

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2012年9月20日(20.09.2012)



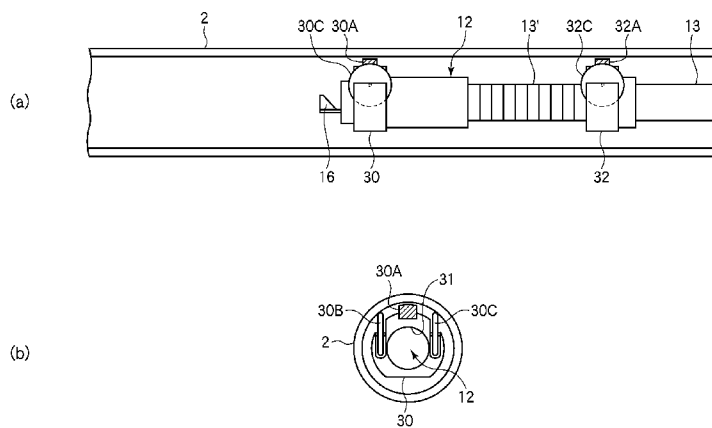
(10) 国際公開番号
WO 2012/124731 A1

- (51) 国際特許分類:
G01N 29/265 (2006.01) G01N 29/024 (2006.01)
 - (21) 国際出願番号: PCT/JP2012/056556
 - (22) 国際出願日: 2012年3月14日(14.03.2012)
 - (25) 国際出願の言語: 日本語
 - (26) 国際公開の言語: 日本語
 - (30) 優先権データ:
特願 2011-055285 2011年3月14日(14.03.2011) JP
 - (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): 株式会社アイ・ディー・シー(IDC KK) [JP/JP]; 〒7128054 岡山県倉敷市潮通二丁目1番地 Okayama (JP).
 - (72) 発明者; および
 - (75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 小島 雅史 (KOBATAKE, Masashi) [JP/JP]; 〒7128054 岡山県倉敷市潮通二丁目1番地 株式会社アイ・ディー・シー内 Okayama (JP).
 - (74) 代理人: 北野 好人(KITANO, Yoshihito); 〒1600015 東京都新宿区大京町9番地 エクシード四谷2階 Tokyo (JP).
 - (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
 - (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- 添付公開書類:
— 国際調査報告(条約第21条(3))

(54) Title: PIPE ULTRASONIC WAVE INSPECTION DEVICE AND PIPE ULTRASONIC WAVE INSPECTION METHOD

(54) 発明の名称: 管の超音波検査装置及び管の超音波検査方法

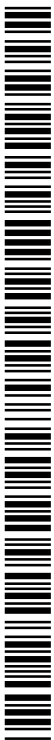
[図4]



(57) Abstract: Provided are: an ultrasonic wave inspection device for pipes, capable of moving a probe smoothly inside a pipe, accurately positioning the probe inside the pipe, and inspecting pipe damage; and an ultrasonic wave inspection method for pipes. Said device has: an inspection probe unit housing the probe that transmits ultrasonic waves and receives echo waves from the ultrasonic waves and a mirror that reflects the ultrasonic waves transmitted from the probe towards a pipe to be inspected and reflects the echo waves from the pipe to be inspected towards the probe; a data processing unit that processes inspection data for the pipe to be inspected, on the basis of the ultrasonic waves transmitted by the probe and the echo waves received by the probe; and a centering member having a holding section that holds the inspection probe section, and has disposed on one side of the outer circumference thereof a magnet that attracts an internal pipe wall in the pipe to be inspected and a traveling wheel that travels along the pipe wall of the pipe to be inspected.

(57) 要約:

[続葉有]



WO 2012/124731 A1



探触子をスムーズに管内で移動させ、探触子を正確に管内で位置決めして、管の損傷を検査することができる管の超音波検査装置及び管の超音波検査方法を提供する。超音波を発信し、超音波のエコー波を受信する探触子と、探触子から発信された超音波を被検査管へ反射し、被検査管からのエコー波を探触子へ反射するミラーとが収納された検査探触部と、探触子が発信する超音波と探触子が受信するエコー波に基づいて被検査管の検査データを処理するデータ処理部と、検査探触部を保持する保持部を有し、被検査管の内管壁を吸引する磁石と、被検査管の管壁を走行する走行車輪とが外周の一側に設けられたセンタリング部材とを有する。

明 細 書

発明の名称： 管の超音波検査装置及び管の超音波検査方法

技術分野

[0001] 本発明は管の超音波検査装置及び管の超音波検査方法に関し、特にボイラーチューブ、熱交換器チューブ等の管の損傷を水浸式超音波探傷法により検査する管の超音波検査装置及び管の超音波検査方法に関する。

背景技術

[0002] 石油精製プラントや化学プラントでは、多管式熱交換器が多数使用されている。これら熱交換器に用いられている伝熱管の腐食は、設備保全上重要な問題である。このような伝熱管の腐食状態は構造的に目視その他による検査ができず、また残余寿命の推定等の定量的な評価が必要な場合には熱交換器から伝熱管を抜き出し破壊検査を行っていた。

[0003] 一方、これら管の非破壊検査手法として超音波探傷法が提案されている。超音波探傷法では、管の損傷を検査するためには検査対象の管内深くに探触子を挿入する。そのためには、探触子を検査対象の管にスムーズに挿入できることが重要である。また、検査の際には、探触子を管内の適切な位置に置いて検査するようにしなければならない。

[0004] 例えば、スプリングガイドとアクリル製のシューにより探触子の管内移動を滑らかにしつつ、探触子の位置決めをしようとする技術が知られている（特許文献1参照）。また、ローラーやスプリングにより探触子の管内移動を滑らかにしつつ、探触子の位置決めをしようとする技術が知られている（特許文献2参照）。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開平02-176460号公報
特許文献2：特公平03-076417号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] しかしながら、従来の技術では、探触子の管内移動が十分にスムーズではなく、探触子の位置決めが十分に正確ではなかった。特に、検査対象である管の形状が異なると、探触子の滑らかな管内移動や探触子の正確な位置決めをすることが困難であった。

