

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5584576号  
(P5584576)

(45) 発行日 平成26年9月3日(2014.9.3)

(24) 登録日 平成26年7月25日(2014.7.25)

(51) Int. Cl.		F I		
<b>GO 1 B</b>	<b>7/00</b>	<b>(2006.01)</b>	GO 1 B	7/00 1 O 1 F
<b>GO 1 N</b>	<b>27/72</b>	<b>(2006.01)</b>	GO 1 N	27/72
<b>GO 1 B</b>	<b>7/14</b>	<b>(2006.01)</b>	GO 1 B	7/14
<b>G 2 1 C</b>	<b>17/003</b>	<b>(2006.01)</b>	G 2 1 C	17/00 E

請求項の数 7 (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2010-226310 (P2010-226310)  
 (22) 出願日 平成22年10月6日 (2010.10.6)  
 (65) 公開番号 特開2012-78309 (P2012-78309A)  
 (43) 公開日 平成24年4月19日 (2012.4.19)  
 審査請求日 平成25年2月1日 (2013.2.1)

(73) 特許権者 507250427  
 日立GEニュークリア・エナジー株式会社  
 茨城県日立市幸町三丁目1番1号  
 (74) 代理人 110000350  
 ポレール特許業務法人  
 (72) 発明者 成重 将史  
 茨城県日立市大みか町七丁目2番1号 株式会社日立製作所 エネルギー・環境システム研究所内  
 (72) 発明者 西水 亮  
 茨城県日立市大みか町七丁目2番1号 株式会社日立製作所 エネルギー・環境システム研究所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 渦電流探査による構造物の位置検出方法及び位置検出装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

導電性材料からなる設計された構造物の表面側または裏面側に設けられた形状変化部及び付属部材を有する探査対象の渦電流探査による位置検出方法において、

複数個のコイルで構成されたプローブを用いて、前記構造物の表面側を高周波電流で渦電流探査して前記形状変化部を検出して形状変化部検出信号を出力し、

前記構造物の他面側を低周波電流で渦電流探査して前記付属部材を検出して付属部材検出信号を出力し、

前記高周波電流及び低周波電流による探査対象の検出信号を位相調整して、前記形状変化部検出信号と前記付属部材検出信号を分離抽出し、

前記形状変化部検出信号と前記付属部材検出信号を各々に設定された信号の振幅と幅のしきい値と比較して前記形状変化部及び前記付属部材の有無を確認するとともに前記形状変化部及び前記付属部材の検出信号の位置を決定する

ことを特徴とする渦電流探査による位置検出方法。

【請求項2】

請求項1に記載された渦電流探査による位置検出方法において、前記探査対象の検出波形の位相調整は、前記高周波電流による前記形状変化部検出信号と、前記低周波電流による前記付属部材検出信号とが、各々の周波数でX振幅或いはY振幅のいずれかに対応して評価可能な位相角に決定することを特徴とする渦電流探査による位置検出方法。

【請求項3】

請求項 1 または 2 に記載された渦電流探査による位置検出方法において、前記形状変化部検出信号と前記付属部材検出信号の各々に設定された信号の振幅と幅のしきい値について、上限しきい値と下限しきい値を設定し、前記しきい値の設定範囲内の区間で極大値を持つ波形を前記形状変化部検出信号と前記付属部材検出信号として判断し、該信号の微分値がゼロとなる位置を前記探査対象の位置として決定することを特徴とする渦電流探査による位置検出方法。

【請求項 4】

請求項 3 に記載された渦電流探査による位置検出方法において、前記形状変化部検出信号から算出した前記形状変化部の位置と前記付属部材検出信号から算出した前記付属部材の位置との距離差が、前記しきい値の設定範囲に対応する距離差であることによって前記探査対象の設置位置の可否を判定することを特徴とする渦電流探査による位置検出方法。

