

(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2005-292044
(P2005-292044A)

(43) 公開日 平成17年10月20日(2005.10.20)

(51) Int. Cl. ⁷	F I	テーマコード (参考)
GO 1 B 17/02	GO 1 B 17/02 B	2 F 0 6 8
GO 1 N 29/04	GO 1 N 29/04 5 0 4	2 G 0 4 7

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2004-110266 (P2004-110266)	(71) 出願人	000003687 東京電力株式会社 東京都千代田区内幸町1丁目1番3号
(22) 出願日	平成16年4月2日(2004.4.2)	(74) 代理人	100100516 弁理士 三谷 恵
		(72) 発明者	黒木 雅彦 東京都千代田区内幸町1丁目1番3号 東京電力株式会社内
		(72) 発明者	山本 拓未 東京都千代田区内幸町1丁目1番3号 東京電力株式会社内
		Fターム(参考)	2F068 AA29 AA48 BB09 DD13 FF03 FF12 GG04 JJ12 KK12 QQ14 TT04

最終頁に続く

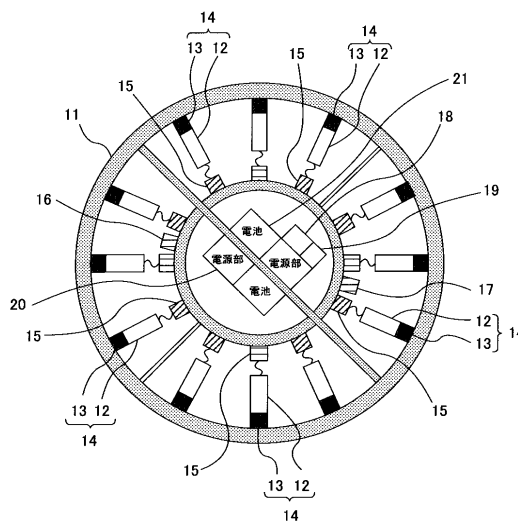
(54) 【発明の名称】 電磁超音波計測装置

(57) 【要約】

【課題】 専用の治具を必要とすることなく配管の肉厚や欠陥の測定を簡便に連続測定できる電磁超音波計測装置を提供することである。

【解決手段】 計測装置本体11は、検査対象物に対して電磁超音波を送受信する1または複数のセンサ部14及び演算制御装置18を収納し、自ら検査対象物に沿って移動する。計測装置本体11の移動中に、演算制御装置18は、予め定められた時間間隔で、センサ部14での電磁超音波の送受信タイミングを制御するとともに、センサ部14で受信した電磁超音波に含まれる検査対象物の厚さまたは欠陥の情報を記憶する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

検査対象物に対して電磁超音波を送信するとともに電磁超音波を受信する 1 または複数のセンサ部と、予め定められた時間間隔で前記センサ部での電磁超音波の送受信タイミングを制御するとともに受信した電磁超音波に含まれる検査対象物の厚さまたは欠陥の情報を記憶する演算制御装置と、前記センサ部及び前記演算制御装置を収納し自ら検査対象物に沿って移動可能に形成された計測装置本体とを備えたことを特徴とする電磁超音波計測装置。

【請求項 2】

検査対象物に対して電磁超音波を送信するとともに電磁超音波を受信する 1 または複数のセンサ部と、1 または複数のセンサ部と検査対象物との間の距離を測定する距離センサと、前記距離センサで測定されたセンサ部と検査対象物との間の距離に基づいて前記センサ部での電磁超音波の送受信タイミングを制御するとともに受信した電磁超音波に含まれる検査対象物の厚さまたは欠陥の情報を記憶する演算制御装置と、前記センサ部及び前記演算制御装置を収納し自ら検査対象物に沿って移動可能に形成された計測装置本体とを備えたことを特徴とする電磁超音波計測装置。

10

【請求項 3】

前記演算制御装置は、各々の距離センサで検出された前記検査対象物までの距離が最短のセンサ部を判定し、その最短のセンサ部に対して電磁超音波を送信するとともに電磁超音波を受信し、受信した電磁超音波に含まれる検査対象物の厚さまたは欠陥を記憶することを特徴とする請求項 2 記載の電磁超音波計測装置。