[0007] 本発明の目的は、探触子をスムーズに管内で移動させ、探触子を正確に管内で位置決めして、管の損傷を検査することができる管の超音波検査装置及び管の超音波検査方法を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0008] 本発明の一態様による管の超音波検査装置は、超音波を発信し、超音波のエコー波を受信する探触子と、前記探触子から発信された超音波を被検査管へ反射し、前記被検査管からのエコー波を前記探触子へ反射するミラーとが収納された検査探触部と、前記探触子が発信する超音波と前記探触子が受信するエコー波に基づいて前記被検査管の検査データを処理するデータ処理部と、前記検査探触部を保持する保持部を有し、前記被検査管の内管壁を吸引する磁石と、前記被検査管の管壁を走行する走行車輪とが外周の一側に設けられたセンタリング部材とを有することを特徴とする。

[0009] 上述した管の超音波検査装置において、前記探触子から前記ミラーへの超音波の伝達軸を中心としてミラーを回転させる回転機構を更に有し、前記センタリング部材の前記保持部により、前記伝達軸が前記被検査管の中心軸に平行となるように前記検査探触部を保持するようにしてもよい。

[0010] 上述した管の超音波検査装置において、前記センタリング部材は、前記被検査管の管壁を吸引する磁石と、前記被検査管の管壁を走行する走行車輪とが外周の一側に設けられた第1センタリング部と、前記被検査管の管壁を吸引する磁石と、前記被検査管の管壁を走行する走行車輪とが外周の一側に設けられた第2センタリング部とを有するようにしてもよい。

[0011] 上述した管の超音波検査装置において、前記センタリング部材の外周の他側から前記伝達軸までの長さが、前記センタリング部材の外周の一側から前

記伝達軸までの長さよりも短くするようにしてもよい。

[0012] 上述した管の超音波検査装置において、前記第1センタリング部により保持される部分と前記第2センタリング部により保持される部分の間の前記検査探触部の少なくとも一部分が変形可能であるようにしてもよい。

[0013] 本発明の一態様による管の超音波検査方法は、上述した管の超音波検査装置を用いた管の超音波検査方法であって、前記磁石により前記被検査管の管壁を吸引しながら、前記走行車輪により前記検査探触部を前記被検査管内で走行させ、前記被検査管の検査データを前記データ処理部で処理することを特徴とする。

[0014] 上述した管の超音波検査方法において、前記被検査管の管内径が一定でなくてもよい。

[0015] 上述した管の超音波検査方法において、前記被検査管が曲がっていてもよい。

発明の効果

[0016] 以上の通り、本発明によれば、超音波を発信し、超音波のエコー波を受信する探触子と、探触子から発信された超音波を被検査管へ反射し、被検査管からのエコー波を探触子へ反射するミラーとが収納された検査探触部と、探触子が発信する超音波と探触子が受信するエコー波に基づいて被検査管の検査データを処理するデータ処理部と、検査探触部を保持する保持部を有し、被検査管の内管壁を吸引する磁石と、被検査管の管壁を走行する走行車輪とが外周の一側に設けられたセンタリング部材とを有するので、探触子をスムーズに管内で移動させ、探触子を正確に管内で位置決めして、管の損傷を検査することができる。

図面の簡単な説明

[0017] [図1]本発明の一実施形態による管の超音波検査装置の検査探触部を示す図である。

[図2]本発明の一実施形態による管の超音波検査装置における水距離と肉厚の測定方法の説明図である。

[図3]本発明の一実施形態による管の超音波検査装置の検査結果からの腐食態様の推定方法の説明図である。

[図4]本発明の一実施形態による管の超音波検査装置のセンタリング部材を示す図（その1）である。

[図5]本発明の一実施形態による管の超音波検査装置の使用状態を示す図である。

[図6]本発明の一実施形態による管の超音波検査装置のセンタリング部材を示す図（その2）である。

発明を実施するための形態

[0018] 本発明の一実施形態による管の超音波検査装置について図1乃至図5を用いて説明する。図1は本実施形態による管の超音波検査装置の検査探触部を示す図であり、図4は本実施形態による管の超音波検査装置のセンタリング部材を示す図であり、図5は本実施形態による管の超音波検査装置の使用状態を示す図である。

[0019] 本実施形態による管の超音波検査装置10では、図1に示すように、探傷検査を行うための検査探触部12を検査対象である被検査管2内に挿入して検査を行う。検査探触部12にはフレキシブルホース13が接続されている。被検査管2の外部には、検査の演算処理を行う超音波探傷器送受信装置40が設けられている。

[0020] 管の超音波検査装置10の検査探触部12は円柱形状をしており、検査探触部12内には探触子14が収納されている。探触子14は被検査管2の検査のための超音波パルスを発信する。探触子14前方には、探触子14から発信された超音波パルスを反射して、被検査管2の管壁へ垂直に入射するためのミラー16が設けられている。被検査管2の管壁の内表面及び外表面からのエコー波はミラー16により探触子14へ反射される。探触子14は超音波パルスのエコー波を受信する。

[0021] ミラー16は、図1に示すように、ミラー保持部18により保持されている。ミラー保持部18は、検査探触部12のハウジング20に対して、ベア

リング 22 を介し、回転自在に設けられている。

[0022] ミラー保持部 18 にはタービン 24 が設けられている。タービン 24 により、被検査管 2 内を流れる水流の運動エネルギーが回転運動のエネルギーに変換され、ミラー保持部 18 を回転させる。これにより、被検査管 2 の全周に超音波パルスを入射させて、被検査管 2 を全周にわたって検査する。

[0023] 探触子 14 にはケーブル 15 が接続されている。ケーブル 15 はフレキシブルホース 13 内に収納され、被検査管 2 外部に引き出されている。

[0024] ケーブル 15 は外部の超音波探傷器送受信装置 40 に接続されている。超音波探傷器送受信装置 40 は、超音波を送信し、そのエコー波の超音波を受信する。超音波探傷器送受信装置 40 は、被検査管 2 内の水距離を測定する水距離測定用探傷器 40A と、被検査管 2 の肉厚を測定する肉厚測定用探傷器 40B から構成されている。

[0025] 水距離測定用探傷器 40A は、送信した超音波と、被検査管 2 の内壁からのエコー波 (S1 波) とから、ミラー 16 から被検査管 2 の内壁までの水部分の距離 (水距離) を示すアナログ信号を出力する。

[0026] 肉厚測定用探傷器 40B は、被検査管 2 の内壁からのエコー波 (S1 波) と、被検査管 2 の外面からのエコー波 (B1 波) とから、被検査管 2 の管壁の外面と内面との距離 (肉厚) を示すアナログ信号とを生成する。