10

【請求項 5】

導電性材料からなる設計された構造物の表面側または裏面側に設けられた形状変化部と、該構造物の他面側に設けられた付属部材の渦電流探査による位置検出装置において、

前記構造物の表面側に配置され、高周波電流および低周波電流で渦電流探査を行う複数個のコイルを有するプローブと、

前記プローブに高周波励磁信号を流して前記構造物の表面側または裏面側に設けられた形状変化部を渦電流探査して検出し形状変化部検出信号を出力するとともに、前記構造物の他面側を低周波励磁信号で渦電流探査して前記構造物の他面側に設けた前記付属部材を検出し付属部材検出信号を出力する渦電流探査器と、

20

前記プローブを前記構造物に対して相対的に走査する走査装置と、

前記高周波電流及び低周波電流による探査対象の検出波形を位相調整して、前記形状変化部検出信号と前記付属部材検出信号を抽出し、前記形状変化部検出信号と前記付属部材検出信号を、前記形状変化部検出信号と前記付属部材検出信号の各々に設定された信号の振幅と幅のしきい値と比較して前記形状変化部及び前記付属部材の有無を確認するとともに前記形状変化部及び前記付属部材の検出信号の位置を決定する制御装置を有することを特徴とする渦電流探査による位置検出装置。

【請求項 6】

請求項 5 に記載された渦電流探査による位置検出装置において、前記形状変化部検出信号と前記付属部材検出信号の各々に設定された信号の振幅と幅のしきい値について、上限しきい値と下限しきい値を設定し、前記しきい値の設定範囲内の区間で極大値を持つ波形を前記形状変化部検出信号と前記付属部材検出信号として抽出して該信号の微分値がゼロとなる位置を前記探査対象の位置として決定する制御装置を備えたことを特徴とする渦電流探査による位置検出装置。

30

【請求項 7】

請求項 6 に記載された渦電流探査による位置検出装置において、前記制御装置は、前記形状変化部検出信号と前記付属部材検出信号の各々に設定された信号のしきい値について、上限しきい値と下限しきい値の設定機能と、前記形状変化部検出信号と前記付属部材検出信号の位置の比較機能と、前記形状変化部検出信号と前記付属部材検出信号の位置が上限しきい値と下限しきい値の設定範囲内の距離差であることの判定機能を備えたことを特徴とする渦電流探査による位置検出装置。

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、渦電流探査による構造物の位置検出方法及び位置検出装置に関する。

【背景技術】

【0002】

発電プラント等の構造物の中には、構造物の表面側及び裏面側に形状変化部や付属部材が複数存在し、その位置関係を構造物外部から視覚的に確認することが困難な対象がある。例えば、発電プラントの伝熱管拡管部で伝熱管内面の拡管部と伝熱管外周に設けた管板

50

の位置が正しく設置されているかを確認する場合である。これら構造物の表面側及び裏面側の形状変化部や付属部材の位置を検出する方法の1つとして、渦電流探査技術の利用が考えられる。

【0003】

例えば、特許文献1では、管内に位置検出センサを挿入/移動させ、センサ検知量と波高との関係や物理的性質から溶接部の位置を検出している。しかしながら、特許文献1の位置検出方法では、配管の内面や外面に形状変化部や付属部材が近接する場合、観測波形が各々の信号の重畳した形状となるため、それらを識別した位置検出が困難になる。

【0004】

また、検出精度を向上させる1つの方法として多重周波数法が知られている。例えば、特許文献2では、鋼材の浅い位置にある疵と深い位置にある異物の検出に高周波と低周波を利用し、これに適合した位相設定で高精度な検出が可能とされている。しかしながら、特許文献2は位置や形状/寸法の不定な疵及び異物等を対象とするため、観測される信号の振幅や位相角のばらつきは大きい。そのため、両者の識別には複雑な信号解析が伴う。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2000-249783号公報

【特許文献2】特開平9-80028号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

構造物の表面側及び裏面側に存在する複数種の形状変化部や付属部材の位置を検出する場合、観測波形は各々の検出信号が重畳した形状となるため、形状変化部や付属部材の各々を識別した位置検出が困難になる。

