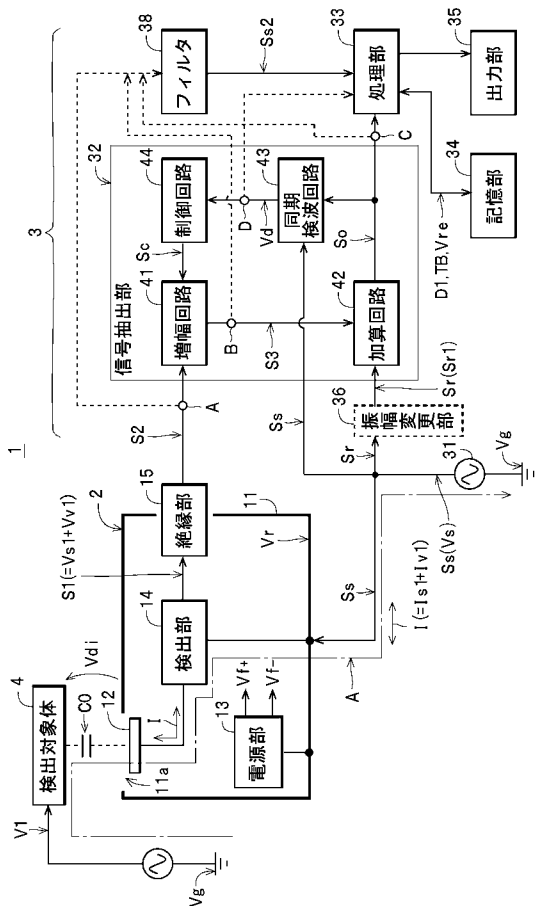
れている参照信号 S_s の信号成分 $S_s 2$ についてのレベル V_a に代えて、B点において検出される増幅検出信号 S_3 に含まれている参照信号 S_s の信号成分についてのレベル V_a や、D点において検出される検波信号 V_d についてのレベル V_a を使用して、診断処理を実行する構成を採用してもよいのは勿論であり、いずれのレベル V_a に基づいても、電圧検出装置 1 A において電圧の検出動作が正常に行われているか否かの診断（判別）を行うことができる。

【符号の説明】

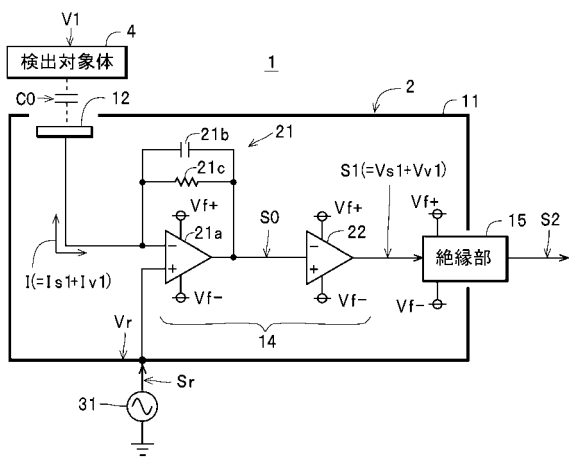
【 0 1 2 0 】

1, 1 A, 1 B	電圧検出装置	
2	フローティング回路部	10
3, 3 A, 3 B	本体回路部	
4	検出対象体	
1 1	ガード電極	
1 1 a	開口部	
1 2	検出電極	
1 4, 1 4 A	検出部	
1 5	絶縁部	
3 1	参照信号出力部	
3 2, 3 2 A	信号抽出部	
3 3	処理部	20
3 6	振幅変更部	
4 1	増幅回路	
4 2	加算回路	
4 3, 4 3 A	同期検波回路	
4 4, 4 4 A	制御回路	
I	電流信号	
S 1	検出信号	
S 2	絶縁検出信号	
S 3	増幅検出信号	
S o	出力信号	30
S r	参照信号	
V 1	交流電圧	
V d i	電位差	

