(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号

特許第3966251号

(P3966251)

(45)発行日　平成19年8月29日(2007.8.29)　(24)登録日　平成19年6月8日(2007.6.8)

(51)Int.Cl.		F I		
H02H 3/347	(2006.01)	H02H	3/347	A
G01R 15/18	(2006.01)	G01R	15/02	H
G01R 31/02	(2006.01)	G01R	31/02	
H02H 3/16	(2006.01)	H02H	3/16	A
H02H 3/44	(2006.01)	H02H	3/44	A

請求項の数 4　(全 24 頁)　最終頁に続く

(21)出願番号　特願2003-290269(P2003-290269)
(22)出願日　平成15年8月8日(2003.8.8)
(65)公開番号　特開2005-65382(P2005-65382A)
(43)公開日　平成17年3月10日(2005.3.10)
審査請求日　平成18年2月20日(2006.2.20)

(73)特許権者　000002945
オムロン株式会社
京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町８０１番地
(74)代理人　100083954
弁理士　青木　輝夫
(72)発明者　坪田　康弘
京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町８０１番地　オムロン株式会社内
(72)発明者　豊浦　信行
京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町８０１番地　オムロン株式会社内
(72)発明者　馬渕　雅夫
京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町８０１番地　オムロン株式会社内
最終頁に続く

(54)【発明の名称】直流電流検出回路及び直流地絡電流検出回路

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

電源線を挿通することで、各電源線の電流差を磁気的に検出し、この電流差で生じる磁界変化に応じて自己インピーダンスを変動する、分圧抵抗に直列に接続された零相変流器と、この零相変流器のインピーダンス変化に応じて前記零相変流器及び前記分圧抵抗間で分圧された電圧値に基づいて比較電圧値を生成する比較電圧値生成回路と、この比較電圧値生成回路にて生成した比較電圧値に基づいて、現在の直流電流値を検出する制御回路とを有する直流電流検出回路であって、

前記零相変流器に挿通されるオフセット用電線と、

前記零相変流器のヒステリシス特性の影響を受けて、前記比較電圧値に基づく正確な直流電流値の検出を困難とする電流範囲での、前記比較電圧値に基づく直流電流値の検出を可能とすべく、前記オフセット用電線にオフセット電流を発生するオフセット電流発生回路と、

前記電源線を挿通すると共に、前記零相変流器にて検出するオフセット電流とは逆方向のオフセット電流が検出されるように、前記オフセット用電線を挿通する、前記零相変流器と同一特性の補償用零相変流器と、

この補償用零相変流器に直列に接続され、前記分圧抵抗と同一特性の補償用分圧抵抗と、

前記補償用零相変流器のインピーダンス変化に応じて前記補償用零相変流器及び前記補償用分圧抵抗間で分圧される電圧値に基づいて補償用比較電圧値を生成する補償用比較電

圧値生成回路とを有して構成し、
前記制御回路が、
前記比較電圧値生成回路にて生成した比較電圧値に基づいて正方向の電流値を検出し、この正方向の電流値及び前記オフセット電流分の電流値に基づいて正方向の直流電流値を算出すると共に、前記補償用比較電圧値生成回路にて生成した補償用比較電圧値に基づいて逆方向の電流値を検出し、この逆方向の電流値及び前記オフセット電流分の電流値に基づいて逆方向の直流電流値を算出する直流電流値算出回路と、
前記正方向の直流電流値及び前記逆方向の直流電流値の内、前記比較電圧値が前記補償用比較電圧値よりも高いと判定されると、前記正方向の直流電流値を選択し、この正方向の直流電流値を前記現在の直流電流値として検出すると共に、前記補償用比較電圧値が前記比較電圧値よりも高いと判定されると、前記逆方向の直流電流値を選択し、この逆方向の直流電流値を前記現在の直流電流値として検出する現在直流値検出回路とを有して構成したことを特徴とする直流電流検出回路。
【請求項２】
電源線を挿通することで、各電源線の電流差を磁気的に検出し、この電流差で生じる磁界変化に応じて自己インピーダンスを変動する、分圧抵抗に直列に接続された零相変流器と、この零相変流器のインピーダンス変化に応じて前記零相変流器及び前記分圧抵抗間で分圧された電圧値に基づいて比較電圧値を生成する比較電圧値生成回路と、この比較電圧値生成回路にて生成した比較電圧値に基づいて、現在の直流電流値を検出する制御回路とを有する直流電流検出回路であって、
前記零相変流器に挿通されるオフセット用電線と、
前記零相変流器のヒステリシス特性の影響を受けて、前記比較電圧値に基づく正確な直流電流値の検出を困難とする電流範囲での、前記比較電圧値に基づく直流電流値の検出を可能とすべく、前記オフセット用電線に所定周期毎に電流値の異なるオフセット電流を発生する機能を有するオフセット電流発生回路とを有して構成し、
前記制御回路が、
前記比較電圧値生成回路にて生成した比較電圧値に基づいて正方向の電流値及び逆方向の電流値を検出し、前記正方向の電流値及び前記オフセット電流分の電流値に基づいて正方向の直流電流値を算出すると共に、前記逆方向の電流値及び前記オフセット電流分の電流値に基づいて逆方向の直流電流値を算出する直流電流値算出回路と、
前記正方向の直流電流値及び逆方向の直流電流値を算出すると、前記電流値検出時に関わる前記オフセット電流値と前記比較電圧値との変動推移を監視する変動推移監視回路と、
この変動推移監視回路にて、前記オフセット電流値が高くなると、前記比較電圧値も高くなる変動推移を検出すると、前記正方向の直流電流値を前記現在の直流電流値として検出すると共に、前記オフセット電流値が高くなると、前記比較電圧値が低くなる変動推移を検出すると、前記逆方向の直流電流値を前記現在の直流電流値として検出する現在直流検出回路とを有して構成したことを特徴とする直流電流検出回路。
【請求項３】
電源線を挿通することで、各電源線の電流差を磁気的に検出し、この電流差で生じる磁界変化に応じて自己インピーダンスを変動する、分圧抵抗に直列に接続された零相変流器と、この零相変流器のインピーダンス変化に応じて前記零相変流器及び前記分圧抵抗間で分圧された電圧値に基づいて比較電圧値を生成する比較電圧値生成回路と、この比較電圧値生成回路にて生成した比較電圧値に基づいて、前記電源線に関わる直流地絡電流の発生の有無を検出する制御回路とを有する直流地絡電流検出回路であって、
前記零相変流器に挿通されるオフセット用電線と、
前記零相変流器のヒステリシス特性の影響を受けて、前記比較電圧値に基づく正確な直流地絡電流の直流電流値の検出を困難とする電流範囲を、前記比較電圧値に基づく直流電流値の検出を可能とする電流検出可能範囲にシフトすべく、前記オフセット用電線にオフセット電流を発生するオフセット電流発生回路と、

前記電流検出可能範囲内の直流地絡電流発生判断に関わる直流電流値に対応した地絡判定用上限閾値及び地絡判定用下限閾値を記憶管理した地絡判定用閾値メモリと、

前記電源線を挿通すると共に、前記零相変流器にて検出するオフセット電流とは逆方向のオフセット電流が検出されるように、前記オフセット用電線を挿通する、前記零相変流器と同一特性の補償用零相変流器と、

この補償用零相変流器に直列に接続され、前記分圧抵抗と同一特性の補償用分圧抵抗と、

前記補償用零相変流器のインピーダンス変化に応じて前記補償用零相変流器及び前記補償用分圧抵抗間で分圧される電圧値に基づいて補償用比較電圧値を生成する補償用比較電圧値生成回路とを有して構成し、

前記制御回路が、

前記比較電圧値生成回路にて比較電圧値を生成し、この比較電圧値が前記地絡判定用上限閾値以上であると判定されると、前記正方向の直流地絡電流が発生したものと判断すると共に、前記補償用比較電圧値生成回路にて補償用比較電圧値を生成し、この補償用比較電圧値が前記地絡判定用上限閾値以上であると判定されると、前記逆方向の直流地絡電流が発生したものと判断する直流地絡判定回路を有して構成したことを特徴とする直流地絡電流検出回路。

【請求項４】

電源線を挿通することで、各電源線の電流差を磁気的に検出し、この電流差で生じる磁界変化に応じて自己インピーダンスを変動する、分圧抵抗に直列に接続された零相変流器と、この零相変流器のインピーダンス変化に応じて前記零相変流器及び前記分圧抵抗間で分圧された電圧値に基づいて比較電圧値を生成する比較電圧値生成回路と、この比較電圧値生成回路にて生成した比較電圧値に基づいて、前記電源線に関わる直流地絡電流の発生の有無を検出する制御回路とを有する直流地絡電流検出回路であって、

前記零相変流器に挿通されるオフセット用電線と、

前記零相変流器のヒステリシス特性の影響を受けて、前記比較電圧値に基づく正確な直流地絡電流の直流電流値の検出を困難とする電流範囲を、前記比較電圧値に基づく直流電流値の検出を可能とする電流検出可能範囲にシフトすべく、前記オフセット用電線に所定周期毎に電流値の異なるオフセット電流を発生するオフセット電流発生回路と、

前記電流検出可能範囲内の直流地絡電流発生判断に関わる直流電流値に対応した地絡判定用上限閾値及び地絡判定用下限閾値を記憶管理した地絡判定用閾値メモリとを有して構成し、

前記制御回路が、

前記電源線に関わる直流地絡電流が発生したものと判断されると、この直流地絡電流発生判断時に関わる前記オフセット電流値と前記比較電圧値との変動推移を監視する変動推移監視回路と、

この変動推移監視回路にて、前記オフセット電流値が高くなると、前記比較電圧値も高くなる変動推移を検出すると、前記正方向の直流地絡電流が発生したものと判断すると共に、前記オフセット電流値が高くなると、前記比較電圧値が低くなる変動推移を検出すると、前記逆方向の直流地絡電流が発生したものと判断する直流地絡判定回路とを有して構成したことを特徴とする直流地絡電流検出回路。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本発明は、パーマロイ等の磁性材料を利用した零相変流器（以下、単にＺＣＴと称する）を使用して直流電流値を検出する直流電流検出回路、例えば直流地絡電流の発生の有無を検出する、例えば連系系統装置の連系保護に使用される直流地絡電流検出回路に関する。

【背景技術】

【０００２】

従来、このような直流電流検出回路として使用される直流地絡電流検出回路としては、例えば直流電源の直流電力を交流電力に変換する連系系統装置に使用され、変流器にて直流電源の正極側から流れ出る電流と負極側から流れ出る電流との電流差を検出し、この電流差のレベルに応じて直流地絡電流が発生したか否かを判定する技術が知られている（例えば特許文献１参照）。

【０００３】

このような特許文献１の直流地絡電流検出回路によれば、変流器にて検出した電流差が所定レベルを超えると、直流地絡電流が発生したと判断し、電流差が所定レベルを超えていないと、直流地絡電流が発生していないものと判断するようにしたので、この直流地絡電流の発生の有無に基づいて系統連系装置の直流地絡事故に対処することができる。

