

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2009年1月22日 (22.01.2009)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2009/011069 A1

(51) 国際特許分類:
G01N 29/04 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2007/064281

(22) 国際出願日: 2007年7月19日 (19.07.2007)

(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2007-187834 2007年7月19日 (19.07.2007) JP

(71) 出願人 および

(72) 発明者: 原 徹 (HARA, Toru) [JP/JP]; 〒1040053 東京都中央区晴海1丁目6番1号4608 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 鶴若 俊雄 (TSURUWAKA, Toshio); 〒1600023 東京都新宿区西新宿4丁目29番4号西新宿ハウス512号 Tokyo (JP).

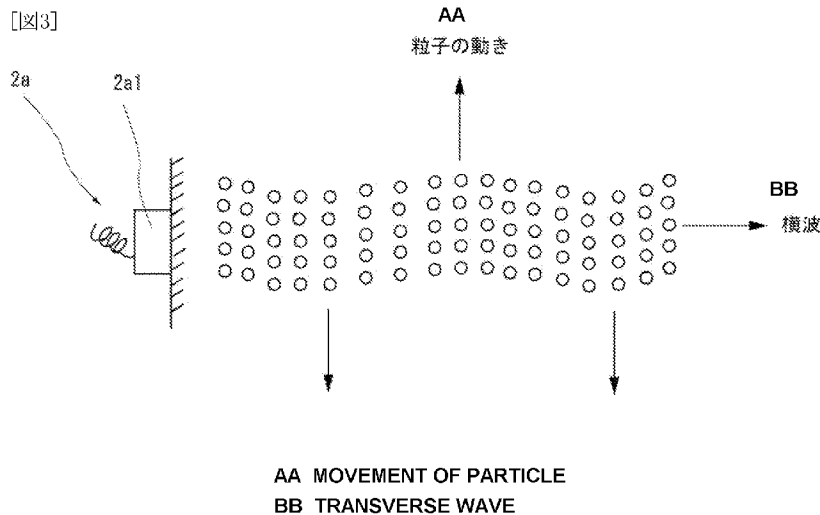
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, 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, LS, MW, MZ, NA, SD,

[続葉有]

(54) Title: DRUM TESTER

(54) 発明の名称: ドラム缶検査装置



(57) Abstract: [PROBLEMS] To inspect and detect cross-sectional fracture such as corrosion or rust occurring on the inner surface side of a drum or abrasion due to a physical factor surely and quickly through a simple structure, and to specify the position of occurrence. [MEANS FOR SOLVING PROBLEMS] A drum tester for inspecting cross-sectional fracture occurring on the inner surface side of a drum (1) from the outer surface side comprises an inspection ultrasonic unit performing inspection for detecting and estimating the range of a thin portion occurring on the inner surface side of the drum (1) by an ultrasonic transverse wave having a plurality of ultrasonic probes (2a) generating an ultrasonic wave for inspecting the side plate (10) of the drum (1) fixed to the circumferential outer edge (11a) of the top plate or the circumferential outer edge (12a) of the bottom plate of the drum (1).

(57) 要約: 【課題】 ドラム缶の内面側に発生する腐食、あるいは錆、あるいは物理的な要因による磨耗などの断面欠損を、簡単な構造で、確実に、しかも迅速に検査して検出し、その発生位置が特定できる。【解決手段】 ドラム缶1の内面側に発生する断面欠損

[続葉有]

WO 2009/011069 A1



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 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

を外面側から検出するドラム缶検査装置であり、横波の超音波によりドラム缶 1 の内面に発生する減肉箇所の検出及び範囲を推定する検査を行う検査超音波器を備え、検査超音波器は、ドラム缶 1 の天板円周外縁部 11 a または底板円周外縁部 12 a に取り付けられたドラム缶 1 の側板 10 の検査を行うための超音波を発生する複数個の超音波探触子 2 a を有する。

明 細 書

ドラム缶検査装置

技術分野

[0001] この発明は、ドラム缶の欠陥を検査するドラム缶検査装置に関するものである。

背景技術

[0002] 近年、例えば低レベル放射性廃棄物を収納するドラム缶の一部から液ダレが確認され、これら液ダレは錆による断面減少が原因とされている。例えば、ドラム缶の欠陥部分を検査する方法として、ドラム缶の搬送ラインに近接して配置した支持体に、照明灯と複数のCCDカメラを配設した支持桿を昇降自在に装着し、この支持桿のCCDカメラをドラム缶内に挿入して、上下方向の所定位置で各カメラによりドラム缶内の撮影分担領域を撮影し、この撮影映像を一旦メモリーに保持し、次いでこのメモリーからモニターにリプレーし、リプレーされた静止画像を目視観察して各撮影分担領域の欠陥判別を行うものがある(特許文献1)。

特許文献1:特開平9-288067号公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0003] ところで、ドラム缶内の撮影分担領域を撮影して欠陥を検出するものであり、低レベル放射性廃棄物を収納し、密閉されているドラム缶の欠陥検出には用いることができない。そこで、出願人は、超音波を使用して、外面から欠陥の有無と範囲及び板厚を測定する基本技術を開発したが、低レベル放射性廃棄物を収納し、密閉されているドラム缶は、その側板、天板及び底板の全体を、簡単な構造で、確実に、しかも迅速に検査する必要がある。

[0004] この発明は、このような現状を考慮したものであって、ドラム缶の内面側に発生する腐食、あるいは錆、あるいは物理的な要因による磨耗などの断面欠損を、簡単な構造で、確実に、しかも迅速に検査して検出し、その発生位置が特定できるドラム缶検査装置の提供を目的とする。

課題を解決するための手段

[0005] 前記課題を解決し、かつ目的を達成するために、この発明は、以下のように構成されている。

[0006] 請求項1に記載の発明は、ドラム缶の内面側に発生する断面欠損を外面側から検出するドラム缶検査装置であり、

横波の超音波により前記ドラム缶の内面に発生する減肉箇所の検出及び範囲を推定する検査を行う検査超音波器を備え、

前記検査超音波器は、

前記ドラム缶の天板円周外縁部または底板円周外縁部に取り付けた前記ドラム缶の側板の検査を行うための超音波を発生する複数個の超音波探触子を有することを特徴とするドラム缶検査装置である。

[0007] 請求項2に記載の発明は、ドラム缶の内面側に発生する断面欠損を外面側から検出するドラム缶検査装置であり、

横波の超音波により前記ドラム缶の内面に発生する減肉箇所の検出及び範囲を推定する検査を行う検査超音波器を備え、

前記検査超音波器は、

前記ドラム缶の天板円周外縁部または底板円周外縁部に取り付けた前記ドラム缶の天板または底板の検査を行うための超音波を発生する複数個の超音波探触子を有することを特徴とするドラム缶検査装置である。

[0008] 請求項3に記載の発明は、ドラム缶の内面側に発生する断面欠損を外面側から検出するドラム缶検査装置であり、

横波の超音波により前記ドラム缶の内面に発生する減肉箇所の検出及び範囲を推定する検査を行う検査超音波器を備え、

前記検査超音波器は、

前記ドラム缶の天板円周外縁部または底板円周外縁部に取り付けた前記ドラム缶の側板の検査を行うための超音波を発生する複数個の超音波探触子と、

前記ドラム缶の天板円周外縁部または底板円周外縁部に取り付けた前記ドラム缶の天板または底板の検査を行うための超音波を発生する複数個の超音波探触子と

を有することを特徴とするドラム缶検査装置である。

- [0009] 請求項4に記載の発明は、前記天板円周外縁部または前記底板円周外縁部に、着脱可能な支持フレームを取り付け、

前記支持フレームに、前記側板の前記検査を行うための超音波を発生する複数の超音波探触子を取り付けたことを特徴とする請求項1または請求項3に記載のドラム缶検査装置である。

- [0010] 請求項5に記載の発明は、前記天板円周外縁部または前記底板円周外縁部に、着脱可能に支持フレームを取り付け、

前記支持フレームに、前記天板または底板の前記検査を行うための超音波を発生する複数の超音波探触子を取り付けたことを特徴とする請求項2または請求項3に記載のドラム缶検査装置である。

- [0011] 請求項6に記載の発明は、前記天板円周外縁部または前記底板円周外縁部に、着脱可能な支持フレームを取り付け、

前記支持フレームに、前記側板の前記検査を行うための超音波を発生する複数の超音波探触子と、前記天板または底板の前記検査を行うための超音波を発生する複数の超音波探触子を取り付けたことを特徴とする請求項1または請求項3に記載のドラム缶検査装置である。

- [0012] 請求項7に記載の発明は、前記超音波探触子は、一端を開口したインナーケースに収容し、

前記インナーケースは、一端を開口したアウターケースの内部に移動可能に配置され、

前記アウターケースは、前記支持フレームに取り付けられ、かつ前記ドラム缶に吸着する吸着マグネットが設けられ、

前記アウターケースと前記インナーケースとの間に、前記超音波探触子を前記ドラム缶方向に付勢する付勢手段を備えることを特徴とする請求項1乃至請求項6のいずれか1項に記載のドラム缶検査装置である。

- [0013] 請求項8に記載の発明は、前記ドラム缶が、鉄板の両面に亜鉛メッキし、この亜鉛メッキの表面に樹脂膜を施したものであることを特徴とする請求項1乃至請求項7のいずれ

れか1項に記載のドラム缶検査装置である。

[0014] 請求項9に記載の発明は、前記検査は、前記横波の超音波を前記ドラム缶の側板の上端部から下端部へ伝播させ、かつ下端部から上端部へ伝播させることを特徴とする請求項1乃至請求項8のいずれか1項に記載のドラム缶検査装置である。

[0015] 請求項10に記載の発明は、前記検査は、前記横波の超音波を前記ドラム缶の天板または底板の円周外縁部から中心部へ伝播させることを特徴とすることを特徴とする請求項1乃至請求項8のいずれか1項に記載のドラム缶検査装置である。

発明の効果

[0016] 前記構成により、この発明は、以下のような効果を有する。

[0017] 請求項1に記載の発明では、横波の超音波によりドラム缶の内面に発生する減肉箇所の検出及び範囲を推定する検査を行うことで、例えば低レベル放射性廃棄物を収納するドラム缶の内面側に発生する断面欠損を外面側から検出し、その発生位置が特定できる。また、検査超音波器は、複数の超音波探触子をドラム缶の天板円周外縁部または底板円周外縁部に取り付け、この複数の超音波探触子により超音波を発生してドラム缶の側板の検査を行うため、ドラム缶の側板の内面側に発生する腐食、あるいは錆、あるいは物理的な要因による磨耗などの断面欠損を、簡単な構造で、確実に、しかも迅速に検査して検出し、その発生位置が特定できる。

[0018] 請求項2に記載の発明では、横波の超音波によりドラム缶の内面に発生する減肉箇所の検出及び範囲を推定する検査を行うことで、例えば低レベル放射性廃棄物を収納するドラム缶の内面側に発生する断面欠損を外面側から検出し、その発生位置が特定できる。また、検査超音波器は、複数の超音波探触子をドラム缶の天板円周外縁部または底板円周外縁部に取り付け、この複数の超音波探触子により超音波を発生してドラム缶の天板または底板の検査を行うため、ドラム缶の天板または底板の内面側に発生する腐食、あるいは錆、あるいは物理的な要因による磨耗などの断面欠損を、簡単な構造で、確実に、しかも迅速に検査して検出し、その発生位置が特定できる。

[0019] 請求項3に記載の発明では、横波の超音波によりドラム缶の内面に発生する減肉箇所の検出及び範囲を推定する検査を行うことで、例えば低レベル放射性廃棄物を

収納するドラム缶の内面側に発生する断面欠損を外面側から検出し、その発生位置が特定できる。また、検査超音波器は、複数個の超音波探触子をドラム缶の天板円周外縁部または底板円周外縁部に取り付け、この複数個の超音波探触子により超音波を発生してドラム缶の側板の検査を行うため、また複数個の超音波探触子をドラム缶の天板円周外縁部または底板円周外縁部に取り付け、この複数個の超音波探触子により超音波を発生してドラム缶の天板または底板の検査を行うため、ドラム缶の天板または底板の内面側に発生する腐食、あるいは錆、あるいは物理的な要因による磨耗などの断面欠損を、簡単な構造で、確実に、しかも迅速に検査して検出し、その発生位置が特定できる。

[0020] 請求項4に記載の発明では、天板円周外縁部または底板円周外縁部に取り付けた支持フレームに、側板の検査を行うための超音波を発生する複数個の超音波探触子を取り付け、複数個の超音波探触子によって発生する超音波によりドラム缶の側板の内面側に発生する腐食、あるいは錆、あるいは物理的な要因による磨耗などの断面欠損を、簡単な構造で、確実に、しかも迅速に検査して検出し、その発生位置が特定できる。

[0021] 請求項5に記載の発明では、天板円周外縁部または底板円周外縁部に取り付けた支持フレームに、天板または底板の検査を行うための超音波を発生する複数個の超音波探触子を取り付け、複数個の超音波探触子によって発生する超音波によりドラム缶の天板または底板の内面側に発生する腐食、あるいは錆、あるいは物理的な要因による磨耗などの断面欠損を、簡単な構造で、確実に、しかも迅速に検査して検出し、その発生位置が特定できる。

[0022] 請求項6に記載の発明では、天板円周外縁部または底板円周外縁部に取り付けた支持フレームに、側板の検査を行うための超音波を発生する複数個の超音波探触子と、天板または底板の検査を行うための超音波を発生する複数個の超音波探触子を取り付け、複数個の超音波探触子によって発生する超音波によりドラム缶の側板、天板または底板の内面側に発生する腐食、あるいは錆、あるいは物理的な要因による磨耗などの断面欠損を、簡単な構造で、確実に、しかも迅速に検査して検出し、その発生位置が特定できる。

