

(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
2015年5月14日(14.05.2015)

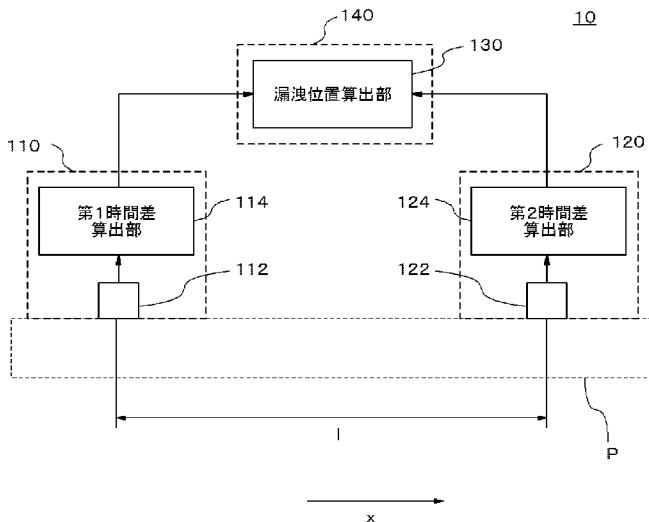


(10) 国際公開番号
WO 2015/068343 A1

- (51) 国際特許分類:
G01M 3/24 (2006.01)
 - (21) 国際出願番号: PCT/JP2014/005312
 - (22) 国際出願日: 2014年10月20日(20.10.2014)
 - (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 2013-232015 2013年11月8日(08.11.2013) JP
 - (71) 出願人: 日本電気株式会社(NEC CORPORATION) [JP/JP]; 〒1088001 東京都港区芝五丁目7番1号 Tokyo (JP).
 - (72) 発明者: 高田 宗一郎(TAKATA, Soichiro); 〒1088001 東京都港区芝五丁目7番1号日本電気株式会社内 Tokyo (JP). 葛西 茂(KASAI, Shigeru); 〒1088001 東京都港区芝五丁目7番1号日本電気株式会社内 Tokyo (JP).
 - (74) 代理人: 下坂 直樹(SHIMOSAKA, Naoki); 〒1088001 東京都港区芝五丁目7番1号日本電気株式会社内 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, BN, 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, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, 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, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, 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, KM, 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: LEAKAGE POSITION CALCULATION DEVICE, LEAKAGE POSITION CALCULATION METHOD, COMPUTER-READABLE RECORDING MEDIUM, VIBRATION CALCULATION DEVICE, AND COMPUTATION DEVICE

(54) 発明の名称: 漏洩位置算出装置、漏洩位置算出方法、コンピュータ読み取り可能な記録媒体、振動算出装置、及び演算装置



- 114 First time difference calculation unit
- 124 Second time difference calculation unit
- 130 Leakage position calculation unit

(57) Abstract: The present invention reduces the production costs associated with a device that detects a leakage position in a pipe using detection results from a plurality of vibration detection devices. Provided is a leakage position calculation device in which a first time difference calculation unit (114) calculates the time difference ($\Delta t1$) between the detection timing of vibration that indicates a first vibration mode of a pipe (P) and the detection timing of vibration that indicates a second vibration mode of the pipe (P) by processing the measurement result of a first vibration detection unit (112). A second time difference calculation unit (124) calculates the time difference ($\Delta t2$) between the detection timing of vibration that indicates the first vibration mode of the pipe (P) and the detection timing of vibration that represents the second vibration mode of the pipe (P) by processing the measurement result of a second vibration detection unit (122). A leakage position calculation unit (130) then uses the time differences ($\Delta t1$) and ($\Delta t2$) and the interval (I) between the first vibration detection unit (112) and the first time difference calculation unit (114) to calculate a leakage position in the pipe (P).

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2015/068343 A1



複数の振動検出装置の検出結果を用いて配管の漏洩位置を検出する装置において、製造コストを低くする。第1時間差算出部114は、第1振動検出部112の測定結果を処理することにより、配管Pの第1振動モードを示す振動の検出タイミングと、配管Pの第2振動モードを示す振動の検出タイミングとの時間差 Δt_1 を算出する。第2時間差算出部124は、第2振動検出部122の測定結果を処理することにより、配管Pの第1振動モードを示す振動の検出タイミングと、配管Pの第2振動モードを示す振動の検出タイミングとの時間差 Δt_2 を算出する。そして、漏洩位置算出部130は、時間差 Δt_1 、 Δt_2 、及び第1振動検出部112と第1時間差算出部114の間隔 l を用いて、配管Pの漏洩位置を算出する。

明 細 書

発明の名称：

漏洩位置算出装置、漏洩位置算出方法、コンピュータ読み取り可能な記録媒体、振動算出装置、及び演算装置

技術分野

[0001] 本発明は、漏洩位置算出装置、漏洩位置算出方法、コンピュータ読み取り可能な記録媒体、振動算出装置、及び演算装置に関する。

背景技術

[0002] 水道管やガス管は地中に埋められているため、漏洩が生じていることを発見しにくい。これに対して、特許文献1には、配管に複数の圧力センサを設置し、これら圧力センサの検出結果を管理センタの装置に送信することが記載されている。管理センタの装置は、送信されてきた検出結果を処理することにより、漏洩箇所を検知する。

[0003] また特許文献2には、配管に、複数の振動センサをこの配管の延在方向に互いに離して取り付け、これら振動センサの検出結果に基づいて漏洩位置を特定することが記載されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開平9-23483号公報
特許文献2：特開2005-134300号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 水道管やガス管の総延長は長いため、これらの配管に取り付けられる振動検出装置の数は非常に多くなる。このため、振動検出装置のコストを低くすることが望まれる。一般的に、複数の振動センサをこの配管の延在方向に互いに離して取り付けた場合、これらの振動センサを同期させないと、漏洩位

置を特定することは難しい。しかし、複数の振動センサを同期させる機能にはコストがかかる。

[0006] 本発明の主たる目的は、複数の振動検出装置の検出結果を用いて配管の漏洩位置を検出する装置において、製造コストを低くすることにある。

課題を解決するための手段

[0007] 本発明の一態様によれば、配管に、当該配管が延在する方向に互いに離間して取り付けられる第1振動検出手段及び第2振動検出手段と、

前記第1振動検出手段の測定結果を処理することにより、前記配管の第1振動成分を示す振動の検出タイミングと、前記配管の第2振動成分を示す振動の検出タイミングとの時間差 Δt_1 を算出する第1時間差算出手段と、

前記第2振動検出手段の測定結果を処理することにより、前記配管の前記第1振動成分を示す振動の検出タイミングと、前記配管の前記第2振動成分を示す振動の検出タイミングとの時間差 Δt_2 を算出する第2時間差算出手段と、

前記時間差 Δt_1 、前記時間差 Δt_2 、及び前記第1振動検出手段と前記第2振動検出手段の間隔 l を用いて、前記配管の漏洩位置を算出する漏洩位置算出手段と、