【０００４】

では、このような直流地絡電流検出回路を使用する系統連系システムにおいて、この直流地絡電流検出回路がどのように使用されるかについて説明する。図１０は一般的な系統連系システムの概略構成を示すブロック図である。

【０００５】

図１０に示す系統連系システム１００は、太陽電池等の直流電源１０１と、例えば単相３線式の交流系統１０２と、これら直流電源１０１及び交流系統１０２間に配置され、直流電源１０１の直流電力を交流電力に変換する系統連系装置１０３とを有し、この系統連系装置１０３は、直流電源１０１からの直流電力を交流電力に変換するインバータ１０４と、交流系統１０２との連系をＯＮ／ＯＦＦ制御する連系リレー１０５と、インバータ１０４及び交流系統１０２間のＵ相の電源線１１０Ａ及びＷ相の電源線１１０Ｂ間の電流差を磁気的に検出するＺＣＴ１０と、このＺＣＴ１０にて検出された電流差に基づいて直流地絡電流の発生の有無を検出する直流地絡電流検出回路１０７と、この直流地絡電流検出回路１０７の検出結果に基づいてインバータ１０４及び連系リレー１０５等を制御するＣＰＵ１０８とを有している。

【０００６】

系統連系装置１０３のＣＰＵ１０８は、直流地絡電流検出回路１０７にて直流地絡電流が発生したとの検出結果を得ると、連系リレー１０５をＯＦＦ制御することで、交流系統１０２との連系を遮断するものである。

【０００７】

図１１は直流地絡電流検出回路１０７内部の概略構成を示すブロック図である。図１２は直流地絡電流検出回路１０７内部の各出力波形を通じて同直流地絡電流検出回路１０７の動作を端的に示す説明図、図１２（ａ）は直流地絡電流の発生と判断しない場合、図１２（ｂ）は直流地絡電流の発生と判断する場合である。

【０００８】

直流地絡電流検出回路１０７は、Ｕ相の電源線１１０Ａ及びＷ相の電源線１１０Ｂを挿通することで、各電源線１１０Ａ，１１０Ｂの電流差を磁気的に検出し、この電流差で生じる磁界変化に応じて自己インピーダンスを変動する、前述したＺＣＴ１０と、所定電圧Ｖ１を発生する発振回路１１と、ＺＣＴ１０と直列に接続された分圧抵抗１２と、ＺＣＴ１０のインピーダンス変化に応じてＺＣＴ１０及び分圧抵抗１２間で分圧された電圧値Ｖ２に基づいて比較電圧値Ｖ５を生成する比較電圧値生成回路１３と、この比較電圧値生成回路１３にて生成した比較電圧値Ｖ５が地絡判定用閾値以上であるか否かを判定し、この判定結果に基づいて直流地絡電流の発生有無を検出する制御回路１４とを有している。尚、電圧値Ｖ２は、ＺＣＴ１０のインピーダンスをＺ１、分圧抵抗１２の抵抗値をＲ１とすると、Ｚ１／（Ｚ１＋Ｒ１）＊Ｖ１で求めることができる。

【０００９】

比較電圧値生成回路１３は、図１２（ａ）又は（ｂ）に示すように、電圧値Ｖ２を検出すると、この電圧値Ｖ２を整流する整流回路１３１と、この整流回路１３１からの出力電圧Ｖ３をオフセット増幅するオフセット増幅回路１３２と、このオフセット増幅回路１３２からの出力電圧Ｖ４をフィルタ処理することで比較電圧値Ｖ５を出力するフィルタ回路

１３３とを有している。
【００１０】
制御回路１４は、図１２（ｂ）に示すように、比較電圧値生成回路１３からの比較電圧値Ｖ５が地絡判定用閾値（所定レベル）以上であると判定されると、電源線１１０Ａ，１１０Ｂに直流地絡電流が発生したものと判断するものである。
【００１１】
また、制御回路１４は、図１２（ａ）に示すように、比較電圧値Ｖ５が地絡判定用閾値以上でないと判定されると、直流地絡電流が発生していないものと判断するものである。
【００１２】
従って、従来の直流地絡電流検出回路１０７によれば、ＺＣＴ１０のインピーダンス変化に応じてＺＣＴ１０及び分圧抵抗１２間で分圧された電圧値Ｖ２に基づいて比較電圧値Ｖ５を生成し、この比較電圧値Ｖ５が地絡判定用閾値以上であると判定されると、直流地絡電流が発生したものと判断し、地絡判定用閾値以上でないと判定されると、直流地絡電流が発生していないものと判断するようにしたので、直流地絡電流の発生の有無を確実に検出することができる。
【００１３】
尚、図１０に示す系統連系装置１００においては、単相３線方式の交流系統１０２を例にあげて、Ｕ相の電源線１１０Ａ及びＷ相の電源線１１０ＢをＺＣＴ１０に挿通させるようにしたが、例えば単相２線方式の交流系統１０２の場合、Ｌ相の電源線及びＮ相の電源線をＺＣＴ１０に挿通させることで、直流地絡電流検出回路１０７では、単相２線方式であっても、同様に直流地絡電流の発生の有無を確実に認識することができるものである。
【特許文献１】特開平１１－１２２８１９号公報（従来技術及び図３参照）
【発明の開示】
【発明が解決しようとする課題】
【００１４】
上記従来の直流地絡電流検出回路１０７によれば、電源線１１０Ａ，１１０Ｂの電流差を検出するＺＣＴ１０は磁性材料のパーマロイを使用しているため、図１３に示すヒステリシス特性を有することになるため、そのＺＣＴ１０の透磁率－磁化電流特性は図１４に示すようになる。
【００１５】
しかしながら、このようなＺＣＴ１０を使用した直流地絡電流検出回路１０７によれば、ＺＣＴ１０のヒステリシス特性の影響を受けて微小電流範囲、例えば図１５に示すように、－３０ｍＡ～＋３０ｍＡといった直流地絡電流の発生有無を判断する電流範囲（斜線部分）で、例えば１５ｍＡの直流電流値を検出するような場合には比較電圧値Ｖ５が２点となるため、比較電圧値Ｖ５に基づく正確な直流電流値の検出が困難となり、その結果、直流地絡電流の発生の有無を正確に検出することができなくなる。
【００１６】
また、直流地絡電流検出回路１０７に限らず、一般的な直流電流検出回路においても、同様に、ＺＣＴ１０のヒステリシス特性の影響を受けて、比較電圧値に基づいて、現在の直流電流値を正確に検出することができない。
【００１７】
本発明は上記点に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、ＺＣＴのヒステリシス特性の影響を受けることなく、現在の直流電流値を正確に検出することができる直流電流検出回路を提供することにある。
【００１８】
また、本発明は上記点に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、ＺＣＴのヒステリシス特性の影響を受けることなく、直流地絡電流の発生の有無を正確に検出することができる直流地絡電流検出回路を提供することにある。
【課題を解決するための手段】
【００１９】

上記目的を達成するために本発明の直流電流検出回路は、電源線を挿通することで、各電源線の電流差を磁気的に検出し、この電流差で生じる磁界変化に応じて自己インピーダンスを変動する、分圧抵抗に直列に接続された零相変流器と、この零相変流器のインピーダンス変化に応じて前記零相変流器及び前記分圧抵抗間で分圧された電圧値に基づいて比較電圧値を生成する比較電圧値生成回路と、この比較電圧値生成回路にて生成した比較電圧値に基づいて、現在の直流電流値を検出する制御回路とを有する直流電流検出回路であって、前記零相変流器に挿通されるオフセット用電線と、前記零相変流器のヒステリシス特性の影響を受けて、前記比較電圧値に基づく正確な直流電流値の検出を困難とする電流範囲での、前記比較電圧値に基づく直流電流値の検出を可能とすべく、前記オフセット用電線にオフセット電流を発生するオフセット電流発生回路と、前記電源線を挿通すると共に、前記零相変流器にて検出するオフセット電流とは逆方向のオフセット電流が検出されるように、前記オフセット用電線を挿通する、前記零相変流器と同一特性の補償用零相変流器と、この補償用零相変流器に直列に接続され、前記分圧抵抗と同一特性の補償用分圧抵抗と、前記補償用零相変流器のインピーダンス変化に応じて前記補償用零相変流器及び前記補償用分圧抵抗間で分圧される電圧値に基づいて補償用比較電圧値を生成する補償用比較電圧値生成回路とを有して構成し、前記制御回路が、前記比較電圧値生成回路にて生成した比較電圧値に基づいて正方向の電流値を検出し、この正方向の電流値及び前記オフセット電流分の電流値に基づいて正方向の直流電流値を算出すると共に、前記補償用比較電圧値生成回路にて生成した補償用比較電圧値に基づいて逆方向の電流値を検出し、この逆方向の電流値及び前記オフセット電流分の電流値に基づいて逆方向の直流電流値を算出する直流電流値算出回路と、前記正方向の直流電流値及び前記逆方向の直流電流値の内、前記比較電圧値が前記補償用比較電圧値よりも高いと判定されると、前記正方向の直流電流値を選択し、この正方向の直流電流値を前記現在の直流電流値として検出すると共に、前記補償用比較電圧値が前記比較電圧値よりも高いと判定されると、前記逆方向の直流電流値を選択し、この逆方向の直流電流値を前記現在の直流電流値として検出する現在直流値検出回路とを有して構成するようにした。

【００２０】

本発明の直流電流検出回路は、電源線を挿通することで、各電源線の電流差を磁気的に検出し、この電流差で生じる磁界変化に応じて自己インピーダンスを変動する、分圧抵抗に直列に接続された零相変流器と、この零相変流器のインピーダンス変化に応じて前記零相変流器及び前記分圧抵抗間で分圧された電圧値に基づいて比較電圧値を生成する比較電圧値生成回路と、この比較電圧値生成回路にて生成した比較電圧値に基づいて、現在の直流電流値を検出する制御回路とを有する直流電流検出回路であって、前記零相変流器に挿通されるオフセット用電線と、前記零相変流器のヒステリシス特性の影響を受けて、前記比較電圧値に基づく正確な直流電流値の検出を困難とする電流範囲での、前記比較電圧値に基づく直流電流値の検出を可能とすべく、前記オフセット用電線に所定周期毎に電流値の異なるオフセット電流を発生する機能を有するオフセット電流発生回路とを有して構成し、前記制御回路が、前記比較電圧値生成回路にて生成した比較電圧値に基づいて正方向の電流値及び逆方向の電流値を検出し、前記正方向の電流値及び前記オフセット電流分の電流値に基づいて正方向の直流電流値を算出すると共に、前記逆方向の電流値及び前記オフセット電流分の電流値に基づいて逆方向の直流電流値を算出する直流電流値算出回路と、前記正方向の直流電流値及び前記逆方向の直流電流値を算出すると、前記電流値検出時に関わる前記オフセット電流値と前記比較電圧値との変動推移を監視する変動推移監視回路と、この変動推移監視回路にて、前記オフセット電流値が高くなると、前記比較電圧値も高くなる変動推移を検出すると、前記正方向の直流電流値を前記現在の直流電流値として検出すると共に、前記オフセット電流値が高くなると、前記比較電圧値が低くなる変動推移を検出すると、前記逆方向の直流電流値を前記現在の直流電流値として検出する現在直流値検出回路とを有して構成するようにした。

