

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号
特許第6108523号
(P6108523)

(45) 発行日 平成29年4月5日 (2017.4.5)

(24) 登録日 平成29年3月17日 (2017.3.17)

(51) Int.Cl.
GO 1 N 29/22 (2006.01)

F I
GO 1 N 29/22

請求項の数 4 (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2012-267860 (P2012-267860)	(73) 特許権者	000006208
(22) 出願日	平成24年12月7日 (2012.12.7)		三菱重工業株式会社
(65) 公開番号	特開2014-115128 (P2014-115128A)		東京都港区港南二丁目16番5号
(43) 公開日	平成26年6月26日 (2014.6.26)	(74) 代理人	100078499
審査請求日	平成27年9月11日 (2015.9.11)		弁理士 光石 俊郎
		(74) 代理人	230112449
			弁護士 光石 春平
		(74) 代理人	100102945
			弁理士 田中 康幸
		(74) 代理人	100120673
			弁理士 松元 洋
		(74) 代理人	100182224
			弁理士 山田 哲三

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 センサを備えた測定ツール

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

可撓性を有するバンド状部材と、このバンド状部材の内周面に可撓性と弾性を有する弾性部材を介して取り付けられている複数のセンサとで構成されており、
前記バンド状部材は金属製のバンド部を有し、
前記センサは、一対の電極を有し、
前記一対の電極の一方は前記バンド部に電氣的に接続されると共に、前記一対の電極の他方は信号線に電氣的に接続されている、
ことを特徴とするセンサを備えた測定ツール。

【請求項2】

前記バンド状部材は、可撓性を有するバンド部と、前記バンド部の始端部分と終端部分とを連結するクランプ部とでなり、
前記バンド部にはコネクタボックスが備えられ、
前記信号線は前記コネクタボックスにまで伸びている、
ことを特徴とする請求項1に記載のセンサを備えた測定ツール。

【請求項3】

前記弾性部材は、更に絶縁性を有しており、
前記センサは超音波センサであることを特徴とする請求項1または請求項2に記載のセンサを備えた測定ツール。

【請求項4】

前記センサは渦電流探傷センサであることを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載のセンサを備えた測定ツール。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明はセンサを備えた測定ツールに関し、測定対象物に対して複数のセンサを一度に適切・簡単に接触させて、精度及び効率よく測定対象物の測定ができるように工夫したものである。

【背景技術】

【0002】

10

各種のプラントや機器では、多数の配管や容器等が備えられている。このような配管や容器等（以下「配管等」と称する）では、製造時や点検時などにおいて、配管等の板厚や板厚値分布を測定している。このような板厚や板厚分布の測定をするためには、超音波センサを用いて超音波検査をしている。

なお、配管等は、曲率のある面となっているため、超音波センサを配管等の表面に適切に密着させる必要がある。

【0003】

ここで、図 10 を参照して、配管 1 の板厚分布を測定する従来技術を説明する。

配管 1 のある周における板厚分布を測定するためには、例えば、図 10 に示すように、配管 1 の周方向に沿い一定ピッチ（例えば 45°ピッチ）で 8 カ所（A 位置、B 位置、C 位置、D 位置、E 位置・・・H 位置（但し H 位置は図示省略））に、先ず、マーキングを施す。

20

【0004】

そして、1 つの超音波センサ 2 を用い、マーキングを施した各位置（A 位置～H 位置）に超音波センサ 2 を順番に接触させ、各接触位置（マーキング位置）で超音波センサ 2 を保持して超音波検査をし、各位置（A 位置～H 位置）の板厚の測定をしている。なお、図 10 では超音波センサ 2 を複数図示しているが、実際には上述したように、1 つの超音波センサ 2 を用いて、各位置での板厚測定をしている。