[0027] 水距離測定用探傷器 40A からの水距離アナログ信号と、肉厚測定用探傷器 40B からの肉厚アナログ信号は、アナログ/デジタル変換器 42 によりデジタル信号に変換され、PC (パーソナルコンピュータ) 44 に入力される。PC 44 により水距離、肉厚に基づいてデータ処理を行い、被検査管 2 の内面腐食と残肉厚等を検出する。

[0028] 次に、本実施形態による管の超音波検査装置における水距離と肉厚の測定方法について、図 2 を用いて説明する。

[0029] 被検査管 2 の検査のため、探触子 14 は超音波パルスを発信する。探触子 14 から発信された超音波パルスはミラー 16 により反射されて被検査管 2 の管壁へ垂直に入射する。被検査管 2 の管壁に入射した超音波は、図 2 (a

) に示すように、管壁の内表面でエコー波 (S 1 波) として反射し、管壁の外表面でエコー波 (B 1 波) として反射する。反射したエコー波 (S 1 波) 及びエコー波 (B 1 波) は探触子 1 4 により受信する。

[0030] 探触子 1 4 による探傷画面の一例を図 2 (b) に示す。探傷画面には、超音波の発信波 (T) とエコー波 (S 1 波) とエコー波 (B 1 波) が示されている。被検査管 2 の管壁内での減衰のため、被検査管 2 の外面からのエコー波 (B 1 波) のピークは、被検査管 2 の内壁からのエコー波 (S 1 波) のピークより低い。

[0031] エコー波 (S 1 波) は取り出しゲート G 1 により抽出され、エコー波 (B 1 波) は取り出しゲート G 2 により抽出される。取り出しゲート G 1 の方が取り出しゲート G 2 より高く設定されている。

[0032] 発信波 (T) からエコー波 (S 1 波) までの時間が、被検査管 2 の内壁までの水部分の距離 (水距離、内半径) に比例する。エコー波 (S 1 波) からエコー波 (B 1 波) までの時間が、被検査管 2 の管壁の肉厚に比例する。

[0033] 水距離測定用探傷器 4 0 A は、超音波の発信波 (T) によりトリガーされ、取り出しゲート G 1 によりエコー波 (S 1 波) を抽出する。水距離測定用探傷器 4 0 A は、発信波 (T) からエコー波 (S 1 波) までの時間に比例した、例えば、1 ~ 5 V のアナログ信号を出力する。

[0034] 水距離測定用探傷器 4 0 A からは、取り出しゲート G 1 によりエコー波 (S 1 波) の抽出のタイミングに同期したトリガー信号が出力され、肉厚測定用探傷器 4 0 B に入力される。肉厚測定用探傷器 4 0 B は、水距離測定用探傷器 4 0 A からトリガー信号によりトリガーされ、取り出しゲート G 2 によりエコー波 (B 1 波) を抽出する。肉厚測定用探傷器 4 0 B は、エコー波 (S 1 波) からエコー波 (B 1 波) までの時間に比例した、例えば、1 ~ 5 V のアナログ信号を出力する。

[0035] 次に、水距離測定用探傷器 4 0 A、肉厚測定用探傷器 4 0 B から出力されるアナログ信号の水距離、肉厚への校正方法について説明する。

[0036] 被検査管 2 と同じ材質で作られ、内径、管壁の肉厚が異なる複数のテスト

管を用意し、テスト管内に水を流し、検査時と同様に検査し、そのときの水距離測定用探傷器40A、肉厚測定用探傷器40Bから出力されるアナログ信号を記録する。複数のテスト管の内径、肉厚は既知であるから、その既知の値を用いて、水距離測定用探傷器40A、肉厚測定用探傷器40Bから出力されるアナログ信号を校正する。

[0037] 例えば、内径 R_1 、肉厚 T_1 のテスト管 P_1 と、内径 R_2 、肉厚 T_2 のテスト管 P_2 を検査する。テスト管 P_1 について水距離測定用探傷器40Aから出力されたアナログ信号 V_{R1} 、肉厚測定用探傷器40Bから出力されたアナログ信号 V_{T1} 、テスト管 P_2 について水距離測定用探傷器40Aから出力されたアナログ信号 V_{R2} 、肉厚測定用探傷器40Bから出力されたアナログ信号 V_{T2} を記録する。

[0038] 例えば、水距離の場合には、X軸を水距離 R 、Y軸をアナログ信号 V_R とするグラフに、点1（水距離 R_1 、アナログ信号 V_{R1} ）と点2（水距離 R_2 、アナログ信号 V_{R2} ）を結ぶ校正直線を描く。被検査管2を検査した結果、水距離測定用探傷器40Aからアナログ信号 V_R が得られた場合には、その校正直線から水距離 R を求める。

[0039] 同様に、肉厚の場合には、X軸を肉厚 T 、Y軸をアナログ信号 V_T とするグラフに、点1（肉厚 T_1 、アナログ信号 V_{T1} ）と点2（肉厚 T_2 、アナログ信号 V_{T2} ）を結ぶ校正直線を描く。被検査管2を検査した結果、肉厚測定用探傷器40Bからアナログ信号 V_T が得られた場合には、その校正直線から肉厚 T を求める。

[0040] 次に、管の超音波検査装置の検査結果からの腐食態様の推定方法について、図3を用いて説明する。

[0041] 被検査管2の腐食は、図3(a)に示すように、腐食していない健全部に対し、管の内面が腐食する内面腐食と、管の外表面が腐食する外面腐食の態様がある。肉厚 T の測定値だけでは、内面腐食と外面腐食を識別することはできないので、水距離（内径） R の測定値を考慮して、これらを識別する。