【００２１】

本発明の直流電流検出回路は、電源線を挿通することで、各電源線の電流差を磁気的に

検出し、この電流差で生じる磁界変化に応じて自己インピーダンスを変動する、分圧抵抗に直列に接続された零相変流器と、この零相変流器のインピーダンス変化に応じて前記零相変流器及び前記分圧抵抗間で分圧された電圧値に基づいて比較電圧値を生成する比較電圧値生成回路と、この比較電圧値生成回路にて生成した比較電圧値に基づいて、前記電源線に関わる直流地絡電流の発生の有無を検出する制御回路とを有する直流地絡電流検出回路であって、前記零相変流器に挿通されるオフセット用電線と、前記零相変流器のヒステリシス特性の影響を受けて、前記比較電圧値に基づく正確な直流地絡電流の直流電流値の検出を困難とする電流範囲を、前記比較電圧値に基づく直流電流値の検出を可能とする電流検出可能範囲にシフトすべく、前記オフセット用電線にオフセット電流を発生するオフセット電流発生回路と、前記電流検出可能範囲内の直流地絡電流発生判断に関わる直流電流値に対応した地絡判定用上限閾値及び地絡判定用下限閾値を記憶管理した地絡判定用閾値メモリと、前記電源線を挿通すると共に、前記零相変流器にて検出するオフセット電流とは逆方向のオフセット電流が検出されるように、前記オフセット用電線を挿通する、前記零相変流器と同一特性の補償用零相変流器と、この補償用零相変流器に直列に接続され、前記分圧抵抗と同一特性の補償用分圧抵抗と、前記補償用零相変流器のインピーダンス変化に応じて前記補償用零相変流器及び前記補償用分圧抵抗間で分圧される電圧値に基づいて補償用比較電圧値を生成する補償用比較電圧値生成回路とを有して構成し、前記制御回路が、前記比較電圧値生成回路にて比較電圧値を生成し、この比較電圧値が前記地絡判定用上限閾値以上であると判定されると、前記正方向の直流地絡電流が発生したものと判断すると共に、前記補償用比較電圧値生成回路にて補償用比較電圧値を生成し、この補償用比較電圧値が前記地絡判定用上限閾値以上であると判定されると、前記逆方向の直流地絡電流が発生したものと判断する直流地絡判定回路を有するようにした。

【００２２】

本発明の直流電流検出回路は、電源線を挿通することで、各電源線の電流差を磁気的に検出し、この電流差で生じる磁界変化に応じて自己インピーダンスを変動する、分圧抵抗に直列に接続された零相変流器と、この零相変流器のインピーダンス変化に応じて前記零相変流器及び前記分圧抵抗間で分圧された電圧値に基づいて比較電圧値を生成する比較電圧値生成回路と、この比較電圧値生成回路にて生成した比較電圧値に基づいて、前記電源線に関わる直流地絡電流の発生の有無を検出する制御回路とを有する直流地絡電流検出回路であって、前記零相変流器に挿通されるオフセット用電線と、前記零相変流器のヒステリシス特性の影響を受けて、前記比較電圧値に基づく正確な直流地絡電流の直流電流値の検出を困難とする電流範囲を、前記比較電圧値に基づく直流電流値の検出を可能とする電流検出可能範囲にシフトすべく、前記オフセット用電線に所定周期毎に電流値の異なるオフセット電流を発生するオフセット電流発生回路と、前記電流検出可能範囲内の直流地絡電流発生判断に関わる直流電流値に対応した地絡判定用上限閾値及び地絡判定用下限閾値を記憶管理した地絡判定用閾値メモリとを有して構成し、前記制御回路が、前記電源線に関わる直流地絡電流が発生したものと判断されると、この直流地絡電流発生判断時に関わる前記オフセット電流値と前記比較電圧値との変動推移を監視する変動推移監視回路と、この変動推移監視回路にて、前記オフセット電流値が高くなると、前記比較電圧値も高くなる変動推移を検出すると、前記正方向の直流地絡電流が発生したものと判断すると共に、前記オフセット電流値が高くなると、前記比較電圧値が低くなる変動推移を検出すると、前記逆方向の直流地絡電流が発生したものと判断する直流地絡判定回路とを有して構成するようにした。

【発明の効果】

【００２７】

上記のように構成された本発明の直流電流検出回路によれば、零相変流器のヒステリシス特性の影響を受けて、比較電圧値に基づく正確な直流電流値の検出を困難とする電流範囲（微小電流範囲）での、比較電圧値に基づく直流電流値の検出を可能とすべく、オフセット電流を零相変流器に流して同電流範囲をオフセット電流分だけシフトすることで、比較電圧値に基づく電流値検出を可能とし、この電流値及びオフセット電流分の電流値に基

づいて直流電流値を算出し、この直流電流値を現在の直流電流値として検出するようにしたので、零相変流器のヒステリシス特性の影響を受けることなく、正確に現在の直流電流値を検出することができる。

【００２８】

本発明の直流電流検出回路によれば、零相変流器にて検出するオフセット電流とは逆方向のオフセット電流が検出されるようにオフセット用電線及び電源線を挿通すると共に、補償用分圧抵抗と直列に接続する、前記零相変流器と同一特性の補償用零相変流器と、この補償用零相変流器のインピーダンス変化に応じて補償用零相変流器及び補償用分圧抵抗間で分圧される電圧値に基づいて補償用比較電圧値を生成する補償用比較電圧値生成回路とを有し、比較電圧値に基づいて正方向の直流電流値を算出すると共に、補償用比較電圧値に基づいて逆方向の直流電流値を算出し、前記比較電圧値が前記補償用比較電圧値よりも高いと判定されると、前記正方向の直流電流値を現在の直流電流値として検出すると共に、前記補償用比較電圧値が前記比較電圧値よりも高いと判定されると、前記逆方向の直流電流値を前記現在の直流電流値として検出するようにしたので、零相変流器のヒステリシス特性の影響を受けることなく、現在の直流電流値を正確に検出することができることはもちろんのこと、現在の直流電流値が正方向又は逆方向に急峻に変化したとしても、同直流電流値が正方向の直流電流値であるか、又は逆方向の直流電流値であるかを正確に検出することができる。

【００２９】

本発明の直流電流検出回路によれば、所定周期毎に電流値の異なるオフセット電流を流し、前記比較電圧値生成回路にて生成した比較電圧値に基づいて正方向の直流電流値及び逆方向の直流電流値を算出すると、電流値検出時に関わるオフセット電流値と比較電圧値との変動推移を監視し、前記オフセット電流値が高くなると、前記比較電圧値も高くなる変動推移を検出すると、前記正方向の直流電流値を前記現在の直流電流値として検出すると共に、前記オフセット電流値が高くなると、前記比較電圧値が低くなる変動推移を検出すると、前記逆方向の直流電流値を前記現在の直流電流値として検出するようにしたので、零相変流器のヒステリシス特性の影響を受けることなく、現在の直流電流値を正確に検出することができることはもちろんのこと、補償用零相変流器、補償用分圧抵抗や補償用比較電圧値生成回路を設けなくても、現在の直流電流値が正方向又は逆方向に急峻に変化としても、同直流電流値が正方向の直流電流値、若しくは逆方向の直流電流値であるかを正確に検出することができる。

【００３０】

本発明の直流電流検出回路によれば、零相変流器のヒステリシス特性の影響を受けて、比較電圧値に基づく正確な直流電流値の検出を困難とする電流範囲での、比較電圧値に基づく直流電流値の検出を可能とすべく、前記零相変流器に対して、前記電源線を複数回挿通するように構成することで、同電流範囲を挿通回数の電流分だけシフトすることで、比較電圧値に基づく電流値検出を可能とし、この電流値及び挿通回数の電流分の電流値に基づいて直流電流値を算出し、この直流電流値を現在の直流電流値として検出するようにしたので、オフセット電流発生回路等の別回路を設けなくても、その電源線の挿通回数を変えるだけで、零相変流器のヒステリシス特性の影響を受けることなく、正確に現在の直流電流値を検出することができる。

【００３１】

上記のように構成された本発明の直流地絡電流検出回路によれば、前記零相変流器のヒステリシス特性の影響を受けて、比較電圧値に基づく正確な直流地絡電流の直流電流値の検出を困難とする電流範囲（微小電流範囲）を、比較電圧値に基づく直流電流値の検出を可能とする電流検出可能範囲にシフトすべく、零相変流器にオフセット電流を流し、前記電流検出可能範囲内の直流地絡電流発生判断に関わる直流電流値に対応した地絡判定用上限閾値及び地絡判定用下限閾値を記憶管理しておき、前記比較電圧値生成回路にて比較電圧値を生成し、この比較電圧値が地絡判定用上限閾値以上であると判定されると、又は、前記比較電圧値が前記地絡判定用下限閾値以下であると判定されると、前記電源線に関わ

る直流地絡電流が発生したものと判断するようにしたので、零相変流器のヒステリシス特性の影響を受けることなく、直流地絡電流の発生の有無を正確に検出することができる。

【００３２】

本発明の直流地絡電流検出回路によれば、零相変流器にて検出するオフセット電流とは逆方向のオフセット電流が検出されるようにオフセット用電線及び電源線を挿通すると共に、補償用分圧抵抗と直列に接続する、前記零相変流器と同一特性の補償用零相変流器と、この補償用零相変流器のインピーダンス変化に応じて補償用零相変流器及び補償用分圧抵抗間で分圧される電圧値に基づいて補償用比較電圧値を生成する補償用比較電圧値生成回路とを有し、比較電圧値生成回路にて生成した比較電圧値が地絡判定用上限閾値以上であると判定されると、正方向の直流地絡電流が発生したものと判断すると共に、前記補償用比較電圧値生成回路にて生成した補償用比較電圧値が前記地絡判定用上限閾値以上であると判定されると、前記逆方向の直流地絡電流が発生したものと判断するようにしたので、零相変流器のヒステリシス特性の影響を受けることなく、直流地絡電流の発生の有無を正確に検出することができることはもちろんのこと、直流地絡電流が正方向又は逆方向に急峻に発生したとしても、この直流地絡電流が正方向の直流地絡電流、若しくは逆方向の直流地絡電流であるかを正確に検出することができる。

【００３３】

本発明の直流地絡電流検出回路によれば、所定周期毎に電流値の異なるオフセット電流を流し、前記電源線に関わる直流地絡電流が発生したものと判断されると、この直流地絡電流発生判断時に関わる前記オフセット電流値と前記比較電圧値との変動推移を監視し、前記オフセット電流値が高くなると、前記比較電圧値も高くなる変動推移を検出すると、前記正方向の直流地絡電流が発生したものと判断すると共に、前記オフセット電流値が高くなると、前記比較電圧値が低くなる変動推移を検出すると、前記逆方向の直流地絡電流が発生したものと判断するようにしたので、零相変流器のヒステリシス特性の影響を受けることなく、直流地絡電流の発生の有無を正確に検出することができることはもちろんのこと、補償用零相変流器、補償用分圧抵抗や補償用比較電圧値生成回路を設けなくても、直流地絡電流が正方向又は逆方向に急峻に発生したとしても、この直流地絡電流が正方向の直流地絡電流であるか、又は逆方向の直流地絡電流であるかを正確に検出することができる。