- [0023] 請求項7に記載の発明では、支持フレームに取り付けられたアウターケースを吸着マグネットによりドラム缶に吸着し、かつ超音波探触子をドラム缶方向に付勢したから、超音波探触子によって発生する超音波によりドラム缶の内面側に発生する腐食、あるいは錆、あるいは物理的な要因による磨耗などの断面欠損を、簡単な構造で、確実に、しかも迅速に検査して検出し、その発生位置が特定できる。
- [0024] 請求項8に記載の発明では、ドラム缶が、鉄板の両面に亜鉛メッキし、この亜鉛メッキの表面に樹脂膜を施したものであり、例えば低レベル放射性廃棄物を収納するドラム缶の内面側に発生する錆による断面欠損を外側から検出することができる。
- [0025] 請求項9に記載の発明では、検査は、横波の超音波をドラム缶の側板の上端部から下端部へ伝播させ、かつ下端部から上端部へ伝播させ、ドラム缶の側板の全範囲を高精度に検査することができる。
- [0026] 請求項10に記載の発明では、検査は、横波の超音波をドラム缶の天板または底板の円周外縁部から中心部へ伝播させ、ドラム缶の天板及び底板の全範囲を高精度に検査することができる。

発明を実施するための最良の形態

- [0027] 以下、この発明のドラム缶検査装置の実施の形態について説明するが、この発明の実施の形態は、発明の最も好ましい形態を示すものであり、この発明はこれに限定されない。
- [0028] [検査対象物]
- まず、検査対象物について、図1及び図2に基づいて説明する。図1はドラム缶の側面図、図2はドラム缶の一部の断面図である。
- [0029] この実施の形態のドラム缶1は、低レベル放射性廃棄物を収納したものである。このドラム缶1は、側板10、天板11、底板12を有し、図2に示すように、鉄板1aの両面に亜鉛メッキ1bを施し、この亜鉛メッキ1bの表面に樹脂膜1cを設けている。例えば、鉄板1aの厚さを1.6mm、亜鉛メッキ1bの厚さを0.02mm、を施し、樹脂膜1cの厚さを0.03mmとする。樹脂膜1cは、例えばエポキシ樹脂を用いるが、これに限定されない。また、ドラム缶1は、例えば鉄板1aに塗装のみを施したものでなく、ドラム缶1の構造は、特に限定されない。

[0030] このように、低レベル放射性廃棄物を収納したドラム缶1には、その内面側に腐食、あるいは錆、あるいは物理的な要因による磨耗などによって断面欠損が発生することがあり、このような原因によって発生する断面欠損を外側から検出する。このドラム缶検査方法及びその装置を、以下に説明する。

[0031] [1次検査]

次に、1次検査について、図3乃至図8に基づいて説明する。図3はSV波の波動形式を示す図、図4はSH波の波動形式を示す図、図5はドラム缶の上方から下方へ検査する状態を示す図、図6はドラム缶の下方から上方へ検査する状態を示す図、図7は天板及び底板のドリル孔を示す図、図8は天板及び底板を検査する状態を示す図である。

[0032] 1次検査は、1次検査超音波器2を用い、横波の超音波によりドラム缶1の内面に発生する減肉箇所の検出及び範囲を推定する。1次検査は、横波の超音波をドラム缶1の側板10の上端部から下端部へ伝播させ、かつ下端部から上端部へ伝播させ、ドラム缶1の側板10の全範囲を高精度に検査することができる。また、1次検査は、横波の超音波をドラム缶1の天板11及び底板12の円周外縁部から中心部へ伝播させ、ドラム缶1の天板11及び底板12の全範囲を高精度に検査することができる。

「1次検査超音波器」

1次検査超音波器2は、超音波探触子2aと超音波探傷装置2bを備える。超音波探触子2aは、横波振動子2a1を用い、この横波振動子2a1は、励振電圧に応じて滑り振動をして、最初から横波を発生させる振動子である。横波は伝搬方向に垂直な方向に振動する波であるため方向性がある。普通の斜角探触子から放射される横波は、図3に示すように、探傷面に垂直な方向に振動しているためSV波と呼ばれる。探傷面あるいは考えている面と平行な方向に振動している横波は、SH波と呼ばれる。SH波はSV波と異なり、図4に示すように、屈折角90度に近い方向にも横波を強く放射させることができる。

[0033] この発明では、対象とするドラム缶1の板厚が薄いこと、また、超音波をある程度の距離を伝播させることを考慮し、SH波を適用した。

[0034] 超音波探傷装置2bは、送信部2b1と受信部2b2とを有する。送信部2b1で超音波

探触子2aを駆動し、この超音波探触子2aの駆動によって得られるデータを受信部2b2に表示する。

[0035] 「接触媒質」

横波(SV波)は、横波振動子2a1から縦波を発信させ、ドラム缶1への入射角を変化させることにより、それぞれのモードの波を発生させている。このため、横波振動子2a1から送信された縦波は水、油、グリセリンなどの液体を介して容易にドラム缶1の鋼材中に入射させることが可能である。

[0036] 一方、SH波では、横波振動子2a1で発生させた横振動の横波をそのまま鋼材中に横波として入射させる方式であるため、液体中を伝搬しない横波にとっては縦波と同様の接触媒質では鋼材中への入射は不可能となる。そこで、ある程度の粘性を有する横波専用の接触媒質を用いることとした。

「実施例」

(検査装置)

超音波探傷装置2bとして、湘菱電子(株)製UI-23Lfの低周波型超音波探傷器を用い、超音波探触子2aとして、(株)検査技術研究所製0.5C20HA90の超音波探触子を用いた。

[0037] (側板検査方法)

図5に示すように、超音波探触子2aが例えば40mm間隔でドラム缶1の側板10の上端部を移動し、上方から下方へドラム缶1の側板10に生じたドリル孔探傷を検査した。また、図6に示すように、超音波探触子2aが例えば40mm間隔でドラム缶1の側板10の下端部を移動し、下方から上方へドラム缶1の側板10に生じたドリル孔探傷を検査した。

[0038] 加工したドリル孔は、内表面からの深さを0.48mm~0.70mmの範囲、直径3.34mm~4.07mmの範囲で、側板10の高さ方向に分布するように9箇所加工し、下端部(底板側)からS1~S9とした。側線は、各々S1~S9のドリル孔の高さ方向延長線上の9測線とし、測定方向は上方(天板側)から下方(底板側)及び下方から上方の2方向の測定を実施した。超音波探触子2aは、上端部及び下端部にマグネットを組み込んだホルダーを用いて固定した。

[0039] (側板検査結果)

測定は、側板上方及び下方からドリル孔S1～S9に向けてSH波を入射・伝搬させたときの反射エコー高さを、超音波探傷装置2bの表示部上高さ80%に調整することとし、図5及び図6に示すように、探傷図形に示す如く検出を目的としたドリル孔S1～S9からの反射エコーは、全測定線で明瞭に確認することができた。1測線上において他測線上にあるドリル孔からの反射エコーが検出された。例えば、側線7の上方からの測定では、ドリル孔S1～S8まで検出されたことが探傷図形より確認することができる。これより、このビームの拡がりを利用することにより、1次測定における探傷領域(範囲)を設定することができ、側板部の探傷方法を決定する因子になる。

[0040] (底板、天板検査方法)

天板11、底板12は、側板10と同様にSH波の超音波探触子2aを用いて天板11、底板12に加工したドリル孔の検出程度を確認した。加工したドリル孔は、図7に示すように、内表面からの深さを0・30mm～0・64mmの範囲、直径2・65mm～3・83mmの範囲で、天板11、底板12の半径方向にらせん状に分布するように9箇所加工し、中央部からB1～B9とした。側線は、円周方向に8等分した線上の8測線とし、測定方向は天板、底板の円周外縁部から中央部に測定を実施した。超音波探触子2aは、天板11、底板12の円周外縁部にマグネットを組み込んだホルダーを用いて固定した。

[0041] (底板、天板検査結果)

測定は、天板11、底板12の円周外縁部から中央部に向けてSH波を入射・伝搬させたときの反射エコー高さを、超音波探傷装置2bの表示部上高さ80%に調整することとし、図8の探傷図形に示す如く検出を目的としたドリル孔からの反射エコーは、全測定線で明瞭に確認することができた。

(1次検査超音波器の構造)

1次検査超音波器2は、横波の超音波によりドラム缶1の内面に発生する減肉箇所の検出及び範囲を推定する1次検査を行うが、この1次検査超音波器2の概略構成を、図9乃至図16に示す。

[0042] まず、図9乃至図13に示す実施の形態について説明する。図9は1次検査超音波

器の超音波探触子をドラム缶に取り付けた平面図、図10は1次検査超音波器の超音波探触子をドラム缶に取り付けた側面図、図11は超音波探触子の取り付け状態を示す平面図、図12は超音波探触子の取り付け状態を示す側面図、図13は超音波探触子の取り付け状態を示す断面図である。

- [0043] ドラム缶1の天板円周外縁部11aに支持フレーム50を着脱可能に取り付け、この支持フレーム50は、一对の半円状の分割アーム50a, 50bを支持軸50cで開閉可能に連結し、この分割アーム50a, 50bの端部50a1, 50b1をナット50dで締め付けてドラム缶1の天板円周外縁部11aに固定される。このそれぞれの分割アーム50a, 50bには、支持片50e, 50fが形成され、この支持片50e, 50fが天板11に接することで分割アーム50a, 50bが確実にドラム缶1の天板円周外縁部11aに取り付けられる。
- [0044] 超音波探触子2aは、一端を開口したインナーケース51に収容され、インナーケース51は、一端を開口したアウターケース52の内部に移動可能に配置されている。アウターケース52の側部には、一对の連結軸53が対称位置に設けられ、この一对の連結軸53がリンク54を介して分割アーム50a, 50bに固定された支持ステー55に連結される。このようにして、アウターケース52が支持フレーム50に取り付けられ、このアウターケース52の開口側にはフランジ52aが一体に形成され、このフランジ52aにはドラム缶1の側板10に吸着する吸着マグネット56が複数個設けられている。
- [0045] また、アウターケース52にはアジャストボルト57が螺着され、アジャストボルト57の先端部57aが、付勢手段を構成するコイルスプリング58を介してインナーケース51に支持されたアジャストプレート59に当接している。アジャストプレート59に支持ピン59aがビス59bによって固定され、この支持ピン59aにコイルスプリング58が支持されている。このコイルスプリング58によってインナーケース51がドラム缶方向に付勢される。
- [0046] アジャストボルト57によってアジャストプレート59の位置が調整され、このアジャストプレート59の位置の変化によってインナーケース51の位置が調節される。アウターケース52にはインナーケース51の移動方向に延びる長孔52bが形成され、この長孔52bを超音波探触子2aに連結された信号線60が貫通し、信号線60によってインナーケース51の移動が邪魔されることがないようにになっている。

- [0047] この支持フレーム50に取り付けられたアウターケース52を吸着マグネット56によりドラム缶1の側板10に吸着し、かつアウターケース52とインナーケース51との間にコイルスプリング58を設け、このコイルスプリング58によってインナーケース51を介して超音波探触子2aがドラム缶方向に付勢され、ドラム缶1の側板10に精度よく密着する。
- [0048] この超音波探触子2aを精度よくドラム缶1の側板10に密着させることで、超音波探触子2aによって発生する超音波によりドラム缶1の側板10の内面側に発生する腐食、あるいは錆、あるいは物理的な要因による磨耗などの断面欠損を、簡単な構造で、確実に、しかも迅速に検査して検出し、その発生位置が特定できる。
- [0049] この実施の形態では、支持フレーム50をドラム缶1の天板円周外縁部11aに取り付けたが、ドラム缶1の上下を逆転させて底板を上側にするなどして支持フレーム50を底板円周外縁部12aに取り付け、この支持フレーム50に、側板10の1次検査を行うための超音波を発生する複数の超音波探触子2aを取り付けるようにしてもよい。また、この実施の形態では、超音波探触子2aを8個用いているが、複数であればこれに限定されない。
- [0050] 次に、図14及び図15に示す実施の形態について説明する。図14は1次検査超音波器の超音波探触子をドラム缶に取り付けた平面図、図15は1次検査超音波器の超音波探触子をドラム缶に取り付けた側面図である。
- [0051] この実施の形態では、図9乃至図13の実施の形態と同じ構成は、同じ符号を付して説明を省略する。この実施の形態ではドラム缶1の天板円周外縁部11aに着脱可能な支持フレーム50を取り付け、この支持フレーム50に取り付けた複数の超音波探触子2aによってドラム缶1の天板の1次検査を行うための超音波を発生するようになっている。
- [0052] また、この実施の形態では、支持フレーム50をドラム缶1の天板円周外縁部11aに取り付けたが、ドラム缶1の上下を逆転させて底板を上側にするなどして支持フレーム50を底板円周外縁部12aに取り付け、この支持フレーム50に、底板12の1次検査を行うための超音波を発生する複数の超音波探触子2aを取り付けるようにしてもよい。また、この実施の形態では、超音波探触子2aを8個用いているが、複数であれば

これに限定されない。

[0053] 次に、図16に示す実施の形態について説明する。図16は1次検査超音波器の超音波探触子をドラム缶に取り付けた平面図である。

[0054] この実施の形態では、図9乃至図15の実施の形態と同じ構成は、同じ符号を付して説明を省略する。この実施の形態ではドラム缶1の天板円周外縁部11aに着脱可能な支持フレーム50を取り付け、この支持フレーム50に取り付けた複数の超音波探触子2aによってドラム缶1の側板の1次検査を行うための超音波を発生し、また複数の超音波探触子2aによってドラム缶1の天板11の1次検査を行うための超音波を発生するようになっている。

