

(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
2016年9月29日(29.09.2016)



(10) 国際公開番号

WO 2016/152131 A1

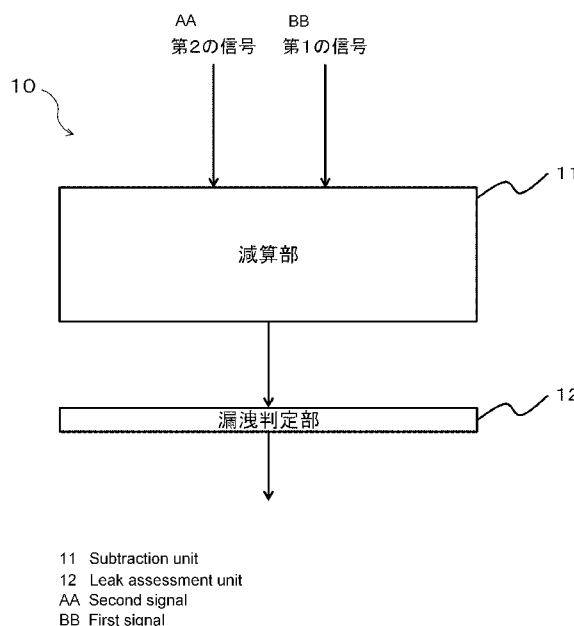
- (51) 国際特許分類:
G01M 3/24 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/001590
- (22) 国際出願日: 2016年3月18日(18.03.2016)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2015-061853 2015年3月25日(25.03.2015) JP
- (71) 出願人: 日本電気株式会社(NEC CORPORATION) [JP/JP]; 〒1088001 東京都港区芝五丁目7番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 荒井 友督(ARAI, Yumi); 〒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). 仙田 裕三(SENDA, Yuzo); 〒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). 宝珠山 治(HOSHUYAMA, Osamu); 〒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: LEAK DETECTION DEVICE, LEAK DETECTION SYSTEM, LEAK DETECTION METHOD, AND COMPUTER-READABLE RECORDING MEDIUM

(54) 発明の名称: 漏洩検知装置、漏洩検知システム、漏洩検知方法及びコンピュータ読み取り可能記録媒体



(57) Abstract: A leak from a pipeline can be detected accurately, even in an environment where noise due to moving sources of noise occurs. This leak detection device of one aspect of the present invention is provided with: a subtraction unit for subtracting noise from non-moving sources of noise from a first signal, on the basis of the first signal which is acquired from a sensor installed at a location at which it is possible to detect leak noise from a pipe, and a second signal which is acquired from a sensor installed at a location at which it is possible to detect ambient noise, and further subtracting noise from moving sources of noise; and a leak assessment unit for assessing whether a leak exists, on the basis of the result of subtracting the noise from non-moving sources of noise and the moving sources of noise from the first signal.

(57) 要約: 移動音源による雑音が発生する環境においても、精度よく配管からの漏洩を検知することができる。本発明の一態様における漏洩検知装置は、管からの漏洩音を検知可能な位置に設置されたセンサから取得される第1の信号と周囲雑音を検知可能な位置に設置されたセンサから取得される第2の信号に基づき、前記第1の信号から非移動音源による雑音を減算し、さらに移動音源による雑音を減算する減算部と、前記第1の信号から前記非移動音源および移動音源による雑音が減算された結果に基づき、漏洩の有無を判定する漏洩判定部と、を備える。

移動音源による雑音が減算された結果に基づき、漏洩の有無を判定する漏洩判定部と、を備える。

明 細 書

発明の名称：

漏洩検知装置、漏洩検知システム、漏洩検知方法及びコンピュータ読み取り可能記録媒体

技術分野

[0001] 本発明は、センサからの信号に基づき、管の漏洩の有無を検知する漏洩検知装置、漏洩検知システム、漏洩検知方法及びコンピュータ読み取り可能記録媒体に関する。

背景技術

[0002] ガスや水などを運ぶ配管からの漏洩を調査する作業においては、いかに効率よく正確に調査するかが重要である。漏洩の調査のため古くから利用されている方法として、漏洩の際に発生する音や振動を聴音する方法が知られている。しかし、本方法は熟練者しか行えないため効率が悪く、また雑音の多い時間帯や場所では正しく調査できない。

[0003] 調査を効率化し、雑音の多い環境でも正しく漏洩を調査する方法の一例が、特許文献 1 と特許文献 2 に記載されている。

[0004] 特許文献 1 に記載の配管漏洩位置検知方法では、配管上の複数地点に間隔を置いて設置された配管設置振動センサが測定した漏洩音以外の雑音を、地盤上に設置した地盤設置振動センサが測定した信号を用いて適応デジタルフィルタによって抑圧する。そして、得られた複数の漏洩音の信号間での相互相関処理により漏洩位置が特定される。すなわち、特許文献 1 に記載の配管漏洩位置検知方法は、配管設置振動センサが捉えた信号と地盤設置振動センサが捉えた信号とのコヒーレンス（関連度を表す関数）が、雑音成分では大きく、漏洩音成分では小さいことを利用した雑音抑圧方法である。特許文献 1 に記載の配管漏洩位置検知方法は、主に移動のない固定された音源による雑音を抑圧することができる。

[0005] 特許文献 2 に記載の雑音除去装置では、複数の原信号が混合された混合信

号から、対象となる原信号を良好に復元することができる。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特許第4 1 7 2 2 4 1 号公報

特許文献2：国際公開第2 0 0 8 / 1 2 3 3 1 5 号

特許文献3：特開2 0 0 6 - 1 3 8 6 3 8 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] しかしながら、特許文献1 および2 に記載の技術においては、配管で捉えた雑音と地盤で捉えた雑音とのコヒーレンスが低いような雑音については抑圧できないため、精度よく漏洩検知を行うことができないという問題がある。

[0008] 本発明の主たる目的は、上記の問題を解決し、移動音源による雑音が発生する環境においても、精度よく配管からの漏洩を検知する漏洩検知装置を提供することである。

課題を解決するための手段

[0009] 本発明の一態様における漏洩検知装置は、管からの漏洩音を検知可能な位置に設置されたセンサから取得される第1の信号と周囲雑音を検知可能な位置に設置されたセンサから取得される第2の信号に基づき、第1の信号から非移動音源による雑音を減算し、さらに移動音源による雑音を減算する減算手段と、第1の信号から非移動音源および移動音源による雑音が減算された結果に基づき、漏洩の有無を判定する漏洩判定手段と、を備える。

[0010] 本発明の一態様における漏洩検知システムは、管からの漏洩音を検知可能な位置に設置された第1のセンサと、周囲雑音を検知可能な位置に設置された第2のセンサと、上述した漏洩検知装置と、を有する。

[0011] 本発明の一態様における漏洩検知方法は、管からの漏洩音を検知可能な位置に設置されたセンサから取得される第1の信号と周囲雑音を検知可能な位置

置に設置されたセンサから取得される第2の信号に基づき、第1の信号から非移動音源による雑音を減算し、さらに移動音源による雑音を減算し、第1の信号から非移動音源および移動音源による雑音が減算された結果に基づき、漏洩の有無を判定する。

[0012] 本発明の一態様におけるコンピュータ読み取り可能記録媒体は、管からの漏洩音を検知可能な位置に設置されたセンサから取得される第1の信号と周囲雑音を検知可能な位置に設置されたセンサから取得される第2の信号に基づき、第1の信号から非移動音源による雑音を減算し、さらに移動音源による雑音を減算する処理と、第1の信号から非移動音源および移動音源による雑音が減算された結果に基づき、漏洩の有無を判定する処理と、をコンピュータに実行させるプログラムを非一時的に格納する。

発明の効果

[0013] 本発明は、移動音源による雑音が発生する環境においても、精度よく配管からの漏洩を検知することができる。

図面の簡単な説明

[0014] [図1]本発明の第1の実施形態における漏洩検知装置10の構成を示すブロック図である。

[図2]本発明の第1の実施形態における漏洩検知装置10の動作を示すフローチャートである。

[図3]本発明の第2の実施形態における漏洩検知装置20の構成を示すブロック図である。

[図4]本発明の第2の実施形態における漏洩検知装置20の動作を示すフローチャートである。

[図5]本発明の第3の実施形態における漏洩検知装置30の構成を示すブロック図である。

[図6]本発明の第3の実施形態における漏洩検知装置30の動作を示すフローチャートである。

[図7]本発明の第4の実施形態における漏洩検知装置40の構成を示すブロッ

ク図である。

[図8]本発明の第4の実施形態における漏洩検知装置40の動作を示すフローチャートである。

[図9]本発明の第5の実施形態における漏洩検知システム50の動作を示すフローチャートである。

[図10]本発明の第5の実施形態における第1のセンサ21および第2のセンサ22の設置場所の一例を示す図である。

[図11]本発明の第5の実施形態における漏洩検知システム50の動作を示すフローチャートである。

[図12]本発明の各実施形態におけるコンピュータ100の構成例を示すブロック図である。

発明を実施するための形態

[0015] 以下、漏洩検知装置等および漏洩検知システムの各実施形態について、図面を参照して説明する。なお、各実施形態において同じ符号を付した構成要素は同様の動作を行うので、再度の説明を省略する場合がある。また、以下の各実施形態の構成を示す図面において、矢印はデータの流れの一例を示すが、データの流れは図中の矢印が示す向きに限られない。以下の各実施形態においては、管路には、気体、粉体、液体等が流れることを想定するが、これらに限定されない。

[0016] <第1の実施形態>

以下、第1の実施形態について、図面を参照して詳細に説明する。

[0017] 図1は、第1の実施形態における漏洩検知装置10のブロック図である。

図1を参照すると、本実施形態における漏洩検知装置10は、減算部11および漏洩判定部12を備える。

[0018] 減算部11は、管からの漏洩音を検知可能に設置されたセンサから取得される第1の信号と周囲雑音を検知可能に設置されたセンサから取得される第2の信号に基づき、第1の信号から非移動音源による雑音を減算し、さらに移動音源による雑音を減算する。

- [0019] 第1の信号は、主に管や管を流れる気体や液体等を伝搬する音を含む信号である。管に漏洩が生じている場合には、第1の信号には漏洩音が含まれる。第1の信号を取得するセンサは、例えば管や管に付随する設備等に設置される。
- [0020] また、第2の信号は、主に管の周囲地中や地表等を伝搬する雑音を含む信号である。第2の信号には、例えば非移動音源による雑音及び移動音源による雑音が含まれる。非移動音源は、例えば地面や建物等に固定された物体等、同じ地点において音を発する音源である。移動音源は、例えば車両等、移動しつつ音を発する音源である。第2の信号を取得するセンサは、例えば地表や地中などに設置される。
- [0021] 減算部11は、例えば、第2の信号を用いて非移動音源による雑音及び移動音源による雑音を求める。そして、減算部11は、上述のように求めた非移動音源による雑音及び移動音源による雑音を用いて、第1の信号から、非移動音源による雑音を減算し、更に移動音源による雑音を減算する。
- [0022] 漏洩判定部12は、第1の信号から非移動音源および移動音源による雑音が減算された結果に基づき、管からの漏洩の有無を判定する。漏洩判定部12は、当該結果を示す信号のレベル等に基づいて、漏洩の有無を判定する。例えば、漏洩判定部12は、当該結果を示す信号のレベルが所定の大きさと比較して大きい場合に、管からの漏洩があると判定する。
- [0023] 次に、第1の実施形態における漏洩検知装置10の動作について、図2のフローチャートを用いて説明する。図2は、漏洩検知装置10の動作を示すフローチャートである。
- [0024] 減算部11は、第1の信号と第2の信号に基づき、第1の信号から非移動音源による雑音を減算し、さらに移動音源による雑音を減算する（ステップS101）。漏洩判定部12は、第1の信号から非移動音源および移動音源による雑音が減算された結果に基づき、漏洩の有無を判定する（ステップS102）。
- [0025] 以上で、第1の実施形態における漏洩検知装置10の動作が終了する。
- [0026] 上記構成を有する漏洩検知装置10は、第1の信号と第2の信号に基づき

