

(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2018-77110

(P2018-77110A)

(43) 公開日 平成30年5月17日 (2018.5.17)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
GO 1 N 29/12 (2006.01)	GO 1 N 29/12	2 GO 4 7
GO 1 N 29/04 (2006.01)	GO 1 N 29/04	
GO 1 N 29/34 (2006.01)	GO 1 N 29/34	
GO 1 N 29/46 (2006.01)	GO 1 N 29/46	
GO 1 N 29/50 (2006.01)	GO 1 N 29/50	
審査請求 未請求 請求項の数 15 O L (全 13 頁)		

(21) 出願番号	特願2016-218603 (P2016-218603)	(71) 出願人	000005108
(22) 出願日	平成28年11月9日 (2016.11.9)		株式会社日立製作所
		(74) 代理人	110000350
			ポレール特許業務法人
		(72) 発明者	額賀 淳
			東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株
			式会社日立製作所内
		(72) 発明者	廣瀬 誠
			東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株
			式会社日立製作所内
		Fターム (参考)	2G047 AC05 BA04 BC04 BC11 CA01
			GF06 GF07 GG20 GG33 GG36

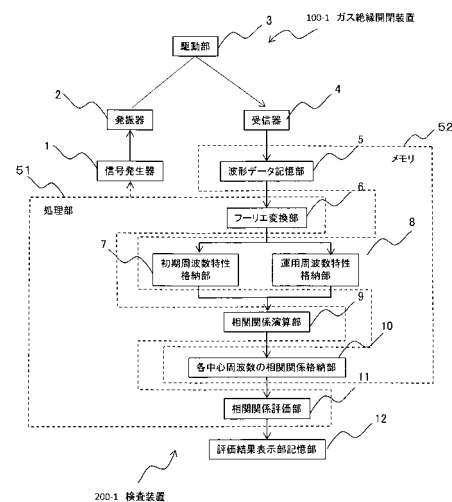
(54) 【発明の名称】 開閉装置の検査装置及びシステム及び方法

(57) 【要約】

【課題】 開閉装置の駆動部が動作していない状態（通常の通電時等）においても、開閉装置の異常判定を可能とすること。

【解決手段】 ガス絶縁装置の遮断器や断路器等の駆動部3に発振器2を密着し、前計測として駆動部3の共振周波数を周波数スペクトルから取得する。発振器2は、共振周波数を中心周波数としたパルス圧縮波、又はパルス波を入射波として駆動部3に入力し、駆動部3からの反射波を受信器4により計測する。波形データ記憶部5は、計測波形の周波数スペクトルを計測データとして記憶する。相関関係評価部9及び相関関係評価部11は、周波数スペクトルを機器組立時に取得した初期データと、装置の動作時間が経過後のスペクトルとの相関関係の変化を評価した判定結果から異常の判定を実施する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

開閉装置の検査装置であって、
発振器と、
受信器と、
処理部と、

を備え、

前記処理部は、

開閉装置の初期状態において、駆動部に前記発振器から第 1 の入射信号を入力し、駆動部から受信部により受信した周波数成分から複数の第 1 の共振周波数を取得し、

10

各第 1 の共振周波数を中心周波数とした各第 2 の入射信号を前記発振器により駆動部に入射して、駆動部から受信部により受信した各第 2 の反射信号の周波数成分から各第 2 の共振周波数を得て、

開閉装置の運用開始後において、各第 2 の共振周波数を中心周波数とした各第 2 の入射信号を前記発振器により駆動部に入射して、駆動部から受信部により受信した各第 3 の反射信号の周波数成分から各第 3 の共振周波数を得て、

各第 2 の共振周波数と各第 3 の共振周波数との相関関係から異常を判定する、
開閉装置の検査装置。

【請求項 2】

20

請求項 1 に記載の開閉装置の検査装置において、
前記処理部は、

フーリエ変換部と、
相関関係演算部と、
初期周波数特性格納部と
運用周波数特性格納部と、
相関関係格納部と、

を備え、

前記フーリエ変換部は、開閉装置の初期状態において、第 1 の反射信号の周波数成分から複数の第 1 の共振周波数を取得し、各第 2 の反射信号の周波数成分から各第 2 の共振周波数を得て、前記初期周波数特性格納部に記憶し、

30

前記フーリエ変換部は、開閉装置の運用開始後において、各第 3 の反射信号の周波数成分から各第 3 の共振周波数を得て、前記運用周波数特性格納部に記憶し、

前記相関関係演算部は、前記初期周波数特性格納部及び前記運用周波数特性格納部とを参照し、各第 2 の共振周波数と各第 3 の共振周波数との相関関係のずれから異常を第 2 の共振周波数ごとに実行し、前記相関関係格納部に判定結果を記憶する、
ことを特徴とする開閉装置の検査装置。