を備える漏洩位置算出装置が提供される。

[0008] 本発明の一態様によれば、配管に取り付けられた第1振動検出手段の測定結果を処理することにより、前記配管の第1振動成分を示す振動の検出タイミングと、前記配管の第2振動成分を示す振動の検出タイミングとの時間差 Δt_1 を算出し、

前記配管が延在する方向に前記第1振動検出手段から離間して前記配管に取り付けられた第2振動検出手段の測定結果を処理することにより、前記配管の前記第1振動成分を示す振動の検出タイミングと、前記配管の前記第2振動成分を示す振動の検出タイミングとの時間差 Δt_2 を算出し、

前記時間差 Δt_1 、前記時間差 Δt_2 、及び前記第1振動検出手段と前記第2振動検出手段の間隔 l を用いて、前記配管の漏洩位置を算出する、漏洩

位置算出方法が提供される。

[0009] 本発明の一態様によれば、漏洩位置算出手段を備え、
前記漏洩位置算出手段は、

配管に取り付けられた第1振動検出手段の測定結果に基づいて生成された、前記配管の第1振動成分を示す振動の検出タイミングと、前記配管の第2振動成分を示す振動の検出タイミングとの時間差 Δt_1 を受信するとともに、

前記配管が延在する方向に前記第1振動検出手段から離間して前記配管に取り付けられた第2振動検出手段の測定結果に基づいて生成された、前記配管の前記第1振動成分を示す振動の検出タイミングと、前記配管の前記第2振動成分を示す振動の検出タイミングとの時間差 Δt_2 を受信し、

前記時間差 Δt_1 、前記時間差 Δt_2 、及び前記第1振動検出手段と前記第2振動検出手段の間隔 l を用いて、前記配管の漏洩位置を算出する漏洩位置算出装置が提供される。

[0010] 本発明の一態様によれば、コンピュータに、

配管に取り付けられた第1振動検出手段の測定結果に基づいて生成された、前記配管の第1振動成分を示す振動の検出タイミングと、前記配管の第2振動成分を示す振動の検出タイミングとの時間差 Δt_1 を受信する機能と、

前記配管が延在する方向に前記第1振動検出手段から離間して前記配管に取り付けられた第2振動検出手段の測定結果に基づいて生成された、前記配管の前記第1振動成分を示す振動の検出タイミングと、前記配管の前記第2振動成分を示す振動の検出タイミングとの時間差 Δt_2 を受信する機能と、

前記時間差 Δt_1 、前記時間差 Δt_2 、及び前記第1振動検出手段と前記第2振動検出手段の間隔 l を用いて、前記配管の漏洩位置を算出する機能と、

、
を持たせるプログラム又は当該プログラムを格納したコンピュータ読み取り可能な記録媒体が提供される。

[0011] 本発明の一態様によれば、配管に取り付けられる振動検出手段と、

前記振動検出手段の測定結果を処理することにより、前記配管の第1振動成分を示す振動の検出タイミングと、前記配管の第2振動成分を示す振動の検出タイミングとの時間差 Δt を算出し、前記時間差 Δt を外部に送信する時間差算出手段と、

を備える振動算出装置が提供される。

[0012] 本発明の一態様によれば、コンピュータに、

配管に取り付けられた振動検出手段の測定結果を処理することにより、前記配管の第1振動成分を示す振動の検出タイミングと、前記配管の第2振動成分を示す振動の検出タイミングとの時間差 Δt を算出し、前記時間差 Δt を外部に送信する機能を持たせるプログラム又は当該プログラムを格納したコンピュータ読み取り可能な記録媒体が提供される。

発明の効果

[0013] 本発明によれば、複数の振動検出装置の検出結果を用いて配管の漏洩位置を検出する装置において、製造コストを低くすることができる。

図面の簡単な説明

[0014] [図1]本発明の第1の実施形態に係る漏洩位置算出装置の機能構成を示すブロック図である。

[図2]漏洩位置算出部が行う処理の原理を説明するための図である。

[図3]漏洩位置算出装置の動作の一例を示すフローチャートである。

[図4]本発明の第2の実施形態に係る漏洩位置算出装置の機能構成を示すブロック図である。

[図5]本発明の第3の実施形態に係る漏洩位置算出装置の機能構成を示すブロック図である。

[図6]本発明の各実施形態に係る漏洩位置算出装置を実現可能な情報処理装置の構成の一例を示す図である。

発明を実施するための形態

[0015] 以下、本発明の実施の形態について、図面を用いて説明する。尚、すべての図面において、同様な構成要素には同様の符号を付し、適宜説明を省略す

る。

[0016] なお、以下に示す説明において、漏洩位置算出装置 10 の各構成要素は、ハードウェア単位の構成ではなく、機能単位のブロックを示している。漏洩位置算出装置 10 の各構成要素は、例えば図 6 に示すような情報処理装置 200 によって実現される。情報処理 200 は、例えば以下の構成を含む。

- ・ CPU (Central Processing Unit) 201、
- ・ ROM (Read Only Memory) 202、
- ・ RAM (Random Access Memory) 203、
- ・ RAM にロードされるプログラム 204、
- ・ プログラムを格納する記憶装置 205、
- ・ 記憶媒体 206 の読み書きを行うドライブ装置 207、
- ・ ネットワーク 209 と接続する通信インタフェース 208、
- ・ データの入出力を行う入出力インタフェース 210、
- ・ 各構成要素を接続するバス 211、

そして、漏洩位置算出装置 100 に含まれる各構成要素の実現方法、装置には様々な変形例がある。

(第 1 の実施形態)

図 1 は、第 1 の実施形態に係る漏洩位置算出装置 10 の機能構成を示すブロック図である。本実施形態に係る漏洩位置算出装置 10 は、第 1 振動検出部 112、第 2 振動検出部 122、第 1 時間差算出部 114、第 2 時間差算出部 124、及び漏洩位置算出部 130 を備えている。第 1 振動検出部 112 及び第 2 振動検出部 122 は、配管 P に、配管 P が延在する方向（図中 x 方向）に互いに離間して取り付けられる。なお、第 1 振動検出部 112 及び第 2 振動検出部 122 は、配管 P を伝搬する振動を検知可能であれば、配管 P に直接取り付けられなくてもよい。第 1 振動検出部 112 及び第 2 振動検出部 122 は、例えば配管 P に付随して設けられる消火栓や止水栓（不図示）など、配管 P を伝搬する振動を検知可能な任意の場所に取付けられる。第 1 振動検出部 112 及び第 2 振動検出部 122 の具体的な実現手段は後述す

る。第1時間差算出部114は、第1振動検出部112の測定結果を処理することにより、配管Pの第1振動成分を示す振動の検出タイミングと、配管Pの第2振動成分を示す振動の検出タイミングとの時間差 Δt_1 を算出する。第2時間差算出部124は、第2振動検出部122の測定結果を処理することにより、配管Pの第1振動成分を示す振動の検出タイミングと、配管Pの第2振動成分を示す振動の検出タイミングとの時間差 Δt_2 を算出する。そして、漏洩位置算出部130は、時間差 Δt_1 、 Δt_2 、及び第1振動検出部112と第2振動検出部122の間隔 l を用いて、配管Pの漏洩位置を算出する。