、第1の信号から非移動音源による雑音を減算し、さらに移動音源による雑音を減算する。第1の信号には、一般に、漏洩に起因して生じる漏洩音と、非移動音源および移動音源による雑音とが含まれる。第2の信号には、一般に、非移動音源および移動音源による雑音とが含まれる。漏洩検知装置10は、第1の信号から非移動音源および移動音源による雑音が減算された結果に基づき、漏洩の有無を判定する。したがって、漏洩検知装置10は、非移動音源による雑音と、移動音源による雑音の両方を抑圧することで、移動音源による雑音が発生する環境においても精度よく配管からの漏洩を検知することができる。

[0027] <第2の実施形態>

以下、第2の実施形態について、図面を参照して詳細に説明する。

[0028] 図3は、第2の実施形態における漏洩検知装置20のブロック図である。図3を参照すると、本実施形態における漏洩検知装置20は、減算部11および漏洩判定部12を備える。減算部11は減算スペクトル算出部13と、減算振幅スペクトル算出部14を備える。

[0029] 減算スペクトル算出部13は、第1の信号および第2の信号に基づき、第1の信号の減算スペクトル、および第2の信号のスペクトルを算出する。第1の信号の減算スペクトルは、例えば第1の信号のスペクトルから非移動音源による雑音が減算されたスペクトルを示す。減算振幅スペクトル算出部14は、第1の信号の減算スペクトルと第2の信号のスペクトルに基づき、第1の信号の振幅スペクトルを算出する。第1の信号の振幅スペクトルは、例えば第1の信号のスペクトルから非移動音源および移動音源による雑音が減算された振幅スペクトルを示す。

[0030] 漏洩判定部12は、非移動音源および移動音源による雑音が減算された第1の信号の振幅スペクトルから、管からの漏洩の有無を判定する。漏洩判定部12は、第1の信号の振幅スペクトルが示す振幅の大きさなどに基づいて管からの漏洩の有無を判定する。

[0031] 次に、第2の実施形態における漏洩検知装置20の動作について、図4の

フローチャートを用いて説明する。図4は、漏洩検知装置20の動作を示すフローチャートである。

[0032] 減算スペクトル算出部13は、第1の信号と第2の信号に基づき、第1の信号の減算スペクトル、および第2の信号のスペクトルを算出する（ステップS201）。減算振幅スペクトル算出部14は、第1の信号の減算スペクトルと第2の信号のスペクトルに基づき、第1の信号の振幅スペクトルを算出する（ステップS202）。漏洩判定部12は、第1の信号の振幅スペクトルから、管の漏洩の有無を判定する（ステップS203）。

[0033] 以上で、第2の実施形態における漏洩検知装置20の動作が終了する。

[0034] 上記構成を有する漏洩検知装置20は、第1の信号と第2の信号に基づき、第1の信号の減算スペクトル、および第2の信号のスペクトルを算出する。第1の信号の減算スペクトルは、上述のように、例えば第1の信号のスペクトルから非移動音源による雑音が減算されたスペクトルを示す。漏洩検知装置20は、第1の信号の減算スペクトルと第2の信号のスペクトルに基づき、第1の信号の振幅スペクトルを算出する。第1の信号の振幅スペクトルは、上述のように、例えば第1の信号のスペクトルから非移動音源および移動音源による雑音が減算された振幅スペクトルを示す。漏洩検知装置20は、第1の信号の振幅スペクトルから、管からの漏洩の有無を判定する。

[0035] したがって、漏洩検知装置20は、非移動音源による雑音と、移動音源による雑音の両方が抑圧された第1の信号の振幅スペクトルを判定することで、移動音源による雑音が発生する環境においても、精度よく配管からの漏洩を検知することができる。

[0036] <第3の実施形態>

以下、第3の実施形態について、図面を参照して詳細に説明する。

[0037] 図5は、第3の実施形態における漏洩検知装置30のブロック図である。図5を参照すると、本実施形態における漏洩検知装置30は、漏洩検知装置30は、減算部11および漏洩判定部12を備える。減算部11は減算スペクトル算出部13と、減算振幅スペクトル算出部14を備える。減算スペク

トル算出部 13 は、スペクトル算出部 15 と、スペクトル減算部 16 を備える。減算振幅スペクトル算出部 14 は、振幅スペクトル算出部 17 と、振幅スペクトル減算部 18 を備える。

[0038] スペクトル算出部 15 は、第 1 の信号（以下、「管信号」とする場合がある）と第 2 の信号（以下、「地盤信号」とする場合がある）とから、管信号のスペクトルである管信号スペクトルおよび地盤信号のスペクトルである地盤信号スペクトルを算出する。管信号は、例えば管や管に付随する設備等に設置されたセンサによって取得される。また、地盤信号は、地表や地中などに設置されたセンサによって取得される。スペクトル算出部 15 は、例えば、管信号 $x_1(t)$ から、フーリエ変換やウェーブレット変換等により管信号の周波数スペクトルである管信号スペクトル $X_{1,i}(f)$ を算出する。

[0039] また、スペクトル算出部 15 は、例えば、地盤信号 $x_2(t)$ から、同様に地盤の周波数スペクトルである地盤信号スペクトル $X_{2,i}(f)$ を算出する。ここで、 $X_{1,i}(f)$ および $X_{2,i}(f)$ は、 i 番目の時間における周波数 f のスペクトルである。 $X_{1,i}(f)$ および $X_{2,i}(f)$ は、振幅成分と位相成分の両方を含む。したがって、 $X_{1,i}(f)$ および $X_{2,i}(f)$ は、複素数で表される。

[0040] スペクトル減算部 16 は、管信号スペクトルから、減算スペクトル係数と地盤信号スペクトルの積を減算する。スペクトル減算部 16 は、例えば、管信号スペクトル $X_{1,i}(f)$ から地盤スペクトル $X_{2,i}(f)$ を減算した、減算スペクトルを算出する。前述のように $X_{1,i}(f)$ と $X_{2,i}(f)$ はいずれも振幅成分と位相成分の両方を含むため、振幅の時間変化と位相の時間変化の両方に相関がある場合に、雑音を減算する効果が高くなる。つまりスペクトル減算部 16 では、 $X_{1,i}(f)$ と $X_{2,i}(f)$ のコヒーレンスの高い雑音である、非移動音源による雑音を減算することができる。すなわち、減算スペクトルは、管信号スペクトルから非移動音源による雑音が減算されたスペクトルである。スペクトル減算部 16 は、例えば数式 1（以降、数 1 と記載する）を用いて減算スペクトルを算出する。

[0041]

[数1]

$$S_{a,i}(f) = X_{1,i}(f) - k_a(f)X_{2,i}(f)$$

[0042] 数1で示すように、減算スペクトルである $S_{a,i}(f)$ は、管信号スペクトル $X_{1,i}(f)$ から減算スペクトル係数（以下、「第1の係数」とする場合がある） $k_a(f)$ と地盤スペクトル $X_{2,i}(f)$ との積を減算して算出される。減算スペクトル係数 $k_a(f)$ は、数2を用いて算出される。

[0043] [数2]

$$k_a(f) = R_{12}(f) \sqrt{\frac{E[|X_{1,i}(f)|^2]}{E[|X_{2,i}(f)|^2]}}$$

[0044] $E[|X_{1,i}(f)|^2]$ および $E[|X_{2,i}(f)|^2]$ は、 i についての時間平均を表す。 $R_{12}(f)$ は、 $X_{1,i}(f)$ と $X_{2,i}(f)$ の相関係数であり、数3で表される。

[0045] [数3]

$$R_{12}(f) = \frac{E[X_{1,i}(f)X_{2,i}^*(f)]}{\sqrt{E[|X_{1,i}(f)|^2]E[|X_{2,i}(f)|^2]}}$$

[0046] $X_{2,i}^*(f)$ は $X_{2,i}(f)$ の複素共役である。また、以下に記載する数4から数6を用いることで、数2が導かれる。さらに、 $X_{1,i}(f)$ は数4を用いて書き表せる。その理由としては、地盤信号スペクトル $X_{2,i}(f)$ には主に雑音成分が含まれ漏洩音成分 $C_i(f)$ はほぼ含まれないと想定され、また、管信号スペクトル $X_{1,i}(f)$ には漏洩音成分 $C_i(f)$ および地盤から伝わってきた雑音成分 $k_a(f)X_{2,i}(f)$ が含まれるためである。

[0047]

[数4]

$$X_{1,i}(f) = C_i(f) + k_a(f)X_{2,i}(f)$$

[0048] $C_i(f)$ と $X_{2,i}(f)$ が無相関であるため、 $X_{1,i}(f)$ と $X_{2,i}(f)$ との積の時間平均は、数5によって表される。

[0049] [数5]

$$\begin{aligned} E[X_{1,i}(f)X_{2,i}^*(f)] &= E[\{C_i(f) + k_a(f)X_{2,i}(f)\}X_{2,i}^*(f)] \\ &= k_a(f)E[|X_{2,i}(f)|^2] \end{aligned}$$

[0050] また、数5から、減算スペクトル係数 $k_a(f)$ は数6によって表される。

[0051] [数6]

$$k_a(f) = \frac{E[X_{1,i}(f)X_{2,i}^*(f)]}{E[|X_{2,i}(f)|^2]}$$

[0052] 数2は、数6に数3を当てはめることで導出される。このように、数4で表される雑音は、数1に数6の減算スペクトル係数 $k_a(f)$ を利用するスペクトル減算部16での減算方法を用いることで、抑圧される。雑音成分が管信号に多く含まれているほど、つまり管信号スペクトルと地盤信号スペクトルの相関が大きいほど、地盤信号を減算する割合が大きくなる。

[0053] 振幅スペクトル算出部17は、減算スペクトルおよび地盤信号スペクトルから、非移動音源による雑音が減算された管信号の振幅スペクトル、および地盤信号の振幅スペクトルを算出する。管信号の振幅スペクトルは、スペクトル減算部16にて算出された、非移動音源による雑音が減算された管信号スペクトルである減算スペクトルの振幅成分を示す。振幅スペクトル算出部17は、例えば、管信号の振幅スペクトルを、数7より算出する。

[0054]

[数7]

$$Y_{1,i}(f) = |S_{a,i}(f)|$$

[0055] 管信号の振幅スペクトル $Y_{1,i}(f)$ は減算スペクトル $S_{a,i}(f)$ の絶対値である。振幅スペクトル算出部 17 は、スペクトル算出部 15 で算出した地盤信号スペクトルの振幅成分である地盤信号の振幅スペクトルを、数 8 より算出する。

[0056] [数8]

$$Y_{2,i}(f) = |X_{2,i}(f)|$$

[0057] 地盤信号の振幅スペクトル $Y_{2,i}(f)$ は地盤信号スペクトル $X_{2,i}(f)$ の絶対値である。

[0058] 振幅スペクトル減算部 18 は、管の振幅スペクトル $Y_{1,i}(f)$ から地盤の振幅スペクトル $Y_{2,i}(f)$ の相関のある成分を減算した、減算振幅スペクトル $S_{b,i}(f)$ を算出する。減算振幅スペクトルは、減算スペクトルから移動音源による雑音が減算されたスペクトルの振幅成分に相当するとみなすことができる。

[0059] 以下に記載の数 9 から数 20 を用いて、減算振幅スペクトル $S_{b,i}(f)$ の算出方法を説明する。数 9 および数 10 は、 $Y_{1,i}(f)$ と $Y_{2,i}(f)$ をそれぞれ、固定的な信号成分である固定成分 $B_1(f)$ および $B_2(f)$ と、変動的な信号成分である変動成分 $Z_{1,i}(f)$ および $Z_{2,i}(f)$ で表す。ここでいう「固定的な信号成分」とは時間的な変動が小さい信号成分である。また、「変動的な信号成分」とは時間的な変動のある信号成分である。

[0060] [数9]

$$Y_{1,i}(f) = Z_{1,i}(f) + B_1(f)$$

[0061] 地盤信号の振幅スペクトル $Y_{2,i}(f)$ は、地盤信号の変動成分 $Z_{2,i}(f)$ と地盤信号の固定成分 $B_2(f)$ との和で表される。