【0007】

本発明は、構造物の表面側及び裏面側に存在する複数種の形状変化部や付属部材に対して渦電流探査によって位置検出する方法及び装置を提供する事を目的とする。ここで、構造物の表面側及び裏面側に存在する形状変化部及び付属部材は設計された構造物を対象とする。そのため、疵等とは異なり形状変化部や付属部材において表面側か裏面側かの位置や形状/寸法は既知である。その点を利用して、本発明では、2周波数励磁と位相分離検出で表面側と裏面側の深さ位置を判別するとともに信号の振幅及び幅のしきい値判別で構造物の寸法を判別することにより形状変化部や付属部材を識別する精度を向上し、探査対象の有無を確認するとともにその位置を検出する方法を提案する。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明は、金属材料からなる設計された構造物の表面側または裏面側に設けられた形状変化部及び付属部材を有する探査対象の渦電流探査による位置検出方法において、複数個のコイルで構成されたプローブを用いて、前記構造物の表面側を高周波電流で渦電流探査して前記形状変化部を検出して形状変化部検出信号を出力し、前記構造物の裏面側を低周波電流で渦電流探査して前記付属部材を検出して付属部材検出信号を出力し、前記高周波電流及び低周波電流による探査対象の検出波形を位相調整して、前記形状変化部検出信号と付属部材検出信号を分離抽出し、前記形状変化部検出信号と付属部材検出信号を、前記形状変化部検出信号と付属部材検出信号の各々に設定されたしきい値と比較して前記形状変化部及び付属部材の有無を確認するとともに形状変化部及び付属部材の検出信号の位置を決定することを特徴とする。

【0009】

また、渦電流探査による位置検出方法において、前記探査対象の検出波形の位相調整は、前記高周波電流による前記形状変化部検出信号と、前記低周波電流による前記付属部材検出信号とが、各々の周波数でX振幅或いはY振幅のいずれかに対応して評価可能な位相

10

20

30

40

50

角に決定することを特徴とする。

【0010】

また、渦電流探査による位置検出方法において、前記形状変化部検出信号と付属部材検出信号の各々に設定されたしきい値について、上限しきい値と下限しきい値を設定し、しきい値の設定範囲内の区間で極大値を持つ波形を形状変化部検出信号と付属部材検出信号として判断し、該信号の微分値がゼロとなる位置を探査対象の位置として決定することを特徴とする。

【0011】

また、渦電流探査による位置検出方法において、前記形状変化部検出信号から算出した前記形状変化部の位置と前記付属部材検出信号から算出した前記付属部材の位置との距離差が、前記しきい値の設定範囲に対応する距離差であることによって前記探査対象の設置位置の合否を判定することを特徴とする。

10

【0012】

さらに、金属材料からなる設計された構造物の表面側または裏面側に設けられた形状変化部と、該構造物の他面側に設けられた付属部材の渦電流探査による位置検出装置において、高周波電流および低周波電流で渦電流探査を行う複数個のコイルを有するプローブと、前記プローブに高周波電流を流して前記構造物の表面側または裏面側に設けられた形状変化部を渦電流探査して検出し形状変化部検出信号を出力するとともに、前記構造物の他面側を低周波電流で渦電流探査して前記構造物の他面側に設けた前記付属部材を検出し付属部材検出信号を出力する渦電流探査器と、前記プローブを前記構造物に対して相対的に  
走査する走査装置と、前記高周波電流及び低周波電流による探査対象の検出波形を位相調整して、前記形状変化部検出信号と付属部材検出信号を抽出し、前記形状変化部検出信号と付属部材検出信号を、前記形状変化部検出信号と付属部材検出信号の各々に設定された信号の振幅及び幅のしきい値と比較して前記形状変化部及び付属部材の有無を確認するとともに形状変化部と付属部材の検出信号の位置を決定する制御装置を有することを特徴とする。

20

【0013】

さらに、渦電流探査による位置検出装置において、前記形状変化部検出信号と前記付属部材検出信号の各々に設定されたしきい値について、上限しきい値と下限しきい値を設定し、しきい値の設定範囲内の区間で極大値をもつ波形を形状変化部検出信号と付属部材検出信号として抽出して信号の微分値がゼロとなる位置を探査対象の位置として決定する制御装置を備えたことを特徴とする。