[0017] 本実施形態において、配管Pの第1振動成分と、配管Pの第2振動成分とは、例えば互いに異なる振動成分である。本実施形態において、振動成分が異なる、とは、例えば振動モードが異なる場合を意味する。振動モードが異なる場合には、例えば、振動の種類が異なる場合と、共振モードが異なる場合の双方がある。振動の種類が異なる場合、第1振動成分及び第2振動成分は、例えば縦振動モード、曲げ振動モード、及びねじり振動モードのいずれかである。例えば第1振動モードは縦振動モードであり、第2振動モードは曲げ振動モードである。また、共振モードが異なる場合、第1振動モードは、配管Pの m 次共振モード（ m は正数）であり、第2振動モードは、配管Pの n 次共振モード（ n は正数かつ $n > m$ ）である。以下、第1振動成分を第1振動モードと記載し、第2振動成分を第2振動モードと記載する。

[0018] 同一の媒体（例えば配管P）を振動が伝播する場合、第1振動モードの振動の伝播速度と、第2振動モードの振動の伝播速度は、互いに異なる。このため、振動の検出位置が異なる場合、第1振動モードを示す振動の検出タイミングと、第2振動モードを示す振動の検出タイミングとの時間差（例えば時間差 Δt_1 、 Δt_2 ）には、漏洩位置からの距離に起因した差が生じる。このため、第1振動検出部112の検出信号と第1時間差算出部114の検出信号を同期させなくても、時間差 Δt_1 、 Δt_2 、及び間隔 l を用いることで、配管Pにおける漏洩位置を算出することができる。以下、詳細に説明

する。

- [0019] 配管Pは、液体や気体などの流体を流すための配管であり、例えば上水道管、下水道管、又はオイルのパイプラインを構成する配管である。ただし、配管Pは、これらに限定されない。
- [0020] 第1振動検出部112は、例えば加速度センサ、速度センサ、変位センサ等である。第1振動検出部112は、例えば圧電素子と、この圧電素子に生じる起電力を増幅する増幅回路を有している。
- [0021] 第1振動検出部112は、非接触型の振動検出器、例えば、レーザドップラー振動計等であってもよい。第1振動検出部112が非接触型の振動検出器である場合には、第1振動検出部112を配管Pに設置できないような場合であっても、第1の実施形態に示した効果を得ることができる。上述した第1振動検出部112を配管Pに設置できないような場合とは、例えば、配管Pの表面の凹凸が大きい場合、配管Pが高温または低温である場合、配管Pが小さい場合などがある。また、第1振動検出部112を取り付けると配管Pの共振状態が変化する場合においても、第1振動検出部112が非接触型の振動検出器にすると、第1振動検出部112の存在が振動の検出結果に影響を与えることを抑制できる。上述した第1振動検出部112を取り付けると配管Pの共振状態が変化する場合とは、例えば分析対象の配管Pが軽い場合、柔らかい場合などがある。
- [0022] なお、第2振動検出部122も、第1振動検出部112と同様の構成を有している。ただし、第1振動検出部112と第2振動検出部122は、互いに異なる原理で配管Pの振動を検出してもよい。
- [0023] 第1時間差算出部114は、第1振動検出部112の測定結果を処理することにより、配管Pの第1振動モードを示す振動のピークとなるタイミングを検出し、かつ、配管Pの第2振動モードを示す振動がピークになるタイミングを検出する。そして、第1時間差算出部114は、2つのタイミングの時間差を、第1振動モードの検出タイミングと第2振動モードの振動の検出タイミングとの時間差 Δt_1 として算出する。

[0024] 第2時間差算出部124は、第1時間差算出部114と同様の処理を行うことにより、第1振動モードを示す振動がピークとなるタイミングと、第2振動モードを示す振動がピークとなるタイミングの差を、第1振動モードの検出タイミングと第2振動モードの振動の検出タイミングとの時間差 Δt_2 として算出する。

[0025] 漏洩位置算出部130は、時間差 Δt_1 、 Δt_2 、及び第1振動検出部112と第1時間差算出部114の間隔 l を用いて、配管Pの漏洩位置を算出する。漏洩位置算出部130は、例えば以下の(1)式を用いて、第1振動検出部112から漏洩位置LPまでの距離 L (図2参照)を算出する。

[0026] [数1]

$$L = \frac{l}{1 + \frac{\Delta t_2}{\Delta t_1}} \quad \dots (1)$$

[0027] なお、式(1)は、以下のようにして導出される(図2参照)。配管Pにおける第1振動モードの振動の伝播速度を c_1 として、配管Pにおける第2振動モードの振動の伝播速度を c_2 とする。

[0028] 漏洩位置LPで第1振動モード及び第2振動モードを含む振動が発生してから、第1振動検出部112が第1振動モードの振動を検出するまでの時間を t_{11} とすると、伝播速度 c_1 は以下の(2)式で示される。また、漏洩位置LPで振動が発生してから、第1振動検出部112が第2振動モードの振動を検出するまでの時間を t_{21} とすると、伝播速度 c_2 は以下の(3)式で示される。

$$c_1 = L / t_{11} \quad \dots (2)$$

$$c_2 = L / t_{21} \quad \dots (3)$$

このため、時間差 Δt_1 は、以下の(4)式で示される。

$$\Delta t_1 = L (1 / c_1 - 1 / c_2) \quad \dots (4)$$

同様に、漏洩位置LPで第1振動モード及び第2振動モードを含む振動が発生してから、第1時間差算出部114が第1振動モードの振動を検出する

までの時間を t_{12} とすると、伝播速度 c_1 は以下の (5) 式で示される。
 また、漏洩位置 L P で振動が発生してから、第 1 振動検出部 112 が第 2 振動モードの振動を検出するまでの時間を t_{22} とすると、伝播速度 c_2 は以下の (6) 式で示される。

$$c_1 = (l - L) / t_{12} \dots (5)$$

$$c_2 = (l - L) / t_{22} \dots (6)$$

このため、時間差 Δt_2 は、以下の (7) 式で示される。

$$\Delta t_2 = (l - L) \times (1 / c_1 - 1 / c_2) \dots (7)$$

そして、(4) 式及び (7) 式を L について整理すると、上記した (1) 式が導出される。

[0029] なお、本実施形態において、配管 P の第 1 及び第 2 振動成分の相違は、上述した振動モードが異なる場合に限られない。すなわち、配管 P を振動が伝搬する場合の伝搬速度が異なる任意の二つの振動成分（例えば周波数帯域が異なる振動成分）を、それぞれ配管 P の第 1 及び第 2 振動成分とすることができる。

[0030] 本実施形態において、第 1 振動検出部 112 及び第 1 時間差算出部 114 は、第 1 振動測定装置 110 の一部であり、第 2 振動検出部 122 及び第 2 時間差算出部 124 は第 2 振動測定装置 120 の一部である。第 1 振動測定装置 110 は、第 1 振動測定装置 110 を配管 P に固定するための固定手段（例えば磁石）を有している。第 2 振動測定装置 120 についても同様である。

