

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5634072号  
(P5634072)

(45) 発行日 平成26年12月3日(2014. 12. 3)

(24) 登録日 平成26年10月24日(2014. 10. 24)

(51) Int.Cl.

F I

G O 1 N 29/04 (2006.01)

G O 1 N 29/04 5 O 4

請求項の数 2 (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2010-7356 (P2010-7356)	(73) 特許権者	000003078
(22) 出願日	平成22年1月15日 (2010. 1. 15)		株式会社東芝
(65) 公開番号	特開2011-145219 (P2011-145219A)		東京都港区芝浦一丁目1番1号
(43) 公開日	平成23年7月28日 (2011. 7. 28)	(74) 代理人	110001380
審査請求日	平成24年11月20日 (2012. 11. 20)		特許業務法人東京国際特許事務所
前置審査		(72) 発明者	山下 善弘
			東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内
		(72) 発明者	藤井 誠
			東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内
		(72) 発明者	隅田 晃生
			東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 配管・機器監視装置及び方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

配管または機器の外表面に永久磁石で装着され、超音波を送受信する電磁超音波探触子と、

前記電磁超音波探触子で計測された計測データを送信する無線送信手段と、

前記電磁超音波探触子及び前記無線送信手段に給電する自己給電手段と、

前記計測データを受信して欠陥を求める信号処理手段と、を備え、

前記電磁超音波探触子は、励起・受信コイルが前記永久磁石を内包するように巻き回されて構成されると共に、前記励起・受信コイルの軸心が、前記配管または機器の前記外表面に接する平面内で、前記配管または機器の軸方向に対し直交して設けられ、

前記電磁超音波探触子が励起し送受信する超音波は、前記励起・受信コイルに通電されたときに前記配管または機器の前記外表面に励起される渦電流と、前記永久磁石が前記配管または機器の前記外表面に形成する磁場とにより生ずるローレンツ力によって発生する、前記配管または機器の前記外表面を伝播する横波の超音波であり、

前記信号処理手段が求める欠陥が、前記配管または機器に生じた表面亀裂であることを特徴とする配管・機器監視装置。

【請求項 2】

前記永久磁石が、サマリウム・コバルト磁石またはアルミニウム・ニッケル・コバルト磁石であることを特徴とする請求項 1 に記載の配管・機器監視装置。

【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、検査対象物である配管または機器に生じた減肉やき裂等の欠陥を、電磁超音波探触子を用いて検出する配管・機器監視装置及び方法に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

原子力または火力発電プラントの配管または機器の運転中に生ずる冷却材による腐食やエロージョンによる減肉は、定期点検時に超音波を用いて一定周期で点検されている。

## 【0003】

近年、地球温暖化の問題に対処するために低CO<sub>2</sub>発電である原子力発電の稼働率の向上が望まれており、定期点検周期の現状13ヶ月からの延長が必要となる。

10

## 【0004】

また、従来のプラントでは、更に設備利用率の向上を図るために、今後5%以上のプラント増出力が実施される見込みである。

## 【0005】

今後、13ヶ月以上の長期サイクル運転や5%以上のプラント増出力が実施された場合には、点検周期内で万一の異常に進展する減肉を検出することは困難である。長期化した点検周期と、プラント増出力による冷却材（水）の流量増加は、腐食環境の変化とエロージョンの進展増の可能性を払拭できない。

## 【0006】

20

プラント運転中に配管または機器に想定外の急激な減肉が発生し、この減肉箇所から冷却材の漏洩が万一発生した場合、プラントの計画外の停止と漏洩場所の復旧のために、プラントの再起動までに多くの時間と費用が必要になる。このため、プラント設備の利用率向上とプラントの信頼性確保の観点から、プラント運転中の状態監視の適用が進められており、冷却材漏洩のリスクを早期に発見し防止するために、配管または機器の減肉監視が不可欠になる。