[0062] [数10]

$$Y_{2,i}(f) = Z_{2,i}(f) + B_2(f)$$

[0063] 管信号の振幅スペクトル $Y_{1,i}(f)$ は、管信号の変動成分 $Z_{1,i}(f)$ と管信号の固定成分 $B_1(f)$ との和で表される。管信号の変動成分 $Z_{1,i}(f)$ は、主に雑音成分を含む。管信号の変動成分 $Z_{1,i}(f)$ は、数 11 に示すように地盤から伝わってきた雑音成分 $Z_{12,i}(f)$ と、それ以外の雑音成分 $Z_{11,i}(f)$ との和で表せる。

[0064] [数11]

$$Z_{1,i}(f) = Z_{11,i}(f) + Z_{12,i}(f)$$

[0065] 振幅スペクトル減算部 18 は、地中などから伝わってきた雑音成分 $Z_{12,i}(f)$ を減算する。これは、数 12 によって表される。

[0066] [数12]

$$Z_{12,i}(f) = k_b(f)Z_{2,i}(f)$$

[0067] 地中などから伝わってきた雑音成分 $Z_{12,i}(f)$ は、減算振幅スペクトル係数（以下、「第2の係数」とする場合がある） $k_b(f)$ と地盤の変動成分 $Z_{2,i}(f)$ との積である。振幅スペクトル減算部 18 は、数 13 を用いて減算振幅スペクトル $S_{b,i}(f)$ を算出する。

[0068] [数13]

$$S_{b,i}(f) = Y_{1,i}(f) - k_b(f)Z_{2,i}(f)$$

[0069] 減算振幅スペクトル $S_{b,i}(f)$ は、管信号の振幅スペクトル $Y_{1,i}(f)$ から、減算振幅スペクトル係数 $k_b(f)$ と地盤の変動成分 $Z_{2,i}(f)$ との積を減算して算出される。

[0070] 減算振幅スペクトル係数 $k_b(f)$ は、例えば雑音源までの距離が2センサ間の距離に対して十分大きいなど、管信号と地盤信号の振幅成分が同程度の場合、1となる。また、減算振幅スペクトル係数 $k_b(f)$ は、例えば、減算スペクトル係数 $k_a(f)$ の場合と同様に、数14を用いて算出される。

[0071] [数14]

$$k_b(f) = R_{12}^b(f) \sqrt{\frac{E[Y'_{1,i}(f)^2]}{E[Y'_{2,i}(f)^2]}}$$

[0072] ここで、 $Y'_{1,i}(f)$ と $Y'_{2,i}(f)$ は、それぞれ $Y_{1,i}(f)$ と $Y_{2,i}(f)$ の平均からの変動成分を表し、数15、数16のそれぞれで表される。

[0073] [数15]

$$Y'_{1,i}(f) = Y_{1,i}(f) - E[Y_{1,i}(f)]$$

[0074] 数15に示すように、管信号の振幅スペクトル $Y_{1,i}(f)$ の変動成分である $Y'_{1,i}(f)$ は、管信号の振幅スペクトル $Y_{1,i}(f)$ と管信号の振幅スペクトル $Y_{1,i}(f)$ の時間平均 $E[Y_{1,i}(f)]$ との差として表される。

[0075] [数16]

$$Y'_{2,i}(f) = Y_{2,i}(f) - E[Y_{2,i}(f)]$$

[0076] 数16に示すように、地盤信号の振幅スペクトル $Y_{2,i}(f)$ の変動成分である $Y'_{2,i}(f)$ は、地盤信号の振幅スペクトル $Y_{2,i}(f)$ と地盤信号の振幅スペクトル $Y_{2,i}(f)$ の時間平均 $E[Y_{2,i}(f)]$ との差として表される。数14の右辺に記載の $R_{12}^b(f)$ は、 $Y'_{1,i}(f)$ と $Y'_{2,i}(f)$ とから算出さ

れた場合の相関係数であり、数 17 で表される。

[0077] [数17]

$$R_{12}^b(f) = \frac{E[Y'_{1,i}(f)Y'_{2,i}(f)]}{\sqrt{E[Y'_{1,i}(f)^2]E[Y'_{2,i}(f)^2]}}$$

[0078] 減算振幅スペクトル算出部 14 における処理と同様に、数 12 で表される雑音は、数 13 に対して、数 14 の減算振幅スペクトル係数 $k_b(f)$ を用いることで抑圧される。数 13 における $Z_{2,i}(f)$ は、数 9 を変形した数 18 から求められる。

[0079] [数18]

$$Z_{2,i}(f) = Y_{2,i}(f) - B_2(f)$$

[0080] $B_2(f)$ は、例えば $Y_{2,i}(f)$ の移動平均値の最小値や、25 パーセントイル値、中央値、平均値等として算出される。また、管信号の固定成分 $B_1(f)$ が地盤信号の固定成分 $B_1(f)$ から伝搬した成分であると仮定すると、数 13 の代わりに、数 19 が利用できる。

[0081] [数19]

$$S_{b,i}(f) = Y_{1,i}(f) - k_b(f)Z_{2,i}(f) - k_d(f)B_2(f)$$

[0082] 数 19 の右辺第三項である $k_d(f)B_2(f)$ は、地盤信号から管に伝搬する雑音の中で、コヒーレンスや振幅コヒーレンス（振幅成分のみで算出したコヒーレンス）では捉えられない雑音成分を表す。ここで、コヒーレンスや振幅コヒーレンスでは捉えられない雑音成分とは、コヒーレンスも振幅コヒーレンスも小さいために、数 1 および数 13 では減算できなかった雑音成分である。

[0083] また、係数 $k_d(f)$ は任意の実数である。係数 $k_d(f)$ は、実測から最適

値が設定されてもよいし、減算振幅スペクトル係数 $k_b(f)$ が係数 $k_d(f)$ に流用されてもよい。これらの値が分からない場合には、係数 $k_d(f)$ は 0 とされてもよい。係数 $k_d(f)$ が減算振幅スペクトル係数 $k_b(f)$ と等しい場合は、数 19 は数 20 と変形できる。

[0084] [数20]

$$S_{b,i}(f) = Y_{1,i}(f) - k_b(f)Y_{2,i}(f)$$

[0085] 数 13、数 19、数 20 において、減算振幅スペクトル $S_{b,i}(f)$ が負になるような周波数 $f = f_1$ が存在した場合は、例えば $S_{b,i}(f_1)$ に 0 または正の実数を代入するか、 f_1 の近傍の周波数 f_2 の場合の $S_{b,i}(f_2)$ を $S_{b,i}(f_1)$ に代入してもよい。

[0086] 漏洩判定部 12 は、振幅スペクトル減算部 18 が算出した減算スペクトル 2 から、漏洩の有無を判定する。漏洩判定部 12 は、例えば、漏洩に特徴的なスペクトルピークやスペクトル変動等の有無に基づいて漏洩の有無を判定する。漏洩判定部 12 は、図示しない表示装置等に減算スペクトル 2 をスペクトログラム表示させてもよい。この場合には、漏洩に特徴的なスペクトルピークやスペクトル変動等の有無を作業員が判断してもよい。

また、漏洩判定部 12 は、減算スペクトル 2 の振幅やパワーに基づいて算出した周波数 f ごとの音圧レベルが、事前に設定した閾値 $\theta(f)$ を超えるような f が存在する場合に漏洩有と判定してもよい。

[0087] 上記の音圧レベルとしては、例えば、減算振幅スペクトル $S_{b,i}(f)$ またはパワー $|S_{b,i}(f)|^2$ の時間 i についての最小値が用いられることで、スペクトル減算部 16 または振幅スペクトル減算部 18 で減算しきれなかった突発的な雑音の影響を最小限にすることができる。上述した最小値の代わりに、移動平均値の最小値や、25 パーセンタイル値、中央値、平均値等が用いられてもよい。時間 i の範囲は、雑音の発生時間に対して十分長くなるように設定する。閾値 $\theta(f)$ は、経験値から求められてもよいし、過去の非漏

洩時に測定した信号または他箇所の漏洩の無い場所で測定した信号から暗騒音スペクトルを算出し、暗騒音スペクトルの音圧レベルとして決定されてもよい。あるいは、漏洩判定部12は、一定時間以上に渡って継続して発生しているスペクトルピークや、安定して発生しているスペクトルピークが検出された場合に、自動的に漏洩有と判定してもよい。あるいは、漏洩判定部12は、暗騒音スペクトルとの比較を行い、暗騒音スペクトルには現れなかったピークが現れた場合など、変化があった場合に、漏洩有と判定してもよい。

[0088] 次に、第3の実施形態における漏洩検知装置30の動作について、図6のフローチャートを用いて説明する。図6は、漏洩検知装置30の動作を示すフローチャートである。

[0089] スペクトル算出部15は、管信号および地盤信号から管信号のスペクトルおよび地盤信号のスペクトルを算出する（ステップS301）。スペクトル減算部16は、管信号のスペクトルから、減算スペクトル係数と地盤信号のスペクトルとの積を減算する（ステップS302）。ここで、減算スペクトル係数（第1の係数）は、例えば、管信号のスペクトルと地盤信号のスペクトルの相関係数に基づいて算出される。

[0090] 振幅スペクトル算出部17は、減算スペクトル係数と地盤信号のスペクトルとの積が減算された管信号のスペクトルおよび地盤信号のスペクトルから管信号の振幅スペクトルおよび地盤信号の振幅スペクトルを算出する（ステップS303）。

[0091] 減算振幅スペクトル算出部18は、管信号の振幅スペクトルから、減算振幅スペクトル係数（第2の係数）と地盤信号の振幅スペクトルとの積を減算する（ステップS304）。

[0092] 漏洩判定部12は、減算された管信号の振幅スペクトルから管の漏洩の有無を判定する（ステップS305）。

[0093] 以上で、第3の実施形態における漏洩検知装置30の動作が終了する。

[0094] 上記構成を有する漏洩検知装置30は、管信号と地盤信号に基づき、減算

スペクトルと地盤信号のスペクトルを算出する。漏洩検知装置 30 は、減算スペクトルと地盤信号のスペクトルに基づき、減算振幅スペクトルを算出する。漏洩検知装置 30 は、減算振幅スペクトルを用いて、管の漏洩の有無を判定する。

[0095] したがって、第 3 の実施形態における漏洩検知装置 30 は、管信号と地盤信号との間で、移動音源による雑音振幅スペクトルの相関が大きいという特徴を利用して漏洩の検知を行う。

漏洩検知装置 30 は、スペクトル減算を 2 段階にて行う。漏洩検知装置 30 は、1 段階目ではコヒーレンスの高い雑音を減算し、2 段階目では振幅コヒーレンスの高い雑音を減算する。

[0096] すなわち、漏洩検知装置 30 は、非移動音源による雑音と、移動音源による雑音の両方が抑圧された減算振幅スペクトルを判定することで、移動音源による雑音が発生する環境においても、精度よく配管からの漏洩を検知することができる。

[0097] ここで、上述した特許文献 1 の方法では、移動音源による雑音の特に高周波数帯について雑音抑圧効果が低い。しかしながら、本実施形態における漏洩検知装置 30 では、高周波数帯でも雑音抑圧効果が高い。また、本実施形態における漏洩検知装置 30 は、特許文献 1 の方法で利用された適応デジタルフィルタによる雑音抑圧ではなく、スペクトル減算法を利用してする。したがって、漏洩検知装置 30 は、特許文献 1 に記載の方法と比較して演算時間が短いという効果も有する。

[0098] <第 4 の実施形態>

以下、第 4 の実施形態について、図面を参照して詳細に説明する。

[0099] 図 7 は、第 4 の実施形態における漏洩検知装置 40 のブロック図である。図 7 を参照すると、本実施形態における漏洩検知装置 40 は、漏洩検知装置 40 は、減算部 11 と、減算振幅スペクトル算出部 14 と、漏洩判定部 12 とを備える。減算部 11 は、適応ノイズキャンセル部 19 とスペクトル算出部 15 とを備える。