【0005】

なお、図 11 A、図 11 B、図 11 C は、A 位置、B 位置、C 位置で超音波検査により配管 1 の板厚を測定したときのエコー波形の一例を示している。これら図 11 A、図 11 B、図 11 C のエコー波形において、隣接するエコー間の距離が、配管 1 の板厚に対応する。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献 1】特開 2012-122976 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

40

ところで図 10 に示す従来技術では次のような課題があった。

（１） 板厚測定をするには、配管 1 などの測定ポイントにマーキングを施し、超音波センサ 2 を移動させながら各点で測定を実施している。

このため、マーキングの手間が必要であり、また、測定回数ごとの位置ずれが発生し、問題となっていた。

（２） 測定対象物の板厚値分布（ライン状分布、面状分布）を知るためには、超音波センサ 2 を複数箇所に移動させて同条件で測定する必要がある。

しかし、押し付け力のバラツキや、測定面（配管 1 の表面）に対する超音波センサ 2 の探触面の傾きなどのバラツキにより、誤差が発生することがある。

（３） 通常の超音波センサ 2 は、配管 1 などの曲率部に倣いにくく、安定した測定が困

50

難であった。

また、測定中ずっと超音波センサ２を同じ位置・姿勢に保持しておく必要があるが、配管１などの曲面では安定した保持・固定が困難である。

これらのことから、測定精度が悪化していた。

【０００８】

なお特許文献１では、スペーサを備えた帯状シートなどを用いてガイド波センサを配管に取り付けているが、センサの着脱には複雑な手間が必要であった。

【０００９】

本発明は、上記従来技術に鑑み、湾曲した測定対象物であっても、この測定対象物に対して、複数のセンサ（例えば超音波センサや渦電流探傷センサなど）を一度に均一な圧力で安定して接触させて、必要な測定を容易且つ精確に実施することができる、センサを備えた測定ツールを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【００１０】

上記課題を解決する本発明の構成は、

可撓性を有するバンド状部材と、このバンド状部材の内周面に可撓性と弾性を有する弾性部材を介して取り付けられている複数のセンサとで構成されており、

前記バンド状部材は金属製のバンド部を有し、

前記センサは、一対の電極を有し、

前記一対の電極の一方は前記バンド部に電氣的に接続されると共に、前記一対の電極の他方は信号線に電氣的に接続されていることを特徴とする。

【００１１】

また本発明の構成は、

前記バンド状部材は、可撓性を有するバンド部と、前記バンド部の始端部分と終端部分とを連結するクランプ部とでなり、

前記バンド部にはコネクタボックスが備えられ、

前記信号線は前記コネクタボックスにまで伸びていることを特徴とする。

【００１３】

また本発明の構成は、

前記弾性部材は、更に絶縁性を有しており、

前記センサは超音波センサであることを特徴とする。

【００１４】

また本発明の構成は、

前記センサは渦電流探傷センサであることを特徴とする。

【発明の効果】

【００１５】

本発明のセンサを備えた測定ツールによれば、可撓性を有するバンド状部材の内周面に、可撓性と弾性を有する弾性部材を介して複数のセンサを取り付けているため、各々の測定箇所での位置決めやマーキングの手間を要することなく、各センサに均一な押し付け力を付与しつつ各センサを被測定対象物に接触させて、一度に複数のセンサを同時に配置することが可能となる。したがって複数の測定箇所を一度に容易に測定することができる。