30

【0014】

さらに、渦電流探査による位置検出装置において、制御装置は形状変化部検出信号と付属部材検出信号の各々に設定された信号の幅のしきい値について、上限しきい値と下限しきい値の設定機能と、形状変化部検出信号と付属部材検出信号の位置の比較機能と、形状変化部検出信号と付属部材検出信号の位置が上限しきい値と下限しきい値の設定範囲内の距離差であることの判定機能を備えたことを特徴とする。

【発明の効果】

【0015】

本発明は、設計された構造物の表面側または裏面側に設けられた形状変化部及び付属部材の位置検出方法において、プローブを用いて構造物の表面側を高周波電流で渦電流探査して形状変化部を検出して形状変化部検出信号を出力し、裏面側を低周波電流で渦電流探査して付属部材を検出して付属部材検出信号を出力し、高周波電流及び低周波電流による探査対象の検出信号を位相調整して形状変化部検出信号と付属部材検出信号を分離抽出し、形状変化部検出信号と付属部材検出信号を形状変化部検出信号と付属部材検出信号の各々に設定された信号の振幅と幅のしきい値と比較することにより、探査対象の形状変化部或いは付属部材の有無を確認するとともに形状変化部と付属部材の位置を確実に決定できる。

40

【図面の簡単な説明】

50

## 【 0 0 1 6 】

【図 1】本発明の位置検出システムの構成を表すブロック図である。

【図 2】本発明の位置検出方法を表す模式図である。

【図 3】本発明の渦電流探査による位置検出方法を表すフローチャートである。

【図 4 A】本発明の渦電流探査での検出信号のリサージュ波形図である。

【図 4 B】本発明の渦電流探査での検出信号のリサージュ波形図である。

【図 5】本発明の上限しきい値と下限しきい値の間で測定される信号波形図である。

【図 6 A】本発明の位置検出システムでの測定結果を示す信号波形図である。

【図 6 B】本発明の位置検出システムでの測定結果を示す信号波形図である。

【発明を実施するための形態】

10

## 【 0 0 1 7 】

以下に本発明の実施形態を図面について説明する。

〔位置検出システム〕

図 1 は、本発明の実施形態における位置検出システム 2 0 の構成を示す模式図である。図 1 において、位置検出システム 2 0 は、モニタ 2 1、コンピュータ 2 2、渦電流探査器 2 3、走査装置 2 4、プローブ 2 5 で構成される。位置検出システム 2 0 において、プローブ 2 5 を渦電流探査器 2 3 にケーブルで接続し、渦電流探査器 2 3 の探査信号として励磁信号を送信し検出信号を受信する。渦電流探査器 2 3 をコンピュータ 2 2 にケーブルで接続して、プローブ 2 5 の探査条件や探査信号の入出力を電氣的に送受信する。走査装置 2 4 はプローブ 2 5 を移動させるとともに位置情報をコンピュータ 2 2 へ送信する。

20

## 【 0 0 1 8 】

プローブ 2 5 は対象に応じた形状であるが、励磁コイルと検出コイルを有する一般的な構成で実現可能である。位置検出システムの動作として、走査装置 2 4 によりプローブ 2 5 を移動させ、検出位置に対して渦電流探査器 2 3 から探査データを取得する。探査データは、ソフトウェアプログラムを有する制御装置としてのコンピュータ 2 2 によって処理され、モニタ 2 1 に表示される。

## 【 0 0 1 9 】

図 2 は本発明の位置検出方法の原理を示す模式図である。2 5 はプローブ、3 3 は探査対象である。プローブ 2 5 を設けた構造物 3 0 の表面側に特異形状を有する形状変化部 3 1 が存在し、構造物の裏面側には構造物 3 0 と別体の付属部材 3 2 が設置されている例を示す。構造物 3 0 の表面側に付属部材 3 2 が設けられ、裏面側に形状変化部 3 1 が設けられていても良い。

30

## 【 0 0 2 0 】

本発明の実施形態に係る渦電流探査による形状変化部及び付属部材の位置検出方法のフローチャートを図 3 に示す。まず、励磁信号の 2 つの励磁周波数（高周波  $f_H$ 、低周波  $f_L$ ）と 2 つの位相角（ $\theta_H$ 、 $\theta_L$ ）の設定を行う。次に、渦電流探査の検出信号判別用に上限 / 下限の 2 つのしきい値の設定をする（S 1 0 1）。