[0042] 健全部の場合には、図3(b)の左側部に示す探傷画面のような超音波の

発信波（T）とエコー波（S 1 波）とエコー波（B 1 波）となる。

- [0043] これに対し、内面腐食の場合には、図 3（b）の中央部に示す探傷画面のような超音波の発信波（T）とエコー波（S 1 波）とエコー波（B 1 波）となる。水距離（内径）が健全部より長く、肉厚が健全部より短くなる。
- [0044] また、外面腐食の場合には、図 3（b）の右側尾部に示す探傷画面のような超音波の発信波（T）とエコー波（S 1 波）とエコー波（B 1 波）となる。水距離（内径）が健全部とほぼ同じであり、肉厚が健全部より短くなる。
- [0045] 被検査管 2 を正しく検査するためには、超音波パルスが被検査管 2 の管壁に垂直に入射する必要がある。そのためには、検査探触部 1 2 を、被検査管 2 の中心に位置し、その管軸方向に平行な状態で保持する必要がある。
- [0046] 本実施形態による管の超音波検査装置 1 0 では、図 4（a）に示すように、検査探触部 1 2 を第 1 センタリング部 3 0 により保持し、検査探触部 1 2 近傍のフレキシブルホース 1 3 を第 2 センタリング部 3 2 により保持する。第 1 センタリング部 3 0 と第 2 センタリング部 3 2 とにより、検査探触部 1 2 を被検査管 2 の中心位置で保持するセンタリング治具であるセンタリング部材を構成する。
- [0047] センタリング治具で検査探触部 1 2 を被検査管 2 の中心位置で保持することにより、ミラー 1 6 の回転中心を被検査管 2 の中心軸に合わせることができ、ミラー 1 6 の回転中心から被検査管 2 の内壁までの距離を一定に保つことができる。
- [0048] 本実施形態では、図 4（a）に示すように、検査探触部 1 2 近傍のフレキシブルホース 1 3 の周囲にコイルバネを設け、元の直管形状に復元し易い構造の柔軟部 1 3' としている。検査探触部 1 2 に接続されたフレキシブルホース 1 3 の柔軟部 1 3' は、柔軟に変形可能である。
- [0049] 第 1 センタリング部 3 0 は、検査探触部 1 2 のミラー 1 6 側の前部を保持する。第 2 センタリング部 3 2 は、検査探触部 1 2 近傍のフレキシブルホース 1 3 の柔軟部 1 3' を保持する。
- [0050] 第 1 センタリング部 3 0 と第 2 センタリング部 3 2 により検査探触部 1 2

及びフレキシブルホース 13 の柔軟部 13' を保持することにより、検査探触部 12 を、被検査管 2 の中心に位置し、その管軸方向に平行な状態で保持することができる。

- [0051] 検査探触部 12 に柔軟なフレキシブルホース 13 が接続されているので、検査探触部 12 を被検査管 2 に挿入すると、被検査管 2 のベント部で、フレキシブルホース 13 が曲がり、検査探触部 12 をスムーズに通過させることができる。
- [0052] 第 1 センタリング部 30 の構造について、図 4 (b) を用いて説明する。第 1 センタリング部 30 と第 2 センタリング部 32 の構造は同じであるので、第 2 センタリング部 32 の構造の説明は省略する。
- [0053] 第 1 センタリング部 30 は、検査探触部 12 のミラー 16 側の前部を、被検査管 2 の中心に位置するように保持する。第 1 センタリング部 30 には、円柱形状の検査探触部 12 の大きさに適合した孔が形成されており、その孔の内周が、円柱形状の検査探触部 12 を保持するための保持部 31 として機能している。
- [0054] 第 1 センタリング部 30 の外周の一侧、図 4 (b) の上側に、被検査管 2 の管壁を吸引する磁石 30A が設けられている。磁石 30A の両側には、被検査管 2 の管壁を走行する走行車輪 30B、30C が設けられている。走行車輪 30B、30C は回転自在に取り付けられている。第 1 センタリング部 30 の外周とは、管の軸方向に垂直な平面での外周を意味する。
- [0055] 磁石 30A は被検査管 2 の管壁を吸引し、検査探触部 12 を被検査管 2 の一方の側に引き寄せるが、管壁に吸着しないようにする。磁石 30A、走行車輪 30B、30C の大きさや取り付け位置を調整して、第 1 センタリング部 30 の走行車輪 30B、30C による走行の際に、磁石 30A と管壁を所定距離離間させることで、磁石 30A が管壁に吸着しないようにする。これにより、検査探触部 12 を被検査管 2 にスムーズに挿入することができる。
- [0056] また、第 1 センタリング部 30 の外周の他側、図 4 (b) の下側を、上側に比べて短くなるように外周形状を設計している。すなわち、第 1 センタリ

ング部30の保持部31から図4(b)の下側の外周までの長さを、保持部31から図4(b)の上側の外周までの長さよりも短くなるように形成している。第2センタリング部32の外周の他側も同様に一侧に比べて短くなるように外周形状を設計している。

[0057] このように外周形状を設計することにより、被検査管2の曲がり部分においても、第1センタリング部30と第2センタリング部32の外周の他側が被検査管2の内壁に衝突することなく、スムーズに通過することができる。

[0058] 図5に示すように、フレキシブルホース13を用いて検査探触部12を被検査管2内に挿入する。フレキシブルホース13には一定距離毎に太径部13aを設けられている。作業者がフレキシブルホース13を用いて検査探触部12を挿入するときに、太径部13aの数をカウントすることにより、被検査管2への挿入長さがわかる。

[0059] 本実施形態による管の超音波検査装置10の検査探触部12を被検査管2に挿入するときには、図5に示すように、被検査管2のベント部を通過するときにも、第1センタリング部30、第2センタリング部32の外周が被検査管2の管壁に衝突することなく、スムーズに通過する。

[0060] 以上の通り、本実施形態による管の超音波検査装置では、磁石30A、32Aにより被検査管2の管壁を吸引し、検査探触部12を被検査管2の一方の側に引き寄せるようにしたので、検査探触部12を被検査管2内の半径方向の位置を一定に保つことができる。

[0061] 次に、本実施形態による管の超音波検査装置を用いた管の超音波検査方法である超音波探傷法について説明する。

[0062] 被検査管2を検査する場合には、第1センタリング部30、第2センタリング部32の磁石30A、32Aにより、被検査管2の管壁を吸引しながら、走行車輪30B、30C、32B、32Cにより検査探触部12を被検査管2内で走行させて、被検査管2内に挿入する。これにより検査探触部12を被検査管2の中心位置に保持しながら、探触子14から超音波を発信し、超音波をミラー16により反射して被検査管2の管壁に垂直に入射し、被検

査管 2 からのエコー波を探触子 1 4 で受信する。発信した超音波とエコー波をデータ処理部 4 0 によりデータ処理して、被検査管 2 を検査する。

[0063] 本実施形態による管の超音波検査装置では、センタリング部材を交換できるように設計し、被検査管の様々な管径に対応したセンタリング部材を用意しておくことが望ましい。これにより様々な管径の被検査管に対応することができる。