[0055] すなわち、支持フレーム50に8個の超音波探触子2aを取り付けてドラム缶1の側板10の1次検査を行い、また8個の超音波探触子2aを取り付けてドラム缶1の天板11の1次検査を行うようになっている。

[0056] また、この実施の形態では、支持フレーム50をドラム缶1の天板円周外縁部11aに取り付けたが、ドラム缶1の上下を逆転させて底板12を上側にするなどして支持フレーム50を底板円周外縁部12aに取り付け、この支持フレーム50に、側板10の1次検査及び底板12の1次検査を行うための超音波を発生する複数の超音波探触子2aを取り付けるようにしてもよい。また、この実施の形態では、超音波探触子2aを8個づつ、合計16個用いているが、それぞれ複数であればこれに限定されない。

[0057] [2次検査]

次に、2次検査について、図17乃至図22に基づいて説明する。図17は縦波の波動形式を示す図、図18は測定原理を示す図、図19乃至図21は模擬腐食試験板厚測定結果を示す図、図22は模擬腐食試験板厚人工きず部残厚測定結果の表を示す図である。

[0058] 2次検査は、2次検査超音波器20を用い、縦波の超音波により1次検査で得た範囲の垂直探傷することにより減肉の程度を検出する。

[0059] 「2次検査超音波器」

2次検査超音波器20は、超音波探触子20aと超音波探傷装置20bを備える。超音波探触子20aは、縦波振動子20a1、20a2を用い、この縦波振動子20a1は、励振

電圧に応じて滑り振動をして、最初から縦波を発生させる振動子であり、縦波振動子20a2は縦波を受信する振動子である。超音波を発生させるのに最も広く使われているのは縦波振動子20a1である。縦波振動子20a1は、図17に示すように、励振電圧に応じて厚さが厚くなったり薄くなったりする。縦波は伝搬方向に伸縮する波であり、伝搬方向と垂直な方向には伸縮しない。

[0060] 超音波は、図18に示すように、伝搬している途中に欠陥などがあると反射される性質がある。この性質を利用して板材の厚みを測定する方法を超音波板厚測定が用いられ、この超音波板厚測定には縦波が用いられる。超音波の音速は周波数には、無関係で、超音波の種類と伝搬する物体によって定まり、縦波の音速は横波の約2倍である。

[0061] 超音波板厚測定では、縦波振動子20a1から超音波を送信し、同じ縦波振動子20a2で受信し、対象物であるドラム缶1の板厚が1.6mmと薄いため、また、反射率の極端に低い孔食からの反射を得るために、送信と受信を分割させた2振動子型垂直探触子を用いている。板厚測定の原理は、表裏面平行で平滑な鋼材に表面から超音波を入射すると鋼中を伝搬した超音波が裏面まで達すると光が反射するのと同じように反射される。従って、裏面に垂直に超音波が入射すると入射方向と逆方向に反射され、これを受信することによって往復に要する時間がわかる。物体中の音速は既知であるから、探触子から裏面までの距離(板厚)を知ることができる。

[0062] 「接触媒質」

縦波振動子20a1から送信された縦波は水、油、グリセリンなどの液体を介して容易にドラム缶1の鋼材中に入射させることが可能である。2次検査においては、濃度75%以上のグリセリン水溶液またはこれと同等以上の音響結合が得られることが確認された。

「実施例」

(検査装置)

超音波探傷装置20bとして、菱電湘南エレクトロニクス社(株)製UI-23Lのパルス反射方式Aスコープ表示機能付き超音波探傷器を用い、超音波探触子2aとして、ジャパンプローブ社製10C5/2NDの2振動子型垂直探触子を用いた。

[0063] (検査方法)

1次検査にて孔食を検出し、その発生部位を特定した後に、2次検査として孔食部位の残厚を測定する手法として超音波板厚測定を適用するが、その有効性について内面に加工したφ5mm、φ10mm及びφ20mmの残厚0.4mm、0.8mm及び1.2mmの人工きず部の残厚の測定が可能であるか、また測定値と実残厚との誤差について比較した。

[0064] 図19乃至図21に2振動子型垂直探触子による人工きず部の探傷図形を示し、図22に残厚測定値を示す。超音波による測定結果では、残厚0.8mm及び1.2mmで実残厚より0.1mm厚い結果が得られた。しかしながら、超音波探傷器の測定精度が±0.1mmを考慮すると、測定結果は誤差範囲内であり測定結果に問題はないと思われる。このような孔食の板厚測定では、反射部位が孔食の球体の頂部になるため乱反射が多くなるとともに最薄部からの反射が得られにくくなるため厚めに表示される。

産業上の利用可能性

[0065] この発明は、ドラム缶の欠陥を検査するドラム缶検査装置に適用でき、例えば低レベル放射性廃棄物を収納するドラム缶の内面側に発生する腐食、あるいは錆、あるいは物理的な要因による磨耗などの断面欠損を、簡単な構造で、確実に、しかも迅速に検査して検出し、その発生位置が特定できる。

図面の簡単な説明

[0066] [図1]ドラム缶の側面図である。

[図2]ドラム缶の一部の断面図である。

[図3]SV波の波動形式を示す図である。

[図4]SH波の波動形式を示す図である。

[図5]ドラム缶の上方から下方へ検査する状態を示す図である。

[図6]ドラム缶の下方から上方へ検査する状態を示す図である。

[図7]天板及び底板のドリル孔を示す図である。

[図8]天板及び底板を検査する状態を示す図である。

[図9]1次検査超音波器の超音波探触子をドラム缶に取り付けた平面図である。

[図10]1次検査超音波器の超音波探触子をドラム缶に取り付けた側面図である。

[図11]超音波探触子の取り付け状態を示す平面図である。

[図12]超音波探触子の取り付け状態を示す側面図である。

[図13]超音波探触子の取り付け状態を示す断面図である。

[図14]1次検査超音波器の超音波探触子をドラム缶に取り付けた平面図である。

[図15]1次検査超音波器の超音波探触子をドラム缶に取り付けた側面図である。

[図16]1次検査超音波器の超音波探触子をドラム缶に取り付けた平面図である。

[図17]縦波の波動形式を示す図である。

[図18]測定原理を示す図である。

[図19]模擬腐食試験板厚測定結果を示す図である。

[図20]模擬腐食試験板厚測定結果を示す図である。

[図21]模擬腐食試験板厚測定結果を示す図である。

[図22]模擬腐食試験板厚人工きず部残厚測定結果の表を示す図である。

符号の説明

- [0067] 1 ドラム缶
- 1a 鉄板
- 1b 亜鉛メッキ
- 1c 樹脂膜
- 2 1次検査超音波器
- 2a 超音波探触子
- 2a1 横波振動子
- 2b 超音波探傷装置
- 2b1 送信部
- 2b2 受信部
- 10 側板
- 11 天板
- 12 底板
- 20 2次検査超音波器

20a 超音波探触子
20b 超音波探傷装置
20a1, 20a2 縦波振動子
S1～S9 ドリル孔
B1～B9 ドリル孔
50 支持フレーム
50a, 50b 分割アーム
50c 支持軸
51 インナーケース
52 アウターケース
53 連結軸
54 リンク
55 支持ステー
56 吸着マグネット
57 アジャストボルト
58 コイルスプリング
59 アジャストプレート

請求の範囲

- [1] ドラム缶の内面側に発生する断面欠損を外面側から検出するドラム缶検査装置であり、
- 横波の超音波により前記ドラム缶の内面に発生する減肉箇所の検出及び範囲を推定する検査を行う検査超音波器を備え、
- 前記検査超音波器は、
- 前記ドラム缶の天板円周外縁部または底板円周外縁部に取り付けた前記ドラム缶の側板の前記検査を行うための超音波を発生する複数個の超音波探触子を有することを特徴とするドラム缶検査装置。
- [2] ドラム缶の内面側に発生する断面欠損を外面側から検出するドラム缶検査装置であり、
- 横波の超音波により前記ドラム缶の内面に発生する減肉箇所の検出及び範囲を推定する検査を行う検査超音波器を備え、
- 前記検査超音波器は、
- 前記ドラム缶の天板円周外縁部または底板円周外縁部に取り付けた前記ドラム缶の天板または底板の前記検査を行うための超音波を発生する複数個の超音波探触子を有することを特徴とするドラム缶検査装置。
- [3] 低レベル放射性廃棄物を収納したドラム缶の内面側に発生する断面欠損を外面側から検出するドラム缶検査装置であり、
- 横波の超音波により前記ドラム缶の内面に発生する減肉箇所の検出及び範囲を推定する検査を行う検査超音波器を備え、
- 前記検査超音波器は、
- 前記ドラム缶の天板円周外縁部または底板円周外縁部に取り付けた前記ドラム缶の側板の前記検査を行うための超音波を発生する複数個の超音波探触子と、
- 前記ドラム缶の天板円周外縁部または底板円周外縁部に取り付けた前記ドラム缶の天板または底板の前記検査を行うための超音波を発生する複数個の超音波探触子とを有することを特徴とするドラム缶検査装置。
- [4] 前記天板円周外縁部または前記底板円周外縁部に、着脱可能な支持フレームを

取り付け、

前記支持フレームに、前記側板の前記検査を行うための超音波を発生する複数の超音波探触子を取り付けたことを特徴とする請求項1または請求項3に記載のドラム缶検査装置。

- [5] 前記天板円周外縁部または前記底板円周外縁部に、着脱可能な支持フレームを取り付け、

前記支持フレームに、前記天板または底板の前記検査を行うための超音波を発生する複数の超音波探触子を取り付けたことを特徴とする請求項2または請求項3に記載のドラム缶検査装置。

- [6] 前記天板円周外縁部または前記底板円周外縁部に、着脱可能な支持フレームを取り付け、

前記支持フレームに、前記側板の前記検査を行うための超音波を発生する複数の超音波探触子と、前記天板または底板の前記検査を行うための超音波を発生する複数の超音波探触子を取り付けたことを特徴とする請求項1または請求項3に記載のドラム缶検査装置。

- [7] 前記超音波探触子は、一端を開口したインナーケースに収容し、

前記インナーケースは、一端を開口したアウターケースの内部に移動可能に配置され、

前記アウターケースは、前記支持フレームに取り付けられ、かつ前記ドラム缶に吸着する吸着マグネットが設けられ、

前記アウターケースと前記インナーケースとの間に、前記超音波探触子を前記ドラム缶方向に付勢する付勢手段を備えることを特徴とする請求項1乃至請求項6のいずれか1項に記載のドラム缶検査装置。

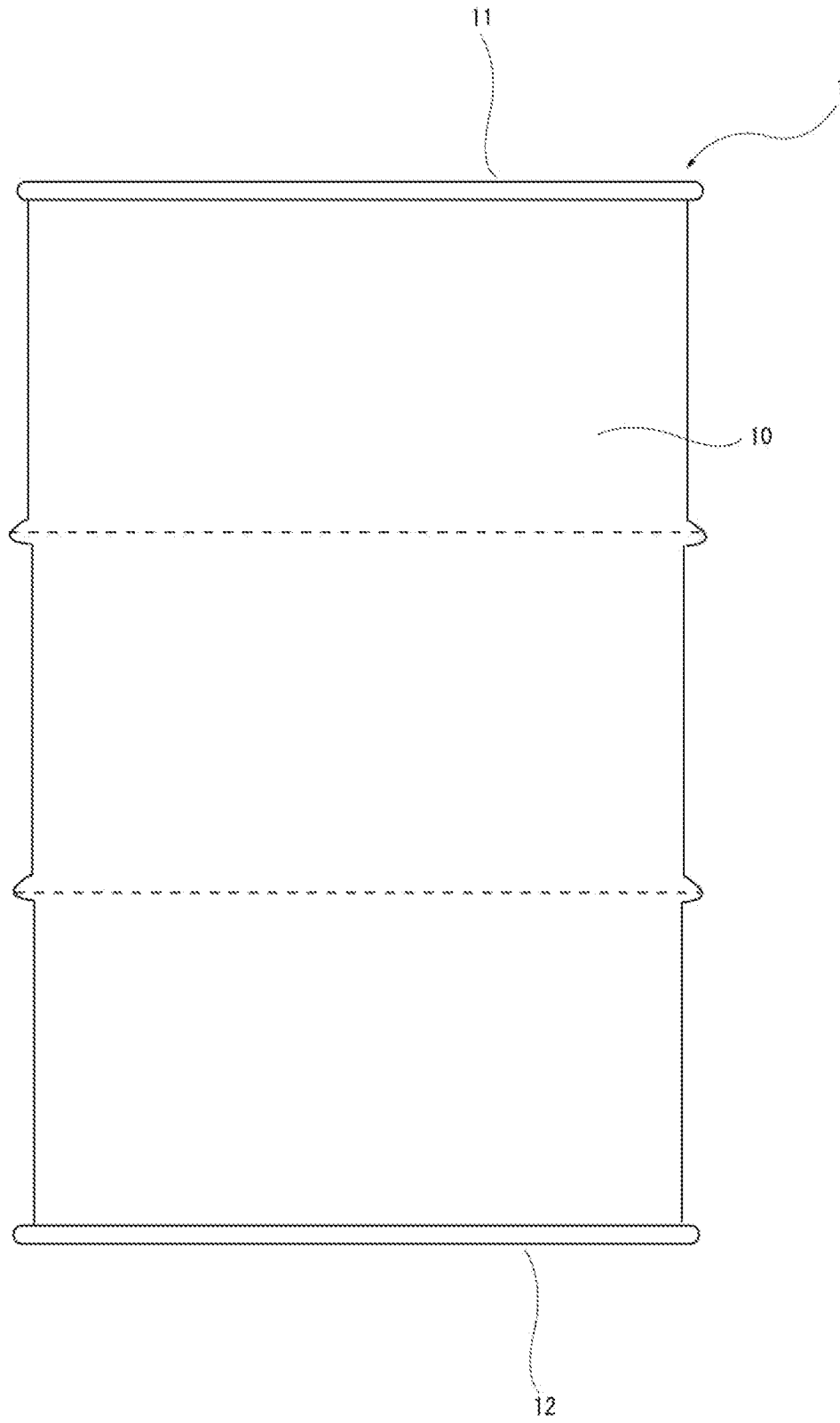
- [8] 前記ドラム缶が、鉄板の両面に亜鉛メッキし、この亜鉛メッキの表面に樹脂膜を施したものであることを特徴とする請求項1乃至請求項7のいずれか1項に記載のドラム缶検査装置。