- [0100] 適応ノイズキャンセル部 19 は、地盤信号を用いて算出される適応デジタルフィルタを用いて、雑音抑圧された管信号である雑音抑圧信号を算出する。雑音抑圧信号は、管信号に含まれる漏洩音以外の雑音のうち、非移動音源による雑音が適応デジタルフィルタを用いて抑圧された信号である。つまり、雑音抑圧信号は、非移動音源による雑音が減算された管信号である。ここで、適応デジタルフィルタ係数は、例えば最小二乗法アルゴリズムを用いて推定される係数である。
- [0101] スペクトル算出部 15 は、雑音抑圧信号及び地盤信号から、雑音抑圧信号のスペクトル及び地盤信号のスペクトルを算出する。スペクトル算出部 15 は、例えば、フーリエ変換等により、それぞれのスペクトルを算出する。
- [0102] 減算振幅スペクトル算出部 14 は、雑音抑圧信号のスペクトルと地盤信号のスペクトルに基づき、非移動音源および移動音源による雑音が減算された管信号の振幅スペクトルを算出する。
- [0103] 漏洩判定部 12 は、管信号から非移動音源および移動音源による雑音が減算された結果に基づき、漏洩の有無を判定する。すなわち、漏洩判定部 12 は、減算された管信号の振幅スペクトルに基づき、漏洩の有無を判定する。
- [0104] 次に、第 4 の実施形態における漏洩検知装置 40 の動作について、図 8 のフローチャートを用いて説明する。図 8 は、漏洩検知装置 40 の動作を示すフローチャートである。
- [0105] 適応ノイズキャンセル部 19 は、管信号および地盤信号を用いて算出される適応デジタルフィルタに基づき、雑音抑圧信号を算出する（ステップ S 401）。
- [0106] スペクトル算出部 15 は、雑音抑圧信号及び地盤信号から雑音抑圧信号のスペクトル及び地盤信号のスペクトルを算出する（ステップ S 402）。
- [0107] 減算振幅スペクトル算出部 14 は、雑音抑圧信号のスペクトルと地盤信号のスペクトルに基づき、非移動音源および移動音源による雑音が減算された管信号の振幅スペクトルを算出する（ステップ S 403）。
- [0108] 漏洩判定部 12 は、管信号から非移動音源および移動音源による雑音が減

算された結果に基づき、漏洩の有無を判定する（ステップS404）。

[0109] 以上で、第4の実施形態における漏洩検知装置40の動作が終了する。

[0110] 上記構成を有する漏洩検知装置40は、非移動音源による雑音を、適応ノイズキャンセルにより抑圧した後、移動音源による雑音をスペクトル減算法により抑圧する。これにより、第1の実施形態乃至第3の実施形態に記載の、非移動音源による雑音と移動音源による雑音の両方を抑圧することができるため、精度よく漏洩検知を行える。さらに、漏洩検知装置40は、漏洩音と周波数帯の重なった非移動音源による雑音も抑圧することができる。

[0111] <第5の実施形態>

以下、第5の実施形態について、図面を参照して詳細に説明する。

[0112] 図9は、第5の実施形態における漏洩検知システム50のブロック図である。図9を参照すると、本実施形態における漏洩検知システム50は、漏洩検知装置10と、第1のセンサ21と、第2のセンサ22とを備える。ここで、本実施形態における漏洩検知装置10は、第1の実施形態における漏洩検知装置10と同様の構成及び機能を備える。本実施形態では、漏洩検知装置10の説明を省略する。また、漏洩検知装置10に代えて、本発明の第2から第4の実施形態における漏洩検知装置が用いられてもよい。

[0113] 第1のセンサ21は、管や管に付随する設備等に設置される。第1のセンサ21は、管や管を流れる気体や液体等を伝搬する音又は振動を検知する。第1のセンサ21は、検知した音又は振動を示す管信号を漏洩検知装置10に出力する。

[0114] 第2のセンサ22は、地中や地表等に設置される。第2のセンサ22は、地中や地表等を伝搬する音又は振動を検知する。第2のセンサ22は、検知した音又は振動を示す地盤信号を漏洩検知装置10に出力する。

[0115] 図10を用いて、第1のセンサ21と第2のセンサ22を説明する。図10は、第1のセンサ21および第2のセンサ22の設置場所の一例を示す図である。図10が示すように、第1のセンサ21は、例えば、配管や配管に付随する設備など、漏洩音が伝搬する位置に設置されている。すなわち、第

１のセンサ２１は、管からの漏洩音を検知可能な位置に設置される。第２のセンサ２２は、地面や地中などに設置される。図１０に示す例では、第２のセンサ２２は地面に直接設置される。すなわち、第２のセンサ２２は、管の周囲雑音を検知可能な位置に設置される。

[0116] 次に、第５の実施形態における漏洩検知システム５０の動作について、図１１のフローチャートを用いて説明する。図１１は、漏洩検知システム５０の動作を示すフローチャートである。

[0117] 第１のセンサ２１および第２のセンサ２２は、配管や地中などを伝搬する音や信号をそれぞれ検知し、検知した音を管信号又は地盤信号として漏洩検知装置１０に出力する（ステップＳ５０１）。

[0118] 減算部１１は、第１のセンサ２１および第２のセンサ２２から出力された管信号と地盤信号に基づき、管信号から非移動音源による雑音を減算し、さらに移動音源による雑音を減算する（ステップＳ５０２）。

[0119] 漏洩判定部１２は、管信号から非移動音源および移動音源による雑音が減算された結果に基づき、漏洩の有無を判定する（ステップＳ５０３）。

[0120] 以上で、第５の実施形態における漏洩検知システム５０の動作が終了する。

[0121] 上記構成を有する漏洩検知システム５０は、管信号および地盤信号に基づき、管信号から非移動音源による雑音を減算し、さらに移動音源による雑音を減算する。漏洩検知システム５０は、管信号から非移動音源および移動音源による雑音が減算された結果に基づき、漏洩の有無を判定する。したがって、漏洩検知システム５０は、非移動音源による雑音と、移動音源による雑音の両方を抑圧することで、移動音源による雑音が発生する環境においても精度よく配管からの漏洩を検知することができる。

[0122] 図１２は、本発明の各実施形態におけるコンピュータ１００の構成例を示す概略ブロック図である。コンピュータ１００は、ＣＰＵ１０１と、主記憶装置１０２と、補助記憶装置１０３と、インターフェース１０４と、入力デバイス１０５と、ディスプレイ装置１０６とを備える。

- [0123] 各実施形態および各実施例の漏洩検知装置 10 等は、コンピュータ 100 に実装される。漏洩検知装置 10 等の動作は、プログラムの形式で補助記憶装置 103 に記憶されている。CPU 101 は、プログラムを補助記憶装置 103 から読み出して主記憶装置 102 に展開し、そのプログラムに従って上記の処理を実行する。
- [0124] 補助記憶装置 103 は、一時的でない有形の媒体の一例である。一時的でない有形の媒体の他の例として、インターフェース 104 を介して接続される磁気ディスク、光磁気ディスク、CD-ROM、DVD-ROM、半導体メモリ等が挙げられる。また、このプログラムが通信回線によってコンピュータ 100 に配信される場合、配信を受けたコンピュータ 100 がそのプログラムを主記憶装置 102 に展開し、上記の処理を実行しても良い。
- [0125] インターフェース 104 は、CPU 101 に接続され、ネットワークあるいは外部記憶媒体に接続される。外部データがインターフェース 104 を介して CPU 101 に取り込まれても良い。入力デバイス 105 は、例えばキーボードやマウス、タッチパネルである。ディスプレイ 106 は、例えば LCD (Liquid Crystal Display) や CRT (Cathode Ray Tube) ディスプレイのような、CPU 101 や GPU (Graphics Processing Unit) (図示せず) 等により処理された描画データに対応する画面を表示する装置である。なお、図 12 が示すハードウェア構成は、一例にすぎず、図 1 が示す各部それぞれが独立した論理回路で構成されていても良い。
- [0126] また、プログラムは、前述の処理の一部を実現するものであっても良い。さらに、プログラムは、補助記憶装置 103 に既に記憶されている他のプログラムとの組み合わせで前述の処理を実現する差分プログラムであっても良い。
- [0127] 以上、実施形態を用いて本発明を説明したが、本発明は必ずしも上記実施形態に限定されるものではない。本発明の構成や詳細には、本発明のScope内で当業者が理解しうる（その技術的思想の範囲内において）様々な変更

をし、実施することができる。

[0128] この出願は、2015年3月25日に提出された日本出願特願2015-61853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

- [0129]
- | | |
|-----|--------------|
| 10 | 漏洩検知装置 |
| 11 | 減算部 |
| 12 | 漏洩判定部 |
| 13 | 減算スペクトル算出部 |
| 14 | 減算振幅スペクトル算出部 |
| 15 | スペクトル算出部 |
| 16 | スペクトル減算部 |
| 17 | 振幅スペクトル算出部 |
| 18 | 振幅スペクトル減算部 |
| 19 | 適応ノイズキャンセル部 |
| 20 | 漏洩検知装置 |
| 21 | 第1のセンサ |
| 22 | 第2のセンサ |
| 30 | 漏洩検知装置 |
| 40 | 漏洩検知装置 |
| 50 | 漏洩検知システム |
| 100 | コンピュータ |
| 101 | CPU |
| 102 | 主記憶装置 |
| 103 | 補助記憶装置 |
| 104 | インターフェース |
| 105 | 入力デバイス |
| 106 | ディスプレイ装置 |

請求の範囲

[請求項1] 管からの漏洩音を検知可能な位置に設置されたセンサから取得される第1の信号と、周囲雑音を検知可能な位置に設置されたセンサから取得される第2の信号とに基づき、前記第1の信号から非移動音源による雑音を減算し、さらに移動音源による雑音を減算する減算手段と、

前記第1の信号から前記非移動音源および移動音源による雑音が減算された結果に基づき、漏洩の有無を判定する漏洩判定手段と、
を備える漏洩検知装置。

[請求項2] 前記減算手段は、

前記第1の信号および前記第2の信号に基づき、非移動音源による雑音が減算された第1の信号のスペクトル、および第2の信号のスペクトルを算出する減算スペクトル算出手段と、

前記減算された第1の信号のスペクトルと前記第2の信号のスペクトルに基づき、非移動音源および移動音源による雑音が減算された第1の信号の振幅スペクトルを算出する減算振幅スペクトル算出手段と、

を備え、

前記漏洩判定手段は、前記第1の信号の振幅スペクトルに基づいて前記管の漏洩の有無を判定する、

請求項1に記載の漏洩検知装置。

[請求項3] 前記減算スペクトル算出手段は、

前記第1の信号および前記第2の信号から前記第1の信号のスペクトルおよび前記第2の信号のスペクトルを算出するスペクトル算出手段と、

前記第1の信号のスペクトルから、第1の係数と前記第2の信号のスペクトルの積を減算するスペクトル減算手段と、

を備え、

前記減算振幅スペクトル算出手段は、

前記減算された第1の信号のスペクトルおよび前記第2の信号のスペクトルから前記第1の信号の振幅スペクトル、および前記第2の信号の振幅スペクトルを算出する振幅スペクトル算出手段と、

前記第1の信号の振幅スペクトルから、第2の係数と前記第2の信号の振幅スペクトルとの積を減算する振幅スペクトル減算手段と、

を備える請求項2に記載の漏洩検知装置。

[請求項4] 前記第1の係数は、前記第1のスペクトルと前記第2のスペクトルの相関係数に基づいて算出され、

前記第2の係数は、前記第1の信号の振幅スペクトルと前記第2の信号の振幅スペクトルの相関係数に基づいて算出される

請求項3に記載の漏洩検知装置。

[請求項5] 前記減算スペクトル算出手段は、

前記第1の信号および前記第2の信号を用いて算出される適応デジタルフィルタに基づき、前記非移動音源による雑音が減算された第1の信号を算出する適応ノイズキャンセル手段と、

前記非移動音源による雑音が減算された第1の信号と前記第2の信号とから、前記非移動音源による雑音が減算された第1の信号のスペクトルと前記第2のスペクトルとを算出する前記スペクトル算出手段と、

を備える請求項2に記載の漏洩検知装置。

[請求項6] 前記漏洩判定手段は、前記第1の信号の振幅スペクトルまたは前記第1の信号の振幅スペクトルの絶対値の時間方向の最小値が所定の閾値を超える場合に、漏洩有と判定することを特徴とする請求項1乃至5のいずれか1項に記載の漏洩検知装置。