20

【請求項 4】

前記計測装置本体は、自ら検査対象物に沿って転がる形状に形成されたことを特徴とする請求項 1 ないし請求項 3 のいずれか一記載の電磁超音波計測装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、電磁超音波を検査対象物に送信してその反射波を受信し検査対象物の肉厚や欠陥を測定する電磁超音波計測装置に関する。

【背景技術】

30

【0002】

一般に、超音波探触子は圧電素子に電圧を印加して振動を発生させ、その振動を検査対象物に送信し、反射波を受信して肉厚や欠陥を測定するものである。この場合、音波インピーダンスが高い空気の伝搬を避けるために、超音波探触子と検査対象物との間に接触媒質を設けている。

【0003】

例えば、発電プラントにおける各種配管の肉厚を超音波探触子により測定する場合には、配管の外部表面に接触媒質を介して超音波探触子を配置し、超音波探触子から超音波を送信し反射エコーを受信することにより配管の肉厚を測定している。この場合、超音波探触子を移動させるたびに接触媒質を配置しなければならないので、通常、配管の肉厚測定は配管の一部分における定点計測で行われている。最近では、配管の全域に亘って減肉状態を把握できるようにするため、配管の一部分だけでなく配管の全域における肉厚を連続測定することが要請されている。

40

【0004】

一方、非接触で超音波を受発信できる電磁超音波計測装置がある。この電磁超音波計測装置は、圧電素子に代えて電磁的に超音波の送受信を行うものであり、接触媒質が不要であり、塗装除去作業や錆落とし作業が不要などの利点があるため、主として鉄鋼業の上位熱間工程での肉質検査、厚み計測、各種配管類、ガス管、通信用ケーブル管路の減肉状態の調査への応用などを旨として技術開発されている（例えば、非特許文献 1 参照）。

【非特許文献 1】日立評論 VOL. 67 No. 9 (1985-9) P53、54

50

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかし、配管などの肉厚測定を連続測定で行う際には、配管の外に足場を組み専用の治具を設置するなどして大がかりな事前準備をした後に、配管に沿って肉厚を測定していくことになるので、配管の肉厚測定のための事前準備に時間やコストがかかることになる。また、配管肉厚の測定作業においても、測定装置を配管に沿って移動させていかなければならないので作業量が多くなる。特に、配管は直管部だけでなく曲管部も有しており、さらに、超音波探触子を用いて行う場合には接触媒質が必要となるので作業量はさらに増大する。

10

【0006】

本発明に目的は、専用の治具を必要とすることなく配管の肉厚や欠陥の測定を簡便に連続測定できる電磁超音波計測装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0007】

請求項1の発明に係わる電磁超音波計測装置は、検査対象物に対して電磁超音波を送信するとともに電磁超音波を受信する1または複数のセンサ部と、予め定められた時間間隔で前記センサ部での電磁超音波の送受信タイミングを制御するとともに受信した電磁超音波に含まれる検査対象物の厚さまたは欠陥の情報を記憶する演算制御装置と、前記センサ部及び前記演算制御装置を収納し自ら検査対象物に沿って移動可能に形成された計測装置本体とを備えたことを特徴とする。

20

【0008】

請求項2の発明に係わる電磁超音波計測装置は、検査対象物に対して電磁超音波を送信するとともに電磁超音波を受信する1または複数のセンサ部と、1または複数のセンサ部と検査対象物との間の距離を測定する距離センサと、前記距離センサで測定されたセンサ部と検査対象物との間の距離に基づいて前記センサ部での電磁超音波の送受信タイミングを制御するとともに受信した電磁超音波に含まれる検査対象物の厚さまたは欠陥の情報を記憶する演算制御装置と、前記センサ部及び前記演算制御装置を収納し自ら検査対象物に沿って移動可能に形成された計測装置本体とを備えたことを特徴とする。

30

【0009】

請求項3の発明に係わる電磁超音波計測装置は、請求項2の発明において、前記演算制御装置は、各々の距離センサで検出された前記検査対象物までの距離が最短のセンサ部を判定し、その最短のセンサ部に対して電磁超音波を送信するとともに電磁超音波を受信し、受信した電磁超音波に含まれる検査対象物の厚さまたは欠陥を記憶することを特徴とする。