[0031] そして、漏洩位置算出部 130 は、外部装置 140 の一部である。外部装置 140 は、第 1 振動測定装置 110 及び第 2 振動測定装置 120 とは異なる場所に設置されており、例えば無線通信網などの公衆通信網を介して、第 1 振動測定装置 110 及び第 2 振動測定装置 120 と接続している。外部装置 140 は、複数組の第 1 振動測定装置 110 及び第 2 振動測定装置 120 と接続していてもよい。

[0032] なお、漏洩位置算出装置 10 は、第 1 振動検出部 112 と第 1 時間差算出

部 1 1 4 を同期させる手段を有していない。このため、漏洩位置算出装置 1 0 の製造コストを低くすることができる。

[0033] 図 3 は、漏洩位置算出装置 1 0 の動作の一例を示すフローチャートである。配管 P に漏洩が生じると、その漏洩に起因して、漏洩位置 L P を起点とした振動が生じる。この振動には、さまざまな振動成分（振動モード）が含まれている。

[0034] そして、第 1 振動測定装置 1 1 0 の第 1 振動検出部 1 1 2 が振動を検知すると、第 1 時間差算出部 1 1 4 は、時間差 $\Delta t 1$ を算出する（ステップ S 1 0）。そして第 1 時間差算出部 1 1 4 は、算出した時間差 $\Delta t 1$ を、漏洩位置算出部 1 3 0 に送信する（ステップ S 2 0）。

[0035] 同様に、第 2 振動測定装置 1 2 0 の第 2 振動検出部 1 2 2 が振動を検知すると、第 2 時間差算出部 1 2 4 は、時間差 $\Delta t 2$ を算出する（ステップ S 1 0）。そして第 2 時間差算出部 1 2 4 は、算出した時間差 $\Delta t 2$ を、漏洩位置算出部 1 3 0 に送信する（ステップ S 2 0）。

[0036] そして漏洩位置算出部 1 3 0 は、第 1 振動測定装置 1 1 0 及び第 2 振動測定装置 1 2 0 から受信したデータを、例えば上記した（1）式に従って処理を行うことにより、配管 P における漏洩位置 L P を算出する（ステップ S 3 0）。

[0037] 以上、本実施形態によれば、漏洩位置算出装置 1 0 は、第 1 振動検出部 1 1 2 の検出信号と第 1 時間差算出部 1 1 4 の検出信号を同期させなくても、時間差 $\Delta t 1$ 、 $\Delta t 2$ 、及び間隔 l を用いることで、配管 P における漏洩位置を算出することができる。

[0038] なお、本実施形態において、第 1 振動測定装置 1 1 0 が漏洩位置算出部 1 3 0 を有していてもよい。この場合、第 2 振動測定装置 1 2 0 は、第 1 振動測定装置 1 1 0 と通信する手段を有している。そして第 2 時間差算出部 1 2 4 は、この通信手段を介して漏洩位置算出部 1 3 0 に時間差 $\Delta t 2$ を送信する。

（第 2 の実施形態）

図4は、第2の実施形態に係る漏洩位置算出装置10の機能構成を示すブロック図である。本実施形態に係る漏洩位置算出装置10は、帯域制限部116、126を有している点を除いて、第1の実施形態に係る漏洩位置算出装置10と同様の構成である。

[0039] 帯域制限部116は第1振動測定装置110の中に設けられており、帯域制限部126は第2振動測定装置120の中に設けられている。本実施形態において、第1振動モード及び第2振動モードは、互いに異なる共振モード（ m 次共振モード及び n 次共振モード）である。そして帯域制限部116は、第1振動検出部112の検出結果から、 m 次共振モードの振動を取り出すとともに、 n 次共振モードの振動を取り出す。帯域制限部126は、第2振動検出部122の検出結果から、 m 次共振モードの振動を取り出すとともに、 n 次共振モードの振動を取り出す。そして、帯域制限部116は、フィルタリング後のデータを第1時間差算出部114に出力し、帯域制限部126は、フィルタリング後のデータを第2時間差算出部124に出力する。帯域制限部116、126は、例えばデジタルフィルタであるが、互いに並列に設けられた2つのアナログフィルタから構成されていてもよい。

[0040] 本実施形態によっても、第1の実施形態と同様の効果が得られる。さらに、帯域制限部116及び帯域制限部126を有しているため、第1時間差算出部114及び第2時間差算出部124は、容易に時間差 Δt_1 、 Δt_2 を算出することができる。

[0041] なお、本実施形態においても、第1振動測定装置110が漏洩位置算出部130を有していてもよい。

（第3の実施形態）

図5は、第3の実施形態に係る漏洩位置算出装置10の機能構成を示すブロック図である。本実施形態に係る漏洩位置算出装置10は、以下の点を除いて、第1の実施形態に係る漏洩位置算出装置10と同様の構成である。

[0042] まず、第1振動測定装置110は第1時間差算出部114を有しておらず、第2振動測定装置120も第2時間差算出部124を有していない。その

代わり、外部装置140は、時間差算出部132を有している。時間差算出部132は、第1時間差算出部114及び第2時間差算出部124と同様の機能を有している。漏洩位置算出部130は、時間差算出部132が算出した時間差 Δt_1 、 Δt_2 、及び第1振動検出部112と第1時間差算出部114の間隔 l を用いて、配管Pの漏洩位置を算出する。

- [0043] 本実施形態によっても、第1の実施形態と同様の効果が得られる。
- [0044] なお、第2の実施形態に係る漏洩位置算出装置10を、本実施形態と同様の構成にしてもよい。この場合、帯域制限部116、126は、第1振動測定装置110及び第2振動測定装置120に設けられていてもよいし、外部装置140に設けられていてもよい。後者の場合、外部装置140は、帯域制限部を一つのみ有していればよい。
- [0045] 以上、実施形態（及び実施例）を参照して本願発明を説明したが、本願発明は上記実施形態（及び実施例）に限定されるものではない。本願発明の構成や詳細には、本願発明の範囲内で当業者が理解し得る様々な変更をすることができる。
- [0046] この出願は、2013年11月08日に提出された日本出願特願2013-232015を基礎とする優先権を主張し、その開示の全てをここに取り込む。

符号の説明

- [0047] 10 漏洩位置算出装置
- 110 第1振動測定装置
- 112 第1振動検出部
- 114 第1時間差算出部
- 116 帯域制限部
- 120 第2振動測定装置
- 122 第2振動検出部
- 124 第2時間差算出部
- 126 帯域制限部