## 【0007】

また、センサを常設する方法ではケーブル、電源等の問題等があり、配管または機器の設備状況をプラント全体に渡って監視することは困難であった。

## 【0008】

30

そこで、外部電源や伝送ケーブルが不要で、プラント運転中に配管または機器の減肉を監視する技術として、減肉しそうな部位に周方向に帯状にICタグを複数設置して、管内流体による歪みを減肉しそうな部位の前後で周方向に比較監視する技術が開示されている（例えば、特許文献1参照）。

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

## 【0009】

【特許文献1】特開2006-283776号公報

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

40

## 【0010】

ところが、特許文献1に記載の配管の状態監視技術では、配管に取り付けられたICタグにより配管の歪みを検出することで、配管の状態（き裂や減肉など）を間接的に監視するものであり、この配管の状態を直接的に監視するものではないので、正確に検出しているとは必ずしもいえない。

## 【0011】

本発明の目的は、上述の事情を考慮してなされたものであり、プラントの運転中に、このプラントを構成する配管または機器に生じた欠陥、特に表面亀裂を直接的に且つ早期に検出して、配管または機器の健全性を監視できる配管・機器監視装置及び方法を提供することにある。

50

## 【課題を解決するための手段】

## 【0012】

本発明に係る配管・機器監視装置は、配管または機器の外表面に永久磁石で装着され、超音波を送受信する電磁超音波探触子と、前記電磁超音波探触子で計測された計測データを送信する無線送信手段と、前記電磁超音波探触子及び前記無線送信手段に給電する自己給電手段と、前記計測データを受信して欠陥を求める信号処理手段と、を備え、前記電磁超音波探触子は、励起・受信コイルが前記永久磁石を内包するように巻き回されて構成されると共に、前記励起・受信コイルの軸心が、前記配管または機器の前記外表面に接する平面内で、前記配管または機器の軸方向に対し直交して設けられ、前記電磁超音波探触子が励起し送受信する超音波は、前記励起・受信コイルに通電されたときに前記配管または機器の前記外表面に励起される渦電流と、前記永久磁石が前記配管または機器の前記外表面に形成する磁場とにより生ずるローレンツ力によって発生する、前記配管または機器の前記外表面を伝播する横波の超音波であり、前記信号処理手段が求める欠陥が、前記配管または機器に生じた表面亀裂であることを特徴とするものである。

10

## 【発明の効果】

## 【0014】

本発明に係る配管・機器監視装置及び方法によれば、配管または機器に常時装着された電磁超音波探触子からの超音波を用いて、プラントの運転中に配管または機器に生じた欠陥、特に表面亀裂を直接的に且つ早期に検出して、配管または機器の健全性を監視できる。

20

## 【図面の簡単な説明】

## 【0015】

【図1】本発明に係る配管・機器監視装置の第1の実施の形態を示す構成図。

【図2】図1の電磁超音波探触子を示す構成図。

【図3】図1のハーベスタ電源の一例を示す構成図。

【図4】本発明に係る配管・機器監視装置の第2の実施の形態を示す構成図。

【図5】図4のV矢視図。

## 【発明を実施するための形態】

## 【0016】

以下、本発明を実施するための最良の形態を、図面に基づき説明する。但し、本発明は、これらの実施の形態に限定されるものではない。

30

## 【0017】

[A] 第1の実施の形態(図1～図3)

図1に示す配管・機器監視装置10は、原子力発電プラントまたは火力発電プラントなどのプラントを構成する、検査対象物としての配管1に装着された電磁超音波探触子11(EMAT: Electromagnetic Acoustic Transducer)から送信され、且つこの電磁超音波探触子11にて受信される超音波を用いて、配管1に生じた欠陥、特に減肉を検出するものである。

## 【0018】

ここで、配管1は、内部に高温の流体(例えば高温蒸気、高温加圧水など)が流れることで、200 から600 の高温状態にある。例えば、配管1は、原子力発電プラントでは約300 程度である。