- [9] 前記検査は、前記横波の超音波を前記ドラム缶の側板の上端部から下端部へ伝播させ、かつ下端部から上端部へ伝播させることを特徴とする請求項1乃至請求項8

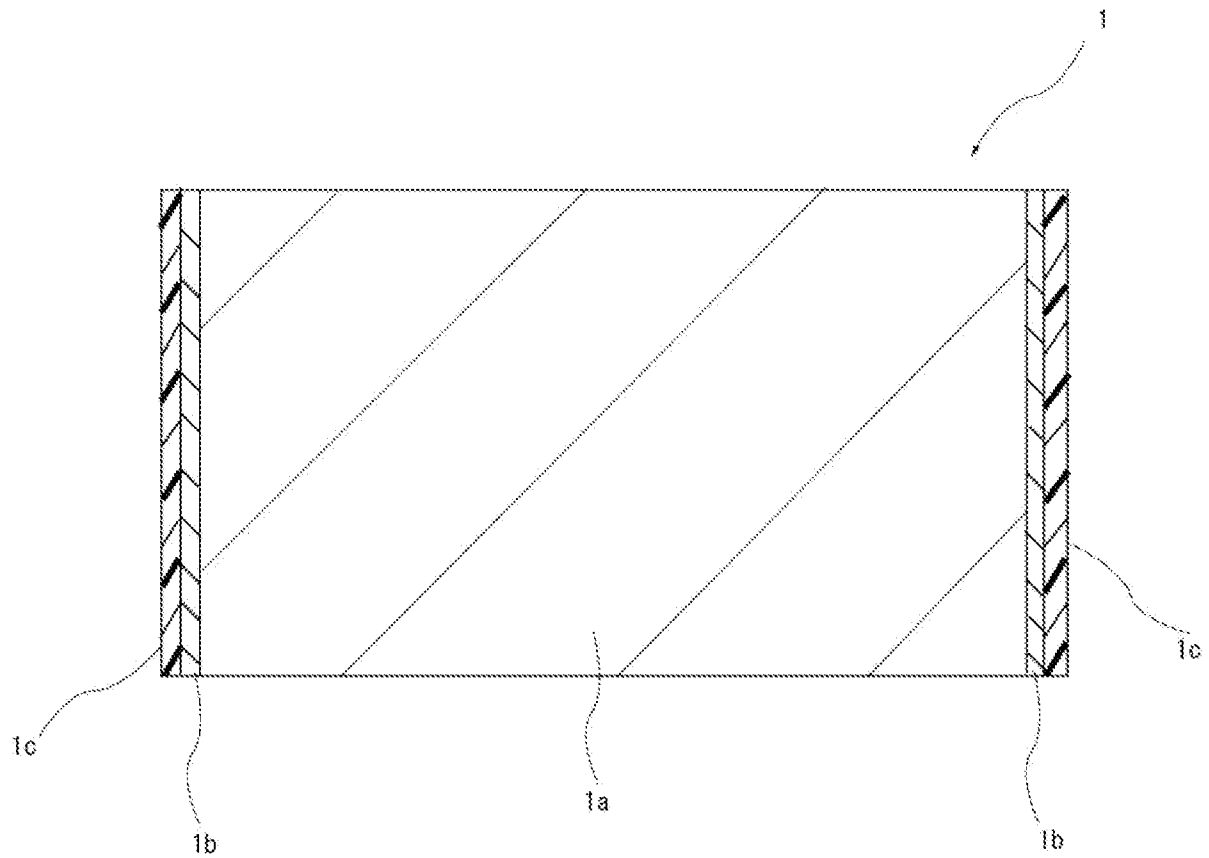
のいずれか1項に記載のドラム缶検査装置。

- [10] 前記検査は、前記横波の超音波を前記ドラム缶の天板または底板の円周外縁部から中心部へ伝播させることを特徴とすることを特徴とする請求項1乃至請求項8のいずれか1項に記載のドラム缶検査装置。

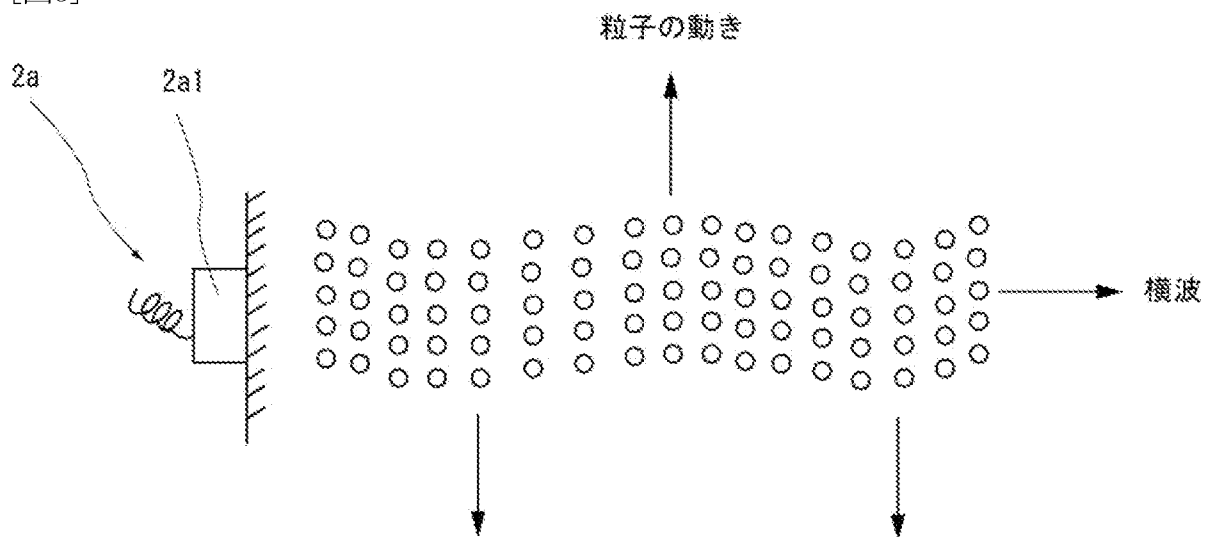
[図1]



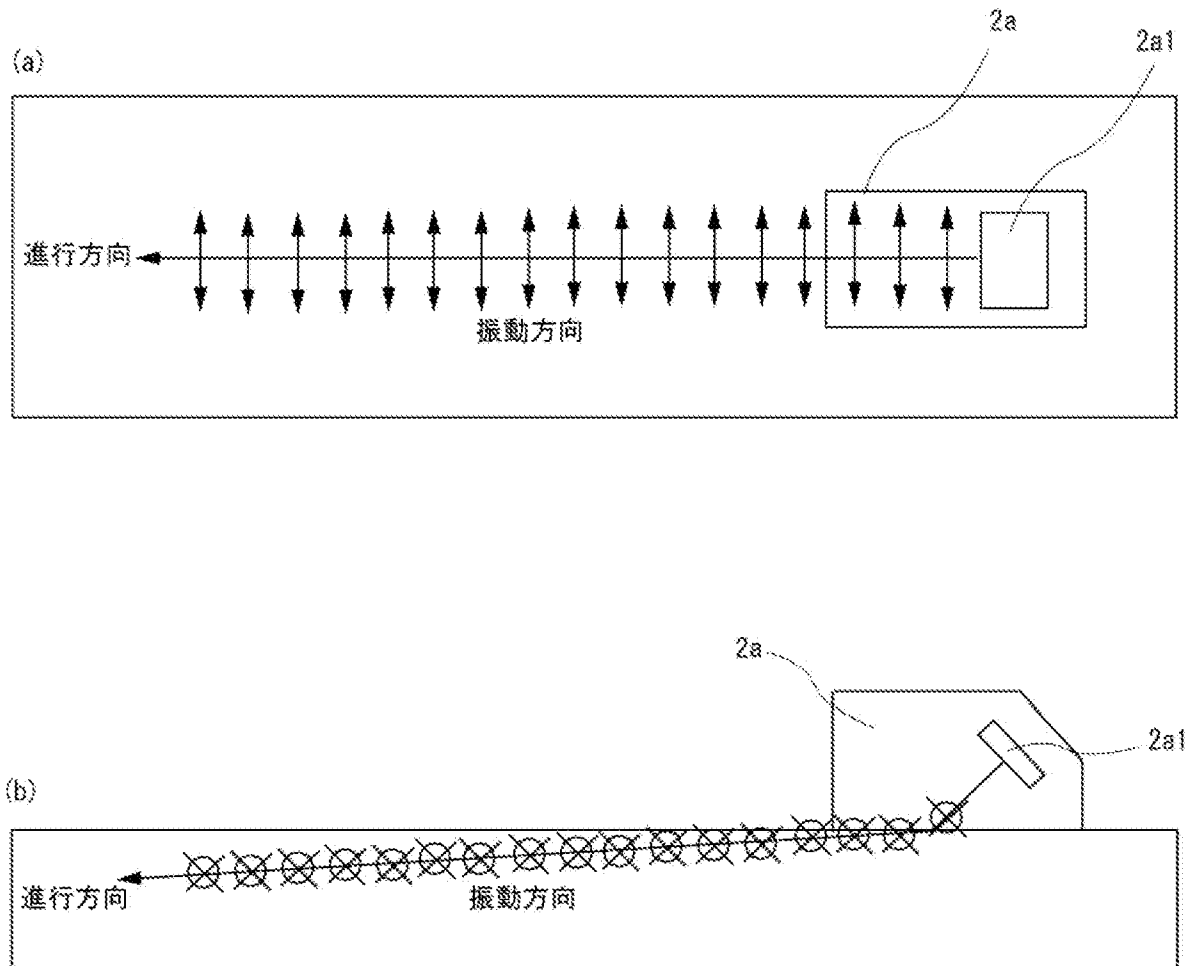
[図2]



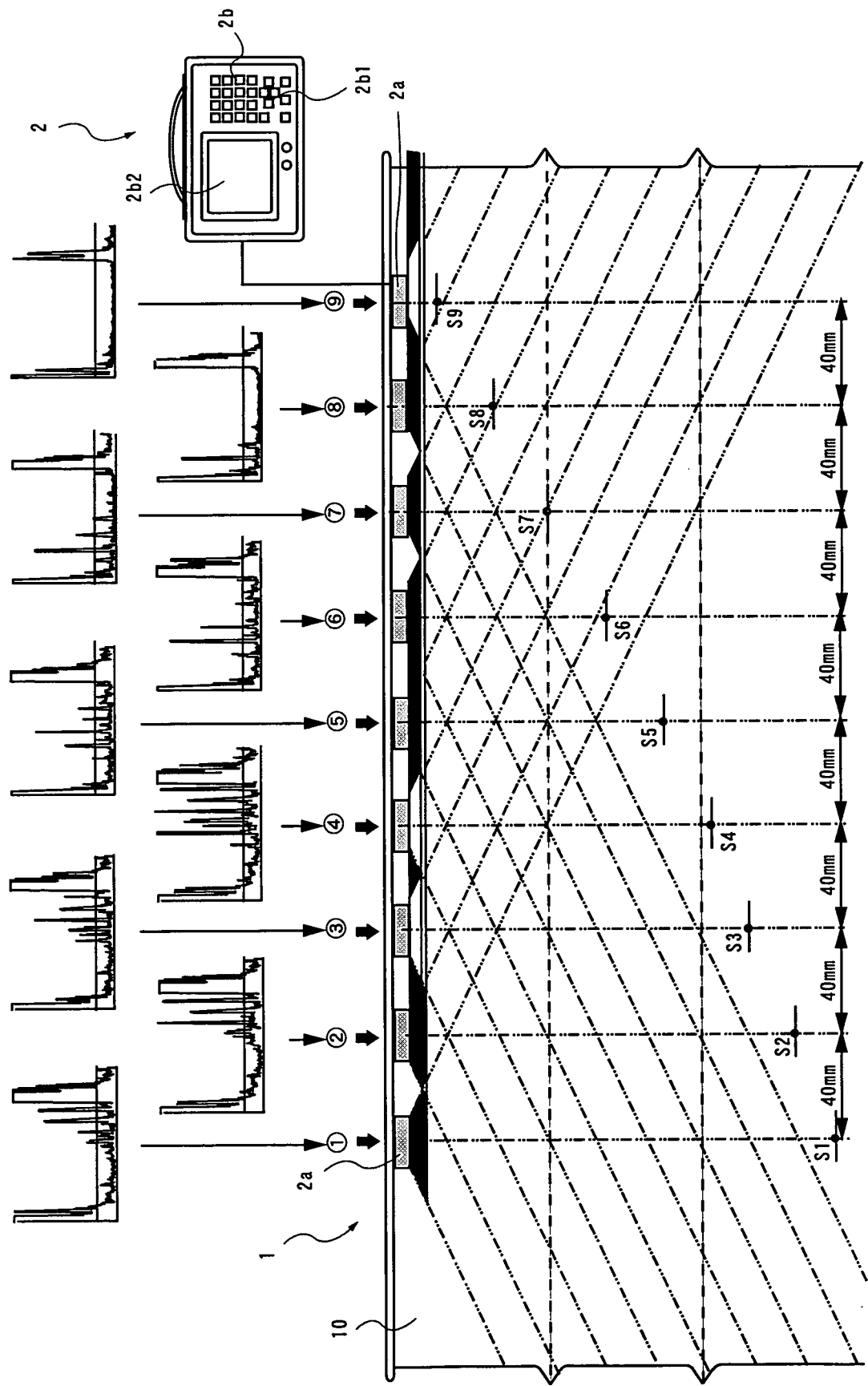
[図3]