1 3 0 漏洩位置算出部

1 3 2 時間差算出部

1 4 0 外部装置（漏洩位置算出装置）

請求の範囲

- [請求項1] 配管に、当該配管が延在する方向に互いに離間して取り付けられる第1振動検出手段及び第2振動検出手段と、
- 前記第1振動検出手段の測定結果を処理することにより、前記配管の第1振動成分を示す振動の検出タイミングと、前記配管の第2振動成分を示す振動の検出タイミングとの時間差 Δt_1 を算出する第1時間差算出手段と、
- 前記第2振動検出手段の測定結果を処理することにより、前記配管の前記第1振動成分を示す振動の検出タイミングと、前記配管の前記第2振動成分を示す振動の検出タイミングとの時間差 Δt_2 を算出する第2時間差算出手段と、
- 前記時間差 Δt_1 、前記時間差 Δt_2 、及び前記第1振動検出手段と前記第2振動検出手段の間隔 l を用いて、前記配管の漏洩位置を算出する漏洩位置算出手段と、
- を備える漏洩位置算出装置。
- [請求項2] 請求項1に記載の漏洩位置算出装置において、
- 前記第1振動成分は、前記配管の m 次共振モード(m は正数)であり、
- 前記第2振動成分は、前記配管の n 次共振モード($n > m$)である漏洩位置算出装置。
- [請求項3] 請求項2に記載の漏洩位置算出装置において、
- 前記第1時間差算出手段及び前記第2時間差算出手段は、前記 m 次共振モードの振動を取り出すとともに、前記 n 次共振モードの振動を取り出す帯域制限手段を有する漏洩位置算出装置。
- [請求項4] 請求項1に記載の漏洩位置算出装置において、
- 前記第1振動成分は縦振動モードであり、
- 前記第2振動成分は曲げ振動モードである漏洩位置算出装置。
- [請求項5] 請求項1から4のいずれか一項に記載の漏洩位置算出装置において

、
前記漏洩位置算出手段は、以下の（１）式に基づいて、前記第１振動検出手段から漏洩位置までの距離 L を算出する漏洩位置算出装置。

[数1]

$$L = \frac{l}{1 + \frac{\Delta t_2}{\Delta t_1}} \quad \dots (1)$$

[請求項6] 請求項１から５のいずれか一項に記載の漏洩位置算出装置において

、
前記第１振動検出手段と前記第２振動検出手段を同期させる手段を有していない漏洩位置算出装置。

[請求項7] 配管に取り付けられた第１振動検出手段の測定結果を処理することにより、前記配管の第１振動成分を示す振動の検出タイミングと、前記配管の第２振動成分を示す振動の検出タイミングとの時間差 Δt_1 を算出し、

前記配管が延在する方向に前記第１振動検出手段から離間して前記配管に取り付けられた第２振動検出手段の測定結果を処理することにより、前記配管の前記第１振動成分を示す振動の検出タイミングと、前記配管の前記第２振動成分を示す振動の検出タイミングとの時間差 Δt_2 を算出し、

前記時間差 Δt_1 、前記時間差 Δt_2 、及び前記第１振動検出手段と前記第２振動検出手段の間隔 l を用いて、前記配管の漏洩位置を算出する、漏洩位置算出方法。

[請求項8] 配管に取り付けられた第１振動検出手段の測定結果に基づいて生成された、前記配管の第１振動成分を示す振動の検出タイミングと、前記配管の第２振動成分を示す振動の検出タイミングとの時間差 Δt_1 を受信するとともに、

前記配管が延在する方向に前記第１振動検出手段から離間して前記

配管に取り付けられた第2振動検出手段の測定結果に基づいて生成された、前記配管の前記第1振動成分を示す振動の検出タイミングと、前記配管の前記第2振動成分を示す振動の検出タイミングとの時間差 $\Delta t 2$ を受信し、

前記時間差 $\Delta t 1$ 、前記時間差 $\Delta t 2$ 、及び前記第1振動検出手段と前記第2振動検出手段の間隔 l を用いて、前記配管の漏洩位置を算出する演算装置。

[請求項9]

コンピュータに、

配管に取り付けられた第1振動検出手段の測定結果に基づいて生成された、前記配管の第1振動成分を示す振動の検出タイミングと、前記配管の第2振動成分を示す振動の検出タイミングとの時間差 $\Delta t 1$ を受信する機能と、

前記配管が延在する方向に前記第1振動検出手段から離間して前記配管に取り付けられた第2振動検出手段の測定結果に基づいて生成された、前記配管の前記第1振動成分を示す振動の検出タイミングと、前記配管の前記第2振動成分を示す振動の検出タイミングとの時間差 $\Delta t 2$ を受信する機能と、

前記時間差 $\Delta t 1$ 、前記時間差 $\Delta t 2$ 、及び前記第1振動検出手段と前記第2振動検出手段の間隔 l を用いて、前記配管の漏洩位置を算出する機能と、

を持たせるプログラムを格納したコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

[請求項10]

配管に取り付けられる振動検出手段と、

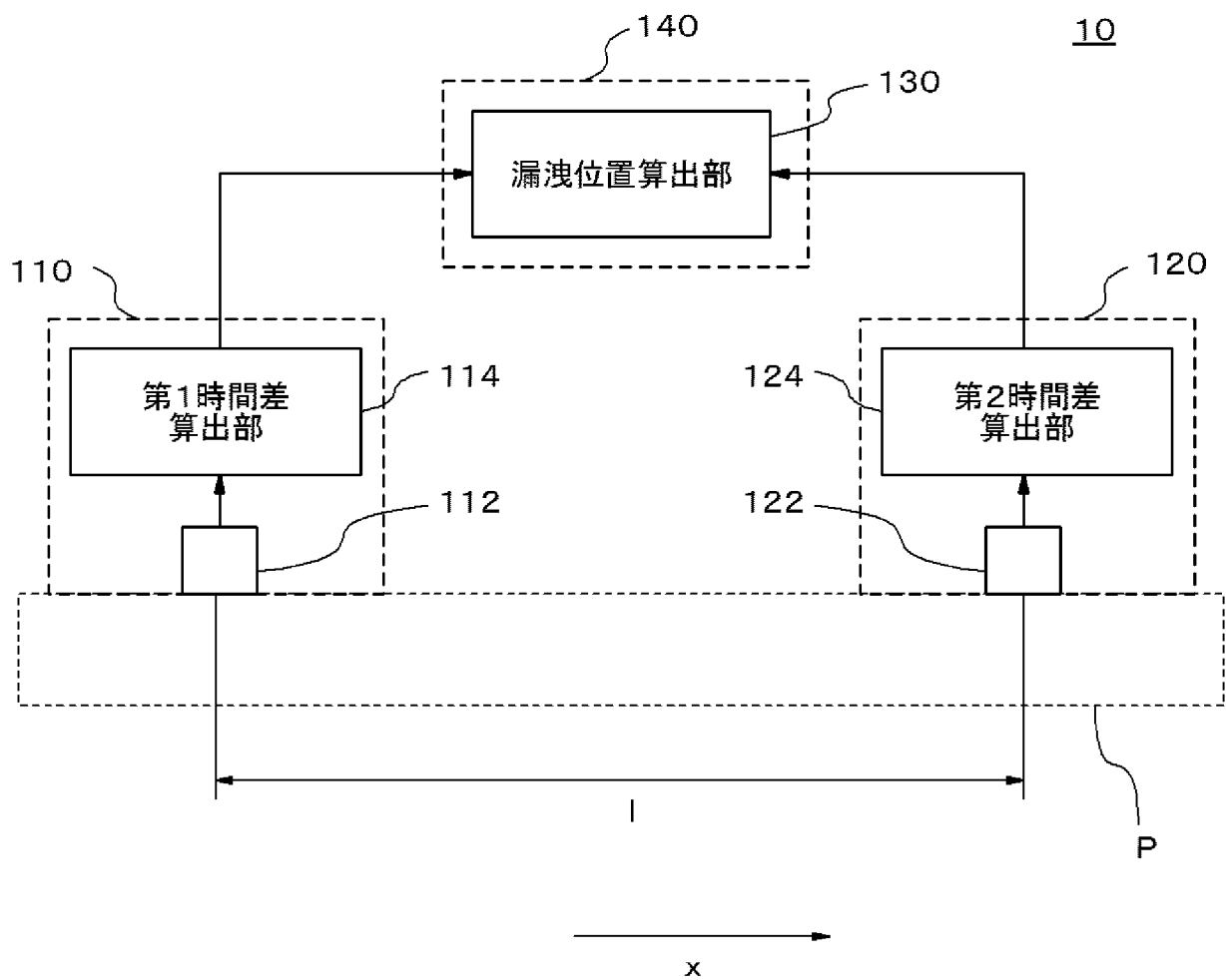
前記振動検出手段の測定結果を処理することにより、前記配管の第1振動成分を示す振動の検出タイミングと、前記配管の第2振動成分を示す振動の検出タイミングとの時間差 Δt を算出し、前記時間差 Δt を外部に送信する時間差算出手段と、