40

## 【0019】

また、この配管1は、内部を流れる上記流体により内表面が腐食やエロージョンによって削られ、減肉現象が生じる。配管・機器監視装置10は、この配管1の板厚を定量的に計測することで、配管1に生じた減肉を直接検出する。

## 【0020】

配管・機器監視装置10は、検査対象物である配管1に常時装着されるセンサ部10Aと、このセンサ部10Aから離れて設置された信号処理手段としての信号処理部10Bと有してなり、センサ部10Aは、電磁超音波探触子11、無線送信手段としての無線送信

50

機 1 2、自己給電手段としてのハーベスタ電源 1 3、及びキャパシタ 1 4 を有して構成される。電磁超音波探触子 1 1、無線送信機 1 2 及びキャパシタ 1 4 がセンサケーシング 1 5 に内蔵され、ハーベスタ電源 1 3 が例えばセンサケーシング 1 5 の外面に取り付けられている。また、信号処理部 1 0 B は、後述の中継器 2 1 及び演算器 2 2 を有して構成される。

#### 【 0 0 2 1 】

電磁超音波探触子 1 1 は、図 1 及び図 2 に示すように、永久磁石 1 7、励磁・受信コイル 1 8 及び電位差計 1 6 を有して構成され、後述の如く、縦波の超音波 P 1 を励起して送信し、縦波の超音波パルスエコー P 2 を受信する。この縦波の超音波 P 1、超音波パルスエコー P 2 は、配管 1 の板厚の計測に適したものであり、これにより、配管 1 に生じた減肉が検出される。尚、減肉箇所を図 1 及び図 2 において符号 4 で示す。

10

#### 【 0 0 2 2 】

永久磁石 1 7 は、配管 1 の温度が数 1 0 0 の高温になっていることから、キュロ一点が 5 0 0 以上であり、2 0 0 ~ 6 0 0 の高温でも磁力の低下が少ない高温用磁石が用いられる。例えば、この永久磁石 1 7 はサマリウム・コバルト磁石、またはアルミニウム・ニッケル・コバルト磁石などが用いられる。この永久磁石 1 7 が配管 1 の外表面 2 に垂直に設置されることにより、配管 1 の外表面 2 に、配管 1 の軸方向 M に平行な磁場 1 9 が形成される。

#### 【 0 0 2 3 】

また、一般に、超音波探触子は水やグリースなどのカプラントによって検査対象物に接着されるが、検査対象物である配管 1 が数 1 0 0 の高温状態にあつては、カプラントは揮発したり流出してしまう。本実施の形態では、永久磁石 1 7 の磁力の作用によって、電磁超音波探触子 1 7 を内蔵するセンサ部 1 0 A が配管 1 の外表面に常時装着される。

20

#### 【 0 0 2 4 】

励磁・受信コイル 1 8 は、その軸心 O が、配管 1 の軸方向 M と平行に配置される。そして、ハーベスタ電源 1 3 からキャパシタ 1 4 に蓄電された電力によって励磁・受信コイル 1 8 に高周波のパルス電流が流されると、配管 1 の外表面 2 にパルス状の渦電流 2 0 ( 図 2 ) が励起される。この渦電流 2 0 と配管 1 の外表面 2 に生じた磁場 1 9 とによってローレンツ力が発生し、このローレンツ力が配管 1 の外表面 2 に垂直な方向のパルス状の衝撃力となって、配管 1 の外表面 2 から垂直方向にパルス状の縦波の超音波 P 1 が発生する。

30

#### 【 0 0 2 5 】

この縦波の超音波 P 1 は、配管 1 の内表面 3 ( 減肉箇所 4 の内表面を含む ) で反射し、超音波パルスエコー P 2 として配管 1 の外表面 2 に到達し、この外表面 2 の振動が磁場 1 9 を振動させる。すると、この磁場 1 9 の振動により、ファラデーの法則によって励磁・受信コイル 1 8 にパルス状の電位差が励起される。励磁・受信コイル 1 8 に最初に超音波パルス電流が通電されてから、励磁・受信コイル 1 8 に上述の電位差が励起されるまでの時間差が、超音波 P 1 及び超音波パルスエコー P 2 の伝播時間の総和となる。