また、このように、複数のセンサを均一な力でもって被測定対象物に接触させることができるため、測定精度が向上する。

【図面の簡単な説明】

【００１６】

【図１】本発明の実施例１に係るセンサを備えた測定ツールを示す斜視図。

【図２】実施例に係る測定ツールのセンサ部分を示す断面図。

【図３】実施例に係る測定ツールのセンサ部分を示す斜視図。

【図４】実施例に係る測定ツールのセンサ部分を示す断面図。

【図５】実施例に係る測定ツールのセンサ部分を示す断面図。

【図 6】本発明の実施例 2 に係るセンサを備えた測定ツールを示す斜視図。

【図 7】本発明の実施例 3 に係るセンサを備えた測定ツールを示す斜視図。

【図 8】本発明の実施例 4 に係る板厚測定装置を示す構成図。

【図 9】板厚分布状態を示す分布色調図。

【図 10】従来技術を示す斜視図。

【図 11A】板厚測定をして得たエコー波形を示す波形図。

【図 11B】板厚測定をして得たエコー波形を示す波形図。

【図 11C】板厚測定をして得たエコー波形を示す波形図。

【発明を実施するための形態】

【0017】

10

以下、本発明に係る、センサを備えた測定ツールを、実施例に基づき詳細に説明する。

【実施例】

【0018】

〔実施例 1〕

図 1 は本発明の実施例 1 に係る、センサを備えた測定ツール 100 を示す。この測定ツール 100 は、バンド状部材 110 の内周面に、複数の薄型の超音波センサ 200 を周方向に沿い一定間隔をあけて備え、更にバンド状部材 110 の外周面の一箇所にコネクタボックス 120 を備えた構成になっている。

【0019】

バンド状部材 110 は、金属製であり、バンド部 111 とクランプ部 112 を有している。バンド部 111 は測定対象物である配管等に巻いて締め付けることができる可撓性を有している。このバンド部 111 を配管等に巻いて締め付けつつ、クランプ部 112 によりバンド部 111 の始端部分と終端部分とを連結することにより、バンド状部材 110 を配管等の表面（外周面）に巻いた状態で締め付けて取り付けることができる。

20

【0020】

ここで、超音波センサ部分の断面図である図 2、及び、バンド状部材 110 のバンド部 111 を延伸させた状態で示す図 3 を参照して、薄型の超音波センサ 200 について説明をする。

なお超音波センサ 200 は、その厚さは極めて薄い（例えば 1 mm 以下）、図 2 及び図 3 では、各構成部品を認識できるように、超音波センサの厚さを拡大して示している。また、図 3 では絶縁フィルムは図示省略している。

30

【0021】

図 2 及び図 3 に示すように、金属製のバンド部 111 の内周面には、周方向に沿い一定間隔をあけて、絶縁性と可撓性及び弾性を有する弾性部材 201 が貼り付けられている。弾性部材 201 としては、ゴム製または合成樹脂製のスポンジや、ポリイミド発泡スポンジや、セラミックシートや、ガラス繊維などを採用することができる。

【0022】

超音波センサ 200 の振動子 210 は、弾性部材 201 に貼り付けられており、弾性部材 201 を介してバンド部 111 の内周面に備えられている。

【0023】

40

振動子 210 は、下部電極 211 と圧電素子 212 と上部電極 213 とで形成されている。更に詳述すると、振動子 210 は、例えば、SUS（Stainless Steel：ステンレス鋼）薄板またはインコネル薄板からなる下部電極 211 の表面（上面）に、圧電セラミックス（PZT（チタン酸ジルコン酸鉛）、BIT（チタン酸ビスマス）、LN（ニオブ酸リチウム））層を形成し、圧電素子 212 の表面（上面）に金や銀等の上部電極 213 を形成したものである。

この振動子 210 は薄いため、全体として可撓性を有している。

【0024】

第 1 の信号線 214 は、ハンダ、スポット溶接、銀ペースト接着などで下部電極 211 に接続されている。第 1 の信号線 214 は、下部電極 211 から引き出され、絶縁状態を

50

確保しつつバンド部 1 1 1 を貫通し、または、絶縁状態を確保しつつバンド部 1 1 1 を迂回し、更に、バンド部 1 1 1 の表面にニッケルや銀などの箔や線で形成した信号線 2 1 4 となってコネクタボックス 1 2 0 にまで伸びている。