を備える振動算出装置。

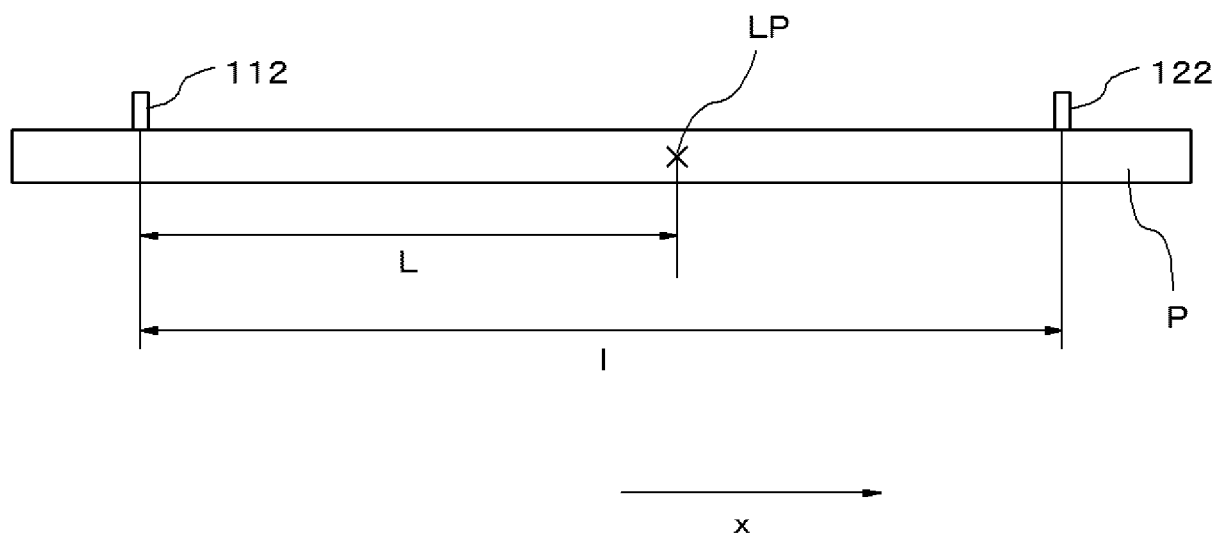
[請求項11]

コンピュータに、
配管に取り付けられた振動検出手段の測定結果を処理することにより、前記配管の第1振動成分を示す振動の検出タイミングと、前記配管の第2振動成分を示す振動の検出タイミングとの時間差 Δt を算出し、前記時間差 Δt を外部に送信する機能を持たせるプログラムを格納したコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

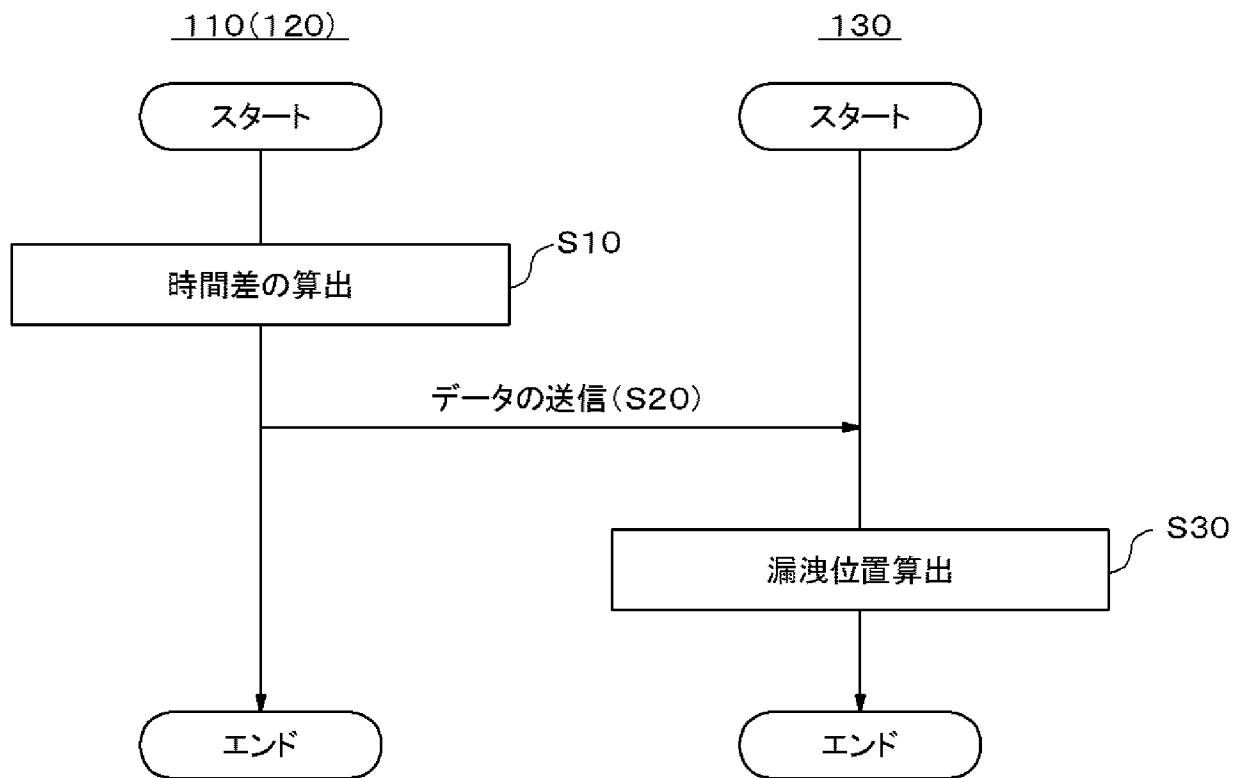
[図1]