#### 【 0 0 2 6 】

配管 1 の断面を伝播する縦波の超音波 P 1 及び超音波パルスエコー P 2 の音速は共に等しく、材料物性値によって決まっており、鋼の場合には一般に約 5 0 0 0 m / s となる。従って、この音速と前述の超音波 P 1 及び超音波パルスエコー P 2 の伝播時間の総和とから、配管 1 の板厚を、これらの配管 1 に非接触状態で直接計測することが可能になり、配管 1 の減肉状況を検出できる。

40

#### 【 0 0 2 7 】

尚、励磁・受信コイル 1 8 に供給される超音波パルス電流の周波数またはパルス幅を調整することで、励磁・受信コイル 1 8 に励起される超音波 P 1 の周波数が設定される。従って、この超音波 P 1 の周波数を数 1 0 0 k H z ~ 数 M H z の範囲で設定することにより、配管 1 の板厚 ( つまり減肉 ) の計測精度を 1 m m 以内に制御することが可能になる。

#### 【 0 0 2 8 】

実際には、超音波パルスエコー P 2 に基づく磁場 1 9 の振動によって励磁・受信コイル

50

１８に励起されるパルス状の電位差は、この励起・受信コイル１８に接続された電位差計１６にて計測される。この計測データは、電位差計１６に接続された無線送信機１２を用いて、信号処理部１０Ｂを構成する中継器２１を経て、同じく信号処理部１０Ｂを構成する演算器２２へ送信される。そして、この演算器２２が、励磁・受信コイル１８に最初の高周波パルス電流が通電されてから上述の電位差が励起されるまでの時間差を演算し、この時間差に基づき配管１の板厚を計測し、その減肉状況を求める。すなわち、信号処理部１０Ｂの演算器２２が電磁超音波探触子１１による計測データから減肉状況を求める。

#### 【００２９】

上述のようにして、配管１にセンサ部１０Ａが常時装着、特に電磁超音波探触子１１が常時装着されることで、原子力または火力発電プラントの運転中における配管１の減肉状況が状態監視されて、この減肉が、配管１内を流れる高温流体（例えば冷却材）の漏洩に至る前の初期段階で検出される。

#### 【００３０】

ところで、センサ部１０Ａにおけるハーベスタ電源１３は、例えば配管１の温度に基づきペルチェ素子を用いて発電したり、配管１の振動に基づきピエゾ素子を用いて発電する自己発電機能を有する。ハーベスタ電源１３にて発電された電力はキャパシタ１４を経て、つまりキャパシタ１４に蓄電された後、電磁超音波探触子１１及び無線送信機１２へ給電される。ペルチェ素子２３を用いたハーベスタ電源１３の一例を図３に示す。

#### 【００３１】

つまり、数１００に保たれた高温の配管１の外表面２は保温材２４により覆われて、数１０の外気に対し保温されている。そして、この高温の配管１の外表面２にヒートパイプ２５の基端が固着され、このヒートパイプ２５の先端にペルチェ素子２３の裏面２３Ｂが接着される。これにより、ペルチェ素子２３の裏面２３Ｂに高温の配管１の熱が効率的に伝熱される。また、ペルチェ素子２３の表面２３Ａにはヒートシンク２６が接着されている。これにより、ペルチェ素子２３の表面２３Ａが外気により効率的に冷却される。

#### 【００３２】

従って、数１００の高温の配管１の熱が伝熱されるペルチェ素子２３の裏面２３Ｂと、数１０の外気により冷却されるペルチェ素子２３の表面２３Ａとの間には、１０～１００以上の温度差が生じ、これにより、数ｃｍの矩形のペルチェ素子２３であっても、数１０ｍＷ以上の電力を得ることが可能になる。