【0025】

バンド部 1 1 1 の表面にニッケルや銀などの箔や線で形成した信号線 2 1 4 の上には、絶縁フィルム 2 1 6 が貼り付けられている。

【0026】

第 2 の信号線 2 1 5 は、銀ペーストなどで上部電極 2 1 3 に接着接続されている。第 2 の信号線 2 1 5 は、上部電極 2 1 3 から引き出され、絶縁状態を確保しつつバンド部 1 1 1 及び絶縁フィルム 2 1 6 を貫通し、または、絶縁状態を確保しつつバンド部 1 1 1 及び絶縁フィルム 2 1 6 を迂回し、更に、絶縁フィルム 2 1 6 の表面にニッケルや銀などの箔や線で形成した信号線 2 1 5 となってコネクタボックス 1 2 0 にまで伸びている。

10

【0027】

複数の超音波センサ 2 0 0 から引き出された複数対の信号線 2 1 4, 2 1 5 は、コネクタボックス 1 2 0 に集約される。このコネクタボックス 1 2 0 と図示しない測定器（探傷器）は、ケーブルで接続される。

なお、各超音波センサ 2 0 0 から引き出された信号線 2 1 4, 2 1 5 は、コネクタボックス 1 2 0 にまで伸びているが、図 1 では信号線 2 1 4, 2 1 5 及び絶縁フィルム 2 1 6 の図示は省略し、図 3 では一对の信号線 2 1 4, 2 1 5 のみを図示している。

【0028】

20

上記構成となっている測定ツール 1 0 0 の使用方法について説明する。

先ず、測定対象物である配管等の表面のうち、測定箇所 contacts 媒質を塗布する。

次に、測定ツール 1 0 0 を配管等の測定箇所を一周する状態で巻いてから、バンド部材 1 1 0 により配管等を締め付けクランプ部 1 1 2 によりクランプする。クランプ部 1 1 2 はネジ締めをすることにより、バンド部 1 1 1 を締め付けることができると共にバンド部 1 1 1 の始端部と終端部をクランプすることができる。

【0029】

バンド部材 1 1 0 により配管等を巻きつつ締め付けて測定ツール 1 0 0 を配管等に取り付けていくと、弾性部材 2 0 1 を介して各超音波センサ 2 0 0 に略均等に押し付け力が付与される。このため、各超音波センサ 2 0 0 は略同じ押し付け力でもって配管等の表面に押し付けられる。

30

【0030】

このとき仮に、非測定対象物の表面形状が歪んでいたりして、バンド部材 1 1 0 と配管等との間の距離が周方向の各位置でずれていたり、バンド部材 1 1 0 による押し付け力が周方向の各位置で異なっていたりしたとしても、各弾性部材 2 0 1 は、バンド部材 1 1 0 で押されて変形して各位置での距離のずれ量や押し付け力の不均一を吸収しつつ、各超音波センサ 2 0 0 を配管等の表面に向けて略同じ押し付け力で押し付けていく。このため、各超音波センサ 2 0 0 は略同じ押し付け力でもって配管等の表面に押し付けられるのである。

なお、弾性部材 2 0 1 は、振動子 2 1 0 とバンド部 1 1 1 とを電氣的に絶縁する機能も果たしている。

40

【0031】

配管等の表面に押し付けられていった超音波センサ 2 0 0 は、可撓性を有しているため、配管等の表面形状に倣って湾曲し、配管等の表面に密着する。

【0032】

このように測定ツール 1 0 0 を配管等に巻き締め付けていくという簡単な作業をするだけで、略同じ押し付け力でもって各超音波センサ 2 0 0 を配管等の表面に一度に密着して押し付けることができ、複数箇所の板厚測定が可能となる。つまり、マーキングやセンサごとの位置決めを不要にして、簡単な作業で複数箇所の板厚測定を一度に行うことが可能となる。