【００３４】

本発明の直流地絡電流検出回路によれば、零相変流器のヒステリシス特性の影響を受けて、比較電圧値に基づく正確な直流地絡電流の直流電流値の検出を困難とする電流範囲を、前記比較電圧値に基づく直流電流値の検出を可能とする電流検出可能範囲にシフトすべく、前記零相変流器に対して、前記電源線を複数回挿通するように構成したので、オフセット電流発生回路等の別回路を設けなくても、その電源線の挿通回数を変えるだけで、零相変流器のヒステリシス特性の影響を受けることなく、直流地絡電流の発生の有無を正確に検出することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【００３５】

以下、図面に基づいて本発明の直流電流検出回路（直流地絡電流検出回路）における実施の形態を示す直流地絡電流検出回路について説明する。尚、図１０及び図１１に示す直流地絡電流検出回路１０７と同一のものには同一符号を付すことで、その重複する構成及び動作の説明については省略する。

【００３６】

（実施の形態１）

では、第１の実施の形態を示す直流地絡電流検出回路について説明する。図１は第１の実施の形態を示す直流地絡電流検出回路内部の概略構成を示すブロック図である。

【００３７】

図１に示す直流地絡電流検出回路１Ａは、電源線１１０Ａ及び１１０Ｂを挿通するＺＣＴ１０、発振回路１１、分圧抵抗１２及び比較電圧値生成回路１３の他に、ＺＣＴ１０に

挿通されるオフセット用電線２１と、図２に示すように、ＺＣＴ１０のヒステリシス特性の影響を受けて、比較電圧値Ｖ５に基づく正確な直流地絡電流の直流電流値の検出を困難とする電流範囲Ｘ（斜線部分）を、比較電圧値Ｖ５に基づく直流電流値の検出を可能とする電流検出可能範囲にシフトすべく、オフセット用電線２１にオフセット電流を発生するオフセット電流発生回路２２と、電流検出可能範囲内の直流地絡電流発生判断に関わる直流電流値に対応した地絡判定用上限閾値ＶＡ及び地絡判定用下限閾値ＶＢを記憶管理した地絡判定用閾値メモリ２３と、比較電圧値生成回路１３にて生成した比較電圧値Ｖ５が地絡判定用上限閾値ＶＡ以上であると判定されると、又は、比較電圧値Ｖ５が地絡判定用下限閾値ＶＢ以下であると判定されると、電源線１１０Ａ，１１０Ｂに関わる直流地絡電流が発生したものと判断する制御回路１４Ａとを有している。

【００３８】

オフセット電流発生回路２２は、例えば６０ｍＡのオフセット電流をオフセット用電線２１に常時流しているものとする。

【００３９】

尚、請求項１記載の直流電流検出回路及び請求項５記載の直流地絡電流検出回路は直流地絡電流検出回路１Ａ、制御回路は制御回路１４Ａに相当するものである。

【００４０】

次に第１の実施の形態を示す直流地絡電流検出回路１Ａの動作について説明する。

【００４１】

オフセット電流発生回路２１は、オフセット用電線２１に６０ｍＡのオフセット電流を常時流す。従って、ＺＣＴ１０のヒステリシス特性の影響で比較電圧値Ｖ５に基づく直流地絡電流の正確な検出ができなかった電流範囲（－３０ｍＡ～＋３０ｍＡ）は、図２に示すように、＋６０ｍＡのオフセット電流で、ヒステリシス特性の影響を受けない＋３０ｍＡ～＋９０ｍＡの電流範囲にシフトされることになる。その結果、比較電圧値Ｖ５に基づく、－３０ｍＡ～＋３０ｍＡの直流地絡電流の正確な検出が可能となる。

【００４２】

比較電圧値生成回路１３は、ＺＣＴ１０のインピーダンス変動に応じてＺＣＴ１０及び分圧抵抗１２間で分圧される電圧値Ｖ２を検出すると、この電圧値Ｖ２に基づいて比較電圧値Ｖ５を生成する。

【００４３】

比較電圧値生成回路１３は、比較電圧値Ｖ５を生成すると、この比較電圧値Ｖ５を制御回路１４Ａに伝送することになる。

【００４４】

制御回路１４Ａは、比較電圧値Ｖ５を検出すると、この比較電圧値Ｖ５が地絡判定用上限閾値ＶＡ以上であるか否かを判定する。

【００４５】

制御回路１４Ａは、比較電圧値Ｖ５が地絡判定用上限閾値ＶＡ以上であると判定されると、その直流地絡電流が３０ｍＡ以上であると判断し、電源線１１０Ａ，１１０Ｂに関わる直流地絡電流が発生したものと判断する。

【００４６】

また、制御回路１４Ａは、比較電圧値Ｖ５が地絡判定用下限閾値ＶＢ以下であるか否かを判定する。

【００４７】

制御回路１４Ａは、比較電圧値Ｖ５が地絡判定用下限閾値ＶＢ以下であると判定されると、その直流地絡電流が－３０ｍＡ以下であると判断し、電源線１１０Ａ，１１０Ｂに関わる直流地絡電流が発生したものと判断する。

【００４８】

また、制御回路１４Ａは、比較電圧値Ｖ５が地絡判定用上限閾値ＶＡ以上でなく、地絡判定用下限閾値ＶＢ以下でなければ、電源線１１０Ａ，１１０Ｂに関わる直流地絡電流が発生していないものと判断する。

【００４９】
第１の実施の形態によれば、ＺＣＴ１０のヒステリシス特性の影響を受ける電流範囲（微小電流範囲）を、比較電圧値Ｖ５に基づく直流電流値の検出を可能とする電流検出可能範囲にシフトすべく、ＺＣＴ１０にオフセット電流を流し、電流検出可能範囲内の直流地絡電流発生判断に関わる直流電流値に対応した地絡判定用上限閾値ＶＡ及び地絡判定用下限閾値ＶＢを記憶管理しておき、比較電圧値生成回路１３にて生成した比較電圧値Ｖ５が地絡判定用上限閾値ＶＡ以上であると判定されると、又は、比較電圧値Ｖ５が地絡判定用下限閾値ＶＢ以下であると判定されると、電源線１１０Ａ，１１０Ｂに関わる直流地絡電流が発生したものと判断するようにしたので、ＺＣＴ１０のヒステリシス特性の影響を受けることなく、直流地絡電流の発生の有無を正確に検出することができる。

【００５０】
尚、上記第１の実施の形態においては、ＺＣＴ１０のヒステリシス特性の影響を受ける電流範囲をオフセット電流にて電流検出可能範囲にシフトすることで、比較電圧値Ｖ５に基づく直流地絡電流の発生有無を検出する直流地絡電流検出回路１Ａについて説明したが、現在の直流電流値を検出する直流電流検出回路についても適用可能であることは言うまでもなく、この場合、オフセット電流にて電流検出可能範囲にシフトすることで比較電圧値Ｖ５に基づく電流値検出を可能とし、この電流値及びオフセット電流分の電流値に基づいて直流電流値を算出し、この直流電流値を現在の直流電流値として検出するようにすれば、、ＺＣＴ１０のヒステリシス特性の影響を受けることなく、正確に現在の直流電流値を検出することができる。

【００５１】
また、上記第１の実施の形態に示す直流地絡電流検出回路１Ａでは、比較電圧値Ｖ５が地絡判定用上限閾値ＶＡ以上であると判定されると、直流地絡電流が発生したものと判断するが、比較電圧値Ｖ５が地絡判定用上限閾値ＶＡ以上の場合、図４に示すように直流地絡電流は＋３０ｍＡ以上の正方向の場合と、－１５０ｍＡ以上の逆方向の場合とが考えられる。また、同様に比較電圧値Ｖ５が地絡判定用下限閾値ＶＢ以下の場合、直流地絡電流が－３０ｍＡ以下の正方向の場合と、－９０ｍＡ以下の逆方向の場合とが考えられる。尚、正方向の直流地絡電流とは、図４に示す直流地絡電流＋オフセット電流の０ｍＡに対してプラス側の直流地絡電流、逆方向の直流地絡電流とは、直流地絡電流＋オフセット電流の０ｍＡに対してマイナス側の直流地絡電流に相当するものである。

【００５２】
そこで、図１に示す直流地絡電流検出回路１Ａによれば、地絡判定用下限閾値ＶＢ以下の比較電圧値Ｖ５に基づく直流電流値の監視を継続することで直流電流値の変動推移を監視し、この変動推移に基づいて、この直流地絡電流が正方向の直流地絡電流であるか、若しくは逆方向の直流地絡電流であるかを正確に検出することができる。

【００５３】
しかしながら、この直流地絡電流検出回路１Ａによれば、地絡判定用下限閾値ＶＢ以下の比較電圧値Ｖ５に基づく直流電流値の変動推移を監視することで、正方向の直流地絡電流であるか、若しくは逆方向の直流地絡電流であるかを正確に検出するようにしたが、その変動推移はあくまでも直流地絡電流が緩やかに変動した場合にのみ対処できるものであり、例えば直流地絡電流が０ｍＡから急峻に－１５０ｍＡに変化した場合、地絡判定用下限閾値ＶＢ以下の比較電圧値Ｖ５に基づく直流電流値の変動推移を監視することができないため、比較電圧値Ｖ５が地絡判定用上限閾値ＶＡ以上であるにも関わらず、＋３０ｍＡの正方向の直流地絡電流であると判断してしまうおそれがある。

【００５４】
（実施の形態２）
そこで、このような直流地絡電流が急峻に発生したとしても、直流地絡電流が正方向の直流地絡電流であるか、若しくは逆方向の直流地絡電流であるかを正確に検出することができる、第２の実施の形態を示す直流地絡電流検出回路について説明する。図３は第２の実施の形態を示す直流地絡電流検出回路内部の概略構成を示すブロック図である。尚、図

１に示す直流地絡電流検出回路１Ａと同一のものには同一符号を付すことで、その重複する構成及び動作の説明については省略する。

【００５５】

図３に示す直流地絡電流検出回路１Ｂは、電源線１１０Ａ、１１０Ｂ及びオフセット用電線２１を挿通するＺＣＴ１０、発振回路１１、比較電圧値生成回路１３、オフセット電流発生回路２２及び地絡判定用閾値メモリ２３の他に、電源線１１０Ａ、１１０Ｂを挿通すると共に、ＺＣＴ１０にて検出するオフセット電流とは逆方向のオフセット電流が検出されるようにオフセット用電線２１を挿通する、ＺＣＴ１０と同一特性の補償用ＺＣＴ１０Ｂと、補償用ＺＣＴ１０Ｂに直列に接続され、分圧抵抗１２と同一特性の補償用分圧抵抗１２Ｂと、補償用ＺＣＴ１０Ｂのインピーダンス変化に応じて補償用ＺＣＴ１０Ｂ及び補償用分圧抵抗１２Ｂ間で分圧される電圧値に基づいて補償用比較電圧値を生成する補償用比較電圧値生成回路１３Ｂと、地絡判定用閾値メモリ２３のメモリ内容、比較電圧値又は補償用比較電圧値に基づいて直流地絡電流の発生の有無を判断する制御回路１４Ｂとを有している。