#### 【００３３】

プラント運転中であっては、配管１の外表面２の温度が数１００以上に保たれ、且つ外気温が数１０であることから、ペルチェ素子２３が発生する電力は、電磁超音波探触子１１及び無線送信機１２を駆動する電力を定常的に得ることが可能になる。より大きな電力が必要な場合には、ペルチェ素子２３、ヒートパイプ２５及びヒートシンク２６の容量を増大させることで対処することが可能になる。

#### 【００３４】

以上のように構成されたことから、本実施の形態によれば、次の効果（１）～（４）を奏する。

#### 【００３５】

（１）配管１に常時装着されたセンサ部１０Ａの電磁超音波探触子１１が送受信する縦波の超音波Ｐ１及び超音波パルスエコーＰ２を用いて、プラント運転中に配管１に生じた減肉を直接検出し、この配管１を状態監視して減肉を初期段階で検出している。このため、運転中のプラントを構成する配管１に生じた減肉を正確に且つ早期に検出して、配管１の健全性を監視できる。この結果、例えば、原子力発電プラントの配管１の減肉により配管１から冷却材が漏洩する事象を未然に防止でき、プラントの計画外の停止を回避できる。

#### 【００３６】

（２）配管・機器監視装置１０のセンサ部１０Ａには電磁超音波探触子１１が具備されることから、カプラントを不要にでき、しかも配管１の減肉を含む欠陥を非接触状態で検

10

20

30

40

50

出できる。また、電磁超音波探触子 11 を構成する永久磁石 17 が、200 ~ 600 の高温に対しても磁力の低下が少ない高温用磁石が用いられたことから、電磁超音波探触子 11 を具備するセンサ部 10 A は、原子力発電プラントや火力発電プラントの高温の配管 1 に対しても、その減肉を含む欠陥を好適に検出することができる。

【0037】

(3) 電磁超音波探触子 11 の電位差計 16 にて計測された電位差データ(計測データ)が無線送信機 12 を用いて中継器 21 へ無線送信され、演算器 22 で演算処理されて配管 1 の減肉が検出されることから、計装ケーブルを不要にできる。この結果、配管 1 と保温材 24 との間にセンサ部 10 A を設置することが可能になり、その場合に計装ケーブルが存在しないことから、センサ部 10 A の設置の作業性が良好になる。更に、現地の建屋

10

【0038】

(4) 自己発電機能を有するハーベスタ電源 13 にて発電された電力が、電磁超音波探触子 11 及び無線送信機 12 へ給電されることから、電磁超音波探触子 11 及び無線送信機 12 へ給電するための電源ケーブルや、電磁超音波探触子 11 及び無線送信機 12 への給電用電池を不要にできる。この結果、電源ケーブルの敷設作業や定期的な電池交換作業を削除することができる。

【0039】

[B] 第 2 の実施の形態(図 4、図 5)

図 4 は、本発明に係る配管・機器監視装置の第 2 の実施の形態を示す構成図である。この第 2 の実施の形態において、第 1 の実施の形態と同様な部分については、同一の符号を付すことにより説明を簡略化し、または省略する。

20

【0040】

本実施の形態の配管・機器監視装置 30 が第 1 の実施の形態の配管・機器監視装置 10 と異なる点は、センサ部 30 A に内蔵された電磁超音波探触子 31 により配管 1 に励起される超音波 S1 と、受信する超音波パルスエコー S2 が共に横波であり、これらの超音波 S1 及び超音波パルスエコー S2 を用いて、配管 1 に生じた欠陥、特に表面亀裂 5 を検出する点である。

【0041】

尚、表面亀裂 5 は、SSC (Stress - Corrosion Cracking) や疲労欠陥、溶接肉盛部の表面欠陥などである。また、配管・機器監視装置 30 の信号処理部(不図示)は、第 1 の実施の形態と同様に中継器 21 及び演算器 22 を有して構成される。