[請求項7] 管からの漏洩音を検知可能な位置に設置された第1のセンサと、
周囲雑音を検知可能な位置に設置された第2のセンサと、
請求項1から6のいずれか1項に記載の漏洩検知装置と、

を有する漏洩検知システム。

[請求項8]

管からの漏洩音を検知可能な位置に設置されたセンサから取得される第1の信号と、周囲雑音を検知可能な位置に設置されたセンサから取得される第2の信号とに基づき、前記第1の信号から非移動音源による雑音を減算し、さらに移動音源による雑音を減算し、

前記第1の信号から前記非移動音源および移動音源による雑音が減算された結果に基づき、漏洩の有無を判定する

漏洩検知方法。

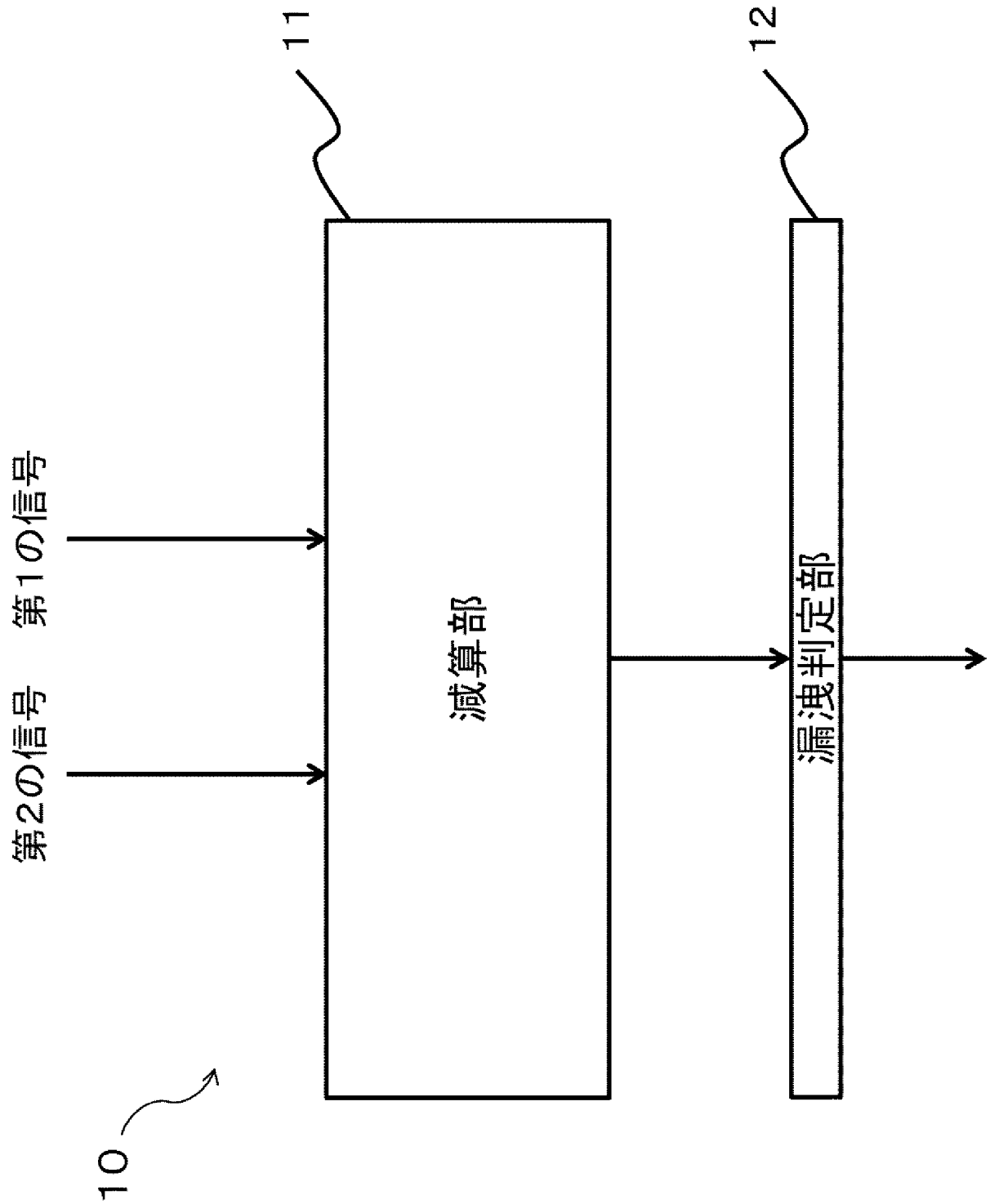
[請求項9]

管からの漏洩音を検知可能な位置に設置されたセンサから取得される第1の信号と周囲雑音を検知可能な位置に設置されたセンサから取得される第2の信号とに基づき、前記第1の信号から非移動音源による雑音を減算し、さらに移動音源による雑音を減算する処理と、

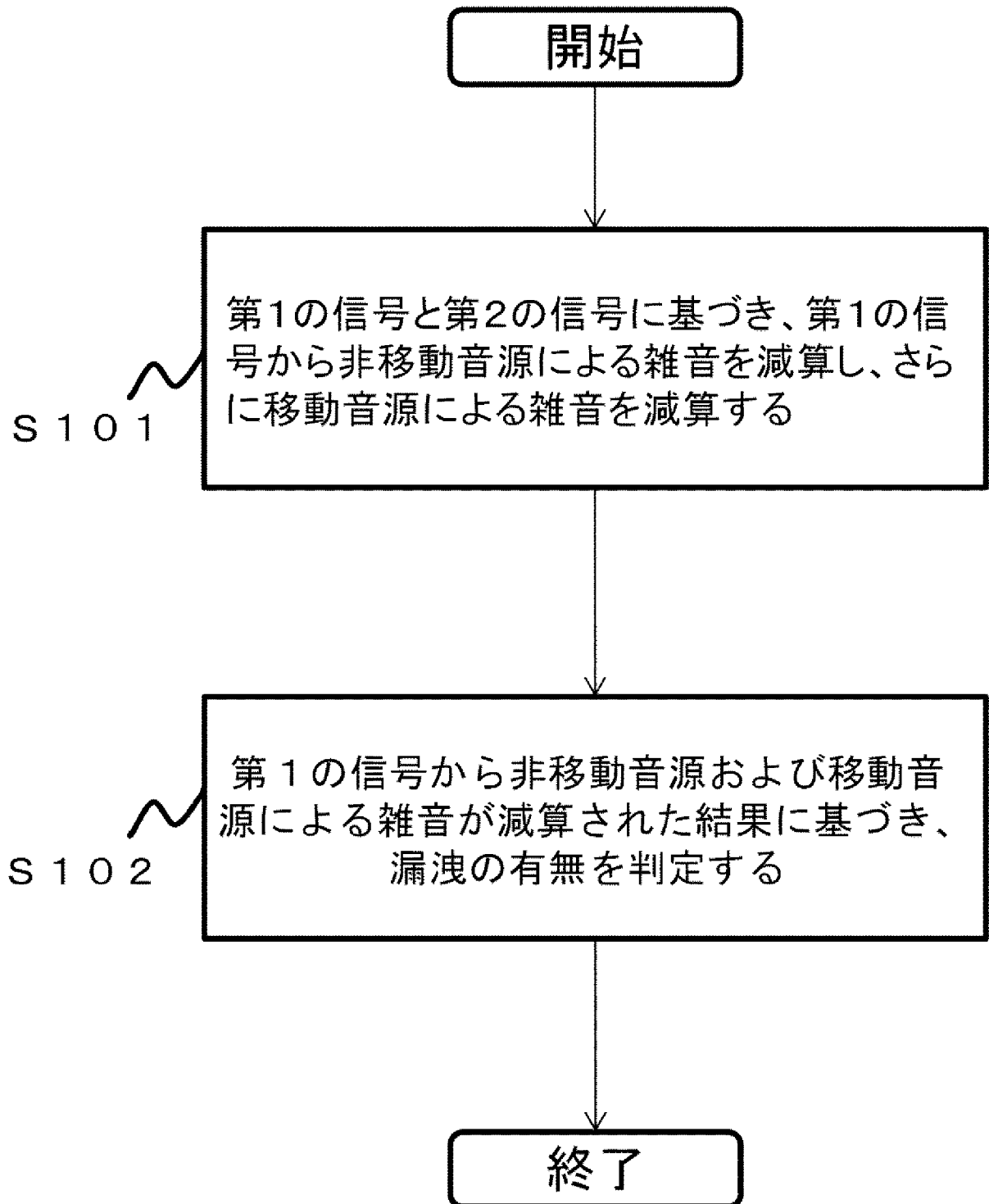
前記第1の信号から前記非移動音源および移動音源による雑音が減算された結果に基づき、漏洩の有無を判定する処理と、

をコンピュータに実行させるプログラムを格納した、コンピュータ読み取り可能記録媒体。

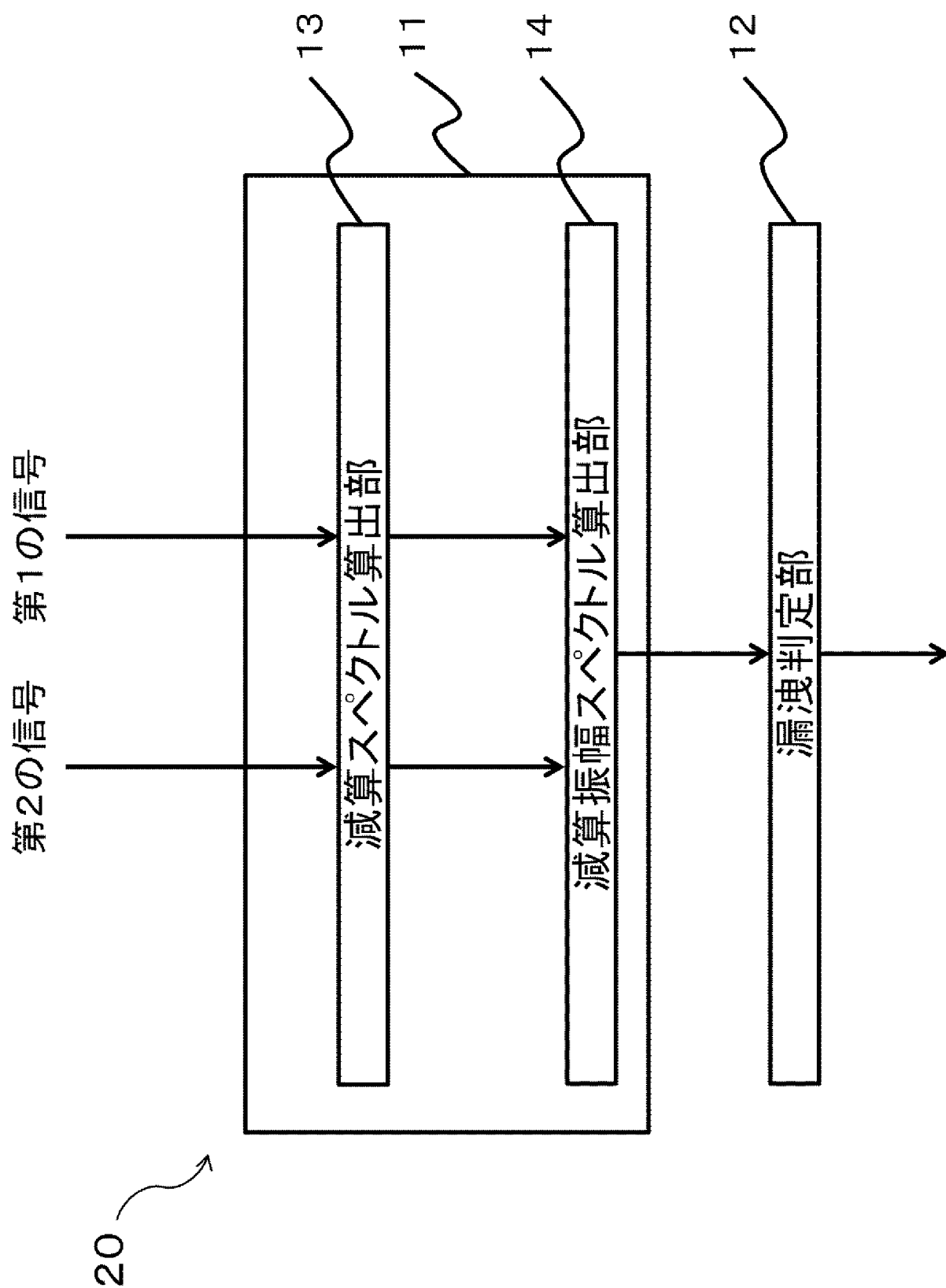
[図1]