50

また均等な力で、各超音波センサ 200 を配管等の表面に押し付けて密着することができるので、板厚測定 of 精度が向上する。

【0033】

上記の例では超音波センサ 200 を使用したが、超音波センサの変形例を図 4 及び図 5 に示す。

【0034】

図 4 に示す超音波センサ 200 A では、下部電極 211 が伸びてバンド部 111 にスポット溶接により接続されており、第 1 の信号線は使用していない。

この場合、金属製のバンド部 111 が各超音波センサ 200 A に共通のグラウンド (GND) としての機能を果たしている。他の部分の構成は、図 2 及び図 3 に示す超音波センサ 200 と同じである。

10

【0035】

図 5 に示す超音波センサ 200 B では、下部電極 211 は第 1 の信号線 214 によりバンド部 111 に接続されている。この例では、信号線 214 は下部電極 211 とバンド部 111 とを接続するのみであり、バンド部 111 に沿ってコネクタボックス 120 に向かって伸びてはいない。

この場合、金属製のバンド部 111 が各超音波センサ 200 B に共通のグラウンド (GND) としての機能を果たしている。他の部分の構成は、図 2 及び図 3 に示す超音波センサ 200 と同じである。

20

【0036】

なお、バンド状部材 110 の長さや幅、超音波センサ 200 (200 A、200 B) の配置ピッチや配置数、を種々に変えた多数種類の測定ツール 100 を予め用意しておくことにより、径などが異なる各種の配管等の板厚測定を迅速・容易に行うことができる。

【0037】

〔実施例 2〕

本発明の実施例 2 に係る、センサを備えた測定ツール 100 A を、図 6 を参照して説明する。

【0038】

この測定ツール 100 A では、バンド状部材 110 A は可撓性を有する短冊状のマグネットシートにより構成されている。

30

マグネットシートからなるバンド状部材 110 A の内周面には、周方向に沿い一定間隔をあけて、超音波センサ 200 が取り付けられている。超音波センサ 200 は、実施例 1 と同様に、絶縁性及可撓性及び弾性を有する弾性部材を介して、バンド状部材 110 A の内周面に取り付けられている。

【0039】

バンド状部材 110 A の外周面の一箇所にはコネクタボックス 120 が備えられている。

図示はしないが、信号線は、各超音波センサ 200 から引き出されてから伸びてコネクタボックス 120 に集約されている。

【0040】

40

実施例 2 によれば、マグネットシートで形成したバンド状部材 110 A の磁力により、測定ツール 100 A を、炭素鋼などの磁性材料からなる測定対象物 (配管等) に磁着でき、複数の超音波センサ 200 を簡易かつ同時に測定対象物に密着して取り付けすることができる。また、簡単に測定ツール 100 A を測定対象物から取り外すことができる。

つまりネジ締めなどの作業を要することなく、測定ツール 100 A の脱着を簡易に行うことができる。

【0041】

なお、バンド状部材 110 A の長さや幅、超音波センサ 200 の配置ピッチや配置数、を種々に変えた多数種類の測定ツール 100 A を予め用意しておくことにより、径などが異なる各種の配管等の板厚測定を迅速・容易に行うことができる。

50

【0042】

〔実施例3〕

本発明の実施例3に係る、センサを備えた測定ツール100Bを、図7を参照して説明する。

【0043】

この測定ツール100Bでは、バンド状部材110Bは、短冊状ではなく可撓性を有すRシート状のマグネットシートにより構成されている。

マグネットシートからなるバンド状部材110Bの内周面には、軸方向の複数箇所（この例では3箇所）において周方向に沿い一定間隔をあけて、超音波センサ200が取り付けられている。つまりバンド状部材110Bの内周面の軸方向及び周方向に分散して超音波センサ200が配置されている。