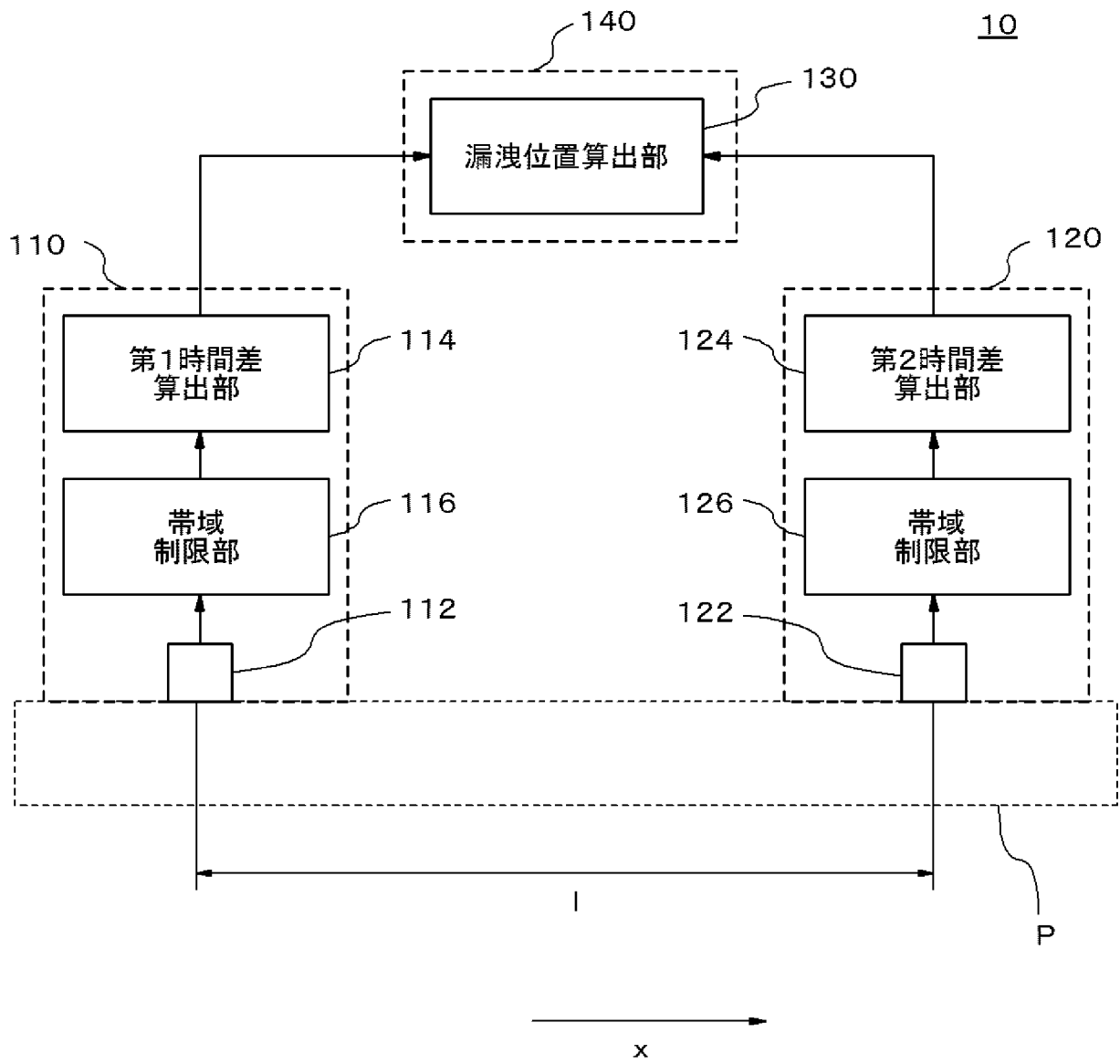
[図2]



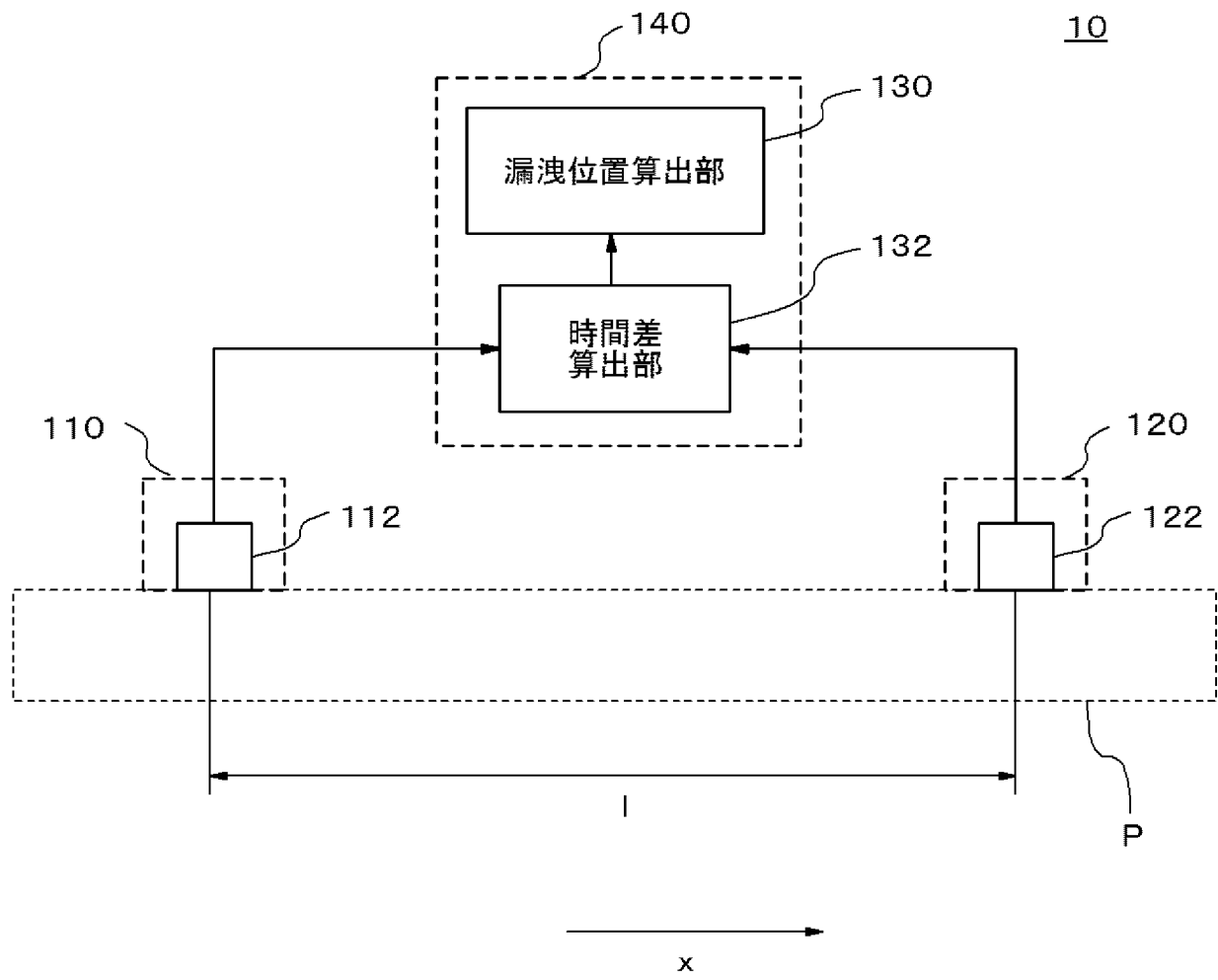
[図3]