## 【 0 0 2 1 】

次にデータファイルを作成して探査対象の構造物 3 0 の測定を開始し（S 1 0 2）、探査対象に対するプローブの検出位置を変えながら信号 X と信号 Y の 2 つの探査データを取得する（S 1 0 3）。測定を終了して、検出位置に対して信号 X と信号 Y を表示する（S 1 0 4）。

40

## 【 0 0 2 2 】

信号 X 及び信号 Y で上限しきい値と下限しきい値に挟まれた波形パターンから探査対象を識別して位置を算出する（S 1 0 5）。探査対象の位置関係から構造物が正しく設置されているか合否判定をする（S 1 0 6）。次の探査対象の有無を判断（S 1 0 7）し、探査対象があれば（S 1 0 2）へ戻り、なければ測定を終了する。

## 【 0 0 2 3 】

〔位置検出方法〕

次に、図 2 の位置検出方法の詳細について、図 3 のフローチャートのステップごとに説

50

明する。

【 0 0 2 4 】

( S 1 0 1 )

S 1 0 1 において、渦電流探査器 2 3 の励磁信号の励磁周波数 / 位相等の探査条件を設定する。励磁周波数には、表面側の形状変化部 3 2 検出用の高周波数  $f_H$  と裏面側の付属部材 3 3 検出用の低周波数  $f_L$  を選定する。

【 0 0 2 5 】

一般的に、渦電流探査では 1 つの励磁周波数に対して X 振幅と Y 振幅の 2 つの探査データが得られ、その 2 乗平均値を全振幅と呼ぶ。高周波数  $f_H$  の選定では、表面側の形状変化部 3 2 からの全振幅 ( S s u r f ) に対する裏面側の付属部材 3 3 からの全振幅 ( S b a c k ) の比率 ( S s u r f / S b a c k ) の大きい高周波数  $f_H$  を選択することが好ましい。一方、低周波数  $f_L$  の選定では、比率 ( S s u r f / S b a c k ) の小さい低周波数  $f_L$  を選択することが好ましい。

10

【 0 0 2 6 】

しかしながら、上記で選択した高周波数  $f_H$  においても裏面側の付属部材 3 3 からの信号が混在して観測され、低周波数  $f_L$  においても表面側の形状変化部 3 2 からの信号が混在して観測されている。

【 0 0 2 7 】

次に、高周波数  $f_H$  の位相角  $\theta_H$  と低周波数  $f_L$  の位相角  $\theta_L$  を選定して、表面側の形状変化部 3 2 と裏面側の付属部材 3 3 からの信号を分離処理する。例えば、裏面側の付属部材 3 3 からの信号振幅が Y 振幅となるように位相角  $\theta_H$  と位相角  $\theta_L$  を選択する。

20

【 0 0 2 8 】

その検出信号のリサージュ波形を模式的に図 4 A、4 B に示す。図 4 A には、高周波数  $f_H$  の励磁信号による表面側の形状変化部 3 2 からの形状変化部検出信号 4 1 と裏面側の付属部材 3 3 からの付属部材検出信号 4 2 を示し、図 4 B には、低周波数  $f_L$  の励磁信号による表面側の形状変化部 3 2 からの形状変化部検出信号 4 1 と裏面側の付属部材 3 3 からの付属部材検出信号 4 2 を示している。図 4 A では、形状変化部検出信号 4 1 が原点 O から大きく観測され、付属部材検出信号 4 2 は小さく Y 振幅方向に観測されている。すなわち、X 振幅方向を観測すると付属部材検出信号 4 2 は大きく低減され、形状変化部検出信号 4 1 のみを判別して検出できる。

30

【 0 0 2 9 】

図 4 B では、形状変化部検出信号 4 1 が原点 O から小さく観測され、付属部材検出信号 4 2 は大きく Y 振幅方向に観測されている。すなわち、Y 振幅方向を観測すると形状変化部検出信号 4 1 は大きく低減され、付属部材検出信号 4 2 のみを強調して検出できる。