【請求項 3】

40

請求項 2 に記載の開閉装置の検査装置において、

前記処理部は、前記相関関係格納部を参照し、異常と判定された第 2 及び第 3 の共振周波数の数及び／又は異常の度合いから異常の状態を評価する相関関係評価部を、さらに備えたことを特徴とする開閉装置の検査装置。

【請求項 4】

請求項 3 に記載の開閉装置の検査装置において、

前記相関関係評価部は、評価結果を評価結果表示部に表示する及び／又は評価結果記憶部に記憶する及び／又は他の装置に出力することを特徴とする開閉装置の検査装置。

【請求項 5】

50

請求項 1 に記載の開閉装置の検査装置において、

前記発振器は、遮断器及び／又は断路器及び／又は開閉装置の他の駆動部において、外部からアクセス可能な駆動軸に接触して振動を駆動部に伝達させるように取り付けられたことを特徴とする開閉装置の検査装置。

【請求項 6】

請求項 1 に記載の開閉装置の検査装置において、

前記発振器は、入射信号として、初期状態ではインパルス波、運転開始後はパルス圧縮波を用いることを特徴とする開閉装置の検査装置。

10

【請求項 7】

請求項 1 に記載の開閉装置の検査装置において、

前記処理部は、第 2 の共振周波数と第 3 の共振周波数とのずれ量を、対応した共振周波数の組におけるユークリッド距離、マハラノビス距離、ピアソンの積分相関係数、又は、その他の相関係数のいずれかを用いて判定することを特徴とする開閉装置の検査装置。

【請求項 8】

請求項 1 に記載の開閉装置の検査装置において、

前記発振器及び前記受信器が、開閉装置の駆動部に予め取り付けられた又は予め組み込まれていることを特徴とする開閉装置の検査装置。

20

【請求項 9】

請求項 1 に記載の開閉装置の検査装置において、

前記発振器及び／又は前記受信器を複数設け、

前記処理部は、前記発振器と前記受信器の組み合わせにより駆動部の複数の振動モードによる第 1 乃至第 3 の反射信号を取得し、異常の判定を行うことを特徴とする開閉装置の検査装置。

【請求項 10】

請求項 9 に記載の開閉装置の検査装置において、

ひとつの前記発振器を駆動部の主軸又は第 1 の軸に設置し、前記受信器のひとつを主軸又は第 1 の軸に設置し、他の前記受信器を駆動部の副軸又は第 2 の軸に設置し、

前記発振器から入力した信号に対する第 1 乃至第 3 の反射信号を各前記受信器で受信し、第 1 乃至第 3 の共振周波数を取得する、ことを特徴とする開閉装置の検査装置。

30

【請求項 11】

請求項 1 に記載の開閉装置の検査装置において、

前記処理部は、第 1 乃至第 3 の共振周波数、相関係数のうちひとつ又は複数をそれぞれ記憶部に書き込み及び記憶部から読み取ることを特徴とする開閉装置の検査装置。

40

【請求項 12】

請求項 1 に記載の開閉装置の検査装置において、

前記開閉装置は、ガス絶縁開閉装置であることを特徴とする開閉装置の検査装置。

【請求項 13】

開閉装置の検査システムであって、

開閉装置の駆動部に予め取り付けられ又は予め組み込まれて第 1 の入射信号を入射する前記発振器と、開閉装置の駆動部に予め取り付けられ又は予め組み込まれて駆動部からの第 1 の反射信号を受信する前記受信器と、を有する開閉装置と、

50

検査装置と、
を備え、
前記検査装置は、

開閉装置の初期状態において、駆動部に前記発振器から第1の入射信号を入力し、駆動部から受信部により受信した周波数成分から複数の第1の共振周波数を取得する、第1の処理機能部と、

各第1の共振周波数を中心周波数とした各第2の入射信号を前記発振器により駆動部に入射して、駆動部から受信部により受信した各第2の反射信号の周波数成分から各第2の共振周波数を得る、第2の処理機能部、

開閉装置の運用開始後において、各第2の共振周波数を中心周波数とした各第2の入射信号を前記発振器により駆動部に入射して、駆動部から受信部により受信した各第3の反射信号の周波数成分から各第3の共振周波数を得る、第3の処理機能部と、

各第2の共振周波数と各第3の共振周波数との相関関係から異常を判定する、第4の処理機能部と、
を備えた開閉装置の検査システム。

【請求項14】

請求項13に記載の開閉装置の検査システムにおいて、

前記受信器、又は、前記検査装置の第1乃至第n（nは、2～4の整数）処理機能部を有する第1のデータ処理部と、

前記第1のデータ処理部とネットワーク又はラインを介して接続され、前記検査装置の第n乃至第4の処理機能部を有する第2のデータ処理部を備え、任意の時間に、前記第1のデータ処理部から、第1乃至第nの処理機能部のいずれかひとつ又は複数の出力データを取得する集中管理室と、
をさらに備えたことを特徴とする開閉装置の検査システム。