【００５６】

補償用ＺＣＴ１０Ｂに流れるオフセット電流は、ＺＣＴ１０に流れるオフセット電流（＋６０ｍＡ）と逆方向のオフセット電流、すなわち－６０ｍＡのオフセット電流が流れることになる。

【００５７】

比較電圧値生成回路１３は、比較電圧値Ｖ５に基づいて正方向の直流地絡電流を判別するものであり、補償用比較電圧用生成回路１３Ｂは、補償用比較電圧値Ｖ５に基づいて逆方向の直流地絡電流を判別するものである。

【００５８】

制御回路１４Ｂは、比較電圧値生成回路１３にて生成した比較電圧値Ｖ５が地絡判定用上限閾値ＶＡ以上であるか否かを判定する正方向直流地絡判定回路３１と、補償用比較電圧値生成回路１３Ｂにて生成した補償用比較電圧値Ｖ５が地絡判定用上限閾値ＶＡ以上であるか否かを判定する逆方向直流地絡判定回路３２と、正方向直流地絡判定回路３１及び逆方向直流地絡判定回路３２の判定結果に基づいて直流地絡電流が発生したか否かは勿論のこと、直流地絡電流が発生したと判断するにしても、正方向の直流地絡電流が発生したのか、若しくは逆方向の直流地絡電流が発生したのかを判断する直流地絡判定回路３３とを有している。

【００５９】

直流地絡判定回路３３は、正方向直流地絡判定回路３１にて比較電圧値Ｖ５が地絡判定用上限閾値ＶＡ以上であると判定されると、正方向の直流地絡電流が発生したものと判断すると共に、逆方向直流地絡判定回路３２にて補償用比較電圧値Ｖ５が地絡判定用上限閾値ＶＡ以上であると判定されると、逆方向の直流地絡電流が発生したものと判断するものである。

【００６０】

つまり、比較電圧値及び補償用比較電圧値の内、地絡判定用上限閾値ＶＡ以上であると判定された電圧値に基づいて、正方向の直流地絡電流であるか、若しくは逆方向の直流地絡電流であるかを判断するものである。

【００６１】

では、地絡判定用上限閾値ＶＡ以上であると判定された電圧値（比較電圧値及び補償用比較電圧値）に基づいて、正方向の直流地絡電流、若しくは逆方向の直流地絡電流であるかを判断するための原理について説明する。図４は第２の実施の形態を示す直流地絡電流検出回路１Ｂに関わる比較電圧値Ｖ５と直流電流値（直流地絡電流、直流地絡電流＋オフセット電流）との関係を示す説明図、図５は直流地絡電流検出回路１Ｂにおけるオフセット電流毎の直流地絡電流と比較電圧値Ｖ５との対応関係の一例を示す説明図である。

【００６２】

図４及び図５に示すように、例えばＺＣＴ１０には＋６０ｍＡのオフセット電流、補償

用ＺＣＴ１０Ｂには－６０ｍＡのオフセット電流が流れているものとする。
【００６３】
さらにＺＣＴ１０及び補償用ＺＣＴ１０Ｂに＋３０ｍＡの直流地絡電流が発生したとすると、図４及び図５に示すように、ＺＣＴ１０には、＋３０ｍＡの直流地絡電流と＋６０ｍＡのオフセット電流との合計＋９０ｍＡの電流が流れ、補償用ＺＣＴ１０Ｂには、＋３０ｍＡの直流地絡電流と－６０ｍＡのオフセット電流との合計－３０ｍＡの電流が流れたことになる。
【００６４】
比較電圧値生成回路１３は、ＺＣＴ１０のインピーダンス変化に応じてＺＣＴ１０及び分圧抵抗間で分圧された電圧値Ｖ２に基づいて比較電圧値Ｖ５を生成する。尚、この際の比較電圧値Ｖ５は、図４に示すように地絡判定用上限閾値ＶＡ（直流地絡電流＋オフセット電流が９０ｍＡとなる）と同じ値となる。
【００６５】
また、補償用比較電圧値生成回路１３Ｂは、補償用ＺＣＴ１０Ｂのインピーダンス変化に応じて補償用ＺＣＴ１０Ｂ及び補償用分圧抵抗１２Ｂ間で分圧された電圧値Ｖ２に基づいて補償用比較電圧値Ｖ５を生成する。尚、この際の補償用比較電圧値Ｖ５は、図４に示すように地絡判定用上限閾値ＶＢ（直流地絡電流＋オフセット電流が－３０ｍＡとなる）と同じ値となる。
【００６６】
つまり、ＺＣＴ１０及び補償用ＺＣＴ１０Ｂに同一の＋３０ｍＡの直流地絡電流が流れているにも関わらず、比較電圧値Ｖ５は地絡判定用上限閾値ＶＡ以上、補償用比較電圧値Ｖ５は地絡判定用下限閾値ＶＢ以下と、これら比較電圧値及び補償用比較電圧値は異なる値となる。
【００６７】
そこで、実際の直流地絡電流は３０ｍＡであることに着目すると、地絡判定用閾値ＶＡ以上と判定された比較電圧値Ｖ５が正しいということが解る。
【００６８】
また、同様に、－３０ｍＡの直流地絡電流が流れた場合、ＺＣＴ１０には、オフセット電流＋直流地絡電流の合計＋３０ｍＡの電流が流れ、補償用ＺＣＴ１０Ｂには、オフセット電流＋直流地絡電流の合計－９０ｍＡの電流が流れる。
【００６９】
つまり、比較電圧値生成回路１３では、図４に示すように、地絡判定用下限閾値ＶＢ以下の比較電圧値Ｖ５が生成され、補償用比較電圧生成回路１３Ｂでは、地絡判定用上限閾値ＶＡ以上の補償用比較電圧値Ｖ５が生成されることになる。
【００７０】
そこで、実際の直流地絡電流が－３０ｍＡであることに着目すると、地絡判定用閾値ＶＡ以上と判定された補償用比較電圧値Ｖ５が正しいということが解る。
【００７１】
従って、比較電圧値及び補償用比較電圧値の内、比較電圧値Ｖ５が地絡判定用上限閾値ＶＡ以上であると判定されると、正方向の直流地絡電流が発生したものと判断し、補償用比較電圧値Ｖ５が地絡判定用上限閾値ＶＡ以上であると判定されると、逆方向の直流地絡電流が発生したものと判断することにした。
【００７２】
尚、請求項２記載の直流電流検出回路及び請求項６記載の直流地絡電流検出回路は直流地絡電流検出回路１Ｂ、制御回路は制御回路１４Ｂに相当するものである。
【００７３】
次に第２の実施の形態を示す直流地絡電流検出回路１Ｂの動作について説明する。
【００７４】
ＺＣＴ１０には、＋６０ｍＡのオフセット電流が流れ、補償用ＺＣＴ１０Ｂには、－６０ｍＡのオフセット電流が流れる。

【００７５】
比較電圧値生成回路１３は、ＺＣＴ１０及び分圧抵抗１２間で分圧された電圧値Ｖ２に基づいて比較電圧値Ｖ５を生成すると、この比較電圧値Ｖ５を正方向直流地絡判定回路３１に伝送する。
【００７６】
また、補償用比較電圧値生成回路１３Ｂは、補償用ＺＣＴ１０Ｂ及び補償用分圧抵抗１２Ｂ間で分圧された電圧値Ｖ２に基づいて補償用比較電圧値Ｖ５を生成すると、この補償用比較電圧値Ｖ５を逆方向直流地絡判定回路３２に伝送する。
【００７７】
正方向直流地絡判定回路３１は、比較電圧値Ｖ５が地絡判定用上限閾値ＶＡ以上であるか否かを判定し、この判定結果を直流地絡判定回路３３に伝送する。
【００７８】
逆方向直流地絡判定回路３２は、補償用比較電圧値Ｖ５が地絡判定用上限閾値ＶＡ以上であるか否かを判定し、この判定結果を直流地絡判定回路３３に伝送する。
【００７９】
直流地絡判定回路３３は、正方向直流地絡判定回路３１にて比較電圧値Ｖ５が地絡判定用上限閾値ＶＡ以上であると判定されると、正方向の直流地絡電流が発生したものと判断すると共に、逆方向直流地絡判定回路３２にて補償用比較電圧値Ｖ５が地絡判定用上限閾値ＶＡ以上であると判定されると、逆方向の直流地絡電流が発生したものと判断する。
【００８０】
第２の実施の形態によれば、ＺＣＴ１０にて検出するオフセット電流とは逆方向のオフセット電流が検出されるようにオフセット用電線２１及び電源線１１０Ａ，１１０Ｂを挿通すると共に、補償用分圧抵抗１２Ｂと直列に接続する、ＺＣＴ１０と同一特性の補償用ＺＣＴ１０Ｂと、この補償用ＺＣＴ１０Ｂのインピーダンス変化に応じて補償用ＺＣＴ１０Ｂ及び補償用分圧抵抗１２Ｂ間で分圧される電圧値に基づいて補償用比較電圧値を生成する補償用比較電圧値生成回路１３Ｂとを有し、比較電圧値生成回路１３にて生成した比較電圧値が地絡判定用上限閾値ＶＡ以上であると判定されると、正方向の直流地絡電流が発生したものと判断すると共に、補償用比較電圧値生成回路１３Ｂにて生成した補償用比較電圧値が地絡判定用上限閾値ＶＡ以上であると判定されると、逆方向の直流地絡電流が発生したものと判断するようにしたので、ＺＣＴ１０のヒステリシス特性の影響を受けることなく、直流地絡電流の発生の有無を正確に検出することができることはもちろんのこと、直流地絡電流が正方向又は逆方向に急峻に発生したとしても、この直流地絡電流が正方向の直流地絡電流であるか、又は逆方向の直流地絡電流であるかを正確に検出することができる。
【００８１】
尚、上記第２の実施の形態においては、比較電圧値が地絡判定用上限閾値ＶＡ以上であると判定されると、正方向の直流地絡電流が発生したものと判断すると共に、補償用比較電圧値が地絡判定用上限閾値ＶＡ以上であると判定されると、逆方向の直流地絡電流が発生したものと判断する直流地絡電流検出回路１Ｂについて説明したが、正方向及び逆方向の直流電流値を検出する直流電流検出回路にも適用可能であることは言うまでもなく、この場合には、比較電圧値に基づいて正方向の直流電流値を算出すると共に、補償用比較電圧値に基づいて逆方向の直流電流値を算出し、比較電圧値が補償用比較電圧値よりも高いと判定されると、正方向の直流電流値を現在の直流電流値として検出すると共に、補償用比較電圧値が比較電圧値よりも高いと判定されると、前記逆方向の直流電流値を前記現在の直流電流値として検出するようにすれば、ＺＣＴ１０のヒステリシス特性の影響を受けることなく、正方向又は逆方向の現在の直流電流値を正確に検出することができる。
【００８２】
（実施の形態３）
また、直流地絡電流が急峻に発生したとしても、直流地絡電流が正方向の直流地絡電流、若しくは逆方向の直流地絡電流であるかを正確に検出することができる、第３の実施の