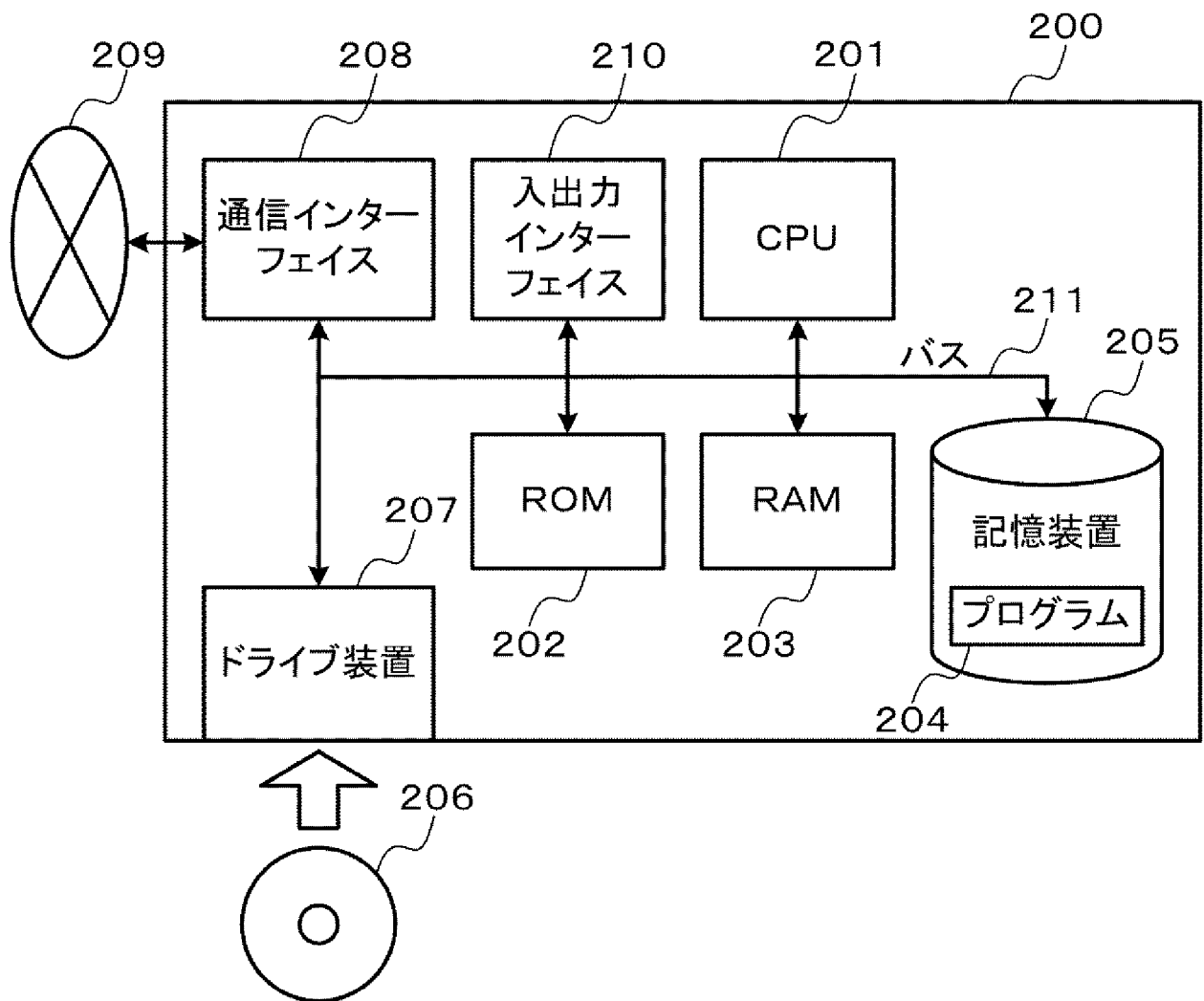
[図4]



[図5]



[図6]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2014/005312

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
G01M3/24 (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)
G01M3/24

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	1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015

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 A	JP 62-130333 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 12 June 1987 (12.06.1987), entire text; all drawings (Family: none)	10, 11 1-9
Y A	JP 10-281921 A (Hitachi, Ltd.), 23 October 1998 (23.10.1998), paragraphs [0009] to [0013]; fig. 1, 2 (Family: none)	10, 11 1-9
Y	JP 2013-217864 A (NEC Corp.), 24 October 2013 (24.10.2013), paragraphs [0022] to [0024]; fig. 1, 2 & US 2013/0269440 A1 & EP 2650663 A1	10-11

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

* Special categories of cited documents:	"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
"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 06 January 2015 (06.01.15)	Date of mailing of the international search report 20 January 2015 (20.01.15)
---	--

Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/005312

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2006-3311 A (Mitsubishi Electric Corp.), 05 January 2006 (05.01.2006), entire text; all drawings (Family: none)	1-11

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） Int.Cl. G01M3/24(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. G01M3/24		
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 1971-2015年 日本国実用新案登録公報 1996-2015年 日本国登録実用新案公報 1994-2015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 A	JP 62-130333 A（三菱重工業株式会社）1987.06.12, 全文, 全図（ファミリーなし）	10, 11 1-9
Y A	JP 10-281921 A（株式会社日立製作所）1998.10.23, 【0009】-【0013】, 第1,2図（ファミリーなし）	10, 11 1-9
Y	JP 2013-217864 A（日本電気株式会社）2013.10.24, 【0022】-【0024】, 第1,2図 & US 2013/0269440 A1 & EP 2650663 A1	10-11
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> 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 06.01.2015	国際調査報告の発送日 20.01.2015	
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） 萩田 裕介 電話番号 03-3581-1101 内線 3252	2 J 3 1 0 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 請求項の番号
A	JP 2006-3311 A (三菱電機株式会社) 2006.01.05, 全文, 全図 (ファ ミリーなし)	1-11