30

【0042】

電磁超音波探触子 31 は、永久磁石 32、励磁・受信コイル 33 及び電位差計 16 を有して構成される。永久磁石 32 は、第 1 の実施の形態の永久磁石 17 と同様に高温用磁石であるが、配管 1 の外表面 2 に設置されることで、配管 1 の軸方向 M に垂直な磁場 34 が、配管 1 の外表面 2 に形成される。また、この永久磁石 32 の磁力によって、電磁超音波探触子 31 を内蔵するセンサ部 30 A が配管 1 に常時装着される。

【0043】

励磁・受信コイル 33 は、図 4 の手前から奥側へ向かって永久磁石 32 を内包するように巻き回されてなり、図 5 に示すように、その軸心 Q が配管 1 の軸方向 M に対し水平面で直交して配置される。

40

【0044】

そして、ハーベスタ電源 13 からキャパシタ 14 に蓄電された電力によって、励磁・受信コイル 33 に高周波のパルス電流が流されると、配管 1 の外表面 2 にパルス状の渦電流 35 が励起される。この渦電流 35 と配管 1 の外表面 2 に生じた前記磁場 34 とによってローレンツ力が発生し、このローレンツ力により、配管 1 の外表面 2 に平行な方向で、配管 1 の軸方向 M に沿って伝播するパルス状の横波の超音波 S1 が発生する。

【0045】

50

この横波の超音波 S 1 は、配管 1 に生じた表面亀裂 5 で反射して超音波パルスエコー S 2 となり、配管 1 の外表面 2 の磁場 3 4 を振動させる。すると、この磁場 3 4 の振動により、ファラデーの法則によって励磁・受信コイル 3 3 にパルス状の電位差が励起される。励磁・受信コイル 3 3 に最初に超音波パルス電流が通電されてから、この励磁・受信コイル 3 3 に上述の電位差が励起されるまでの時間差が、超音波 S 1 及び超音波パルスエコー S 2 の伝播時間の総和となる。

#### 【 0 0 4 6 】

配管 1 の外表面 2 を伝播する横波の超音波 S 1 及び超音波パルスエコー S 2 の音速は共に等しく、材料物性値によって決まっており、鋼の場合には一般に約 3 0 0 0 m / s になる。従って、この音速と前述の超音波 S 1 及び超音波パルスエコー S 2 の伝播時間の総和とから、配管 1 に生じた表面亀裂 5 の発生箇所と大きさが検出される。

#### 【 0 0 4 7 】

本実施の形態においても、実際には、超音波パルスエコー S 2 に基づく磁場 3 4 の振動によって励磁・受信コイル 3 3 に励起されるパルス状の電位差は、この励起・受信コイル 3 3 に接続された電位差計 1 6 にて計測される。この計測データは、電位差計 1 6 に接続された無線送信機 1 2 を用い、中継器 2 1 を経て演算器 2 2 へ送信される。そして、この演算器 2 2 が、励磁・受信コイル 3 3 に最初に高周波パルス電流が通電されてから上述の電位差が励起されるまでの時間差を演算し、この時間差に基づき配管 1 に生じた表面亀裂 5 を検出する。

#### 【 0 0 4 8 】

この配管・機器監視装置 3 0 のセンサ部 3 0 A においても、配管 1 に電磁超音波探触子 3 1 が常時装着されて、プラント運転中における配管 1 の表面亀裂 5 が状態監視され、表面亀裂 5 が初期段階で検出される。

#### 【 0 0 4 9 】

以上のように構成されたことから、本実施の形態においても第 1 の実施の形態の効果 ( 2 ) ~ ( 4 ) と同様な効果を奏するほか、次の効果 ( 5 ) を奏する。

#### 【 0 0 5 0 】

( 5 ) 配管 1 に常時装着されたセンサ部 3 0 A の電磁超音波探触子 3 1 が送受信する横波の超音波 S 1 及び超音波パルスエコー S 2 を用いて、プラント運転中に配管 1 に生じた表面亀裂 5 を直接検出し、この配管 1 を状態監視して表面亀裂 5 を初期段階で検出する。このため、運転中のプラントを構成する配管 1 に生じた表面亀裂 5 を正確且つ早期に検出して、配管 1 の健全性を監視できる。