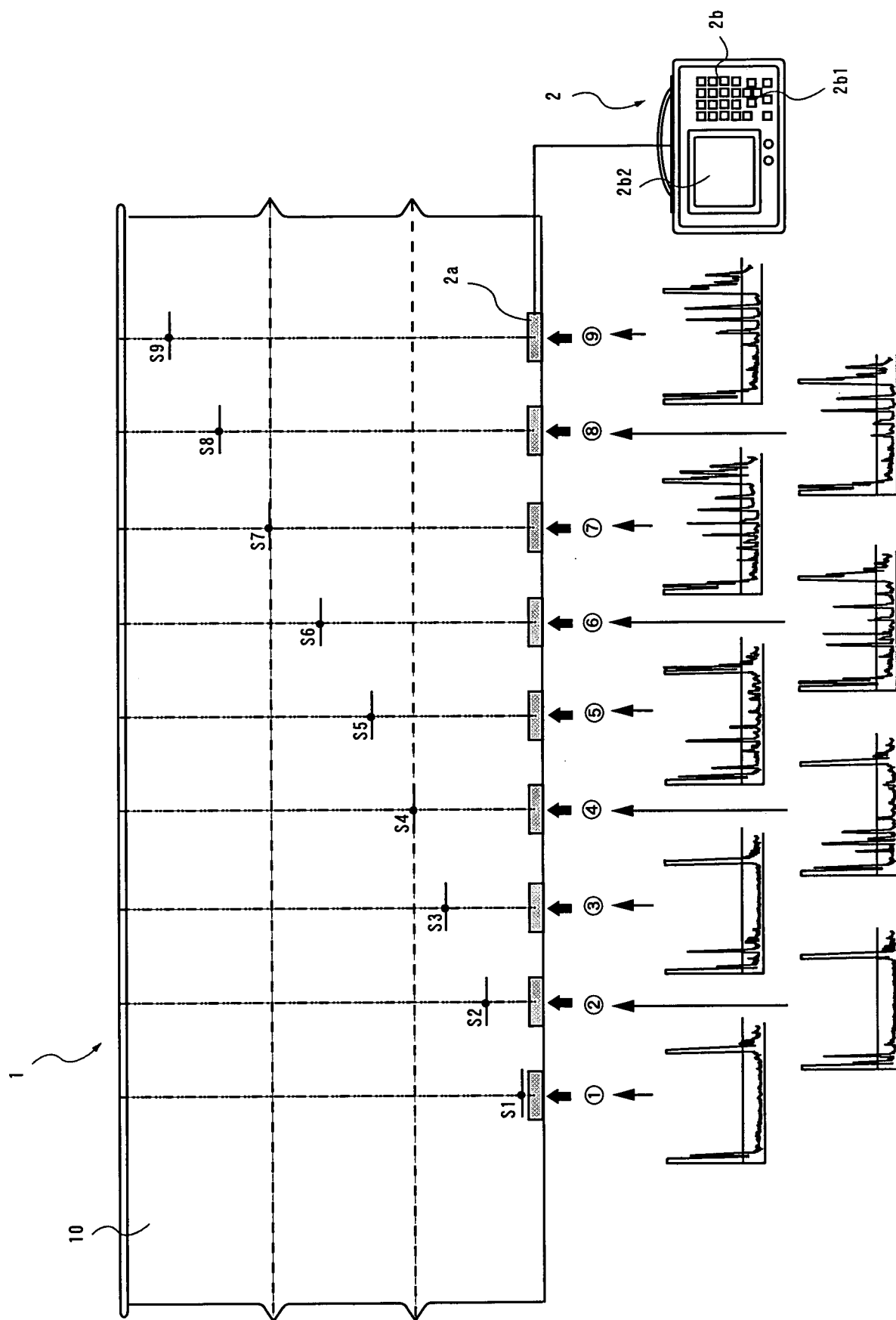
[図4]



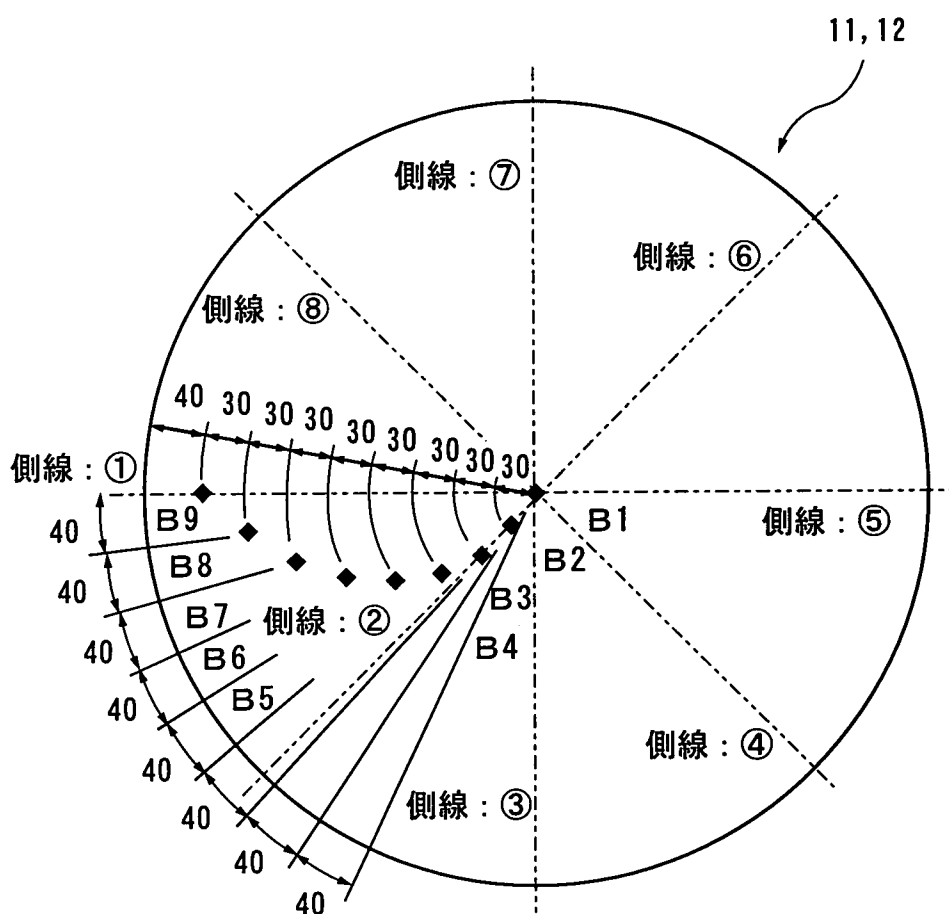
[図5]



[図6]

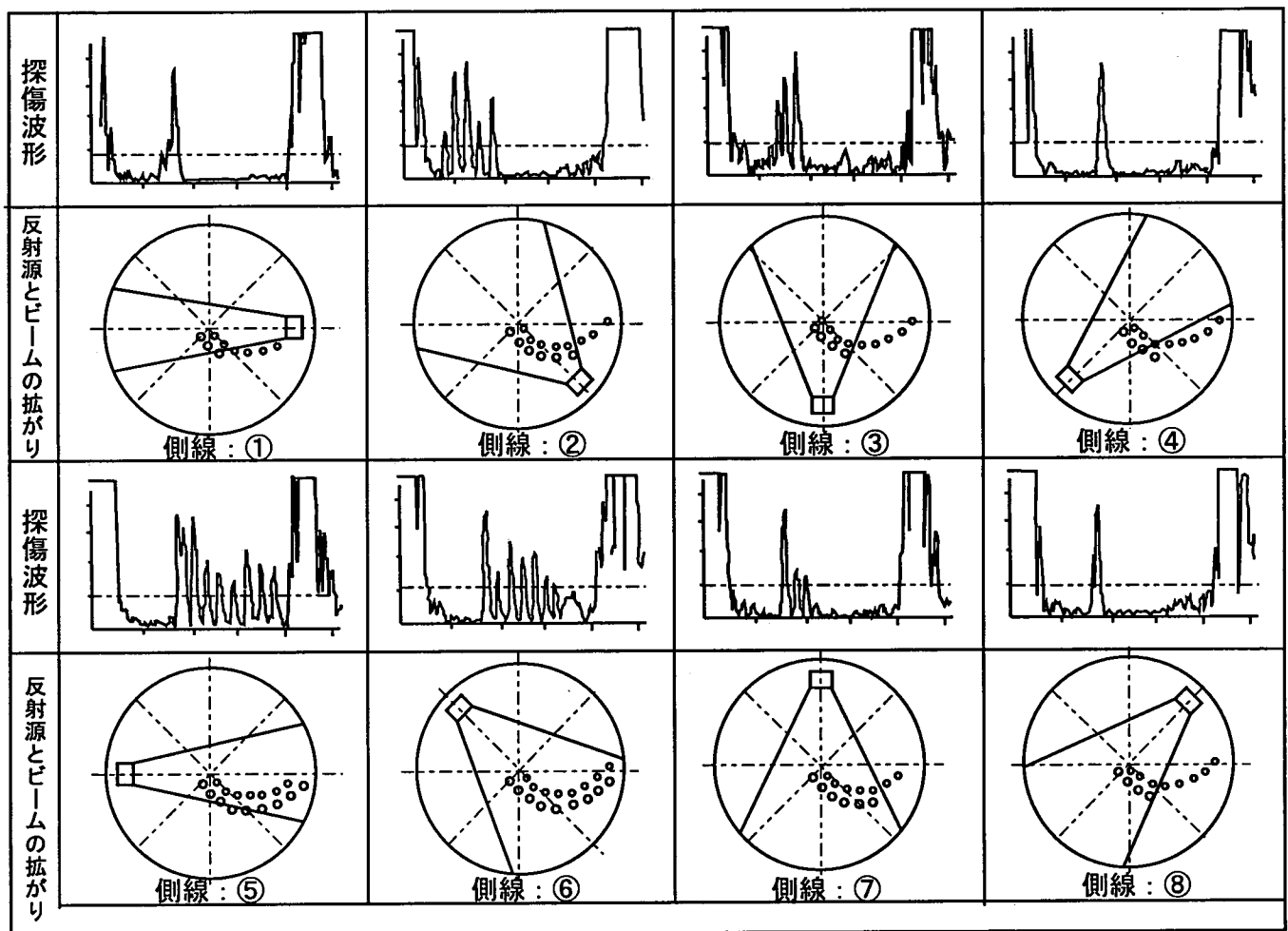


[図7]