[0064] 例えば、図 6 に示すように、被検査管 2 の管径がより大きい場合には、その管径に基づいて外周の径がより大きい第 1 センタリング部 3 0、第 2 センタリング部 3 2 を用いる。第 1 センタリング部 3 0 は、その外周の径がより大きく設計されている。磁石 3 0 A、走行車輪 3 0 B、3 0 C の大きさや取り付け位置を調整して、第 1 センタリング部 3 0 の走行車輪 3 0 B、3 0 C による走行の際に、磁石 3 0 A が管壁に吸着しないようにする。

[0065] これにより、被検査管の管径が異なる場合でも、検査探触部 1 2 を、被検査管 2 の中心に位置し、その管軸方向に平行な状態で保持することができる。

[0066] 本発明は上記実施形態に限らず種々の変形が可能である。

[0067] 例えば、上記実施形態では、センタリング部材を 2 つのセンタリング部により構成し、これら 2 つのセンタリング部により検査探触部及びその近傍を保持したが、ひとつのセンタリング部により検査探触部及びその近傍を保持してもよいし、3 つ以上のセンタリング部により検査探触部及びその近傍を保持してもよい。また、上記実施形態では、センタリング部材を 2 つの同じ構成のセンタリング部により構成したが、各センタリング部の構成が同じ構成でなくてもよい。

[0068] また、上記実施形態では、センタリング部の外周の一側に、ひとつの磁石と 2 つの走行車輪を設けたが、そのような構成に限らない。例えば、3 つの走行車輪を設け、走行車輪の間に 2 つの磁石を設けるようにしてもよい。

符号の説明

[0069] 2…被検査管

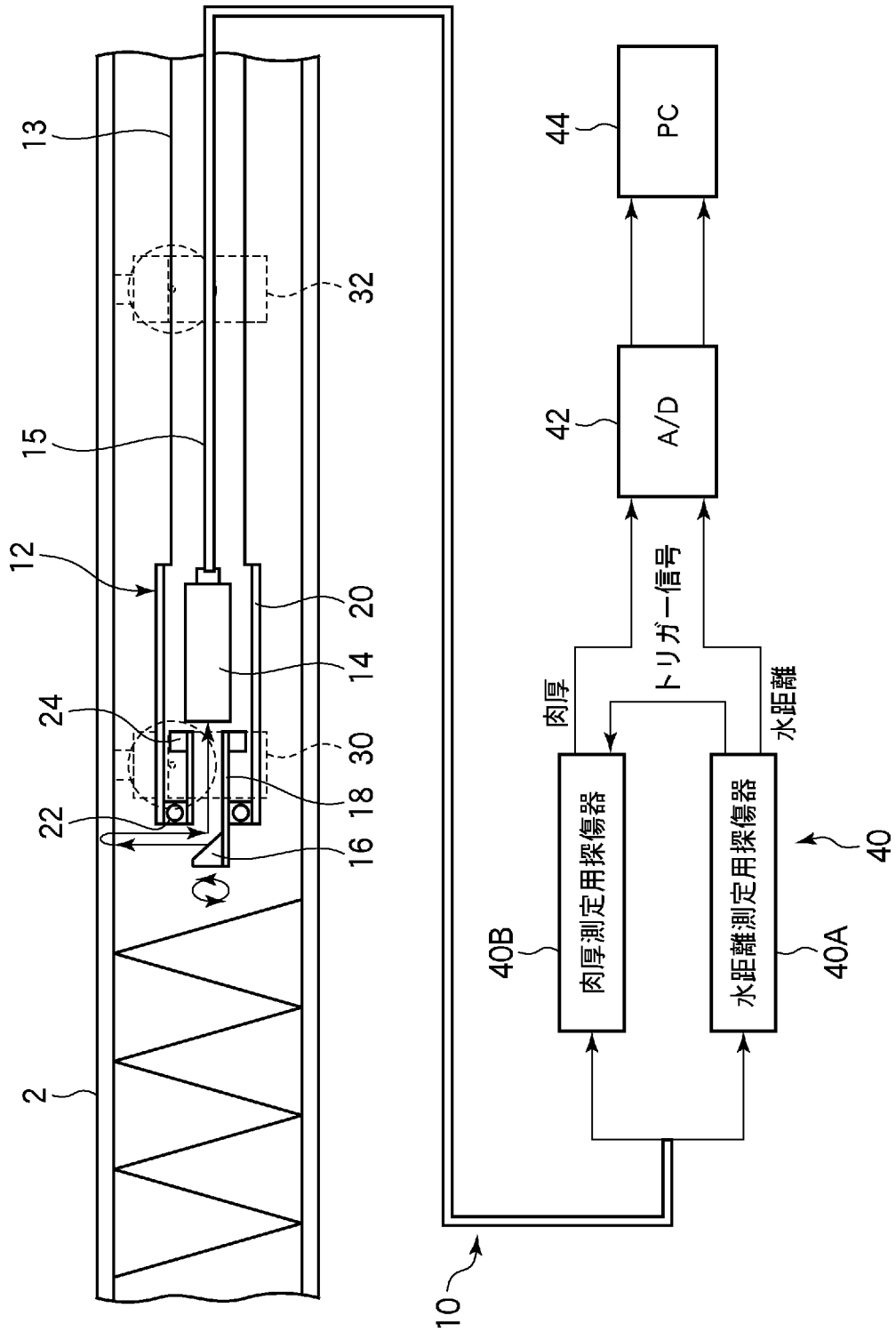
- 1 0…管の超音波検査装置
- 1 2…検査探触部
- 1 3…フレキシブルホース
- 1 3' …柔軟部
- 1 3 a…太径部
- 1 4…探触子
- 1 5…ケーブル
- 1 6…ミラー
- 1 8…ミラー保持部
- 2 0…ハウジング
- 2 2…ベアリング
- 2 4…タービン
- 3 0…第1 センタリング部
- 3 1…保持部
- 3 0 A…磁石
- 3 0 B、3 0 C…走行車輪
- 3 2…第2 センタリング部
- 3 2 A…磁石
- 3 2 B、3 2 C…走行車輪
- 4 0…超音波探傷器送受信装置
- 4 0 A…水距離測定用探傷器
- 4 0 B…肉厚測定用探傷器
- 4 2…アナログ／デジタル変換器
- 4 4…P C