10

超音波センサ200は、実施例1と同様に、絶縁性と可撓性及び弾性を有する弾性部材を介して、バンド状部材110Aの内周面に取り付けられている。

【0044】

バンド状部材110Bの外周面の一箇所にはコネクタボックス120が備えられている。

図示はしないが、信号線は、各超音波センサ200から引き出されてから伸びてコネクタボックス120に集約されている。

【0045】

実施例3によれば、マグネットシートで形成したバンド状部材110Bの磁力により、測定ツール100Bを、炭素鋼などの磁性材料からなる測定対象物（配管等）に磁着でき、複数の面状に分布した超音波センサ200を簡易かつ同時に測定対象物に密着して取り付けることができる。また、簡単に測定ツール100Bを測定対象物から取り外すことができる。

20

つまりネジ締めなどの作業を要することなく、測定ツール100Bの脱着を簡易に行うことができる。

更に、周方向だけでなく軸方向も含めた面での板厚測定ができ、板厚値の面的分布を瞬時に測定することが可能となる。

【0046】

なお、バンド状部材110Bの長さや幅、超音波センサ200の配置ピッチや配置数、を種々に変えた多数種類の測定ツール100Bを予め用意しておくことにより、径などが異なる各種の配管等の板厚測定を迅速・容易に行うことができる。

30

【0047】

〔実施例4〕

前述した実施例3に係る測定ツール100Bと、測定器50と、表示器60を備えた板厚測定装置を、実施例4として図8を参照して説明する。

【0048】

測定器50には、多数の超音波センサ200から検出信号が送られてくる。測定器50はマルチプレクサ（個々のセンサの信号を切り替える機構）を備えており、極めて短時間で各検出信号を基に板厚を検出し、面状に分布した検出位置（超音波センサ200の配置位置）のそれぞれの板厚を得る。このようにして得た板厚値の分布を示すデータは、表示器60に送られて表示される。

40

【0049】

板厚値の分布状態は、例えば図9に示すように、板厚の分布色調図等で示すことができる。

【0050】

なお上記の各実施例ではセンサとして板厚測定のための超音波センサを用いていたが、表面状態を検出する渦電流探傷センサや、各種の他の種類のセンサを用いることもできる。

【符号の説明】

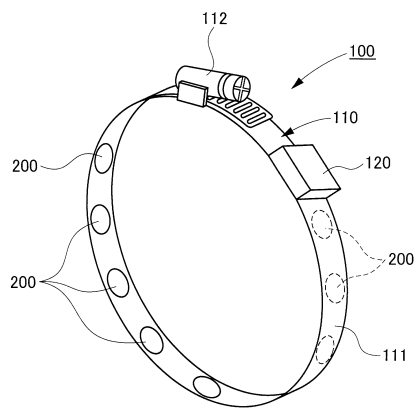
50

【0051】

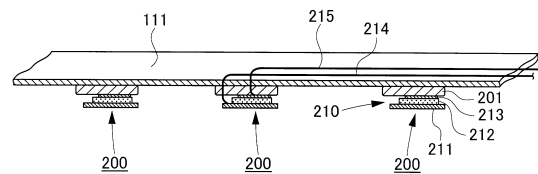
- 1 配管
- 2 超音波センサ
- 50 測定器
- 60 表示器
- 100、100A、100B センサを備えた測定ツール
- 110、110A、110B バンド状部材
- 111 バンド部
- 112 クランプ部
- 200、200A、200B 超音波センサ
- 201 弾性部材
- 210 振動子
- 211 下部電極
- 212 圧電素子
- 213 上部電極
- 214、215 信号線
- 216 絶縁フィルム