【請求項15】

開閉装置の検査方法であって、

開閉装置の初期状態において、駆動部に前記発振器から第1の入射信号を入力し、駆動部から受信部により受信した周波数成分から複数の第1の共振周波数を取得し、

各第1の共振周波数を中心周波数とした各第2の入射信号を前記発振器により駆動部に入射して、駆動部から受信部により受信した各第2の反射信号の周波数成分から各第2の共振周波数を得て、

開閉装置の運用開始後において、各第2の共振周波数を中心周波数とした各第2の入射信号を前記発振器により駆動部に入射して、駆動部から受信部により受信した各第3の反射信号の周波数成分から各第3の共振周波数を得て、

各第2の共振周波数と各第3の共振周波数との相関関係から異常を判定する、
開閉装置の検査方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、開閉装置の検査装置及びシステム及び方法に関し、詳しくは、例えば、遮断器及び断路器等の駆動部をガス絶縁密封容器内に設置し、電力系統から受電する受電ユニット、さらに遮断器及び断路器をガス絶縁容器内に設置し、母線を介して電力を負荷側に給電する給電ユニットを有するガス絶縁開閉装置等の開閉装置の駆動部等を検査するための開閉装置の検査装置及びシステム及び方法に関する。

【背景技術】

【0002】

一般に、ガス絶縁開閉装置では、受電用断路器、遮断器、母線用断路器の主回路機器が、SF₆などの絶縁性ガスを封入した密閉容器内に収容され、この密閉容器に電力ケーブル、母線が接続され、密閉容器前面側には主回路機器の操作機構が設置され、各機器間は主回路導体により接続される。

受電用のガス絶縁開閉装置においては、電力ケーブルにより電力系統から電力を引き込み、受電用断路器－遮断器－母線用断路器を経由して母線に給電する。

また、給電用のガス絶縁開閉装置の場合は、母線から受電し、母線用断路器－遮断器－給電用断路器を経由して負荷に接続した電力ケーブルに給電する。三相分を一回線とした1ペイを構成するガス絶縁開閉装置と、隣接する1ペイを構成するガス絶縁開閉装置の間は母線により電氣的に接続される。このように構成されたガス絶縁開閉装置においては、主回路機器及び主回路導体を絶縁性ガスを封入した密閉容器内に設置することで小形化、かつ高信頼化できる利点がある。この内、遮断器、断路器、接地開閉器においては、油圧ばね、ばね、あるいは電動方式で機器の開閉を動作する駆動機構を有する。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開昭63-043524号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、上述のようなガス絶縁開閉装置においては、駆動部分が時間経過によりギア、あるいはリンク機構の劣化が生じ、固渋などの動作不具合が発生する場合が想定される。発電機や回転機など常時回転動作する機器においては回転振動などにより動作の異常判定が可能である。これに対し、ガス絶縁開閉装置は、常時は通電状態で駆動部は静止しており、駆動部動作回数は少なく、準静止機器である。そのため、ガス絶縁開閉装置では、静止状態で駆動部の異常判定をしなければならないという課題がある。

【0005】

本発明は、以上の点に鑑み、開閉装置の駆動部が動作していない状態（通常に通電時等）においても、開閉装置の異常判定を可能とすることを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明の第1の解決手段によると、
開閉装置の検査装置であって、
発振器と、
受信器と、
処理部と、
を備え、
前記処理部は、

開閉装置の初期状態において、駆動部に前記発振器から第1の入射信号を入力し、駆動部から受信部により受信した周波数成分から複数の第1の共振周波数を取得し、

各第1の共振周波数を中心周波数とした各第2の入射信号を前記発振器により駆動部に入射して、駆動部から受信部により受信した各第2の反射信号の周波数成分から各第2の共振周波数を得て、

開閉装置の運用開始後において、各第2の共振周波数を中心周波数とした各第2の入射信号を前記発振器により駆動部に入射して、駆動部から受信部により受信した各第3の反射信号の周波数成分から各第3の共振周波数を得て、

各第2の共振周波数と各第3の共振周波数との相関関係から異常を判定する、

開閉装置の検査装置が提供される。

【0007】

本発明の第2の解決手段によると、

開閉装置の検査システムであって、

開閉装置の駆動部に予め取り付けられ又は予め組み込まれて第1の入射信号を入射する前記発振器と、開閉装置の駆動部に予め取り付けられ又は予め組み込まれて駆動部からの第1の反射信号を受信する前記受信器と、を有する開閉装置と、