請求の範囲

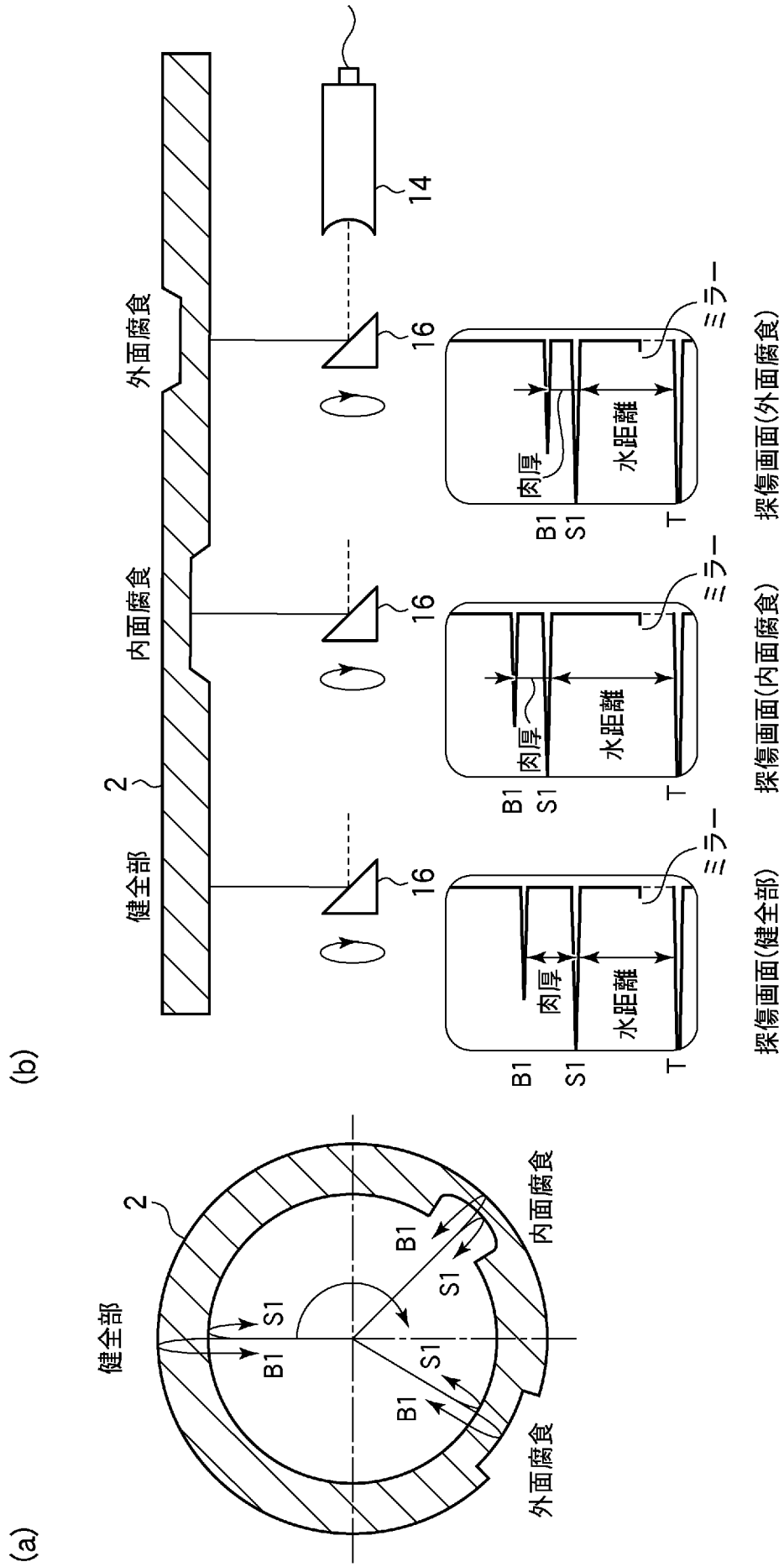
- [請求項1] 超音波を発信し、超音波のエコー波を受信する探触子と、前記探触子から発信された超音波を被検査管へ反射し、前記被検査管からのエコー波を前記探触子へ反射するミラーとが収納された検査探触部と、前記探触子が発信する超音波と前記探触子が受信するエコー波に基づいて前記被検査管の検査データを処理するデータ処理部と、前記検査探触部を保持する保持部を有し、前記被検査管の内管壁を吸引する磁石と、前記被検査管の管壁を走行する走行車輪とが外周の一側に設けられたセンタリング部材とを有することを特徴とする管の超音波検査装置。
- [請求項2] 請求項1記載の管の超音波検査装置において、前記探触子から前記ミラーへの超音波の伝達軸を中心としてミラーを回転させる回転機構を更に有し、前記センタリング部材の前記保持部により、前記伝達軸が前記被検査管の中心軸に平行となるように前記検査探触部を保持することを特徴とする管の超音波検査装置。
- [請求項3] 請求項1又は3記載の管の超音波検査装置において、前記センタリング部材は、前記被検査管の管壁を吸引する磁石と、前記被検査管の管壁を走行する走行車輪とが外周の一側に設けられた第1センタリング部と、前記被検査管の管壁を吸引する磁石と、前記被検査管の管壁を走行する走行車輪とが外周の一側に設けられた第2センタリング部とを有することを特徴とする管の超音波検査装置。
- [請求項4] 請求項2又は3記載の管の超音波検査装置において、前記センタリング部材の外周の他側から前記伝達軸までの長さが、前記センタリング部材の外周の一側から前記伝達軸までの長さよりも短いことを特徴とする管の超音波検査装置。

- [請求項5] 請求項3又は4記載の管の超音波検査装置において、
前記第1センタリング部により保持される部分と前記第2センタリング部により保持される部分の間の前記検査探触部の少なくとも一部分が変形可能であることを特徴とする管の超音波検査装置。
- [請求項6] 請求項1乃至5のいずれか1項に記載の管の超音波検査装置を用いた管の超音波検査方法であって、
前記磁石により前記被検査管の管壁を吸引しながら、前記走行車輪により前記検査探触部を前記被検査管内で走行させ、
前記被検査管の検査データを前記データ処理部で処理することを特徴とする管の超音波検査方法。
- [請求項7] 請求項6記載の管の超音波検査方法において、
前記被検査管の管内径が一定でないことを特徴とする管の超音波検査方法。
- [請求項8] 請求項6記載の管の超音波検査方法において、
前記被検査管が曲がっていることを特徴とする管の超音波検査方法。