【0010】

請求項4の発明に係わる電磁超音波計測装置は、請求項1ないし請求項3のいずれか一の発明において、前記計測装置本体は、自ら検査対象物に沿って転がる形状に形成されたことを特徴とする。

【発明の効果】

40

【0011】

本発明によれば、計測装置本体は自ら検査対象物に沿って移動可能に形成されているので、検査対象物である配管内部の上部に電磁超音波計測装置を投げ入れるだけで、重力により配管の上部から配管の下部に移動する。従って、電源を入れて検査対象物である配管内部に電磁超音波計測装置を投げ入れると、センサ部から電磁超音波を送信するとともに電磁超音波を受信しながら、検査対象物である配管内部を移動するので、連続的に配管の長さ方向の肉厚や欠陥を測定できる。また、電磁超音波の特性上、接触媒質や検査面の手入れなどが不要であるので、専用治具の事前準備が不要であり、コストを削減できるとともに検査作業効率が向上する。水平管においては、必要な初速度を与えて電磁超音波計測装置を配管のある地点より投げ入れた後、他のある地点で回収することで、検査対象物で

50

ある配管の長さ方向の肉厚や欠陥を連続的に測定できる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0012】

以下、本発明の実施の形態を説明する。図1は本発明の第1の実施の形態に係わる電磁超音波計測装置の構成を示す断面図である。計測装置本体11は球体に形成され、自ら検査対象物に沿って移動可能な形状に形成されている。計測装置本体11の内部には、磁石12とコイル13とからなる複数個のセンサ部14が設けられている。図1では、断面図であることから平面的に12個のセンサ部14が配置されているものを図示しているが、計測装置本体11は球体に形成されるので、複数個のセンサ部14は球体内面に立体的に配置される。なお、磁石12は永久磁石であってもよいし電磁石であってもよい。

10

【0013】

また、各々のセンサ部14には切替器15が設けられ、この切替器15はセンサ部14の接続をパルサー16またはレシーバー17のいずれかに切り替えるものであり、その切り替えは演算制御装置18により制御される。センサ部14は、切替器15の切り替えにより、パルサー16から検査対象物に対して電磁超音波を送信し、レシーバー17により電磁超音波を受信する。

【0014】

演算制御装置18は、設定器19に予め定められた時間間隔に基づいて、各々のセンサ部14での電磁超音波の送受信タイミングを制御するとともに、受信した電磁超音波に含まれる検査対象物の厚さまたは欠陥の情報を記憶する。電源部20には電池21から電源が供給され、電源部20から、センサ部14、切替器15、パルサー16、レシーバー17及び演算制御装置18等に必要な電源が供給される。磁石12が電磁石である場合には電源部20からの電源で励磁されることになる。

20

【0015】

センサ部14の磁石12は検査対象物に対して磁界を与えるものであり、肉厚や欠陥の測定時には検査対象物に磁石12により磁界が与えられている。この状態で、演算制御装置18は切替器15によりコイル13をパルサー16に接続する。これにより、パルサー16はコイル13にパルス電流を印加する。そして、演算制御装置18は、パルサー16がコイル13にパルス電流を印加した後に、切替器15によりコイル13をレシーバー17に接続する。

30

【0016】

コイル13にパルス電流が印加されると検査対象物の表面に渦電流が誘起され、磁石12により与えられている磁界とこの渦電流によりローレンツ力が検査対象物に働き、機械的変位が生じて超音波が発生する。この超音波は検査対象物中を伝搬し、裏面あるいは欠陥で反射し、再び検査対象物の表面に戻ってくる。超音波が検査対象物の表面に戻ってくると、磁石12により与えられた磁界中で検査対象物が機械的変位をすることになるので、ファラデーの電磁誘導の法則により起電力が発生し再び渦電流が発生する。この渦電流による磁界変化はコイル13に起電力を発生する。この起電力をレシーバー17で受信し、演算制御装置18に入力する。