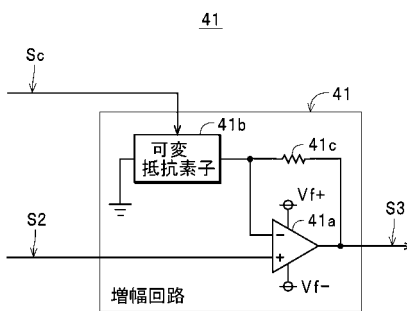
【図1】



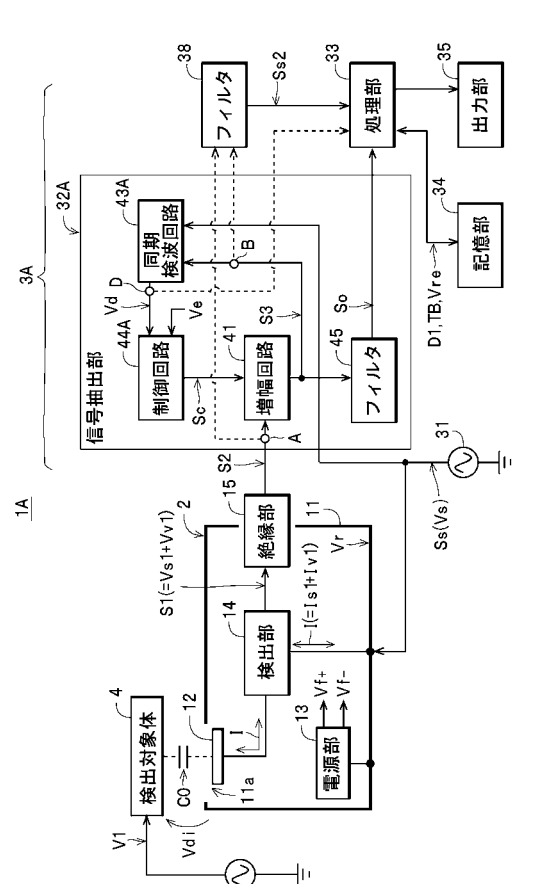
【図2】



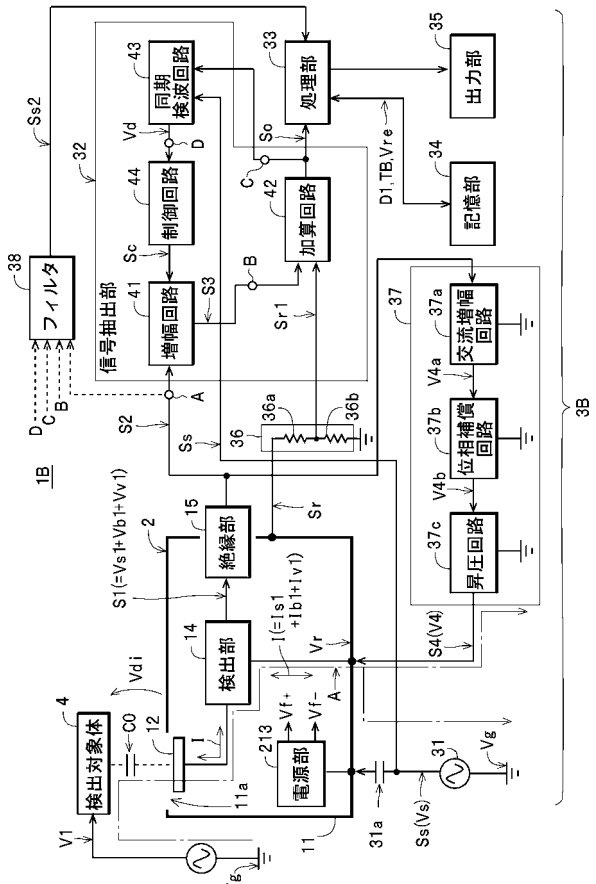
【図3】



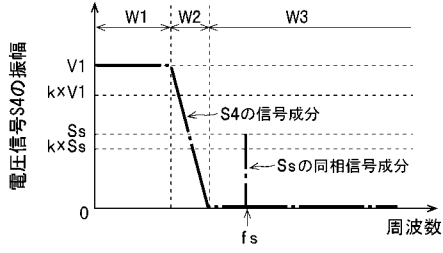
【図4】



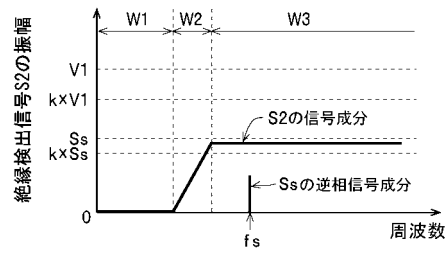
【図5】



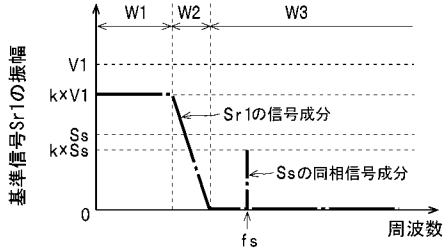
【 図 6 】



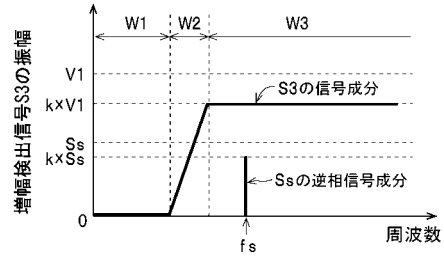
【 図 8 】



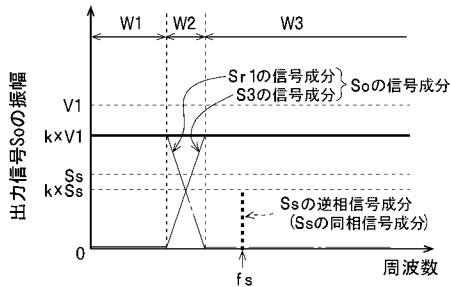
【 図 7 】



【 図 9 】



【 図 10 】



【 図 11 】