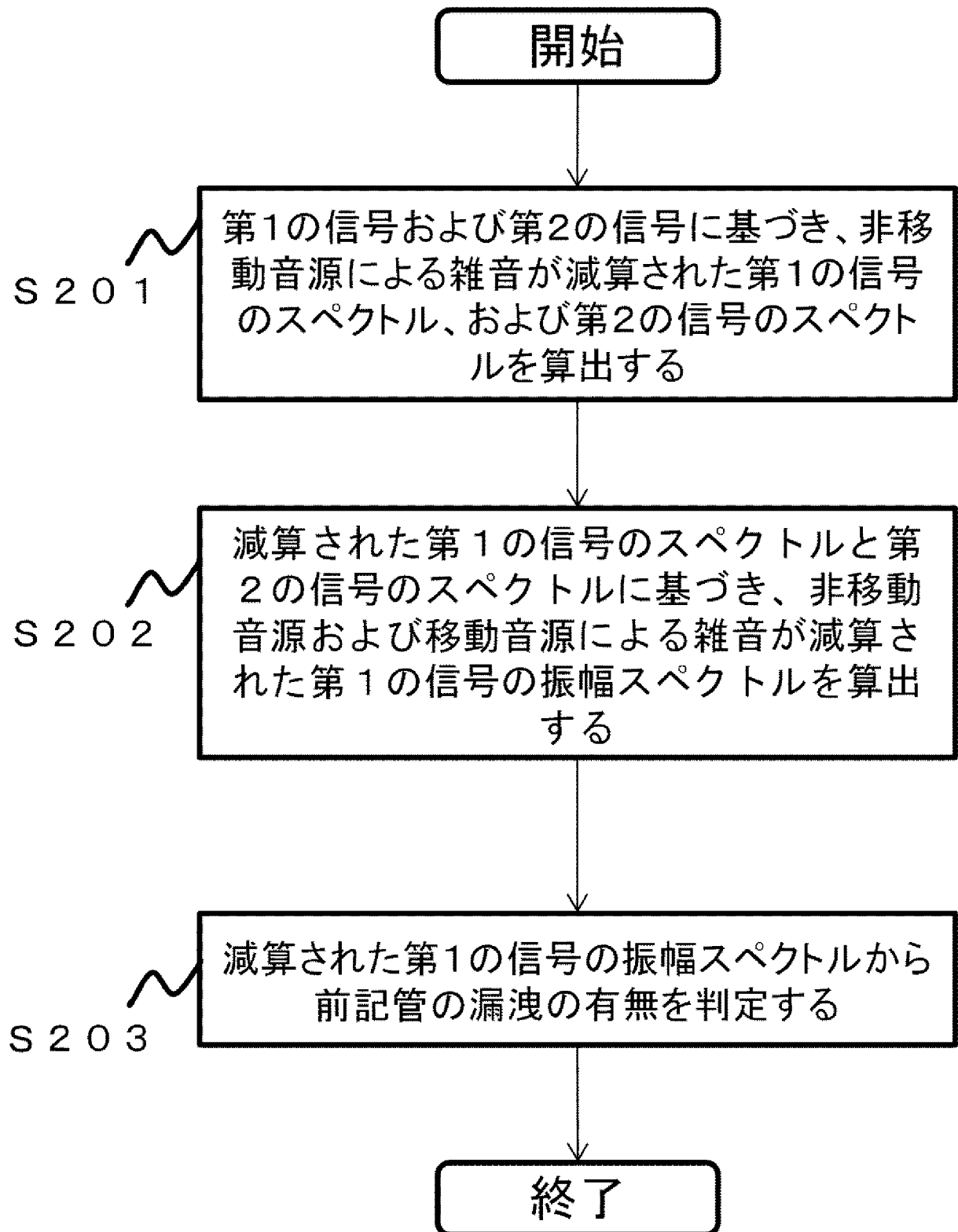
[図2]



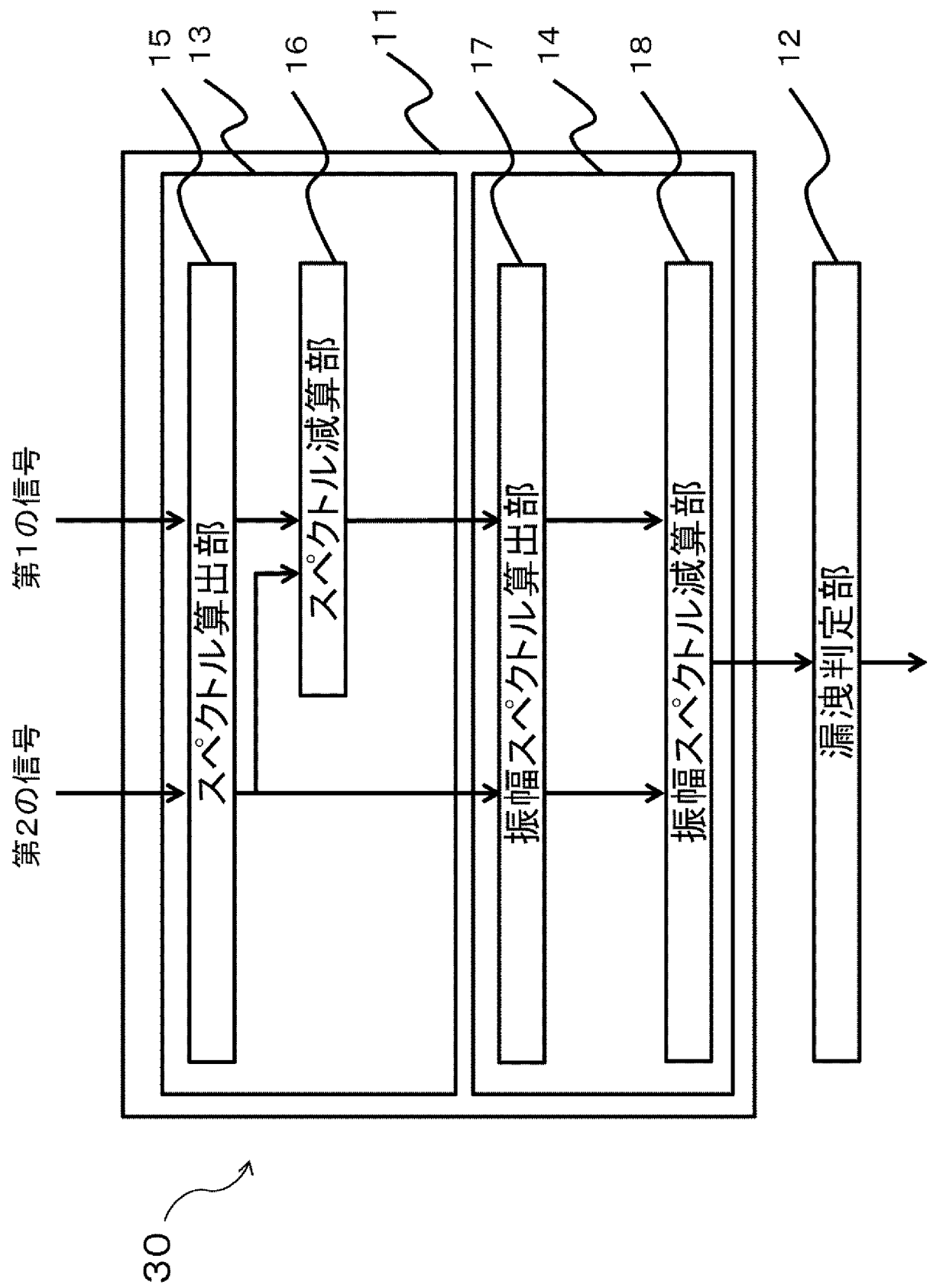
[図3]



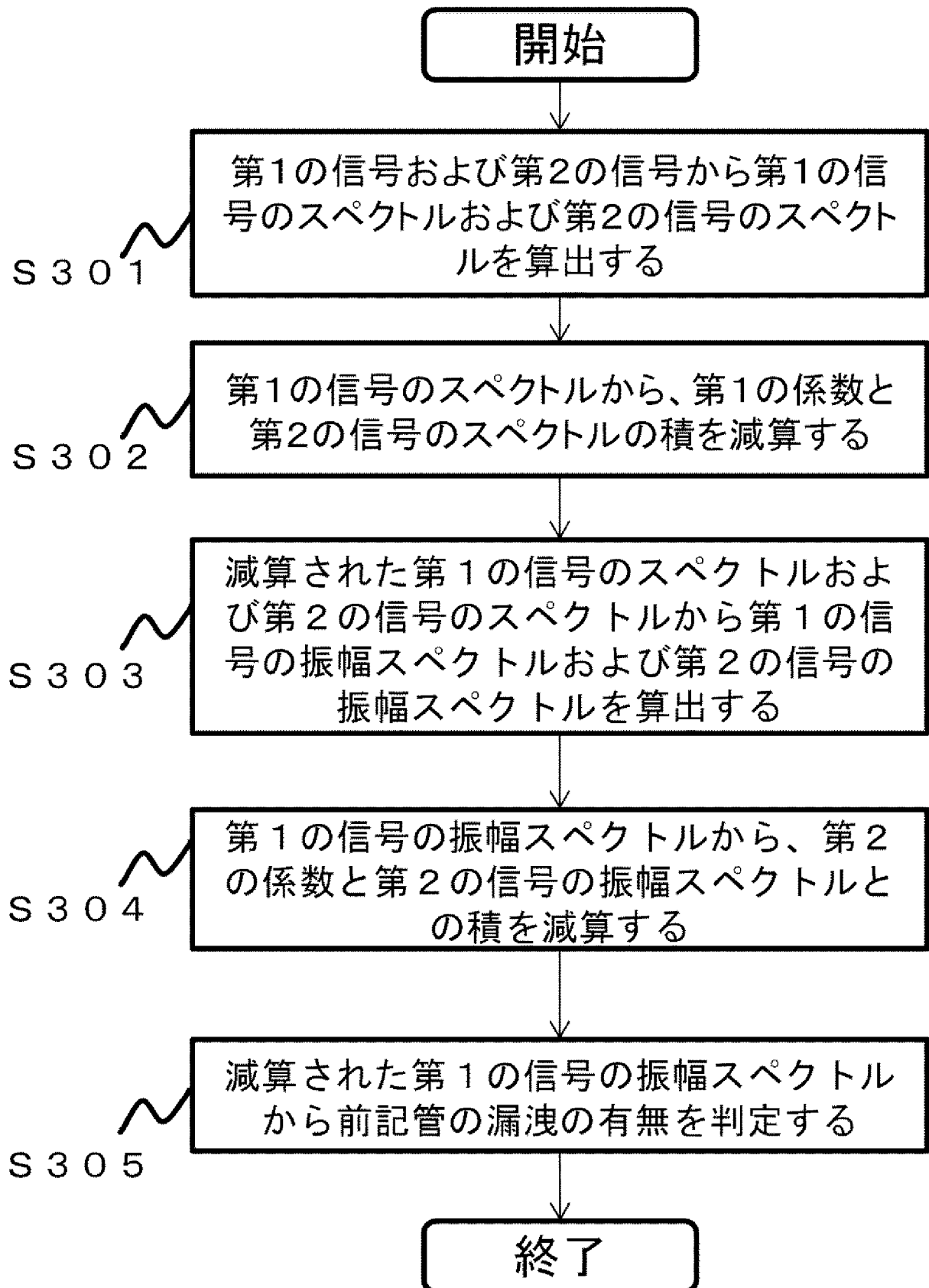
[図4]