【0017】

図2は本発明の第1の実施の形態に係わる電磁超音波計測装置のブロック構成図である。電源部20には電池21から電源が供給され、電源部20から、センサ部14、切替器15、パルサー16、レシーバー17及び演算制御装置18にそれぞれ必要な電源が供給される。設定器19には、各々のセンサ部14での電磁超音波の送受信タイミングを定めるための時間間隔が予め設定されている。例えば、時間間隔として t_1 が設定された場合には、各々のセンサ部14は順次時間間隔 t_1 で超音波の送受信を行う。

40

【0018】

演算制御装置18のコントロール回路22は、設定器19に設定された時間間隔 t_1 で、順次各々のセンサ部14の切替器15に対してパルサー16からパルス電流を印加して、そのパルス電流の印加後にレシーバー17に切り替える。そして、ゲート回路23を

50

開き、レシーバー 17 から受信した反射波を演算回路 24 に入力する。演算回路 24 は受信した電磁超音波の反射波に含まれる検査対象物の厚さまたは欠陥をメモリ 25 に記憶する。

【0019】

いま、電源部 20 をオンにして、検査対象物である配管内部の上部に電磁超音波計測装置を投げ入れたとする。計測装置本体 11 は球体で形成されているので、電磁超音波計測装置は、投げ入れた初速度で重力によりさらに加速されて配管の上部から配管の下部に移動する。

【0020】

この電磁超音波計測装置の移動中において、センサ部 14 から電磁超音波を送信するとともに電磁超音波を受信する。この電磁超音波の送受信は電磁超音波計測装置の移動速度に比較して極めて早いので、センサ部 14 は、事実上、電磁超音波を送信した位置でその反射波を受信することになる。この受信した超音波の反射波を演算回路 24 により順次メモリ 25 に記憶する。そして、検査対象物である配管内部の下部で電磁超音波計測装置を回収し、メモリ 25 に記憶されたデータを読み出す。このメモリ 25 に記憶されたデータを解析することにより、検査対象物である配管の肉厚や欠陥を評価できる。

10

【0021】

なお、センサ部 14 が配管の内面に対面している位置にあるときに、送受信した電磁超音波が配管の肉厚や欠陥の測定に寄与する電磁超音波となる。一方、配管の長手方向に向いているセンサ部 14 からの電磁超音波の送受信は配管の肉厚や欠陥の測定に寄与しないが、複数個のセンサ部 14 は球体内面に立体的に配置されているので、電磁超音波計測装置がどの方向に向いても必ず配管の内面に対面しているセンサ部 14 が存在することになる。従って、電磁超音波計測装置の移動に伴って配管内部の肉厚や欠陥を連続的に計測できる。

20

【0022】

以上の説明では、計測装置本体 11 の形状として球体である場合について説明したが、自ら検査対象物に沿って移動可能な形状であれば何でもよい。例えば、樽形状や円筒形状であってもよい。また、自ら移動可能な形状に代えて、計測装置本体 11 に自ら検査対象物に沿って移動可能となる部材を装着してもよい。例えば、計測装置本体 11 に車輪やころを装着するようにしてもよい。

30

【0023】

また、複数個のセンサ部 14 を設けた場合について説明したが、1 個のセンサ部 14 を設けるようにしてもよい。1 個のセンサ部 14 の場合には、そのセンサ部 14 が配管の長手方向に向いているタイミングで送受信を行った電磁超音波は配管の肉厚や欠陥の測定に寄与しないが、センサ部 14 が配管の内面に対面している位置にあるときのタイミングで送受信を行った電磁超音波は配管の肉厚や欠陥の測定に寄与するので、メモリ 25 に記憶されたデータの解析により、配管の肉厚や欠陥の測定に寄与するデータを識別して配管の肉厚や欠陥を判定することになる。

【0024】

第 1 の実施の形態によれば、電源を入れて検査対象物である配管内部に電磁超音波計測装置を投げ入れると、電磁超音波計測装置は自走しながら、センサ部から電磁超音波を送信するとともに電磁超音波を受信するので、連続的に配管の長さ方向の肉厚や欠陥を測定できる。

40

【0025】

また、電磁超音波計測装置が配管の内面に接触しなくても、電磁超音波は配管内面に向けて伝搬し、さらに配管内部へ伝搬するので、電磁超音波計測装置の移動に伴って配管内部の肉厚や欠陥を連続的に計測できる。さらに、配管が曲管である場合であっても電磁超音波計測装置が移動できる限りは曲管部の肉厚や欠陥を測定できる。