検査装置と、

を備え、

前記検査装置は、

開閉装置の初期状態において、駆動部に前記発振器から第1の入射信号を入力し、駆動部から受信部により受信した周波数成分から複数の第1の共振周波数を取得する、第1の処理機能部と、

各第1の共振周波数を中心周波数とした各第2の入射信号を前記発振器により駆動部に入射して、駆動部から受信部により受信した各第2の反射信号の周波数成分から各第2の共振周波数を得る、第2の処理機能部、

開閉装置の運用開始後において、各第2の共振周波数を中心周波数とした各第2の入射信号を前記発振器により駆動部に入射して、駆動部から受信部により受信した各第3の反射信号の周波数成分から各第3の共振周波数を得る、第3の処理機能部と、

各第2の共振周波数と各第3の共振周波数との相関関係から異常を判定する、第4の処理機能部と、

を備えた開閉装置の検査システムが提供される。

【0008】

本発明の第3の解決手段によると、

開閉装置の検査方法であって、

開閉装置の初期状態において、駆動部に前記発振器から第1の入射信号を入力し、駆動部から受信部により受信した周波数成分から複数の第1の共振周波数を取得し、

各第1の共振周波数を中心周波数とした各第2の入射信号を前記発振器により駆動部に入射して、駆動部から受信部により受信した各第2の反射信号の周波数成分から各第2の共振周波数を得て、

開閉装置の運用開始後において、各第2の共振周波数を中心周波数とした各第2の入射信号を前記発振器により駆動部に入射して、駆動部から受信部により受信した各第3の反射信号の周波数成分から各第3の共振周波数を得て、

各第2の共振周波数と各第3の共振周波数との相関関係から異常を判定する、開閉装置の検査方法が提供される。

【発明の効果】

【0009】

本発明によると、開閉装置の駆動部が動作していない状態（通常に通電時等）においても、開閉装置の異常判定を可能とすることができる。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】ガス絶縁開閉装置の駆動部検査システムの構成を示す概略的な説明図。

【図2】駆動部の受信波の周波数成分データを示す説明図。

【図3】初期周波数特性における共振周波数と装置運用開始後の共振周波数との相関関係を示す説明図。

【図4】検査方法のフローチャートを示す説明図。

【図5】パルス圧縮波を示す説明図。

【図6】ガス絶縁開閉装置を遠隔監視するための駆動部検査システムの構成図。

【図7】インパルス波形例を示す説明図。

【発明を実施するための形態】

10

20

30

40

50

【0011】

A. 概要

本実施形態の開閉装置の検査装置及びシステム及び方法、特に、ガス絶縁開閉装置の駆動部検査装置及びシステム及び方法、及び、駆動検査装置を組み込んだガス絶縁開閉装置及び駆動部検査装置システムにおいては、絶縁ガスを封入したガス絶縁容器内に少なくとも断路器、接地開閉器、遮断器、及び接地開閉器付き断路器等の駆動部を有する主回路機器を収容している。本実施形態では、例えば、次のような処理が行われる。

- ・まず、ガス絶縁装置の遮断器、及び断路器の駆動部に発振器を密着し、前計測として駆動部の共振周波数を周波数スペクトルから取得する。
- ・つぎに、共振周波数を中心周波数としたパルス圧縮波又はパルス波を入射波として駆動部に入力し、駆動部からの反射波を受信器により計測する。
- ・つぎに、計測波形の周波数スペクトルを計測データとして記憶する。
- ・つぎに、周波数スペクトルを機器組立時に取得した初期データと、装置の動作時間が経過後のスペクトルとの相関関係の変化を評価した判定結果から異常の判定を実施する。

【0012】

以下、図面を参照しつつ本実施形態を説明する。

B. 第1の実施形態

図1は、ガス絶縁開閉装置の駆動部検査システムの構成を示す概略的な説明図である。

本システムは、ガス絶縁開閉装置100-1、検査装置200-1を備える。詳細には、本システムは、駆動部分に入射する信号波形を作成する信号発生器1、駆動部3と接触して、駆動部3に振動を入射する発振器2、ガス絶縁開閉装置の駆動部3、駆動部3からの反射波を受信する受信器4、受信信号を記憶する波形データ記憶部5、波形データから周波数成分を導出するフーリエ変換部6、ガス絶縁開閉装置組立て直後の周波数成分データを記録する初期周波数特性格納部7、装置運用開始後の時間経過時の駆動部3の運用周波数特性を記録する運用周波数特性格納部8、初期周波数特性と運用開始後の周波数特性との相関関係を演算する相関関係演算部9、相関関係の演算結果を記録する相関関係格納部10、相関関係評価部11、評価結果表示部／記憶部12を備える。なお、処理部51は、フーリエ変換部6、相関関係演算部9、相関関係評価部11を有し、また、各記憶部・格納部のデータの書き込み及び読み出し等の各種処理、及び、信号発生器1、発振器2、受信器4、評価結果表示部／記憶部12等の各種制御・処理を実行する。