【 0 0 3 0 】

【表 1】

表 1

	X振幅(信号X)	Y振幅(信号Y)
高周波数( $f_H$ )	形状変化部	—
低周波数( $f_L$ )	—	付属部材

40

【 0 0 3 1 】

表 1 は表面形状変化部信号 4 1 と付属部材信号 4 2 を識別して検出するための 2 周波数励磁と位相分離検出の組み合わせを表した表である。形状変化部 3 1 の検出には高周波数  $f_H$  の X 振幅を観測し、付属部材 3 2 の検出には低周波数  $f_L$  の Y 振幅を観測する。以降

50

、本明細書ではそれぞれを信号 X 及び信号 Y と記載する。

【 0 0 3 2 】

最後に、信号 X 及び信号 Y に対してしきい値を設定する。形状変化部 3 1 及び付属部材 3 2 の形状 / 寸法は既知である。そのため、信号 X 及び信号 Y の振幅及び幅を限定することができる。例えば、信号 X 及び信号 Y に振幅の大きい構造物の端部信号が含まれる場合、上限のしきい値を設定して端部信号と識別する。また、信号 X 及び信号 Y には振幅の小さい装置ノイズが含まれるため、下限のしきい値を設定して装置ノイズと識別する。すなわち、形状変化部 3 1 と付属部材 3 2 を信号 X 及び信号 Y で検出する上で、統計的に十分な検出率を確保できる上限下限のしきい値を設定する。

【 0 0 3 3 】

また、渦電流探査による位置検出方法において、形状変化部 3 1 と付属部材 3 2 の各々に設定されたしきい値について、信号の幅にもしきい値設定可能である。信号 X 及び信号 Y で形状変化部 3 1 と付属部材 3 2 の寸法に対応してしきい値を設定する。

【 0 0 3 4 】

( S 1 0 2 )

S 1 0 2 において、探査データを保存するデータファイルを作成し、測定を開始する。オペレータによるトリガでデータ取得を開始しても良いし、自動化システムにおいては端部信号等をトリガにしても良い。

【 0 0 3 5 】

( S 1 0 3 )

S 1 0 3 において、検出位置に対して信号 X と信号 Y を取得する。検出位置の移動には、走査装置でプローブを走査するか或いはプローブを固定して対象の構造物を移動させる。検出位置のデータ取得にはエンコーダを利用するか或いはプローブ等の移動速度と時間から算出する。検出位置に対する取得ピッチは任意であるが、対象の有無を確認するとともにその位置を決定可能な範囲である。

【 0 0 3 6 】

( S 1 0 4 )

S 1 0 4 において、測定を終了し、検出位置に対して信号 X 及び信号 Y のデータを表示する。オペレータによるトリガでデータ取得を終了しても良いし、自動化システムにおいては端部信号等をトリガにしても良い。

【 0 0 3 7 】

( S 1 0 5 )

S 1 0 5 において、信号 X 及び信号 Y の波形から探査対象の識別及び位置を決定する。探査対象の識別では、上限しきい値と下限しきい値の間で観測される信号波形のパターンを利用する。図 5 は想定される 3 つのパターンを示す。図 5 の区間 ( a ) は下限しきい値から上限しきい値に単調増加する波形、区間 ( b ) は上限しきい値から下限しきい値に単調減少する波形、区間 ( c ) は下限しきい値から極大に達した後、下限しきい値に減少する波形である。

【 0 0 3 8 】

ここで探査対象の信号として判断される波形は極大値をもつ区間 ( c ) である。その判断には、しきい値を横切る 2 点の区間を微分し、微分値で正負反転 ( ゼロ ) をもつ波形を目的信号として抽出し、その微分値がゼロとなる検出位置を求めることで探査対象の位置を決定する。観測波形は十分なサンプリング点を有した滑らかな波形でなければならない。そうでない場合にはサンプリング条件を変更するか、滑らかな曲線で近似して処理する。上記手順で信号 X 及び信号 Y に対して探査対象を識別して位置を算出する。上限しきい値と下限しきい値は、形状変化部と付属部材で対象物が異なるため信号 X 及び信号 Y で異なり、S 1 0 1 で各々設定されている。

【 0 0 3 9 】

また、信号 X 及び信号 Y に対して予め設定された信号の幅のしきい値の範囲であることを確認する。信号の振幅及び幅の両方を満たした信号 X 及び信号 Y を形状変化部及び付属