【0026】

次に、本発明の第 2 の実施の形態を説明する。図 3 は本発明の第 2 の実施の形態に係わ

50

る電磁超音波計測装置の構成を示す断面図である。この第2の実施の形態は、図1に示した第1の実施の形態に対し、設定器19に代えて、センサ部14と検査対象物との間の距離を測定する距離センサ26を設け、演算制御装置18は、距離センサ26で測定されたセンサ部14と検査対象物との間の距離に基づいて、センサ部14での電磁超音波の送受信タイミングを制御するとともに、受信した電磁超音波に含まれる検査対象物の厚さまたは欠陥を記憶するようにしたものである。図1と同一要素には同一符号を付し重複する説明は省略する。

【0027】

センサ部14の近傍には、センサ部14と検査対象物との間の距離を測定する距離センサ26が設けられている。距離センサ26は、例えば、光学系のセンサを採用することで検査対象物までの距離を測定する。

10

【0028】

図4は本発明の第2の実施の形態に係わる電磁超音波計測装置のブロック構成図である。図2に示した第1の実施の形態に対し、演算制御装置18のコントロール回路22は、各々の距離センサ26で測定されたセンサ部14と検査対象物との間の距離を入力し、検査対象物までの距離が最短のセンサ部14に対して電磁超音波を送信するとともに電磁超音波を受信する。

【0029】

すなわち、演算制御装置18のコントロール回路22は、各々の距離センサ26で測定されたセンサ部14と検査対象物との間の距離のうち最短のセンサ部14を判定し、そのセンサ部14の切替器15に対してパルサー16からパルス電流を印加して、そのパルス電流の印加後にレシーバ17に切り替える。そして、ゲート回路23を開き、レシーバ17から受信した反射波を演算回路24に入力し、演算回路24がその反射波をメモリ25に記憶した時点で、コントロール回路22は、再度、検査対象物との距離が最短のセンサ部14を判定する。そして、順次、検査対象物との間の距離が最短のセンサ部14に対して、電磁超音波の送受信を行う。

20

【0030】

以上の説明では、複数個のセンサ部14を設けた場合について説明したが、1個のセンサ部14を設けるようにしてもよい。なお、1個のセンサ部14の場合には、コントロール回路22は、その1個のセンサ部14の位置が、検査対象物である配管の肉厚や欠陥の測定に寄与できる測定位置にあるか否かを判定することになる。そして、その1個のセンサ部14が電磁超音波の送受信を行った場合に、検査対象物である配管の肉厚や欠陥の測定に寄与する範囲内に位置するときは、コントロール回路22は、その1個のセンサ部14に対して電磁超音波の送受信を行うことになる。

30

【0031】

第2の実施の形態によれば、距離センサ26を設けて、検査対象物までの距離が最短であるセンサ部14を動作させて電磁超音波の送受信を行うので、センサ部14が配管の内面に対面している位置にあるときのタイミングで電磁超音波の送受信を行うことができる。従って、配管の肉厚や欠陥の測定に寄与する電磁超音波のみをメモリ25に記憶することができるので、配管の肉厚や欠陥の解析がし易くなる。

40

【0032】

また、1個のセンサ部14の場合であっても、検査対象物である配管の肉厚や欠陥の測定に寄与する範囲内に位置するときに電磁超音波の送受信を行うので、配管の肉厚や欠陥の測定に寄与する電磁超音波のみをメモリ25に記憶することができる。従って、配管の肉厚や欠陥の解析がし易くなる。