【0013】

信号発生器1は、例えば、正弦波の他、パルス圧縮波等の波形の入射信号を発生可能としており、これらの波形の周波数は任意に設定可能となっている。発振器2は、信号発生器1からの電気信号を機械振動に変更し、駆動部3に入射する。駆動部3への入射波は駆動部内部及び／又はガス絶縁開閉装置内部に到達し、反射される。反射波は受信器4により受信され、電気信号へと変換される。電気信号は波形データ記憶部5に記録される。この時点で波形データは時間領域波形であり、フーリエ変換部6により周波数領域波形に変換される。ガス絶縁開閉装置を組立て直後の駆動部3の反射波の初期の周波数領域波形は初期周波数特性格納部7に記録され、ガス絶縁開閉装置稼動後の時間が経過した状態の駆動部3の反射波の運用時の周波数領域波形は運用周波数特性格納部8に記録される。初期周波数特性と経過時間後の運用周波数特性は相関関係演算部9により相関関係を計算される。駆動部3への入射波の各共振周波数の周囲の相関関係を各共振周波数の相関関係格納部10に記録される。相関関係格納部10に記録された計算結果を相関関係評価部11で判定し、判定結果を評価結果表示部／記憶部12にて表示及び／又は記憶する。

【0014】

図4は、検査方法のフローチャートを示す説明図である。

以下、判定方法の詳細を説明する。

(S 1 1 ; 前計測)

まず、ガス絶縁開閉装置の組立て後（初期状態）に、処理部 5 1 は、駆動部 3 に発振器 2 からパルス波等の入射信号を入力する。なお、ここで組立て後（初期状態）については、例えば、ガス絶縁開閉装置を閉極状態として稼働した後であって、組立て直後の予め定めた時間後、安定状態・定常状態となった後等、適宜のタイミングを初期状態として定めることができる。発振器 2 は、例えば、遮断器や断路器の駆動部 3 において、外部からアクセス可能な駆動軸等に接触し、振動を駆動部 3 に伝達させる。入射波形は、例えば、インパルス波、もしくは圧縮パルス波など、適宜のものをを用いることができる。処理部 5 1 は、駆動部 3 からの反射波（反射信号）を受信部 4 のセンサにより計測し、波形データ記憶部 5 に記憶する。なお、各記憶部・格納部へのデータの記録の際は、時刻、周波数、波形情報、各種識別情報等を適宜含めることができる。処理部 5 1 は、波形データ記憶部 5 から波形データを読み出し、この反射信号において時間領域信号をフーリエ変換部 6 で周波数成分データとし、駆動部の予め定めた複数の共振周波数を取得する。上述を前計測とする。

10

【0 0 1 5】

図 2 は、駆動部の受信波の周波数成分データを示す説明図である。ここで、共振周波数 F_1 、 F_2 、 $\dots$ としては、例えば、強度の比較的強い周波数から予め定めた数を選択することができる。なお、低周波数は比較的ノイズが含まれる場合が想定され、また、高周波数は減衰して計測しにくい場合等が想定されるが、予め定めた周波数以下及び／又は以上の周波数を除くようにしてもよい。

20

【0 0 1 6】

(S 1 2 ; 初期特性取得)

さらに、処理部 5 1 は、発振器 2 により、前計測でのパルス波による反射波で得た複数の共振周波数 F_1 、 F_2 、 $\dots$ を中心周波数とした各パルス圧縮波等の入射信号を駆動部 3 に入射して上述のように、受信部 4、波形データ記憶部 5、フーリエ変換部 6 等を用いてより細密な周波数特性を得る。処理部 5 1 は、この際得られた共振周波数 f_1 、 f_2 、 f_3 、 $\dots$ を初期周波数特性とし、初期周波数特性格納部 7 に記録する。ここで、周波数 f_1 、 f_2 は、それぞれ周波数 F_1 、 F_2 を入射して、得られた反射信号により計測された細密な共振周波数である。

30

【0 0 1 7】

(S 1 3 ; 装置動作後)

ガス絶縁開閉装置の運用開始後、処理部 5 1 は、初期周波数特性格納部 7 を参照し、共振周波数 f_1 、 f_2 、 f_3 、 $\dots$ を得て、上述と同様に各共振周波数 f_1 、 f_2 、 f_3 、 $\dots$ を中心としたパルス圧縮波の入射に対する反射波により共振周波数 f_1' 、 f_2' 、 f_3' 、 $\dots$ を求め、運用周波数特性を運用周波数特性格納部 8 に記録する。

【0 0 1 8】

(S 1 4 ; 異常判定)