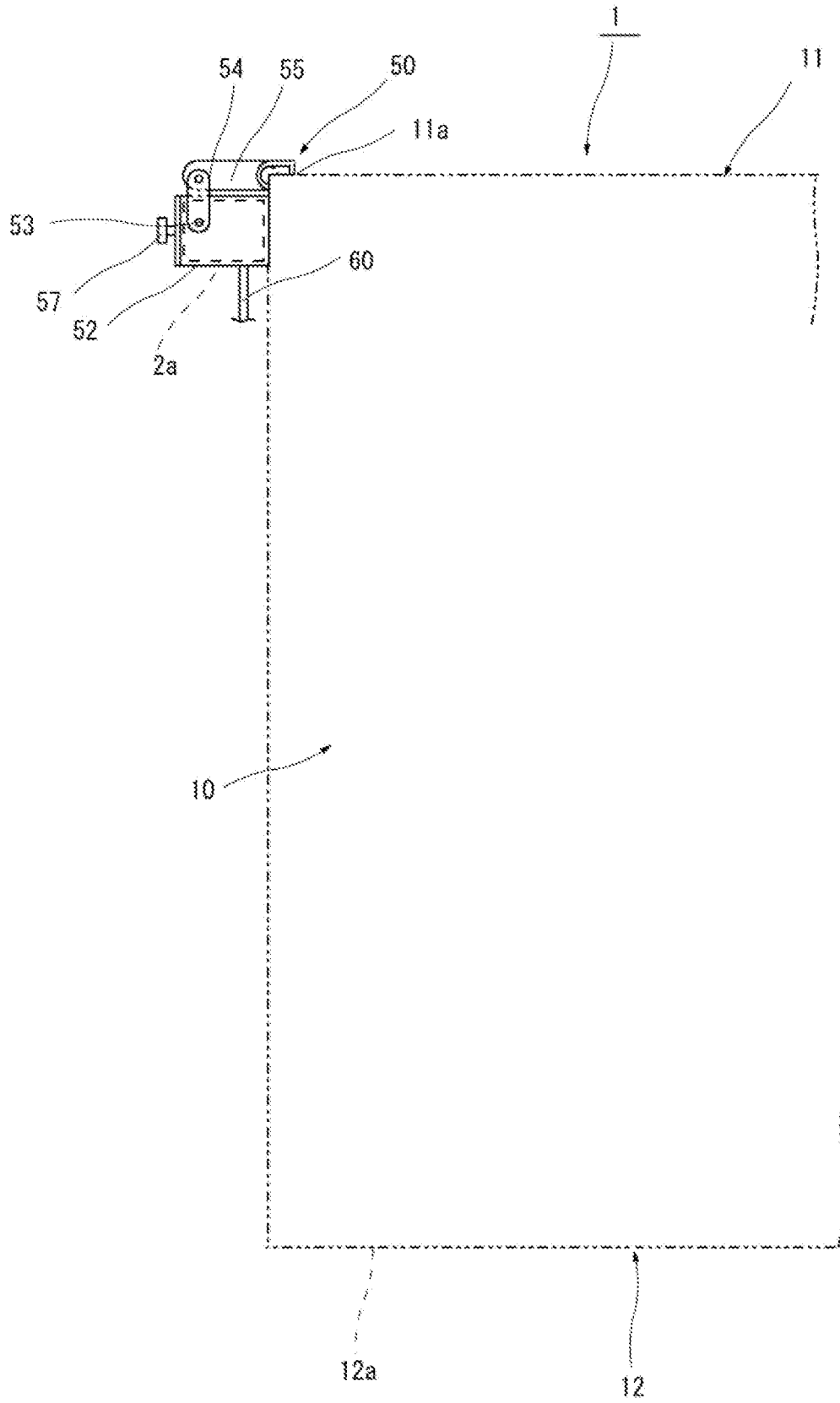


7/19

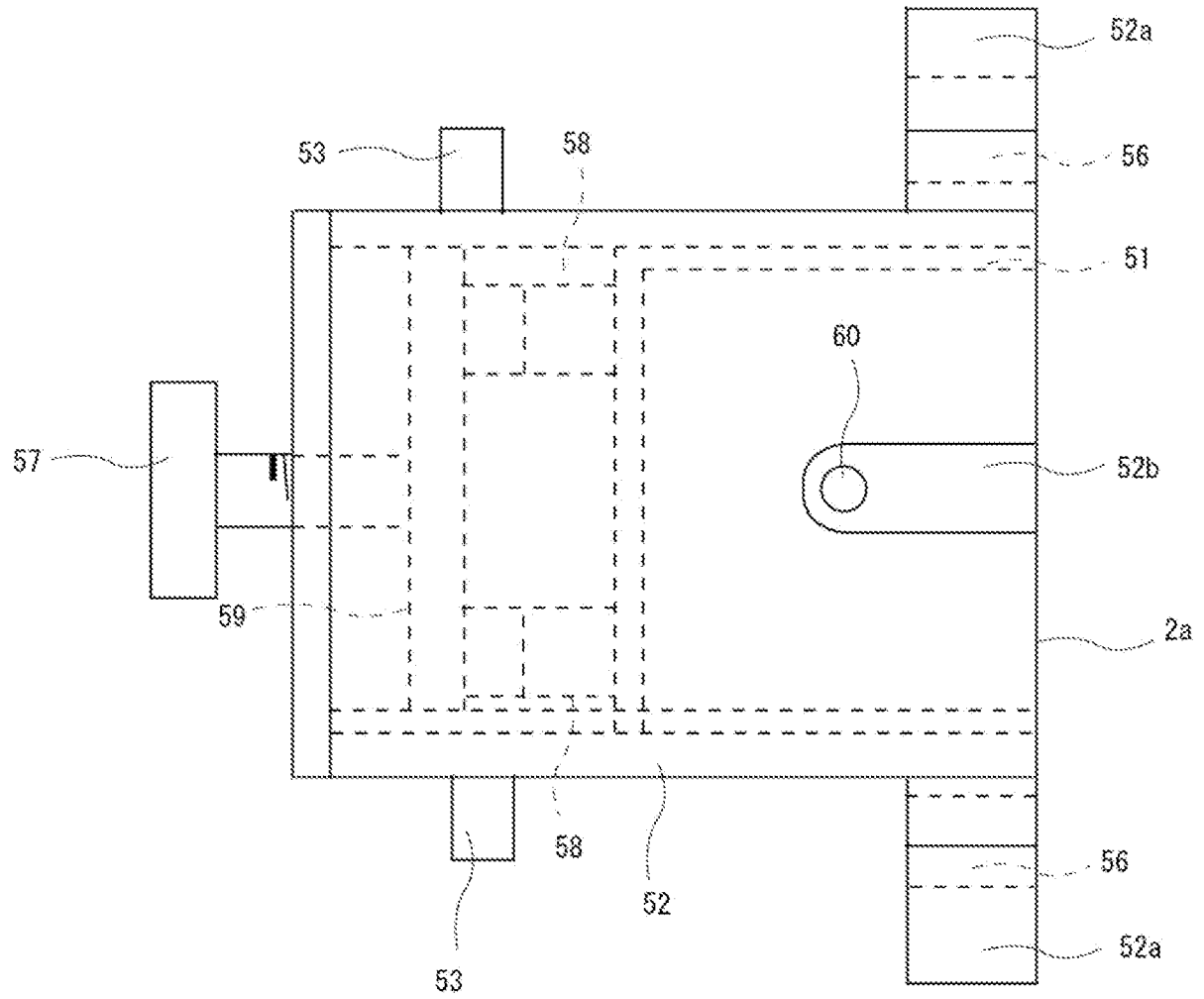
[図8]



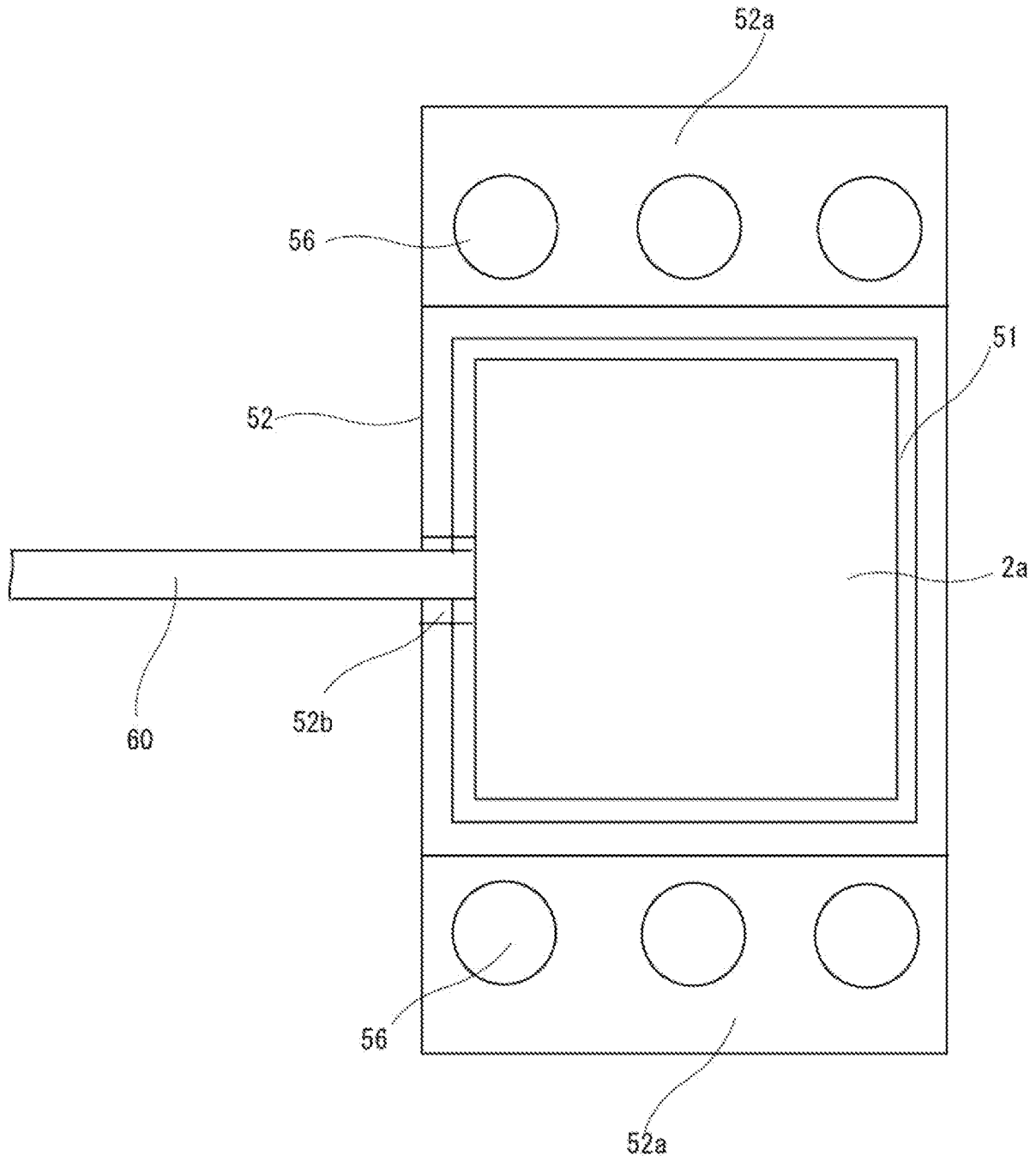
[図10]



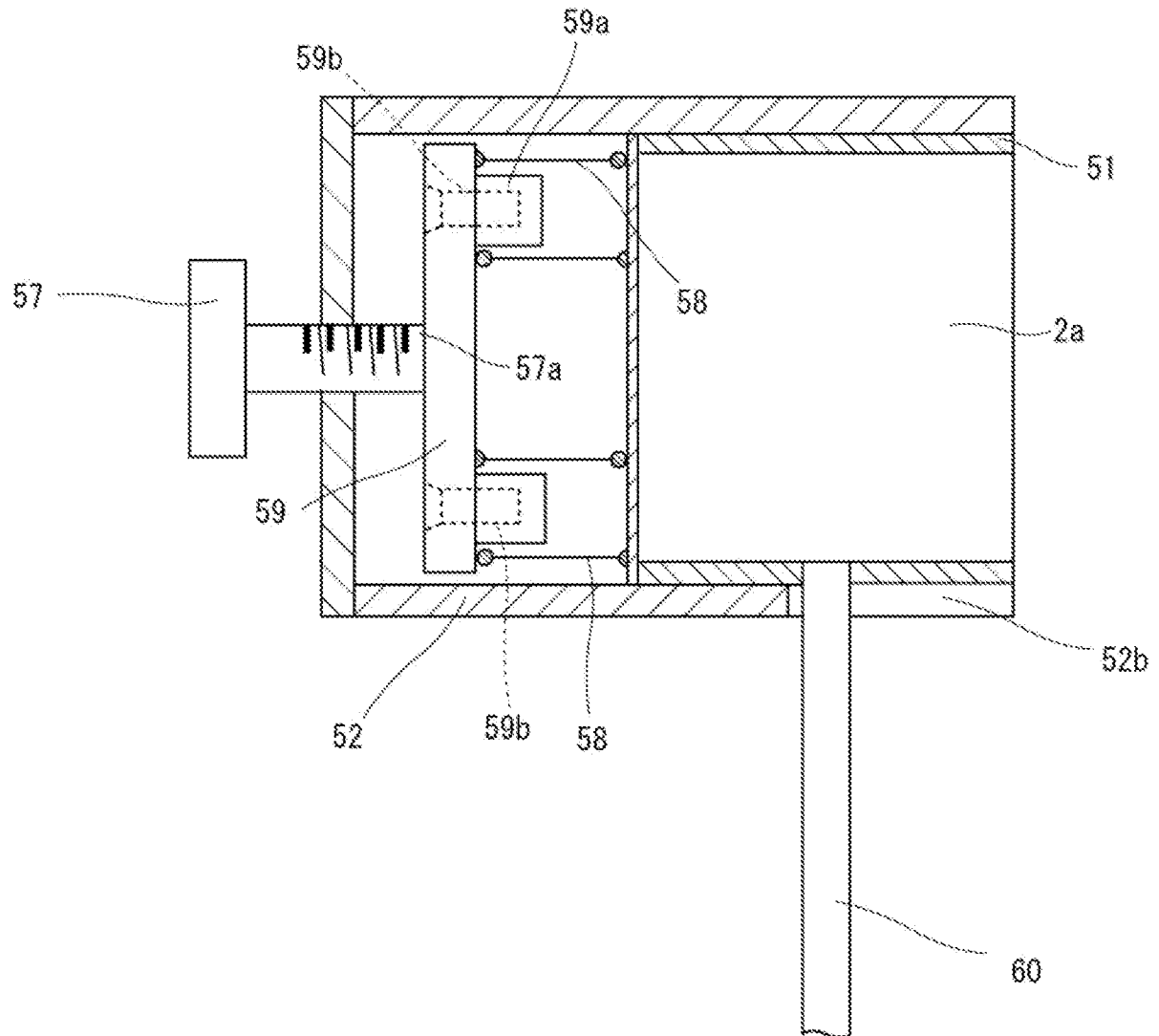
[図11]