形態を示す直流地絡電流検出回路について説明する。図６は第３の実施の形態を示す直流地絡電流検出回路内部の概略構成を示すブロック図である。尚、図１に示す直流地絡電流検出回路１Ａと同一のものには、同一符号を付すことで、その重複する構成及び動作の説明については省略する。

【００８３】

図６に示す直流地絡電流検出回路１Ｃは、電源線１１０Ａ，１１０Ｂ及びオフセット用電線２１を挿通するＺＣＴ１０、発振回路１１、比較電圧値生成回路１３及び地絡判定用閾値メモリ２３の他に、所定周期毎に電流値の異なるオフセット電流を発生するオフセット電流発生回路２２Ｃと、比較電圧値Ｖ５が地絡判定用上限閾値ＶＡ以上であると判定されると、又は、比較電圧値Ｖ５が地絡判定用下限閾値ＶＢ以下であると判定されると、電源線１１０Ａ，１１０Ｂに直流地絡電流が発生したものと判断する制御回路１４Ｃとを有している。

【００８４】

オフセット電流発生回路２２Ｃは、所定周期、例えば２０ｍｓ毎に、＋５８ｍＡのオフセット電流と＋６０ｍＡのオフセット電流とを交互に発生出力するものである。

【００８５】

制御回路１４Ｃは、電源線１１０Ａ，１１０Ｂに関わる直流地絡電流が発生したものと判断されると、この直流地絡電流発生判断時に関わるオフセット電流値と比較電圧値Ｖ５との変動推移を監視する変動推移監視回路４１と、この変動推移監視回路４１の監視結果に基づいて、正方向の直流地絡電流又は逆方向の直流地絡電流が発生したものであるかを判断する直流地絡判定回路４２とを有している。

【００８６】

直流地絡判定回路４２は、変動推移監視回路４１の監視結果に基づいて、オフセット電流値が高くなると、比較電圧値Ｖ５も高くなる変動推移を検出すると、正方向の直流地絡電流が発生したものと判断すると共に、オフセット電流値が高くなると、比較電圧値Ｖ５が低くなる変動推移を検出すると、逆方向の直流地絡電流が発生したものと判断するものである。

【００８７】

では、これら比較電圧値Ｖ５及びオフセット電流値に基づく変動推移について説明する。図７は第３の実施の形態を示す直流地絡電流検出回路１Ｃに関わる比較電圧値Ｖ５及び直流電流値（直流地絡電流、直流地絡電流＋オフセット電流）との関係を示す説明図、図８は直流地絡電流検出回路１Ｃに関わる直流地絡電流と変動推移との対応関係の一例を示す説明図である。

【００８８】

例えば＋３０ｍＡの直流地絡電流が流れた場合、図７及び図８に示すように、＋６０ｍＡのオフセット電流が流れると、＋９０ｍＡの直流地絡電流＋オフセット電流が流れる。また、＋５８ｍＡのオフセット電流が流れると、図７及び図８に示すように、＋８８ｍＡの直流地絡電流＋オフセット電流が流れる。

【００８９】

この際、＋６０ｍＡのオフセット電流と＋５８ｍＡのオフセット電流との比較電圧値Ｖ５に着目すると、＋６０ｍＡのオフセット電流が流れた時の比較電圧値Ｖ５が＋５８ｍＡのオフセット電流が流れた時の比較電圧値Ｖ５よりも高くなることが解る。

【００９０】

また、０ｍＡの直流地絡電流が流れた場合、図７及び図８に示すように、＋６０ｍＡのオフセット電流が流れた時の比較電圧値Ｖ５が＋５８ｍＡのオフセット電流が流れた時の比較電圧値Ｖ５よりも高くなることが解る。

【００９１】

このように＋６０ｍＡのオフセット電流が流れた時の比較電圧値Ｖ５が＋５８ｍＡのオフセット電流が流れた時の比較電圧値Ｖ５よりも高くなる変動推移を、オフセット電流値が高くなると比較電圧値Ｖ５が高くなる変動推移としている。

【００９２】
　また、－１２０ｍＡの直流地絡電流が流れた場合、＋６０ｍＡのオフセット電流が流れると、図７及び図８に示すように、－６０ｍＡの直流地絡電流＋オフセット電流が流れる。また、＋５８ｍＡのオフセット電流が流れると、図７及び図８に示すように、－６２ｍＡの直流地絡電流＋オフセット電流が流れる。
【００９３】
　この際、＋６０ｍＡのオフセット電流と＋５８ｍＡのオフセット電流との比較電圧値Ｖ５に着目すると、＋５８ｍＡのオフセット電流が流れた時の比較電圧値Ｖ５が＋６０ｍＡのオフセット電流が流れた時の比較電圧値Ｖ５よりも高くなることが解る。
【００９４】
　同様に、－９０ｍＡの直流地絡電流が流れた場合、＋５８ｍＡのオフセット電流が流れた時の比較電圧値Ｖ５が＋６０ｍＡのオフセット電流が流れた時の比較電圧値Ｖ５よりも高くなることが解る。
【００９５】
　このように＋６０ｍＡのオフセット電流が流れた時の比較電圧値Ｖ５が＋５８ｍＡのオフセット電流が流れた時の比較電圧値Ｖ５よりも低くなる変動推移を、オフセット電流値が高くなると比較電圧値Ｖ５が低くなる変動推移としている。
【００９６】
　尚、請求項３記載の直流電流検出回路及び請求項６記載の直流地絡電流検出回路は直流地絡電流検出回路１Ｃ、オフセット電流検出回路はオフセット電流検出回路２２Ｃ、制御回路は制御回路１４Ｃに相当するものである。
【００９７】
　次に第３の実施の形態を示す直流地絡電流検出回路１Ｃの動作について説明する。
【００９８】
　制御回路１４Ｃの変動推移監視回路４１は、直流地絡電流が発生したものと判断されると、この直流地絡電流発生判断時の＋５８ｍＡのオフセット電流が流れた時の比較電圧値Ｖ５と＋６０ｍＡのオフセット電流が流れた時の比較電圧値Ｖ５との変動推移を監視する。
【００９９】
　直流地絡判定回路４２は、変動推移監視回路４１からの監視結果に基づいて、オフセット電流値が高くなると、比較電圧値Ｖ５が高くなるような変動推移、すなわち、＋６０ｍＡのオフセット電流が流れた時の比較電圧値Ｖ５が＋５８ｍＡのオフセット電流が流れた時の比較電圧値Ｖ５よりも高くなる変動推移を検出すると、正方向の直流地絡電流が発生したものと判断する。
【０１００】
　また、直流地絡判定回路４２は、変動推移監視回路４１からの監視結果に基づいて、オフセット電流値が高くなると、比較電圧値Ｖ５が低くなるような変動推移、すなわち、＋６０ｍＡのオフセット電流が流れた時の比較電圧値Ｖ５が＋５８ｍＡのオフセット電流が流れた時の比較電圧値Ｖ５よりも低くなる変動推移を検出すると、逆方向の直流地絡電流が発生したものと判断する。
【０１０１】
　第３の実施の形態によれば、所定周期毎に電流値の異なるオフセット電流を流し、電源線１１０Ａ，１１０Ｂに関わる直流地絡電流が発生したものと判断されると、この直流地絡電流発生判断時に関わるオフセット電流値と比較電圧値Ｖ５との変動推移を監視し、オフセット電流値が高くなると、比較電圧値Ｖ５も高くなる変動推移を検出すると、正方向の直流地絡電流が発生したものと判断すると共に、オフセット電流値が高くなると、比較電圧値が低くなる変動推移を検出すると、逆方向の直流地絡電流が発生したものと判断するようにしたので、ＺＣＴ１０のヒステリシス特性の影響を受けることなく、直流地絡電流の発生の有無を正確に検出することができることはもちろんのこと、補償用ＺＣＴ、補償用分圧抵抗や補償用比較電圧値生成回路を設けなくても、直流地絡電流が正方向又は逆

方向に急峻に発生したとしても、この直流地絡電流が正方向の直流地絡電流、又は逆方向の直流地絡電流であるかを正確に検出することができる。

【０１０２】

尚、上記第３の実施の形態においては、オフセット電流値と比較電圧値Ｖ５との変動推移に基づいて正方向の直流地絡電流、若しくは逆方向の直流地絡電流であるかを判断する直流地絡電流検出回路１Ｃについて説明したが、正方向及び逆方向の直流電流値を検出する直流電流検出回路にも適用可能であることは言うまでもなく、比較電圧値Ｖ５に基づいて正方向の直流電流値及び逆方向の直流電流値を算出すると、電流値検出時に関わるオフセット電流値と比較電圧値Ｖ５との変動推移を監視し、オフセット電流値が高くなると、比較電圧値Ｖ５も高くなる変動推移を検出すると、前記正方向の直流電流値を前記現在の直流電流値として検出すると共に、オフセット電流値が高くなると、比較電圧値が低くなる変動推移を検出すると、逆方向の直流電流値を現在の直流電流値として検出するようにすれば、補償用ＺＣＴ、補償用分圧抵抗や補償用比較電圧値生成回路を設けなくても、ＺＣＴ１０のヒステリシス特性の影響を受けることなく、現在の直流電流値を正確に検出することができることはもちろんのこと、補償用ＺＣＴ、補償用分圧抵抗や補償用比較電圧値生成回路を設けなくても、現在の直流電流値が正方向又は逆方向に急峻に変化としても、同直流電流値が正方向の直流電流値、若しくは逆方向の直流電流値であるかを正確に検出することができる。

【０１０３】

（実施の形態４）

次に第４の実施の形態を示す直流地絡電流検出回路について説明する。図９は第４の実施の形態を示す直流地絡電流検出回路内部の概略構成を示すブロック図である。尚、図１に示す直流地絡電流検出回路１Ａと同一のものには同一符号を付すことで、その重複する構成及び動作の説明については省略する。

【０１０４】

図９に示す直流地絡電流検出回路１Ｄは、電源線１１０Ａ、１１０Ｂを挿通するＺＣＴ１０、発振回路１１、比較電圧値生成回路１３及び地絡判定用閾値メモリ２３を有し、ＺＣＴ１０のヒステリシス特性の影響を受けて、比較電圧値Ｖ５に基づく正確な直流地絡電流の直流電流値の検出を困難とする電流範囲を、比較電圧値Ｖ５に基づく直流電流値の検出を可能とする電流検出可能範囲にシフトすべく、ＺＣＴ１０に対して、電源線１１０Ａ，１１０Ｂを複数回挿通するように構成した。

【０１０５】

つまり、ＺＣＴ１０に挿通する電源線１１０Ａ，１１０Ｂの挿通回数分だけ直流地絡電流が加算されることになるため、この加算分だけ、電流検出可能範囲にシフトされるとことになる。