10

20

30

40

50

部材として認識する。

【 0 0 4 0 】

( S 1 0 6 )

S 1 0 6 において、信号 X から算出した表面側の形状変化部の位置と信号 Y から算出した裏面側の付属部材の位置を比較して、探査対象の位置関係の設定の可否を判定する。例えば、検査位置に対して表面側の形状変化部と裏面側の付属部材の位置をカラーでマーキングして表示したり、表面側の形状変化部と裏面側の付属部材の位置が設定範囲内の距離差であることを確認したりする。更には、表面側の形状変化部と付属部材の数量を確認することも可能である。

【 0 0 4 1 】

( S 1 0 7 )

S 1 0 7 において、全ての対象を評価したら測定を終了し、そうでなければ S 1 0 2 で測定を再度開始する。

【 0 0 4 2 】

〔測定データ〕

図 6 A、6 B は渦電流探査システム 2 0 による図 3 の位置検出方法での測定結果を示す。高周波数  $f_H = 500 \text{ kHz}$  であり、低周波数  $f_L = 10 \text{ kHz}$  である。位相角  $H = 116$  度であり、位相角  $L = 120$  度である。高周波数  $f_H$  では、上限しきい値を  $0.2 \text{ V}$  とし、下限しきい値を  $0.05 \text{ V}$  とした。低周波数  $f_L$  では、上限しきい値を  $2 \text{ V}$  とし、下限しきい値を  $0.5 \text{ V}$  とした。

【 0 0 4 3 】

図 6 A は表面側の形状変化部の信号 X を表し、図 6 B は裏面側の付属部材の信号 Y を表す。信号 X および信号 Y は、それぞれの上限しきい値と下限しきい値の範囲内で観測され、かつ、信号の幅のしきい値の範囲内である。表面側の形状変化部と裏面側の付属部材に識別して検出された。その位置は表面側形状変化部の信号 X については基準位置から  $41.2 \text{ mm}$  と  $66.2 \text{ mm}$  であり、裏面側の付属部材の信号 Y については基準位置から  $50.1 \text{ mm}$  であった。この事例では、2 箇所の形状変化部の間に付属部材が構造物裏面側に設けられる様に予め設計されており、これにより、表面側の形状変化部と裏面側の付属部材の有無を確認するとともにその位置を確認できる。