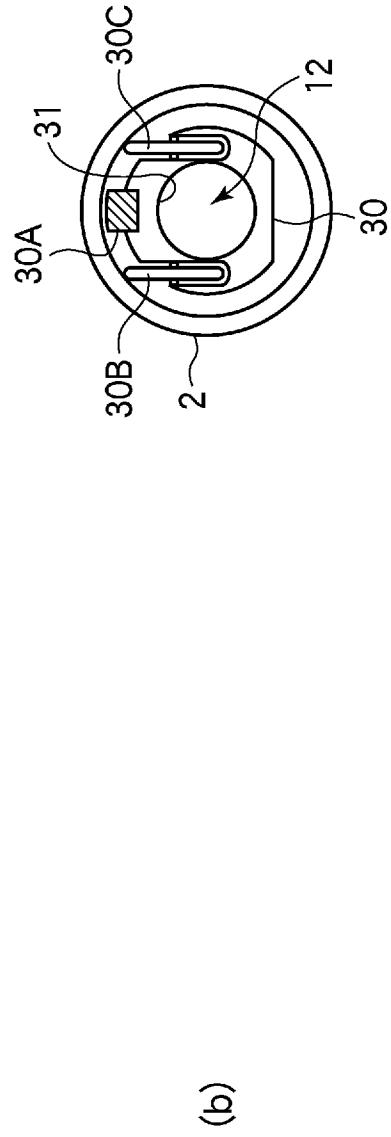
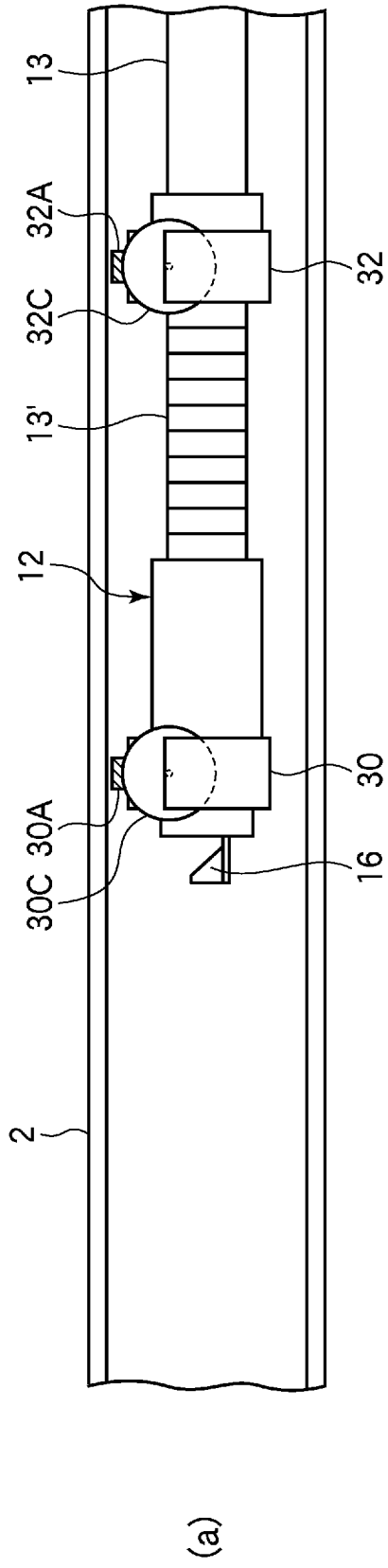
[図1]



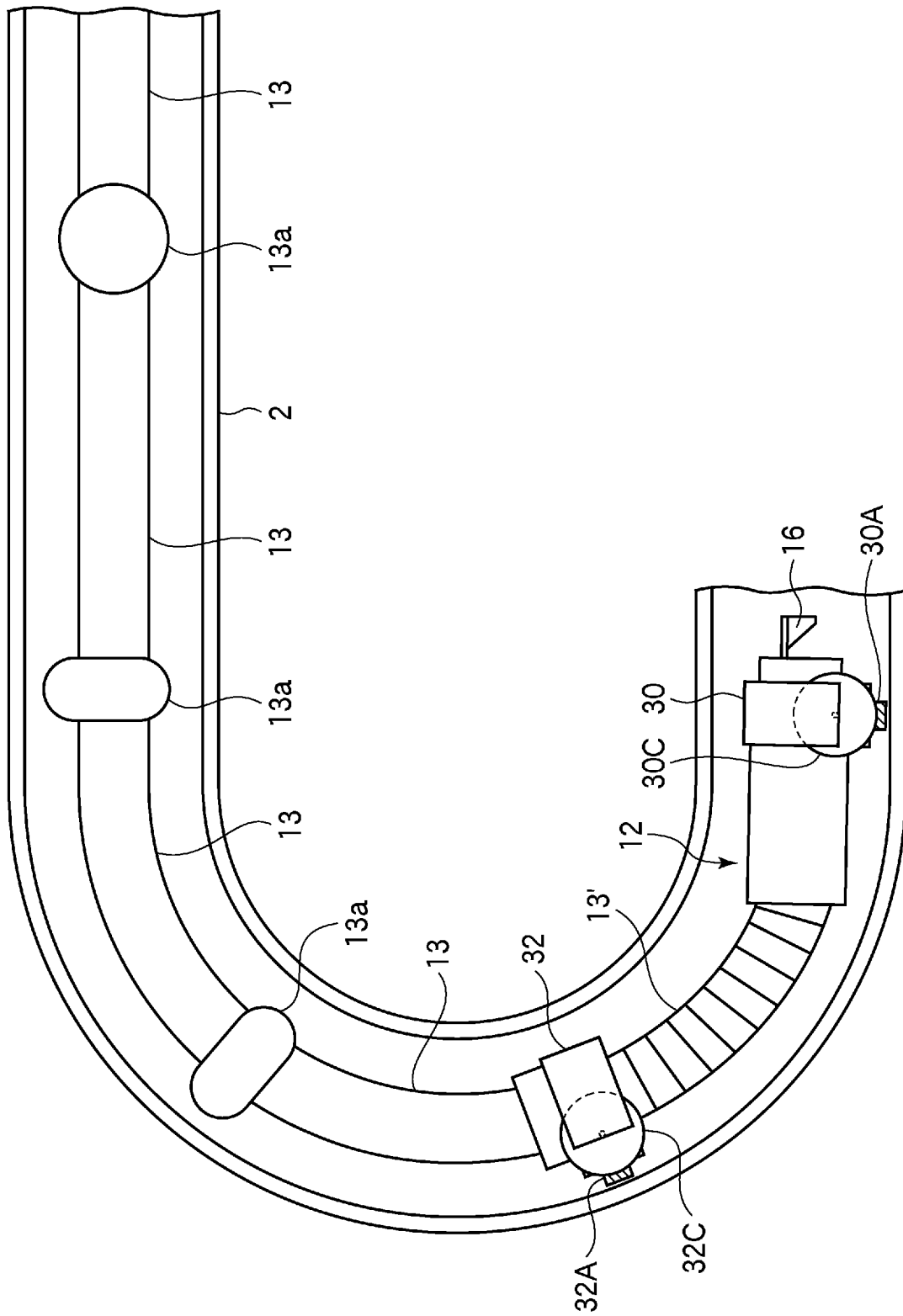
[図3]