【０１０６】

尚、請求項４記載の直流電流検出回路及び請求項８記載の直流地絡電流検出回路は直流地絡電流検出回路１Ｄに相当するものである。

【０１０７】

次に第４の実施の形態を示す直流地絡電流検出回路１Ｄの動作について説明する。

【０１０８】

ＺＣＴ１０では、電源線１１０Ａ、１１０Ｂが３回挿通された場合、例えば電源線１１０Ａ，１１０Ｂに＋２０ｍＡの直流地絡電流が流れると、ＺＣＴ１０では、＋６０ｍＡの電流が流れたのと同じになる。

【０１０９】

比較電圧値生成回路１３では、ＺＣＴ１０のインピーダンス変化に応じてＺＣＴ１０及び分圧抵抗１２間で分圧された電圧値に基づいて比較電圧値Ｖ５を生成することになる。

【０１１０】

制御回路１４では、比較電圧値Ｖ５が地絡判定用上限閾値ＶＡ以上であると判定されると、又は、比較電圧値Ｖ５が地絡判定用下限閾値ＶＢ以下であると判定されると、直流地

絡電流が発生したものと判断する。

【０１１１】

第４の実施の形態によれば、ＺＣＴ１０のヒステリシス特性の影響を受けて、比較電圧値Ｖ５に基づく正確な直流地絡電流の直流電流値の検出を困難とする電流範囲を、比較電圧値Ｖ５に基づく直流電流値の検出を可能とする電流検出可能範囲にシフトすべく、ＺＣＴ１０に対して、電源線１１０Ａ、１１０Ｂを複数回挿通するように構成したので、オフセット電流発生回路等の別回路を設けなくても、その電源線１１０Ａ，１１０Ｂの挿通回数を変えるだけで、ＺＣＴ１０のヒステリシス特性の影響を受けることなく、直流地絡電流の発生の有無を正確に検出することができる。

【０１１２】

尚、第４の実施の形態においては、オフセット電流発生回路を用いることなく、電源線１１０Ａ，１１０ＢをＺＣＴ１０に複数回挿通することで、ＺＣＴ１０のヒステリシス特性の影響を受ける電流範囲を電流検出可能範囲にシフトし、この電流検出可能範囲内で比較電圧値Ｖ５に基づく直流地絡電流の発生の有無を検出することができる直流地絡電流検出回路１Ｄについて説明したが、現在の直流電流値を検出する直流電流検出回路にも適用可能であることは言うまでもなく、この場合、ＺＣＴ１０のヒステリシス特性の影響を受けて、比較電圧値Ｖ５に基づく正確な直流電流値の検出を困難とする電流範囲での、比較電圧値Ｖ５に基づく直流電流値の検出を可能とすべく、ＺＣＴ１０に対して、電源線１１０Ａ，１１０Ｂを複数回挿通するように構成することで、同電流範囲を挿通回数の電流分だけシフトすることで、比較電圧値Ｖ５に基づく電流値検出を可能とし、この電流値及び挿通回数の電流分の電流値に基づいて直流電流値を算出し、この直流電流値を現在の直流電流値として検出するようにすれば、オフセット電流発生回路等の別回路を設けなくても、その電源線１１０Ａ，１１０Ｂの挿通回数を変えるだけで、ＺＣＴ１０のヒステリシス特性の影響を受けることなく、正確に現在の直流電流値を検出することができる。

【産業上の利用可能性】

【０１１３】

本発明の直流電流検出回路は、比較電圧値に基づいて直流電流値を検出することができない微小電流範囲内であっても、現在の直流電流値を正確に検出することができる、ＺＣＴを使用した直流電流検出回路に有用である。

【０１１４】

また、本発明の直流地絡電流検出回路は、比較電圧値に基づく直流地絡電流の発生の有無を検出することができない微小電流範囲内であっても、正確に直流地絡電流の発生有無を検出することができる、ＺＣＴを使用した直流地絡電流検出回路に有用である。

【図面の簡単な説明】

【０１１５】

【図１】本発明の直流電流検出回路における第１の実施の形態を示す直流地絡電流検出回路内部の概略構成を示すブロック図である。

【図２】第１の実施の形態を示す直流地絡電流検出回路に関わる比較電圧値と直流電流値（直流地絡電流、直流地絡電流＋オフセット電流）との関係を示す説明図である。

【図３】本発明における第２の実施の形態を示す直流地絡電流検出回路内部の概略構成を示すブロック図である。

【図４】第２の実施の形態を示す直流地絡電流検出回路に関わる比較電圧値と直流電流値（直流地絡電流、直流地絡電流＋オフセット電流）との関係を示す説明図である。

【図５】第２の実施の形態を示す直流地絡電流検出回路におけるオフセット電流毎の直流地絡電流と比較電圧値との対応関係の一例を示す説明図である。

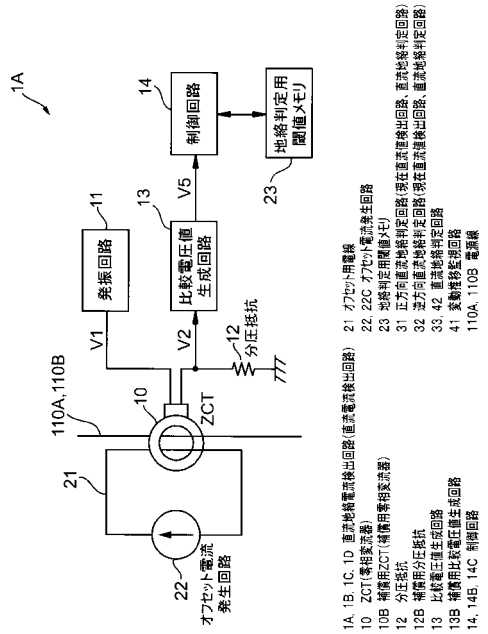
【図６】本発明における第３の実施の形態を示す直流地絡電流検出回路内部の概略構成を示すブロック図である。

【図７】第３の実施の形態を示す直流地絡電流検出回路に関わる比較電圧値と直流電流値（直流地絡電流、直流地絡電流＋オフセット電流）との関係を示す説明図である。

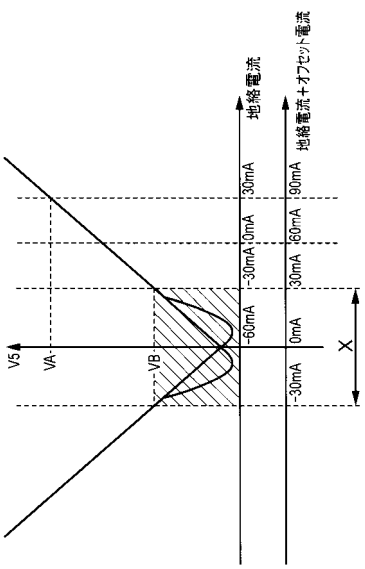
【図８】第３の実施の形態を示す直流地絡電流検出回路の直流地絡電流と変動推移との対

応関係の一例を示す説明図である。
【図９】本発明における第４の実施の形態を示す直流地絡電流検出回路内部の概略構成を示すブロック図である。
【図１０】一般的な系統連系システム全体の概略構成を示すブロック図である。
【図１１】従来の直流地絡電流検出回路内部の概略構成を示すブロック図である。
【図１２】従来の直流地絡電流検出回路内部の各出力波形を通じて、同直流地絡電流検出回路の動作を端的に示す説明図である。ａ）直流地絡電流が発生していないと判断する場合の出力波形　ｂ）直流地絡電流が発生したと判断する場合の出力波形
【図１３】従来の直流地絡電流検出回路におけるＺＣＴのヒステリシス特性を端的に示す説明図である。
【図１４】従来の直流地絡電流検出回路におけるＺＣＴの透磁率－磁化電流の特性が環境温度の変化によって変動する原理内容を端的に示す説明図である。
【図１５】従来の直流地絡電流検出回路の比較電圧値と直流電流値（直流地絡電流）との関係を端的に示す説明図である。
【符号の説明】
【０１１６】
１Ａ、１Ｂ，１Ｃ，１Ｄ　直流地絡電流検出回路（直流電流検出回路）
１０　ＺＣＴ（零相変流器）
１０Ｂ　補償用ＺＣＴ（補償用零相変流器）
１２　分圧抵抗
１２Ｂ　補償用分圧抵抗
１３　比較電圧値生成回路
１３Ｂ　補償用比較電圧値生成回路
１４、１４Ｂ、１４Ｃ　制御回路
２１　オフセット用電線
２２、２２Ｃ　オフセット電流発生回路
２３　地絡判定用閾値メモリ
３１　正方向直流地絡判定回路（現在直流値検出回路、直流地絡判定回路）
３２　逆方向直流地絡判定回路（現在直流値検出回路、直流地絡判定回路）
３３、４２　直流地絡判定回路
４１　変動推移監視回路
１１０Ａ，１１０Ｂ　電源線

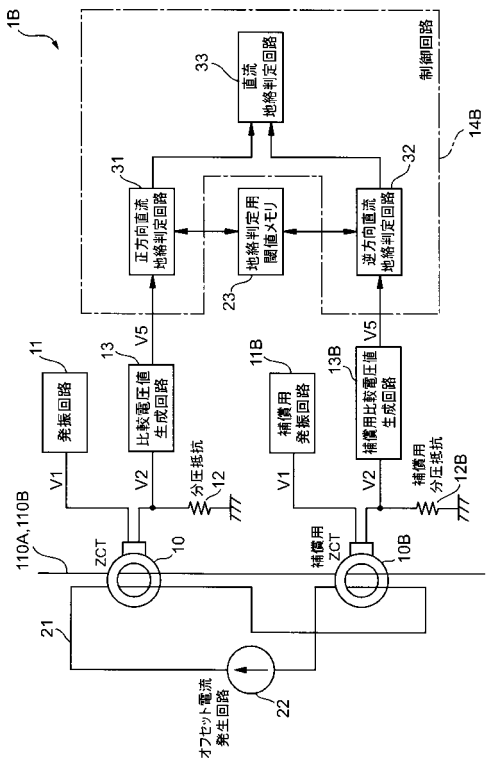
【図１】


1A
制御回路
14
地絡判定用閾値メモリ
23
比較電圧値生成回路
13
V5
発振回路
11
V1
V2
分圧抵抗
12
110A,110B
10
ZCT
21
オフセット電流発生回路
22
1A, 1B, 1C, 1D 直流地絡電流検出回路(直流電流検出回路)
10 ZCT(零相変流器)
10B 補償用ZCT(補償用零相変流器)
12 分圧抵抗
12B 補償用分圧抵抗
13 比較電圧生成回路
13B 補償用比較電圧生成回路
14, 14B, 14C 制御回路
21 オフセット用電線
22, 22C オフセット電流発生回路
23 地絡判定用閾値メモリ
31 正方向直流地絡判定回路(現在直流値検出回路、直流地絡判定回路)
32 逆方向直流地絡判定回路(現在直流値検出回路、直流地絡判定回路)
33, 42 直流地絡判定回路
41 表動地絡監視回路
110A, 110B 電源線