【符号の説明】

【 0 0 4 4 】

2 0 : 位置検出システム

2 1 : モニタ

2 2 : コンピュータ

2 3 : 渦電流探査器

2 4 : 走査装置

2 5 : プローブ

3 0 : 構造物

3 1 : 形状変化部

3 2 : 付属部材

3 3 : 探査対象

4 1 : 形状変化部検出信号

4 2 : 付属部材検出信号

10

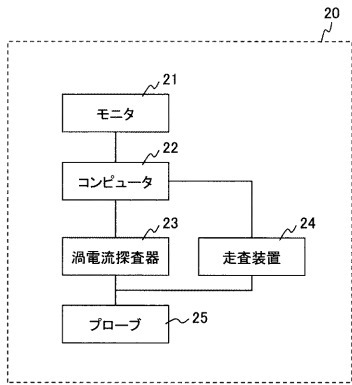
20

30

40

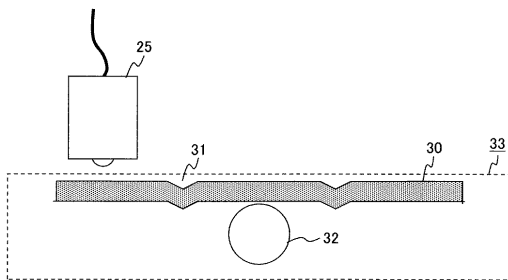
【図1】

図1



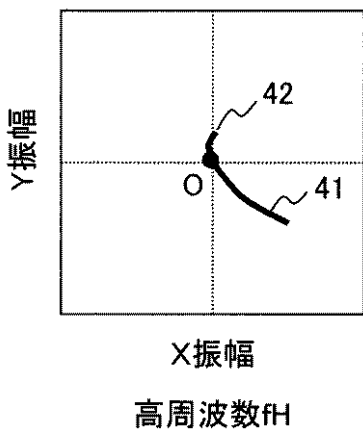
【図2】

図2



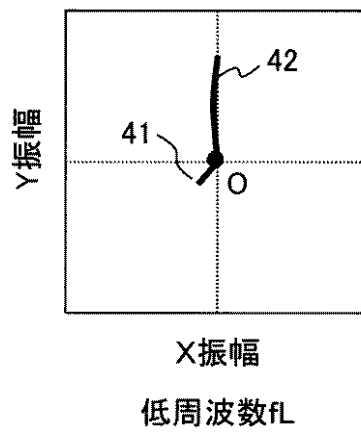
【図4A】

図4A



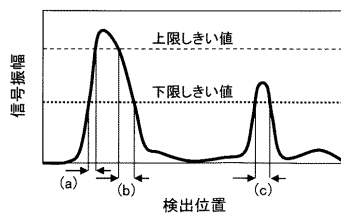
【図4B】

図4B



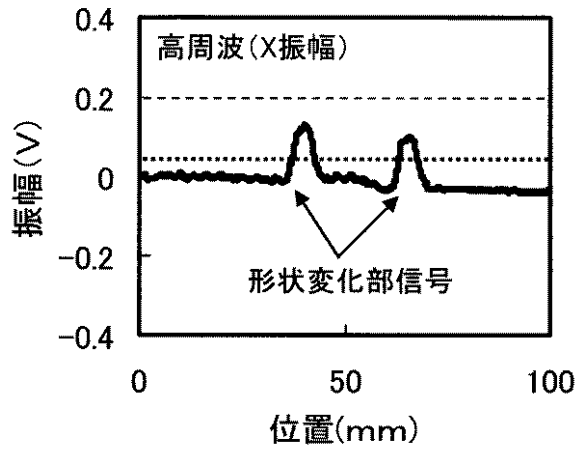
【図5】

図5



【图 6 A】

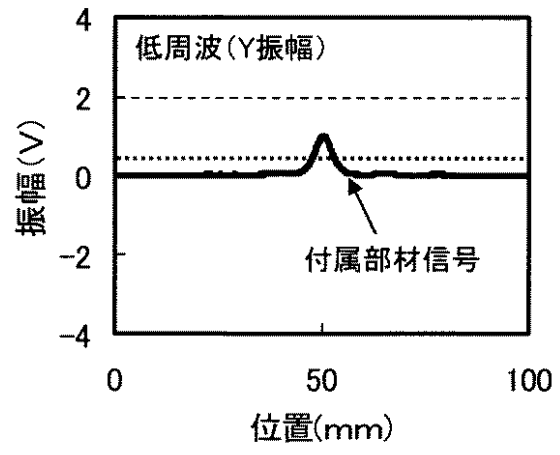
图 6A



形状变化部信号

【图 6 B】

图 6B



付属部材信号

## フロントページの続き

- (72)発明者 森 慶彦  
茨城県日立市幸町三丁目1番1号 日立GEニュークリア・エナジー株式会社内
- (72)発明者 芝原 啓介  
茨城県日立市幸町三丁目1番1号 日立GEニュークリア・エナジー株式会社内
- (72)発明者 小池 正浩  
茨城県日立市幸町三丁目1番1号 日立GEニュークリア・エナジー株式会社内

審査官 岸 智史

- (56)参考文献 特開昭50-129090(JP,A)  
特開昭58-017354(JP,A)  
特開昭59-183359(JP,A)  
特開昭61-096401(JP,A)  
特開昭62-191755(JP,A)  
特開昭63-055456(JP,A)  
特開昭63-079058(JP,A)  
特開平01-301161(JP,A)  
特開平05-312787(JP,A)  
特開平06-258291(JP,A)  
特開平06-281627(JP,A)  
特開平06-288987(JP,A)  
特開平09-080028(JP,A)  
特開2000-249783(JP,A)  
特開2006-284191(JP,A)  
特開2009-198314(JP,A)  
特開2010-117370(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01B 7/00-7/34  
G01N 27/72-27/90