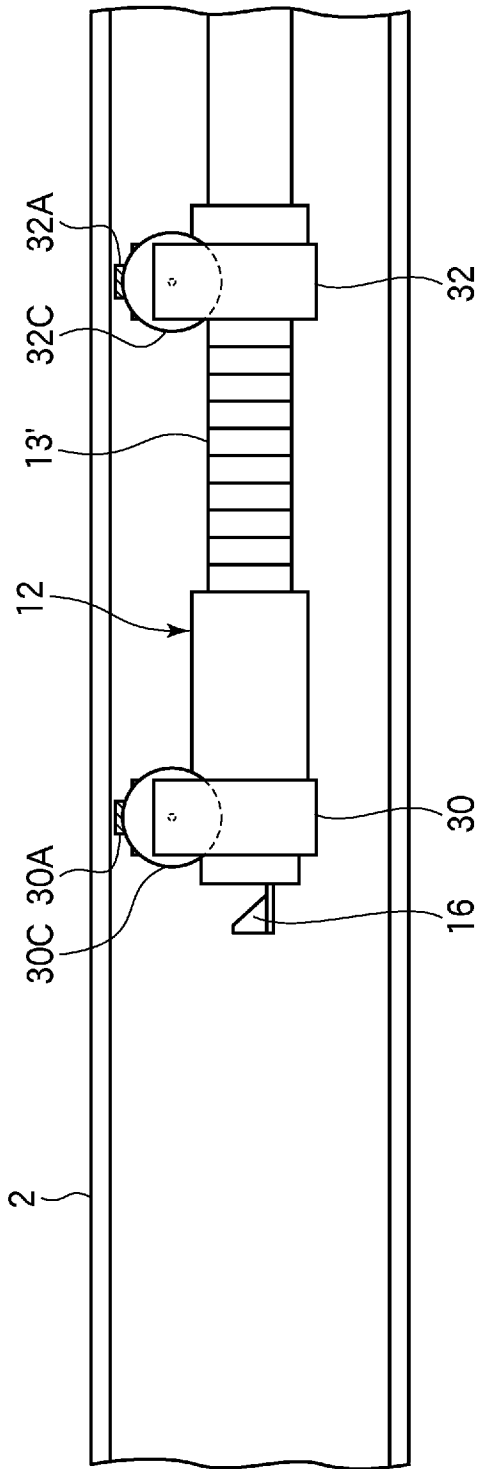
[図4]



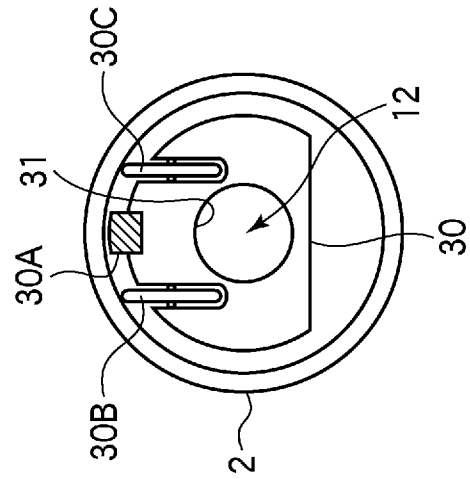
[図5]



[図6]



(a)



(b)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/056556

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
G01N29/265(2006.01) i, G01N29/024(2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
 G01N29/00-29/52, G01B17/00-17/08, G01N27/72-27/90

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
 Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2012
 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2012 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2012

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2001-226707 A (Sumitomo Metal Industries, Ltd.), 21 August 2001 (21.08.2001), paragraphs [0020] to [0023]; fig. 1 to 2 (Family: none)	1-8
Y	JP 2004-144710 A (Shinnippon Nondestructive Inspection Co., Ltd.), 20 May 2004 (20.05.2004), paragraphs [0008], [0011] to [0019]; fig. 1 to 5 (Family: none)	1-8

Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"I" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 16 May, 2012 (16.05.12)	Date of mailing of the international search report 29 May, 2012 (29.05.12)
--	---

Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office	Authorized officer
--	--------------------

Facsimile No.	Telephone No.
---------------	---------------

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/056556

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 59-143955 A (Babcock-Hitachi Kabushiki Kaisha), 17 August 1984 (17.08.1984), page 2, upper left column to lower left column; fig. 2 (Family: none)	3, 5, 8

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))
 Int.Cl. G01N29/265(2006.01)i, G01N29/024(2006.01)i

B. 調査を行った分野
 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))
 Int.Cl. G01N29/00-29/52, G01B17/00-17/08, G01N27/72-27/90

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの
 日本国実用新案公報 1922-1996年
 日本国公開実用新案公報 1971-2012年
 日本国実用新案登録公報 1996-2012年
 日本国登録実用新案公報 1994-2012年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2001-226707 A (住友金属鉱業株式会社) 2001.08.21, 【0020】-【0023】、図1-図2 (ファミリーなし)	1-8
Y	JP 2004-144710 A (新日本非破壊検査株式会社) 2004.05.20, 【0008】、【0011】-【0019】、図1-図5 (ファミリーなし)	1-8
Y	JP 59-143955 A (パブコック日立株式会社) 1984.08.17, 2頁左上 欄-左下欄、図2 (ファミリーなし)	3, 5, 8

C欄の続きにも文献が列挙されている。 パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー
 「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願日の後に公表された文献
 「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
 「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日 16.05.2012	国際調査報告の発送日 29.05.2012
--------------------------	--------------------------

国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官 (権限のある職員) 波多江 進 電話番号 03-3581-1101 内線 3292	2W	9508
---	--	----	------