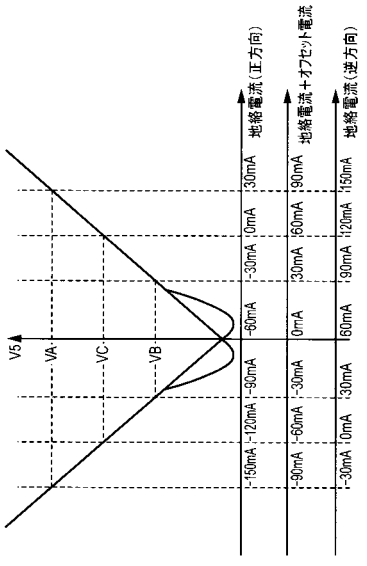
【図２】


V5
VA
VB
X
地絡電流
地絡電流＋オフセット電流
30mA
10mA
-30mA
-60mA
90mA
60mA
30mA
0mA
-30mA

【図３】


1B
制御回路
14B
直流地絡判定回路
33
正方向直流地絡判定回路
31
地絡判定用閾値メモリ
23
逆方向直流地絡判定回路
32
発振回路
11
比較電圧値生成回路
13
V5
V1
V2
分圧抵抗
12
補償用発振回路
11B
補償用比較電圧値生成回路
13B
補償用分圧抵抗
12B
110A,110B
ZCT
10
補償用ZCT
10B
21
オフセット電流発生回路
22

【図４】

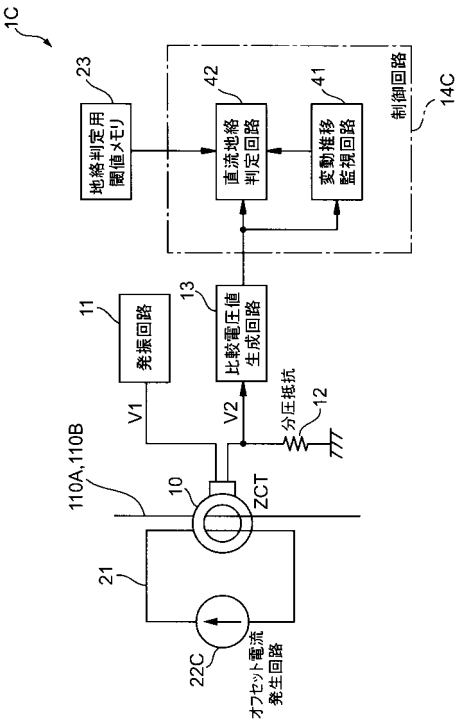

V5
VA
VC
VB
地絡電流(正方向)
地絡電流＋オフセット電流
地絡電流(逆方向)
30mA
10mA
-30mA
-60mA
-90mA
-120mA
-150mA
90mA
60mA
30mA
0mA
-30mA
-60mA
-90mA
150mA
120mA
90mA
60mA
30mA

【図５】

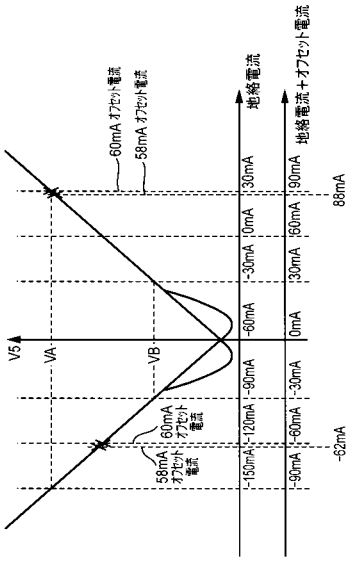
オフセット電流	−60mA(逆方向)	+60mA(正方向)	−60mA(逆方向)	+60mA(正方向)
地絡電流	+30mA	+30mA	−30mA	−30mA
地絡電流＋オフセット電流	−30mA	+90mA	−90mA	+30mA
比較電圧値	V5≦VB	V5≧VA	V5≧VA	V5≦VB

V5≧VAに基づいて正方向又は逆方向の直流地絡電流を認識

【図６】



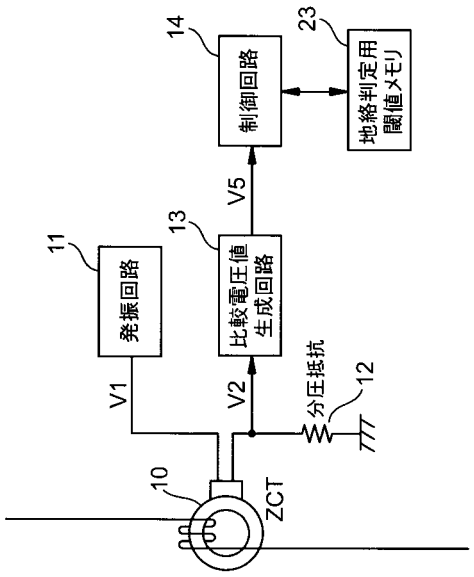
【図７】



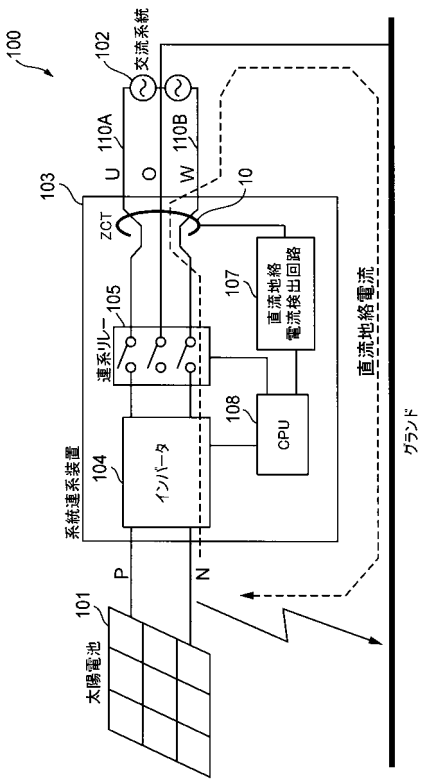
【図８】

地絡電流	オフセット電流 60mA	オフセット電流 58mA	比較電圧値変動推移
+30mAのとき	+90mA	+88mA	60mAのV5大
0mAのとき	+60mA	+58mA	60mAのV5大
−30mAのとき	+30mA	+28mA	60mAのV5大
−90mAのとき	−30mA	−32mA	58mAのV5大
−120mAのとき	−60mA	−62mA	58mAのV5大

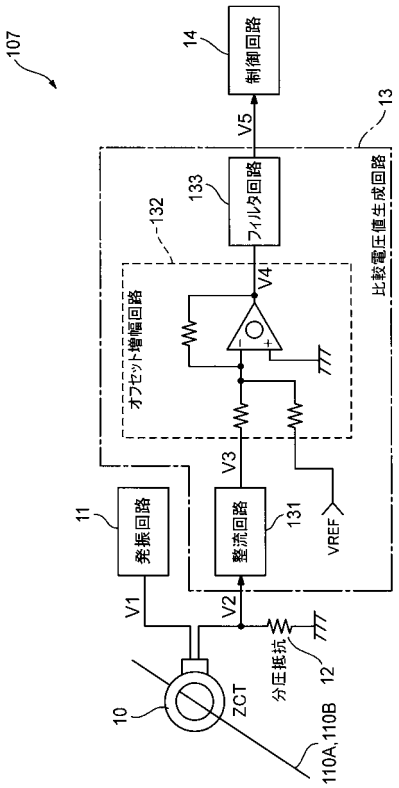
【図９】



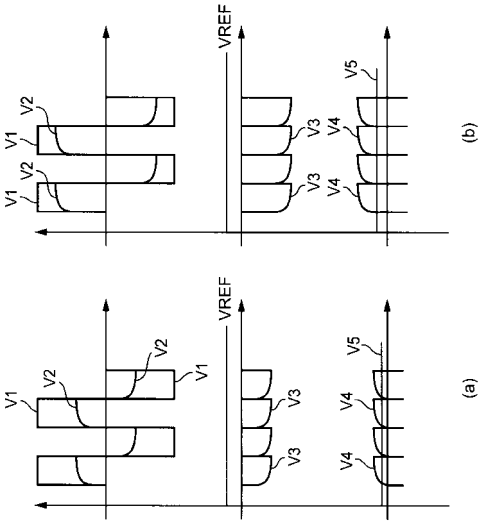
【図１０】



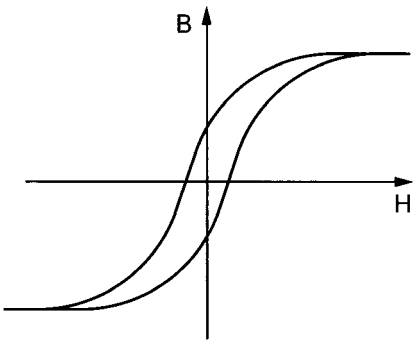
【図１１】



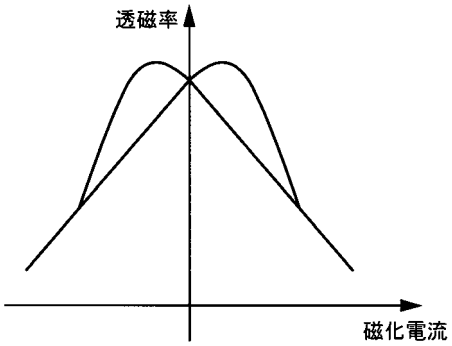
【図１２】



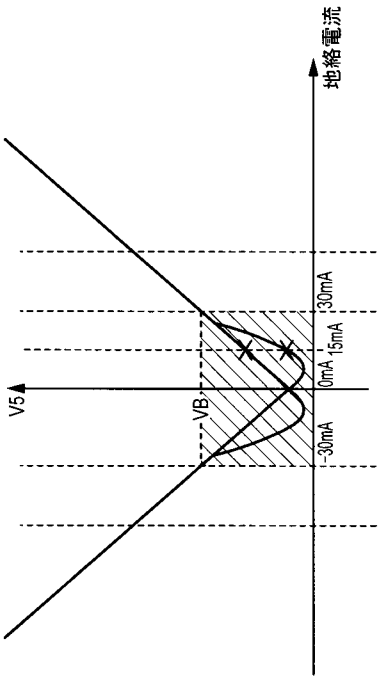
【図１３】



【図１４】



【図１５】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
H01H 83/02 (2006.01) H01H 83/02 E

審査官 宮本 秀一

(56)参考文献 特開平０３－１９１８７０（ＪＰ，Ａ）
特開平０１－１５８３６５（ＪＰ，Ａ）
米国特許第０４２８０１６２（ＵＳ，Ａ）
英国特許出願公開第０２２５１７４１（ＧＢ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｇ０１Ｄ ３／０２、
Ｇ０１Ｒ １５／００－１９／３２、３１／０２－３１／０６、
Ｈ０１Ｈ ６９／００－６９／０１、７１／００－８３／２２、
Ｈ０２Ｈ ３／０８－ ３／２５３、 ３／３２－ ３／５２