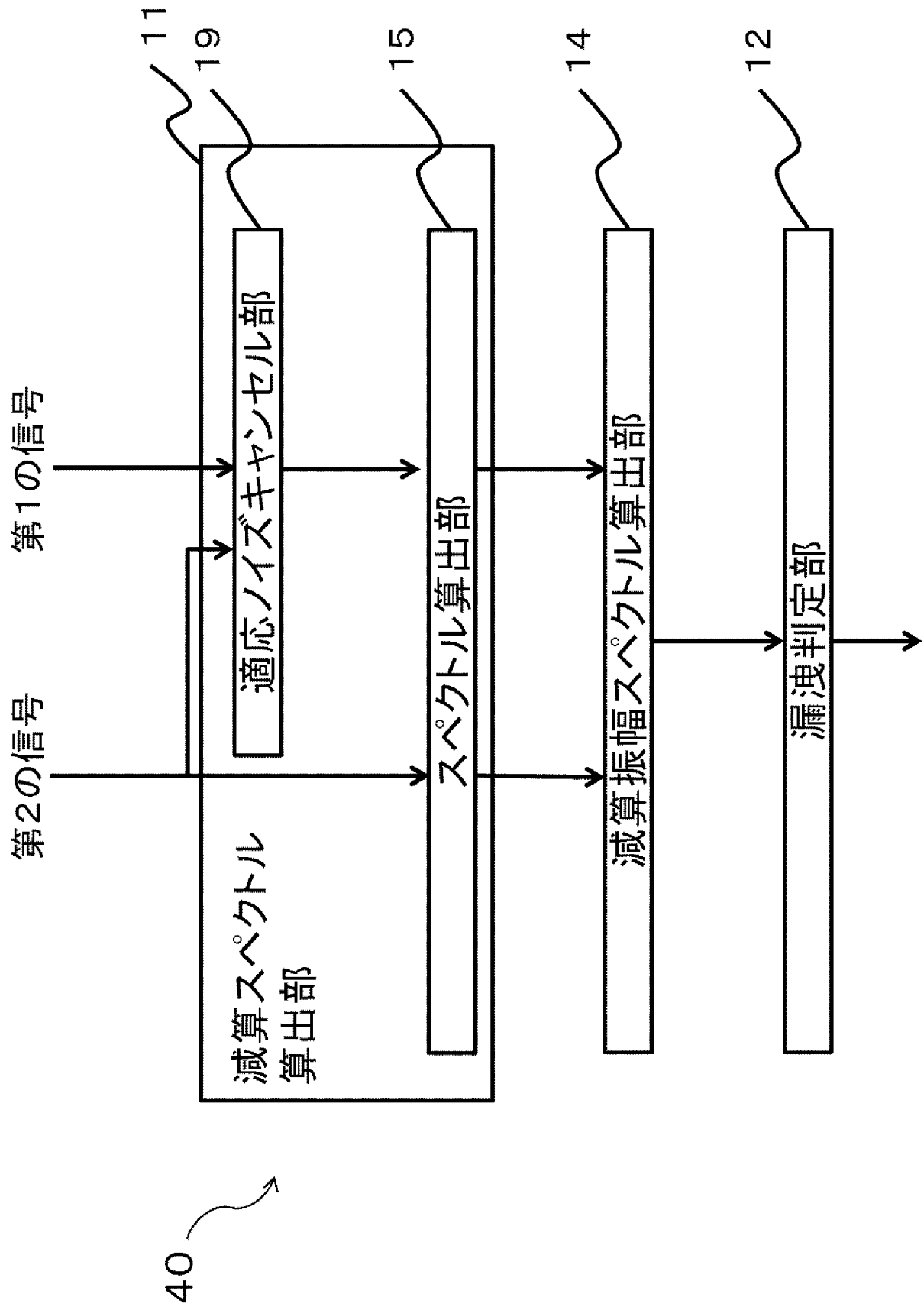
[図5]



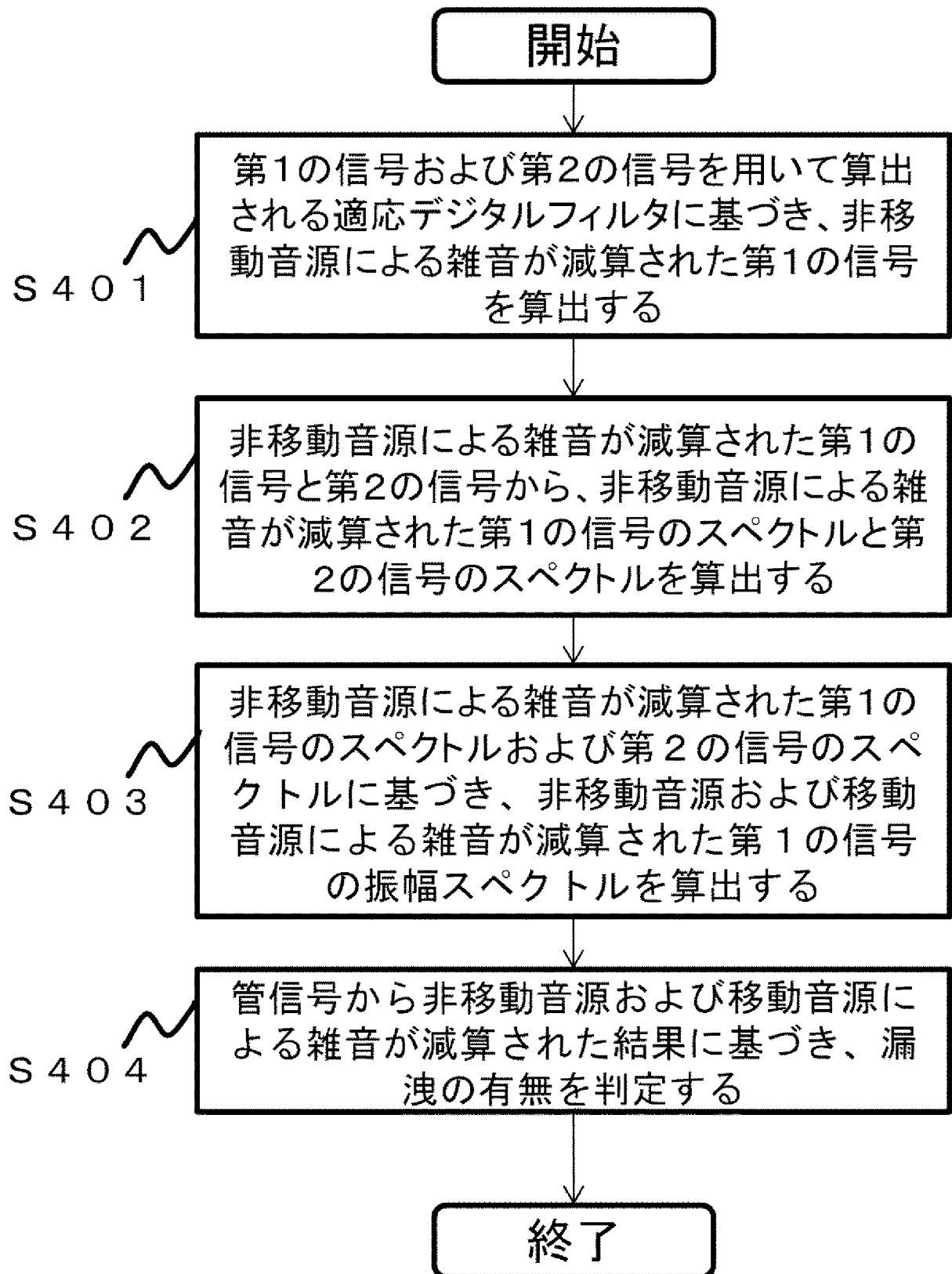
[図6]



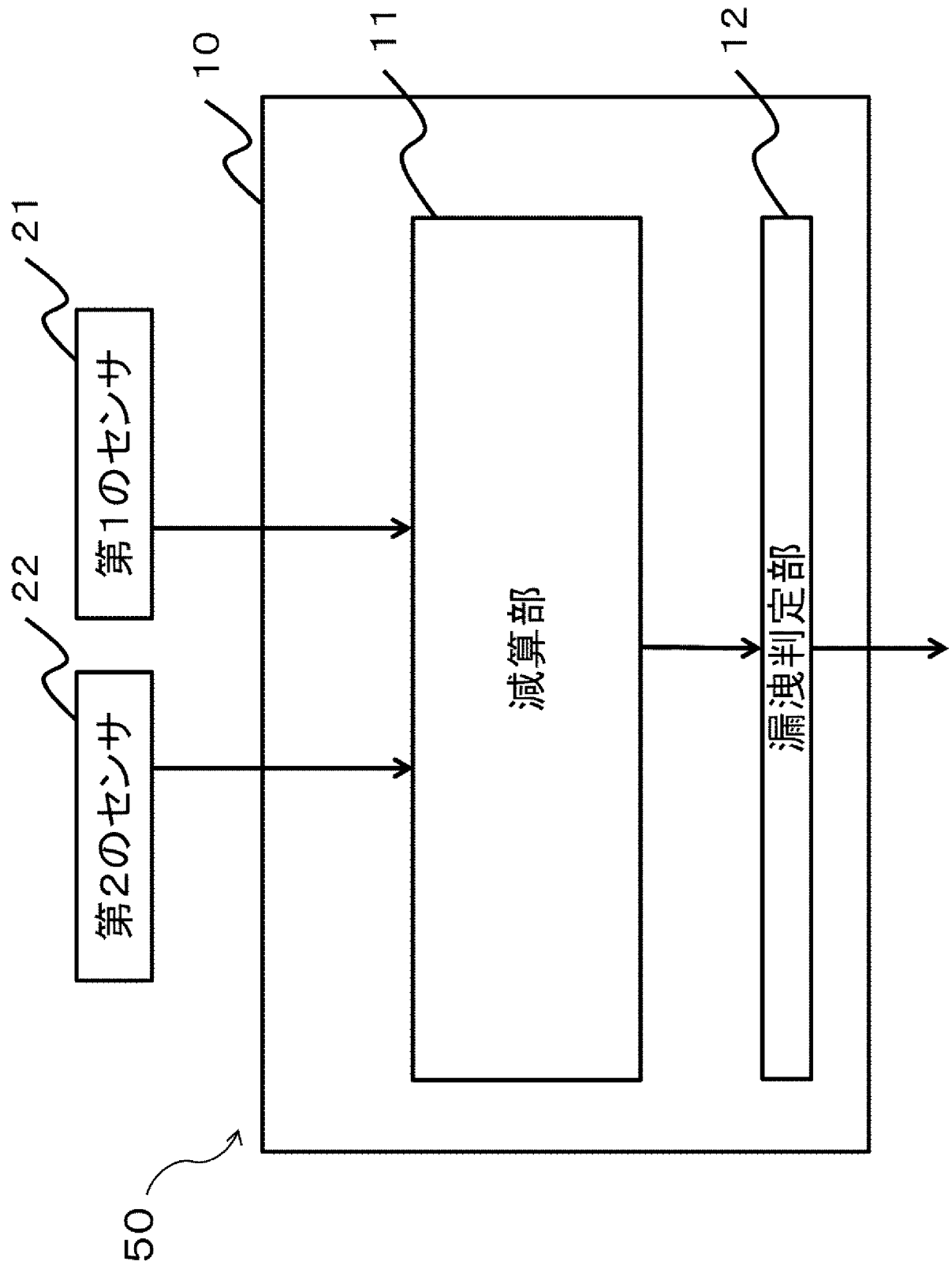
[図7]