10

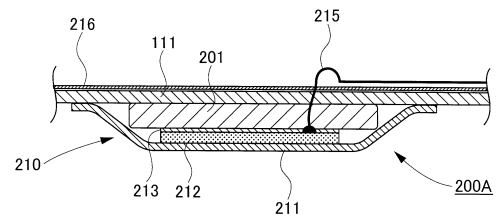
【図1】



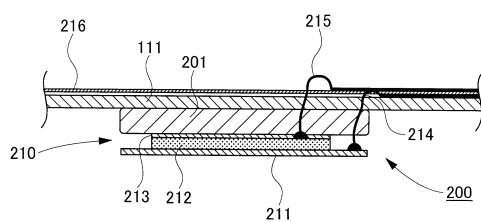
【図3】



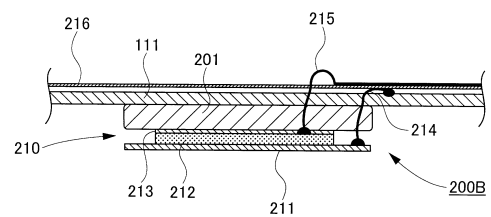
【図4】



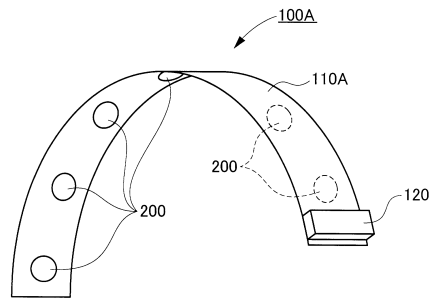
【図2】



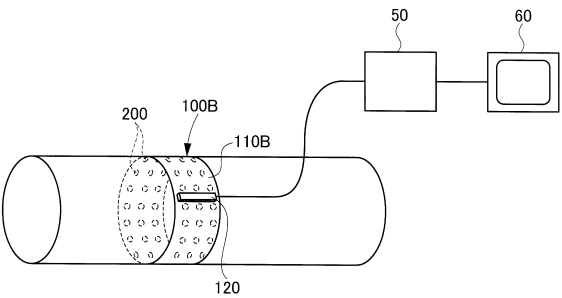
【図5】



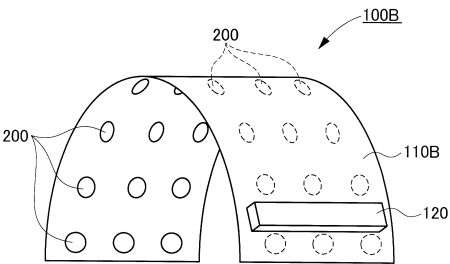
【図 6】



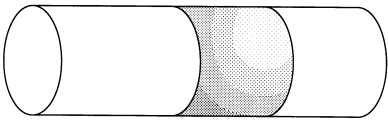
【図 8】



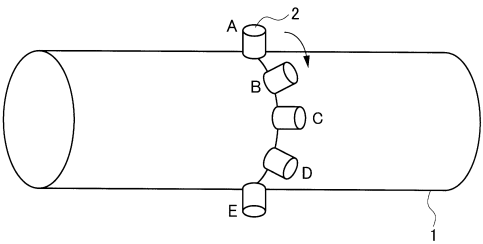
【図 7】



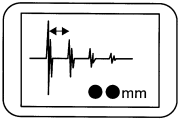
【図 9】



【図 10】



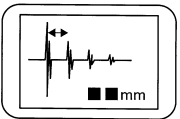
【図 11 A】



【図 11 B】



【図 11 C】



フロントページの続き

- (72)発明者 山本 裕子
東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重工業株式会社内
- (72)発明者 川浪 精一
東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重工業株式会社内
- (72)発明者 若山 精一
広島県広島市西区観音新町一丁目20番24号 MHIソリューションテクノロジーズ株式会社内

審査官 比嘉 翔一

- (56)参考文献 特開2012-027020 (JP, A)
特開2011-149861 (JP, A)
特開昭59-105505 (JP, A)
米国特許出願公開第2012/0019105 (US, A1)
米国特許出願公開第2008/0315872 (US, A1)
特開2005-180098 (JP, A)
実開昭63-097852 (JP, U)
特開2012-122976 (JP, A)
特開平06-347249 (JP, A)
特開昭53-043587 (JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G01N 29/00-29/52
G01N 27/72-27/90
G01B 17/00-17/08
G01B 7/00- 7/34
JSTPlus (JDreamII)