#### 【 0 0 5 1 】

尚、第 1 及び第 2 の両実施形態では、配管・機器監視装置 1 0、3 0 が超音波を用いて欠陥を検出する検査対象が配管 1 の場合を述べたが、配管 1 以外の機器であってもよい。

#### 【 符号の説明 】

#### 【 0 0 5 2 】

- 1 配管
- 4 減肉箇所 ( 欠陥 )
- 5 表面亀裂 ( 欠陥 )
- 1 0 配管・機器監視装置
- 1 1 電磁超音波探触子
- 1 2 無線送信機
- 1 3 ハーベスタ電源
- 1 7 永久磁石
- 1 8 励起・受信コイル
- 3 0 配管・機器監視装置
- 3 1 電磁超音波探触子
- 3 2 永久磁石
- 3 3 励起・受信コイル

10

20

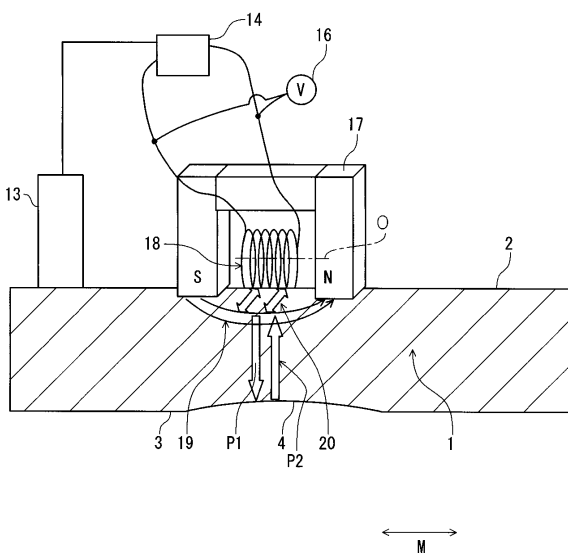
30

40

50

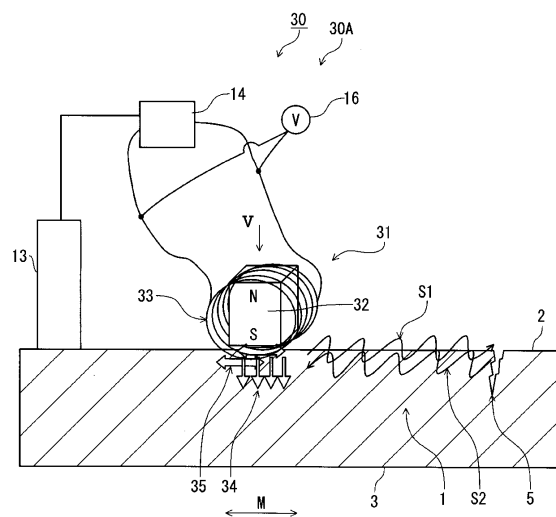
P 1	超音波
P 2	超音波パルスエコー
S 1	超音波
S 2	超音波パルスエコー

【圖 2】

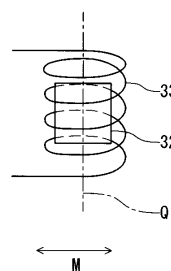




【圖 4】



【 図 5 】



---

フロントページの続き

- (72)発明者 黒田 英彦  
東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内
- (72)発明者 渡部 和美  
東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内
- (72)発明者 佐々木 恵一  
東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内
- (72)発明者 清水 俊一  
東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内
- (72)発明者 日隈 幸治  
東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内
- (72)発明者 粉 幸太郎  
東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内

審査官 高橋 亨

- (56)参考文献 特開昭59-126903(JP,A)  
特開平02-243933(JP,A)  
特開平05-087780(JP,A)  
特開2005-098941(JP,A)  
特開昭62-276458(JP,A)  
特開平05-180982(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
G01N 29/00-29/52