図 3 は、初期周波数特性における共振周波数と装置運用開始後の共振周波数との相関関係を示す説明図である。

40

処理部 5 1 は、初期周波数特性における共振周波数 f_1 、 f_2 、 f_3 、 $\dots$ と装置運用開始後の共振周波数 f_1' 、 f_2' 、 f_3' 、 $\dots$ との相関関係を相関関係演算部 9 で計算する。処理部 5 1 は、例えば、相関関係として横軸に初期特性、縦軸に経過時間後の特性とし、相関の閾値を設定し、この閾値を超えた場合に異常と判定する。より具体的には初期の共振周波数 f_1 に対しては f_1' 、 f_2 に対しては f_2' と言うように対応する共振周波数の組を設定する。駆動部 3 のリンク、もしくはギア部に固渋などの異常が発生すると駆動部 3 の固有振動数が変化するため、共有振動数にずれが生じる。例えば、このずれが閾値を超過した場合に異常と判定することができる。閾値の設定は、例えば、別途要素試験において正常時の共振振動数に対して模式的に固渋状態とした場合の共振周波数のずれを基に設定することができる。うち、ずれ量は、例えば、対応した共振周波数の

50

組における相関関係上のユークリッド距離等の各種計算方法にて計算することができる。処理部 51 は、前述の判定を各中心周波数ごとに実施し、中心周波数ごとの判定結果を各共振周波数の相関関係格納部 10 に記録する。処理部 51 は、相関関係評価部 11 にて、例えば、各相関関係格納部 10 の結果を用いて異常と判定された周波数の数、及び異常の度合いを判定して、異常の状態を評価する。なお、異常の度合いは、例えば、ずれの量を予め定めた閾値と比較すること等により行うことができる。また、異常の状態の評価は、例えば、異常と判定された数、異常の度合いを予め定めた重み等で加算又は積算することによって指標を求め、この指標を予め定めた閾値と比較すること等により行うことができる。処理部 51 は、上述の評価結果を評価結果表示部／記憶部 12 にて表示及び／又は記憶する。(図 4) なお、表示方法としては、例えば、異常の有無、時間、駆動部識別情報等や、図 3 に示す相関図等を適宜表示することができる。

10

【0019】

[入射波形]

本システムにおいて、上述のように、駆動部 3 に発振器 2 からパルス波を入力する。発振器 2 は遮断器や断路器等の駆動部 3 において、外部からアクセス可能な駆動軸に接触し、振動を駆動部に伝達させる。

【0020】

図 7 は、インパルス波形例を示す説明図である。

図 4 に示した前計測 (S11) においては、入力波形は、例えば、図 7 に示すようなインパルス波形とすることができる。図 7 (a) に信号強度の時間特性を示し、図 7 (b) にその周波数特性を示す。このような波形は、複数の共振周波数を得るための幅広い周波数特性を含む。

20

【0021】

図 5 は、パルス圧縮波を示す説明図である。

各共振周波数での入射波形は、例えば、図 5 に示すようにパルス圧縮波とすることができる。図 5 (a) は、信号強度の時間特性を示し、図 5 (b) はその中心周波数を有する周波数特性を示す。本システムでは、この圧縮波の中心周波数を初期状態の共振振動数 f_1 、 f_2 、 f_3 、・・・として少なくとも 2 種類以上入射し、それぞれの反射波における周波数特性を運用周波数特性格納部 8 に記録する。ガス絶縁開閉装置の運用開始後の計測においても、上述と同様の種類の中心周波数のパルス圧縮波を入射し、反射特性を計測する。これにより取得した時間経過後の周波数特性として共振周波数の近傍周波数でより精細に取得することが可能となる。

30

【0022】

[相関関係の演算]

初期周波数特性格納部 7 に記録した初期周波数特性 f_1 、 f_2 、 f_3 、・・・と、運用周波数特性格納部 8 に格納した経過時間後の周波数特性 f_1' 、 f_2' 、 f_3' 、・・・との相関関係を相関関係演算部 9 で計算する方法として、例えば、初期周波数特性と経過時間後の周波数特性とのマハラノビス距離を用いて判定することができる。この際、データが n 次元の連続ベクトルであるとして、得られたデータ列を $x^m = x_1, x_2, x_3, \dots, x_m$ として、 i 番目のデータを、

40

【数 1】

$$x_i = \begin{pmatrix} x_{i,1} \\ x_{i,2} \\ \vdots \\ x_{i,m} \end{pmatrix} \quad \dots \text{ (式 1)}$$

と記すとき、その平均値ベクトル μ 、分散共分散行列 Σ は以下のように求められる。

【0023】

50

【数 2】

平均値ベクトル

$$\mu = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m x_i \quad \dots \text{(式 2)}$$

分散共分散行列

$$\Sigma = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m (x_i - \mu)(x_i - \mu)^T \quad \dots \text{(式 3)}$$