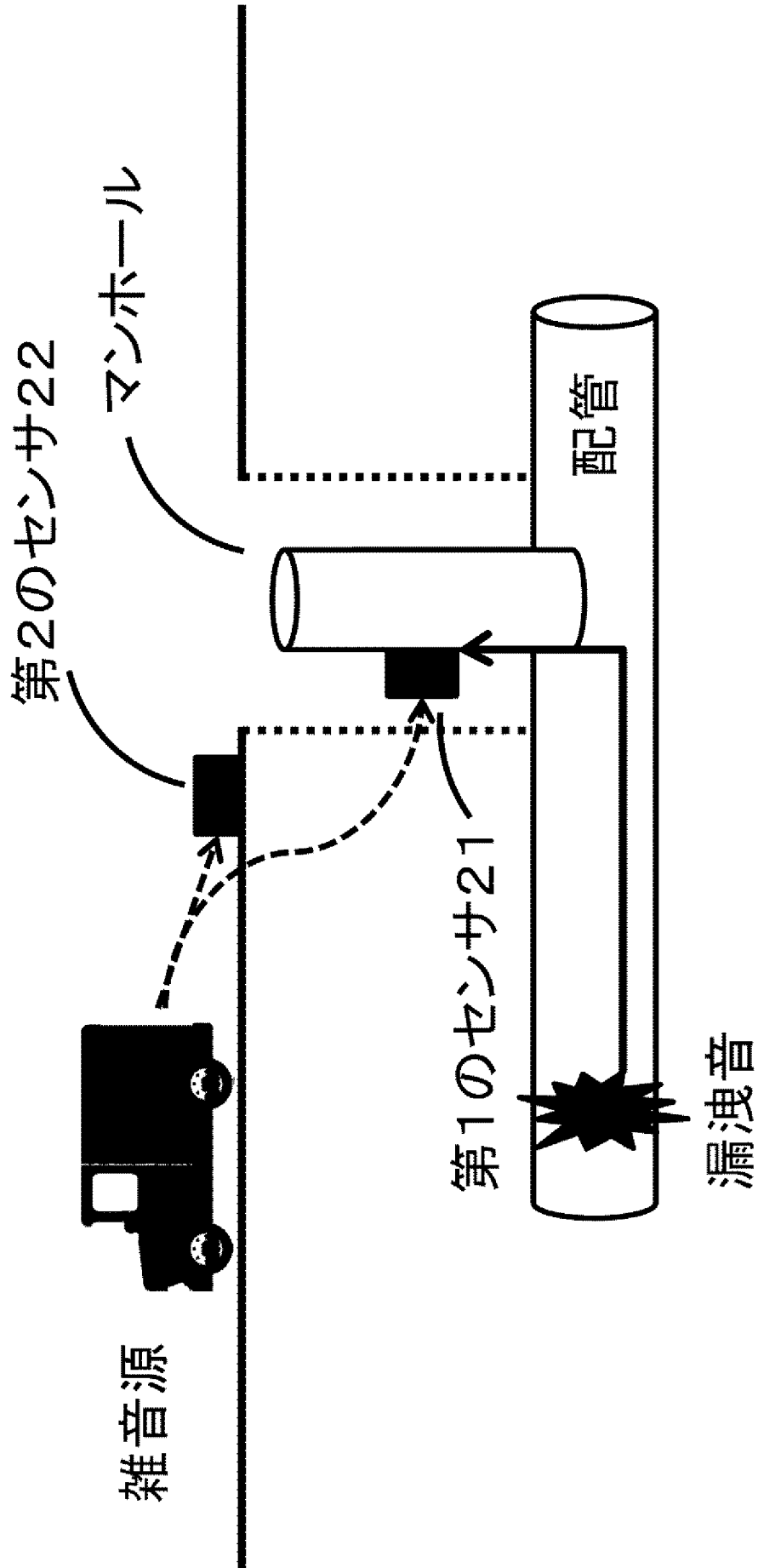
[図8]



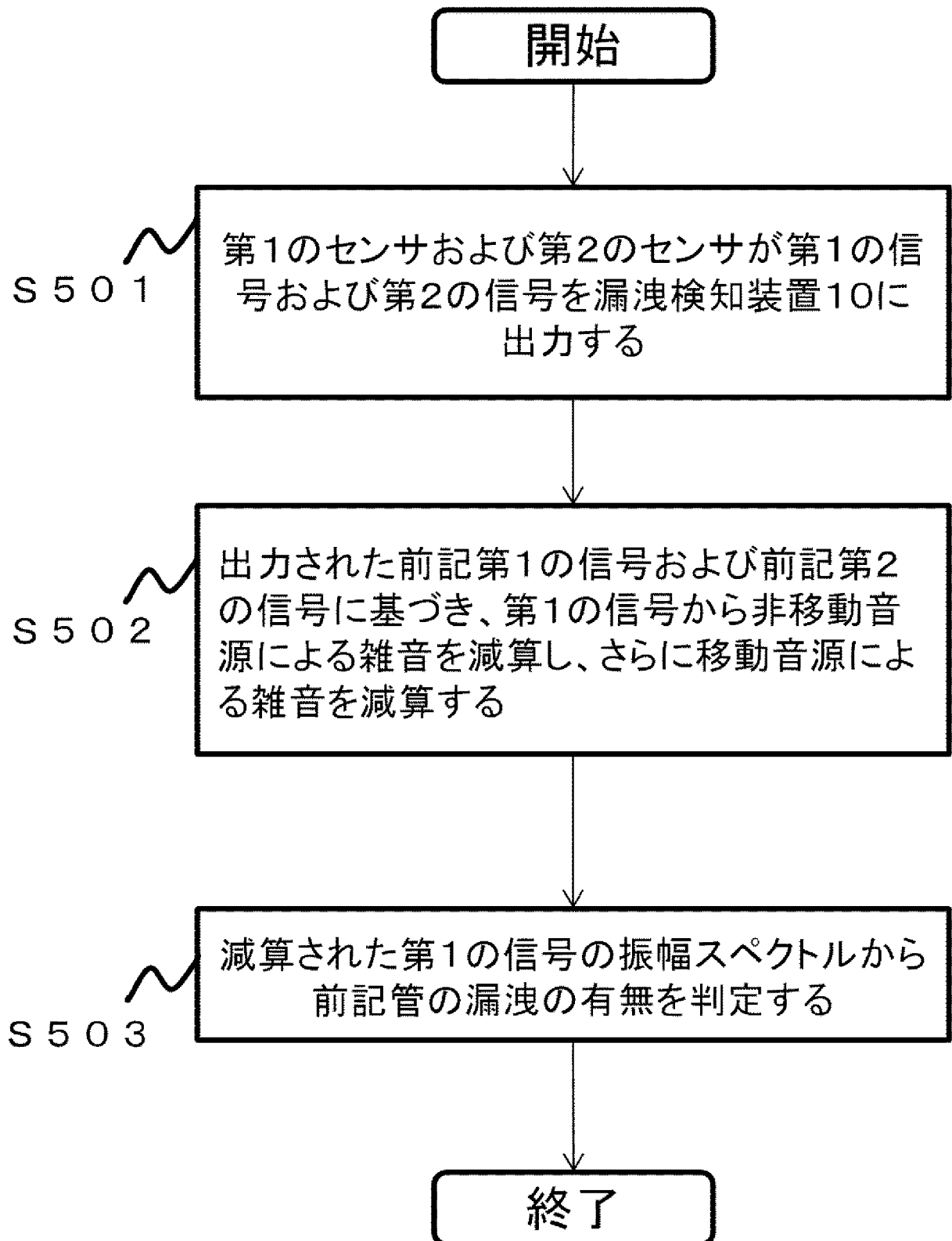
[図9]



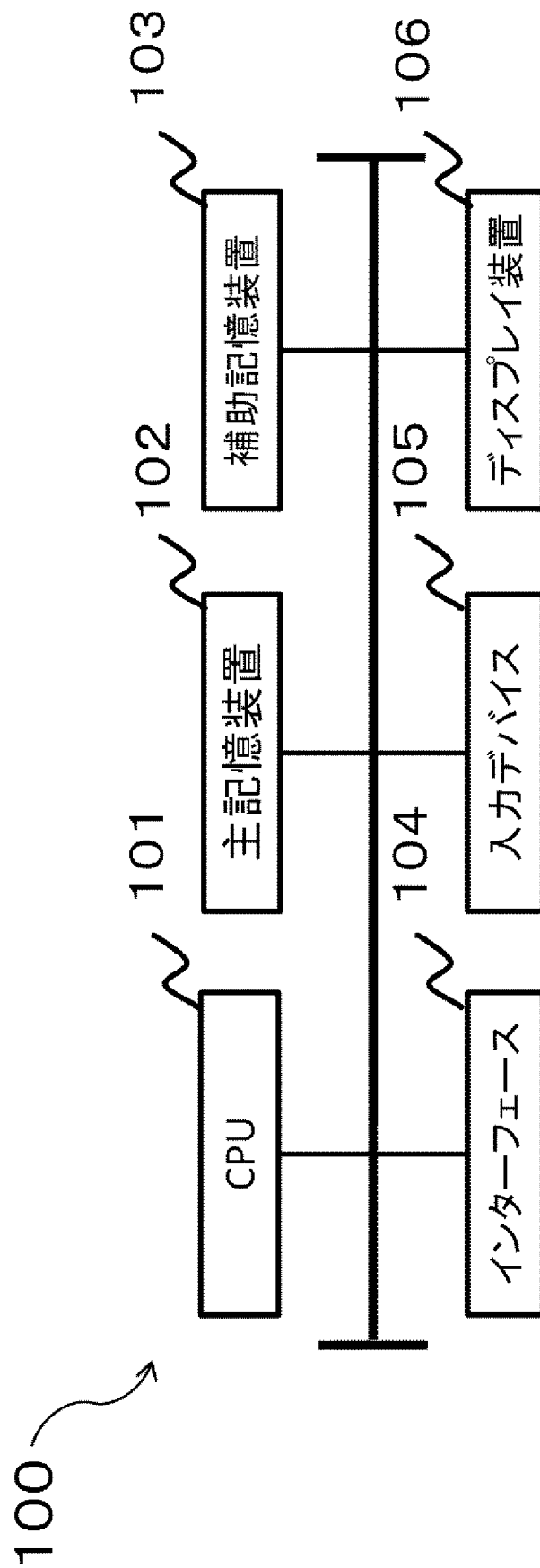
[図10]



[図11]



[図12]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/001590

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	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

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.
X Y A	JP 2014-219342 A (Sekisui Chemical Co., Ltd.), 20 November 2014 (20.11.2014), entire text; all drawings (Family: none)	1, 7-9 2, 5-6 3, 4
X Y A	WO 2014/051036 A1 (NEC Corp.), 03 April 2014 (03.04.2014), paragraphs [0019] to [0063]; fig. 1 to 4 & US 2015/0253215 A1 paragraphs [0028] to [0072]; fig. 1 to 4 & EP 2902766 A1	1, 7-9 2, 5-6 3, 4
Y	JP 6-323945 A (Tohoku Electric Power Co., Inc.), 25 November 1994 (25.11.1994), entire text; all drawings (Family: none)	2, 5

☒ 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
31 May 2016 (31.05.16)

Date of mailing of the international search report
07 June 2016 (07.06.16)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/001590

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 4172241 B2 (JFE Steel Corp.), 29 October 2008 (29.10.2008), claim 1; paragraph [0039] & JP 2004-125628 A	5
Y	JP 5-22171 B2 (Toshiba Corp.), 26 March 1993 (26.03.1993), entire text; all drawings & JP 61-223628 A	6

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	1971-2016年
日本国実用新案登録公報	1996-2016年
日本国登録実用新案公報	1994-2016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
X Y A	JP 2014-219342 A（積水化学工業株式会社）2014. 11. 20, 全文, 全図 （ファミリーなし）	1, 7-9 2, 5-6 3, 4
X Y A	W0 2014/051036 A1（日本電気株式会社）2014. 04. 03, [0019]-[0063], 第 1-4 図 & US 2015/0253215 A1, [0028]-[0072], Fig 1-4 & EP 2902766 A1	1, 7-9 2, 5-6 3, 4

☒ 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

31. 05. 2016

国際調査報告の発送日

07. 06. 2016

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

2 J

3102

電話番号 03-3581-1101 内線 3252

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
Y	JP 6-323945 A (東北電力株式会社) 1994. 11. 25, 全文, 全図 (ファミリーなし)	2, 5
Y	JP 4172241 B2 (J F E スチール株式会社) 2008. 10. 29, [請求項 1], [0039] & JP 2004-125628 A	5
Y	JP 5-22171 B2 (株式会社東芝) 1993. 03. 26, 全文, 全図 & JP 61-223628 A	6