【図面の簡単な説明】

【0033】

【図1】本発明の第1の実施の形態に係わる電磁超音波計測装置の構成を示す断面図。

【図2】本発明の第1の実施の形態に係わる電磁超音波計測装置のブロック構成図。

【図3】本発明の第2の実施の形態に係わる電磁超音波計測装置の構成を示す断面図。

50

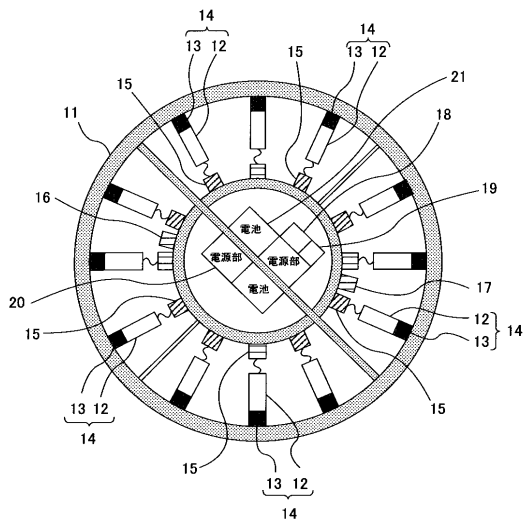
【図4】本発明の第2の実施の形態に係わる電磁超音波計測装置のブロック構成図。

【符号の説明】

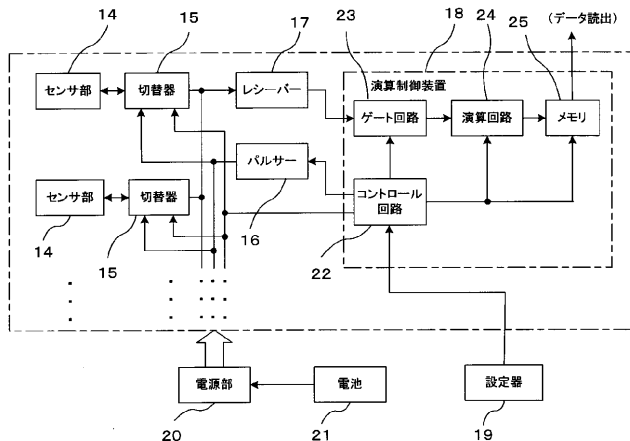
【0034】

11...計測装置本体、12...磁石、13...コイル、14...センサ部、15...切替器、16...パルサー、17...レシーバー、18...演算制御装置、19...設定器、20...電源部、21...電池、22...コントロール回路、23...ゲート回路、24...演算回路、25...メモリ、26...距離センサ

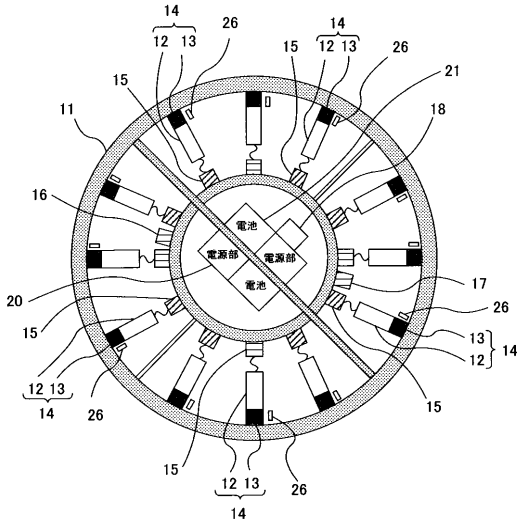
【図1】



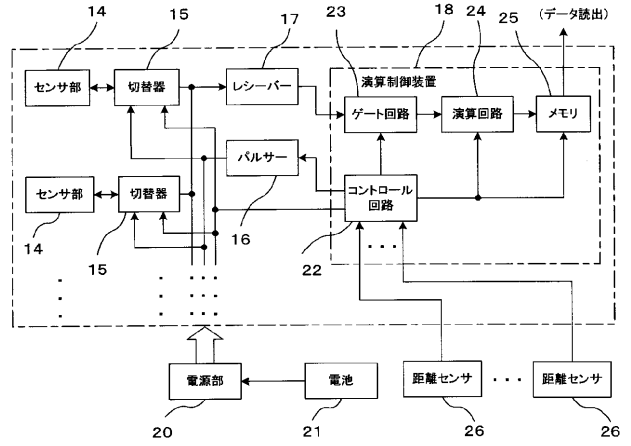
【図2】



【図3】



【図4】



フロントページの続き

Fターム(参考) 2G047 AA07 AB01 BA03 BC07 BC18 CA02 GA13 GA19 GC01 GF06
GG01 GG19