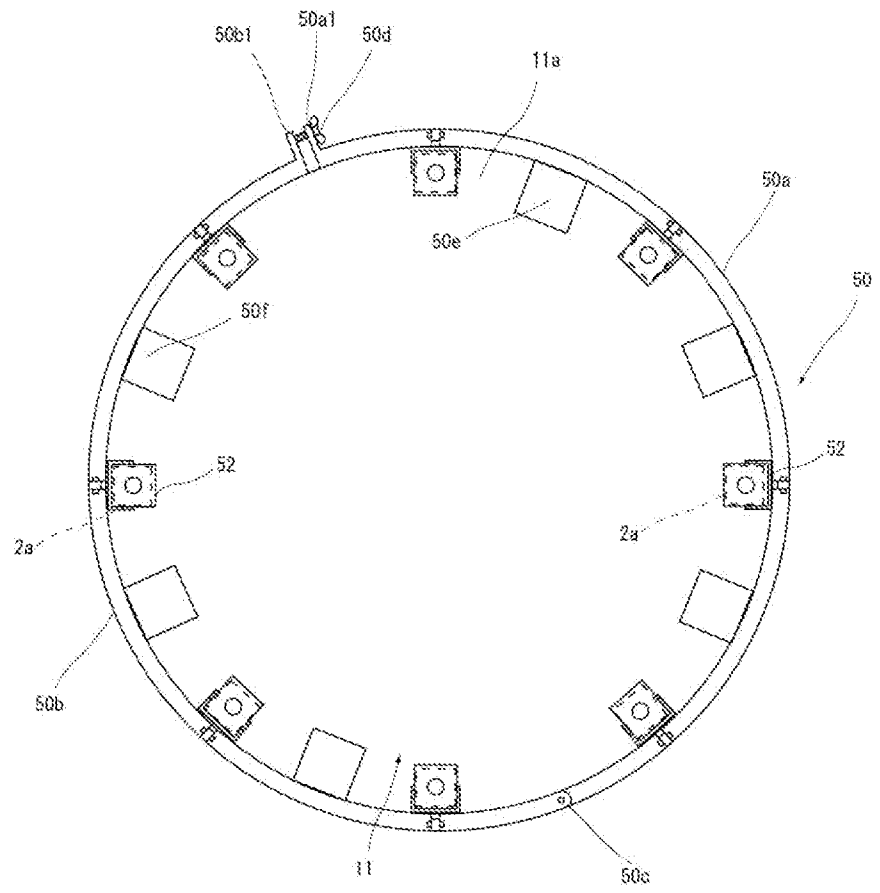
[図12]



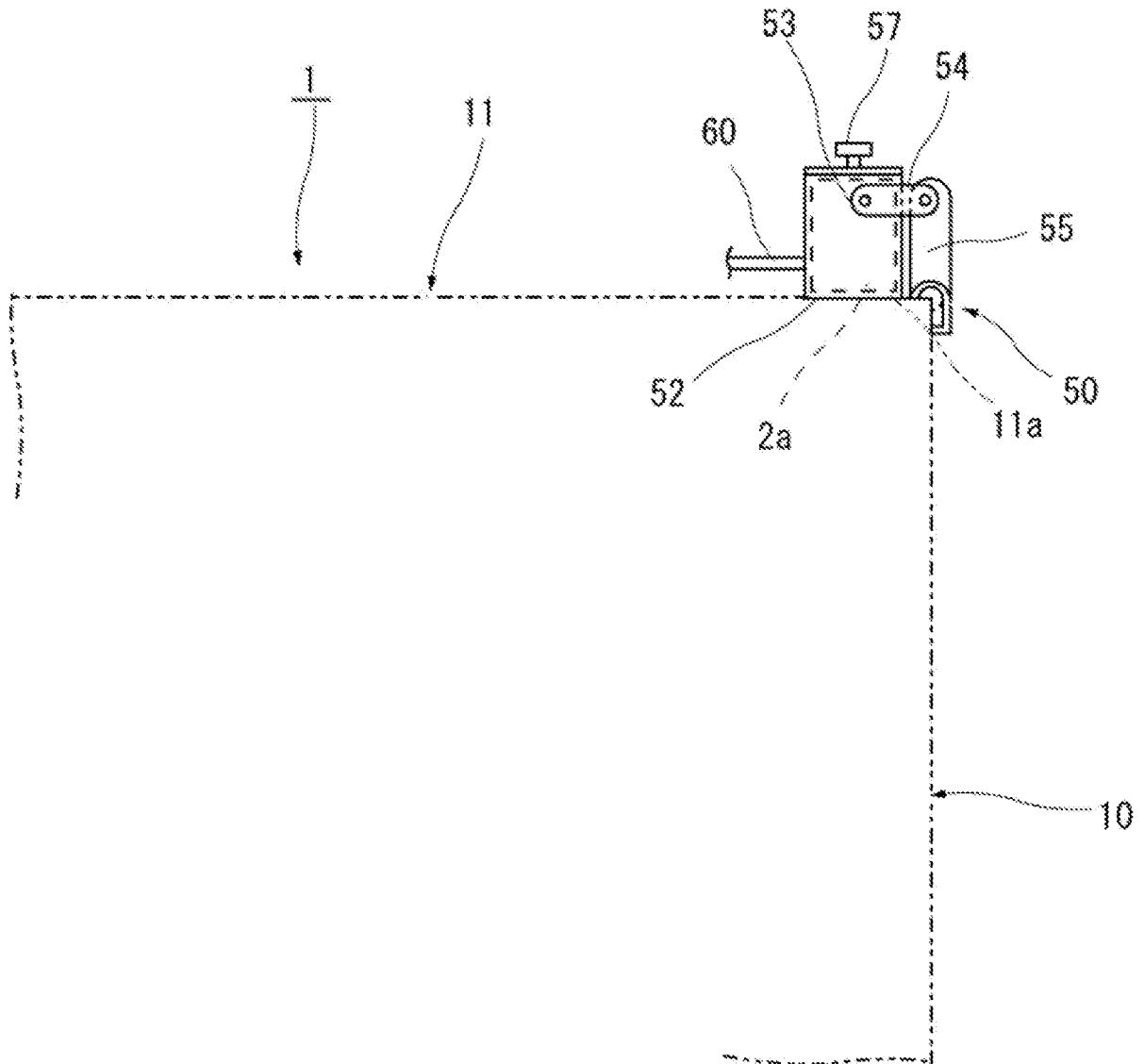
[図13]



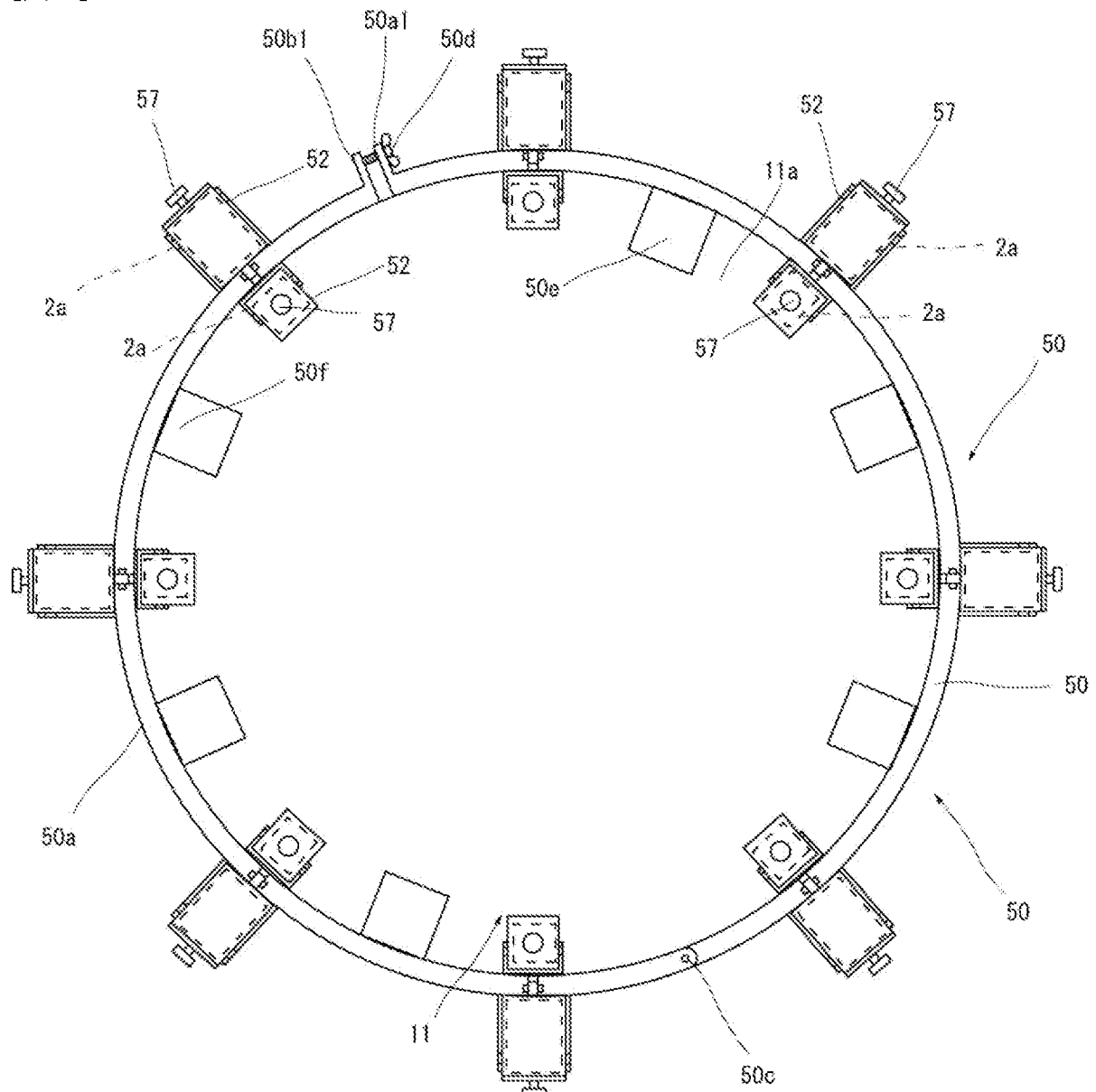
[図14]



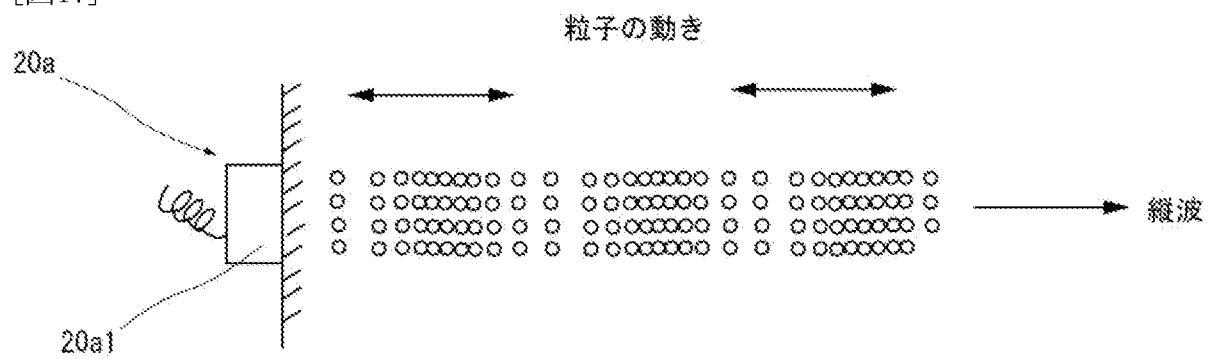
[図15]



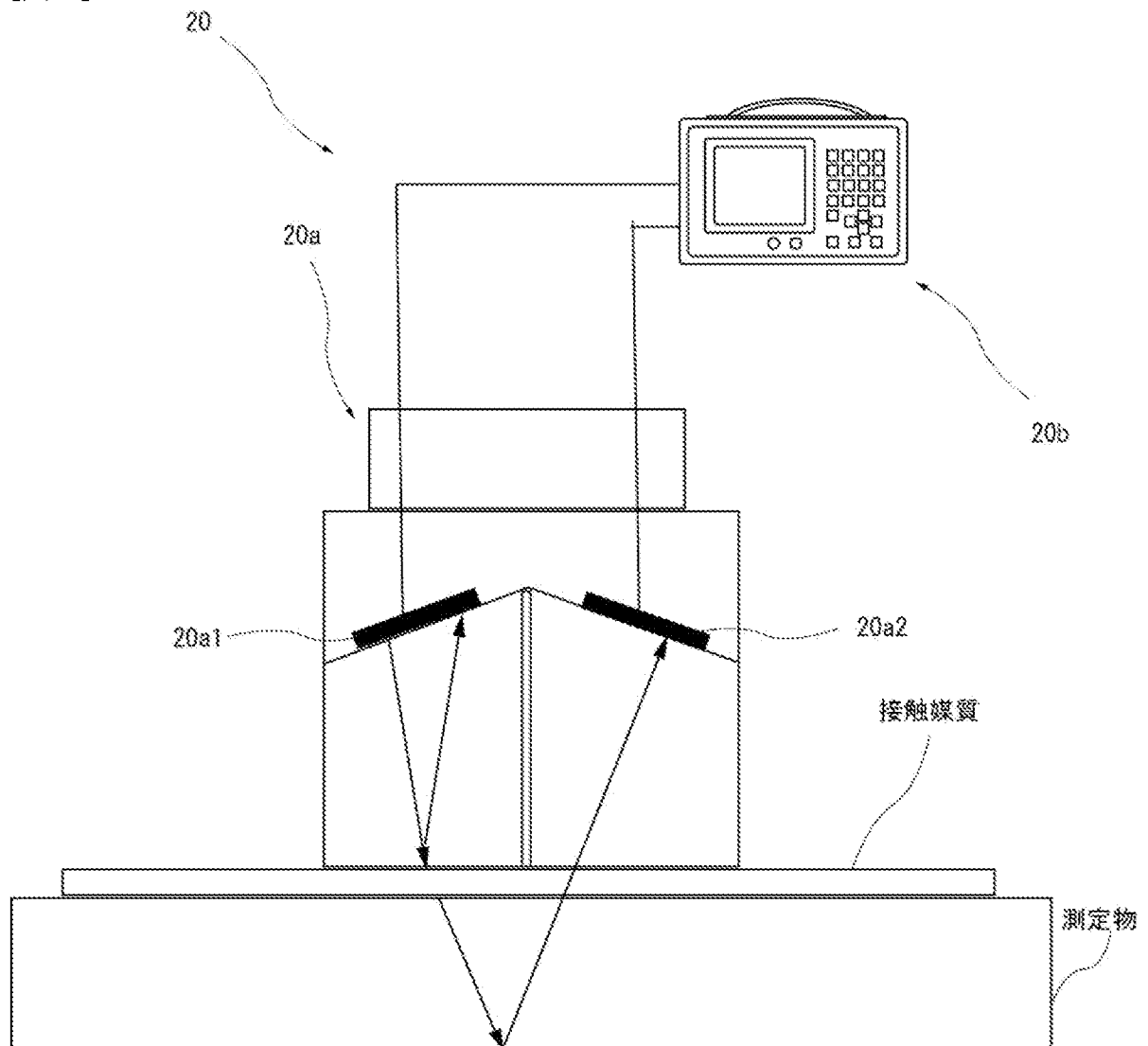
[図16]