10

ここで、 θ を閾値パラメータとして、新しいデータ x に対して、

【数 3】

$$\theta < \sqrt{(x_i - \mu)^T \Sigma^{-1} (x_i - \mu)} \quad \dots \text{(式 4)}$$

を満たす場合、 x は異常値であると判定する。

この他にも、相関を計算する方法として、例えば、母集団相関係数、標本相関係数、ピアソンの積分相関係数等、適宜の方法を用いることができる。

20

【0024】

C. 第 2 の実施形態

図 6 は、ガス絶縁開閉装置を遠隔監視するための駆動部検査システムの構成図である。

本システムは、ガス絶縁開閉装置 100-2、検査装置 200-2 を備える。本システムにおいては、発振器 2 と受信器 4 をあらかじめ駆動部 3 の軸に組み込んだ状態（表面等に取り付けた状態）でガス絶縁開閉装置 100-2 を構成する。信号発生器 1 と受信器 4 は、データ処理部 13-1 に接続される。データ処理部 13-1 はメモリ 52 内の適宜ひとつ又は複数の構成（波形データ記憶部 5 等）や処理部 51 の適宜のひとつ又は複数の構成（相関関係演算部 9 等）を有し、データ処理部 13-2 は、それ以外のメモリ 52 及び処理部 51 のひとつ又は複数の構成を有する。データ処理部 13-1 は、有線又は無線の適宜の通信回線やネットワークと通信装置 14 を介してオンライン又はオフラインで集中管理室 15 のデータ処理部 13-2 に接続されており、集中管理室 15 では、任意の時間にデータを取得、表示及び／又は、記憶することが可能となる。

30

【0025】

D. 第 3 の実施形態（モード計測）

上述の本実施形態において、発振器 2 と受信器 4 を 2 個以上設置するようにしてもよい。一例として、ひとつの発振器 2 と 2 個の受信器 4 を備え、ひとつの発振器 2 を駆動部 3 の主軸に設置し、受信器 4 の一つを主軸に設置し、他の受信器 4 を駆動部 3 の副軸に設置することができる。処理部 51 は、発振器 2 から入力した信号に対する反射波をそれぞれの受信器 4 で受信し、上述のように周波数特性を取得する。なお、発振器 2 も複数設けるようにしてもよい。処理部 51 は、発振器 2 と受信器 4 の設置場所、及びセンサの組合せをパラメータとして追加するようにしてもよい。これにより駆動部 3 の振動のモード計測（例えば、主軸によるモード、副軸によるモード等）が可能となり、駆動部 3 の異常の内容についての判定が可能となる。

40

【0026】

50

E. 実施形態の効果

本実施形態により、ガス絶縁開閉装置の駆動部が動作していない状態（通常に通電時等）においても、駆動部の異常判定が可能となるため、ガス絶縁開閉装置を停止して駆動部を解体して検査する必要がなく、さらに電力系統の切り替え、停止なしにガス絶縁開閉装置の検査が可能となるため、検査期間の大幅な短縮が図れる。加えて、機器の停止なしに検査ができるため、任意の時間間隔で検査データが取得でき、時系列データが取得可能となり、機器の信頼性が向上する。

【0027】

10

F. 付記

なお、本発明は上記した実施例に限定されるものではなく、様々な変形例が含まれている。例えば、上記した実施例は本発明を分かりやすく説明するために詳細に説明したものであり、必ずしも説明した全ての構成を備えるものに限定されるものではない。また、ある実施例の構成の一部を他の実施例の構成に置き換えることが可能であり、また、ある実施例の構成に他の実施例の構成を加えることも可能である。また、各実施例の構成の一部について、他の構成の追加・削除・置換をすることが可能である。

また、上記の各構成、機能、処理部、処理手段等は、それらの一部又は全部を、例えば集積回路で設計する等によりハードウェアで実現してもよい。また、上記の各構成、機能等は、プロセッサがそれぞれの機能を実現するプログラムを解釈し、実行することによりソフトウェアで実現してもよい。各機能を実現するプログラム、テーブル、ファイル等の情報は、メモリや、ハードディスク、SSD（Solid State Drive）等の記録装置、又は、ICカード、SDカード、DVD等の記録媒体に置くことができる。

20

また、制御線や情報線は説明上必要と考えられるものを示しており、製品上必ずしも全ての制御線や情報線を示しているとは限らない。実際には殆ど全ての構成が相互に接続されていると考えてもよい。