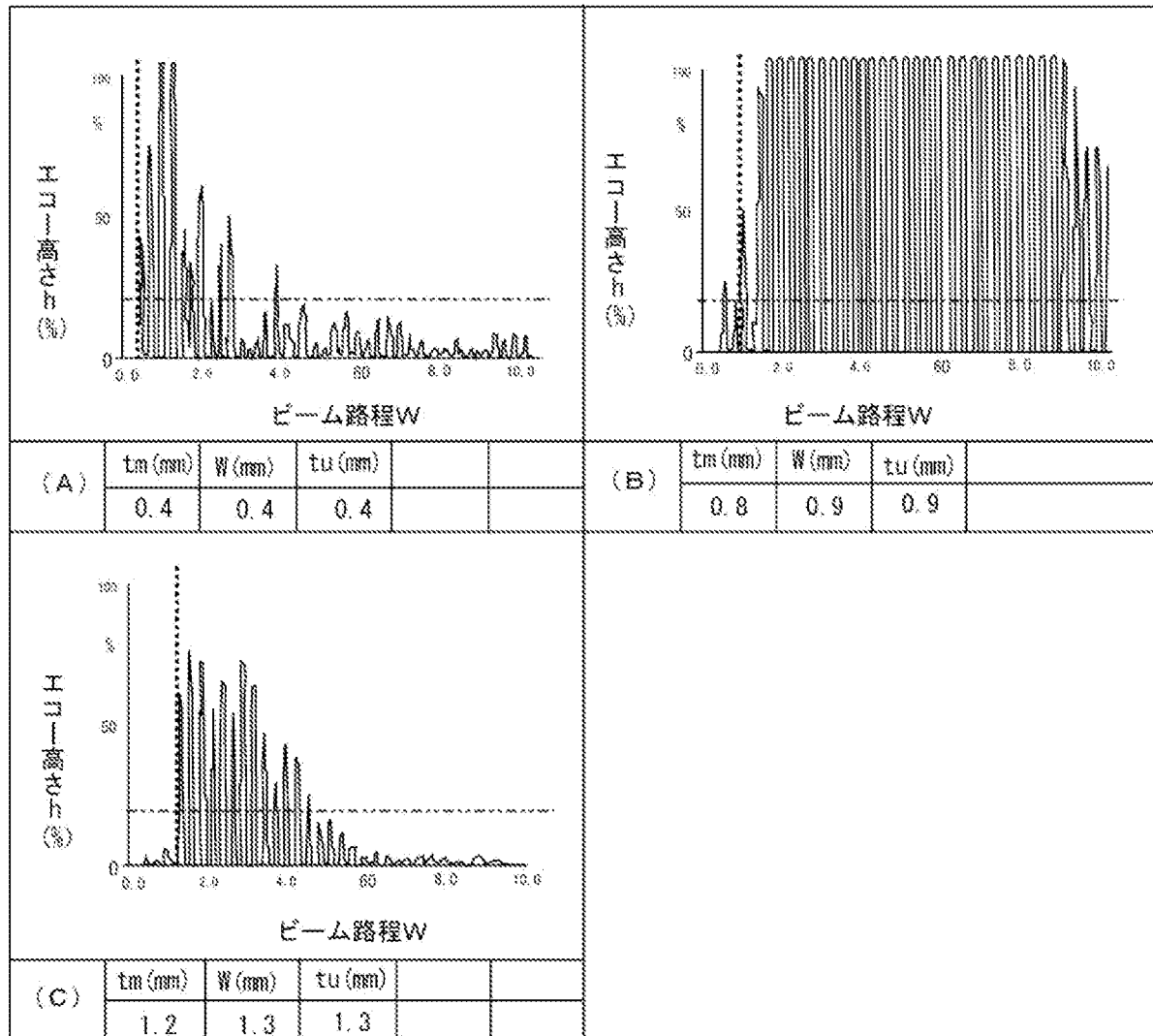
[図17]



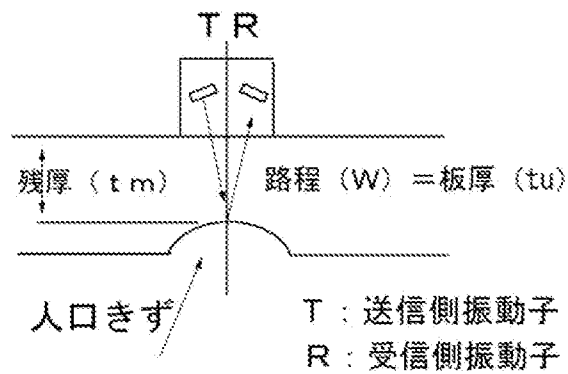
[図18]



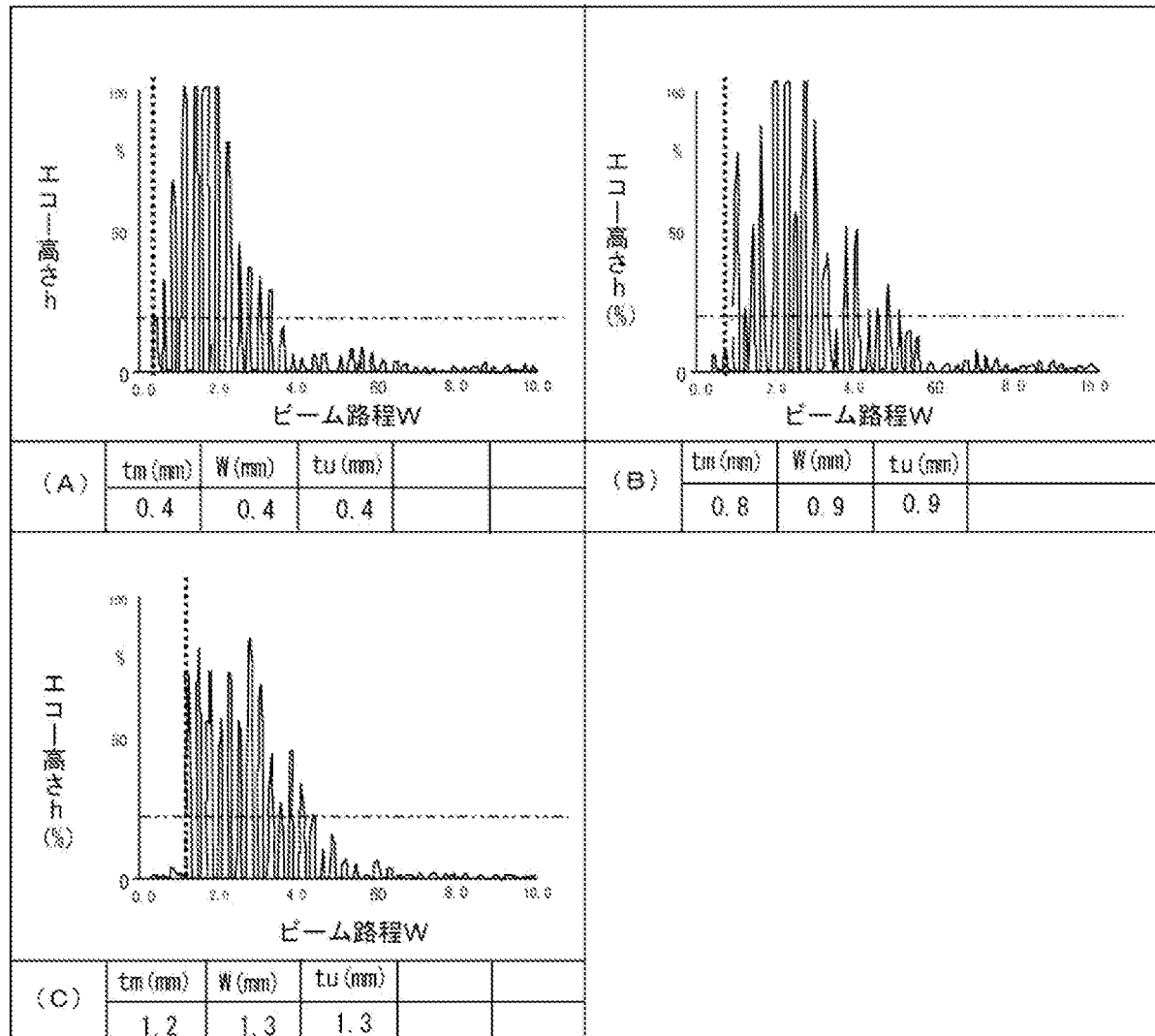
[図19]



Φ5mm模擬腐食



[図20]



Φ10mm模擬腐食

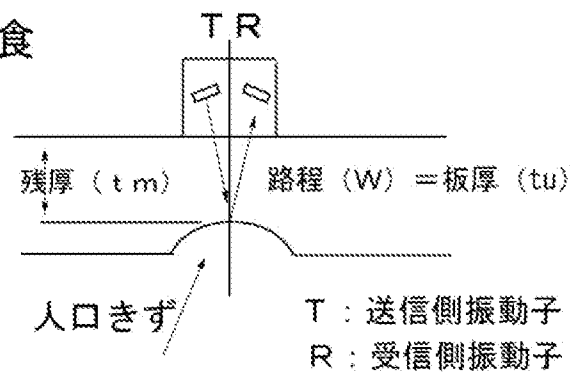


Figure 1 consists of three sub-graphs, (A), (B), and (C), each showing a beam profile measurement result. The y-axis for all graphs is labeled 'H (mm)' and ranges from 0 to 10. The x-axis for all graphs is labeled 'W (mm)' and ranges from 0.0 to 8.0. A horizontal dashed line is drawn at H = 5 mm in each graph.

(A) Comparison of beam profile measurement results for a beam diameter of 0.4 mm. The graph shows a series of sharp peaks that decrease in height as W increases. The peaks are most prominent between W = 1.0 and W = 4.0 mm.

(B) Comparison of beam profile measurement results for a beam diameter of 0.9 mm. The graph shows a series of sharp peaks that decrease in height as W increases. The peaks are most prominent between W = 1.0 and W = 4.0 mm.

(C) Comparison of beam profile measurement results for a beam diameter of 1.2 mm. The graph shows a series of sharp peaks that decrease in height as W increases. The peaks are most prominent between W = 1.0 and W = 4.0 mm.

板厚測定結果 (mm)						
残厚 (mm)	人工きずφ5mm		人工きずφ10mm		人工きずφ20mm	
	測定値	差	測定値	差	測定値	差
0.4	0.4	±0.0	0.4	±0.0	0.4	±0.0
0.8	0.9	+0.1	0.9	+0.1	0.9	+0.1
1.2	1.3	+0.1	1.3	+0.1	1.3	+0.1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2007/064281

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01N29/04 (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, G21C17/00-17/14

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 1996-2007

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2007 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2007

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

JST7580 (JDream2), JSTPlus (JDream2)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 5-79829 A (JGC Corp.), 30 March, 1993 (30.03.93), Full text; all drawings (Family: none)	1-10
Y	JP 2529750 B2 (JGC Corp.), 04 September, 1996 (04.09.96), Full text; all drawings & JP 3-243859 A	1-10
Y	JP 2004-301613 A (Idemitsu Engineering Co., Ltd.), 28 October, 2004 (28.10.04), Full text; all drawings (Family: none)	1-10

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

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"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)

"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

"T" 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

"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

"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

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
09 October, 2007 (09.10.07)Date of mailing of the international search report
23 October, 2007 (23.10.07)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2007/064281

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 2-78950 A (Toshiba Corp.), 19 March, 1990 (19.03.90), Full text; all drawings (Family: none)	4-7
Y	JP 10-197695 A (Chichibu Onoda Cement Corp.), 31 July, 1998 (31.07.98), Full text; all drawings (Family: none)	8
Y	JP 3535417 B2 (Hitachi Engineering Co., Ltd.), 07 June, 2004 (07.06.04), Full text; all drawings & JP 2001-27630 A	9,10

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. G01N29/04(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 (I P C))

Int.Cl. G01N29/00-29/52, G21C17/00-17/14

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 0 7 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 0 7 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 0 7 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)

JST7580(JDream2), JSTPlus(JDream2)

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 請求の範囲の番号
Y	JP 5-79829 A (日揮株式会社) 1993.03.30, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-10
Y	JP 2529750 B2 (日揮株式会社) 1996.09.04, 全文, 全図 & JP 3-243859 A	1-10
Y	JP 2004-301613 A (出光エンジニアリング株式会社) 2004.10.28, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-10

☒ 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

の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

0 9 . 1 0 . 2 0 0 7

国際調査報告の発送日

2 3 . 1 0 . 2 0 0 7

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I S A / J P)
郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5
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)

遠藤 孝徳

2 W

2 9 0 9

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 2 9 2

C (続き) . 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 請求の範囲の番号
Y	JP 2-78950 A (株式会社東芝) 1990.03.19, 全文, 全図 (ファミリーなし)	4-7
Y	JP 10-197695 A (秩父小野田株式会社) 1998.07.31, 全文, 全図 (ファミリーなし)	8
Y	JP 3535417 B2 (日立エンジニアリング株式会社) 2004.06.07, 全文, 全図 & JP 2001-27630 A	9, 10