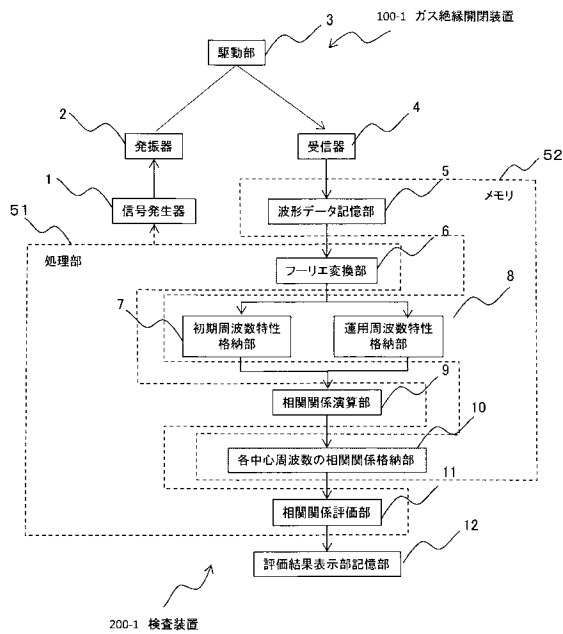
【符号の説明】

【0028】

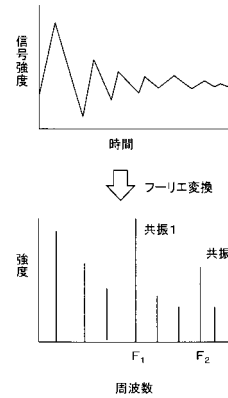
1；信号発生器、2；発振器、3；駆動部、4；受信器、5；波形データ記憶部、6；フーリエ変換部、7；初期周波数特性格納部；運用周波数特性格納部、9；相関関係演算部、10；相関関係格納部、11；相関関係評価部、12；評価結果表示部／記憶部、13；データ処理装置、14；通信装置、15；集中管理室、16；通信線

30

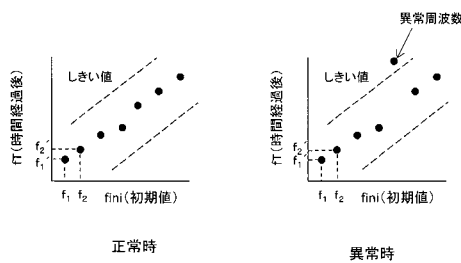
【図 1】



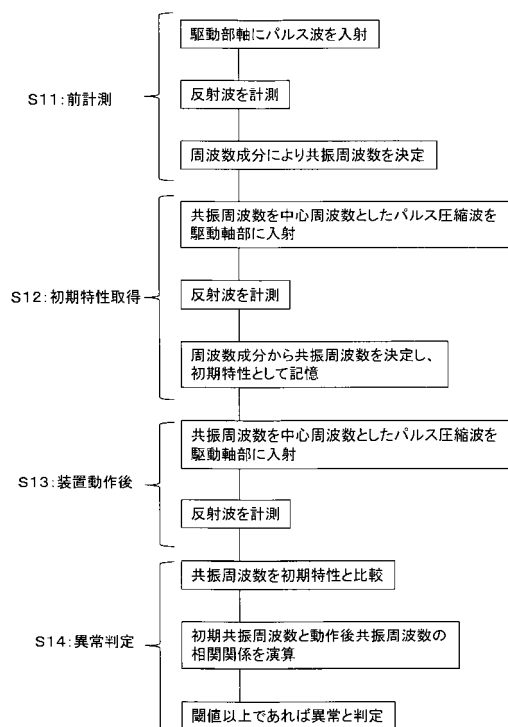
【図 2】



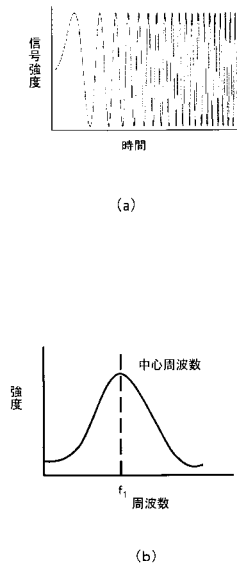
【図 3】



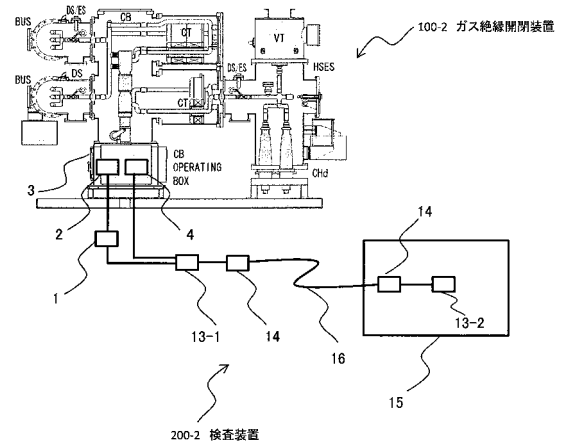
【図 4】



【図 5】



【図 6】



【図 7】

