



線量割出装置 50 は、物理量を電圧として検出する検出器 20 と、物理量を電圧から電流に変換する V/I 変換素子 28 と、放射線の照射によって、 V/I 変換素子 28 のゼロ点電流および真値からのスパンずれ量を記録する記録部 51 と、予め取得した積算照射量とゼロ点電流との相関を示すゼロ点シフトデータおよび積算照射量とスパンずれ量との相関を示すスパンシフトデータを保持する相関保持部 52 と、記録部 51 に記録されたゼロ点電流およびゼロ点シフトデータに基づいて V/I 変換素子 28 の積算照射量を少なくとも 1 つ推定する第 1 推定部 53 と、記録部 51 に記録されたスパンずれ量およびスパンシフトデータに基づいて V/I 変換素子 28 の積算照射量を少なくとも 1 つ推定する第 2 推定部 54 と、第 1 推定部 53 および第 2 推定部 54 がそれぞれ推定した積算照射量を比較して共通する積算照射量を真の積算照射量として特定する比較部 56 と、を備える。

明 細 書

発明の名称：

線量割出装置、線量割出方法および線量割出機能付き測定装置

技術分野

[0001] 本発明は、特定の物理量を検出する検出機器による検出地点における線量割出技術に関する。

背景技術

[0002] 放射線量が基準値以上であって内部への立ち入りが困難である施設において、その内部の情報の取得が求められることがある。

求められる情報は、例えば、施設内の圧力、温度または施設内に溜まった液体の水位などの物理量に関する情報である。

検出される物理量は、多くの場合、検出器に電圧の形態で検出される。

検出された電圧の伝送方式は、電圧のまま伝送する方式と、電圧から V/I 変換によって電流にして伝送する方式と、に大別される。

情報を電流の形態で伝送する方式は、伝送距離が長い場合には電圧のまま伝送するよりもノイズの影響が小さいという特徴がある。

[0003] このような物理量を検出して測定する測定装置は、長期間の使用によって測定装置内部のばねの弾性の変化などによって表示された指示値が真値からずれてくることがある。

そこで、一般に、検出器の設置時または設置後所定の期間ごとなど特定の時期で指示値の校正をする。

[0004] 校正には、ゼロ点校正およびスパン校正の2種類が実施されることが多い。

ゼロ点校正とは、 V/I 変換素子への電圧の入力がゼロのときに指示値がゼロになるようにする校正のことである。

なお、 V/I 変換素子への電圧の入力がゼロのときに V/I 変換素子から出力される電流量を、以下「ゼロ点電流」という。

[0005] スパン校正とは、 V/I 変換素子へ既知の複数の電圧を入力したときに、入力した各電圧において指示値が物理量の真値を示すようにする校正のことである。

なお、付与された既知の電圧に対して、 V/I 変換素子が出力する電流値の真値からのずれ量を、以下「スパンずれ量」という。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特開平07-054394号公報

特許文献2：特開2000-337945号公報

特許文献3：実公平3-2821号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] 立ち入りが困難な場所に設置された検出機器には、頻繁な交換および補修が困難であることから、構造が簡素で耐久性が高いことに加えて、1台でできるだけ多くの情報を取得することが求められていた。

特に、放射能汚染された施設内に設置される検出機器には、放射線量の取得の要求が高い。

放射線量の情報を取得することで、単に施設内の放射線量を把握することができるだけでなく、被ばく量に基づく検出機器の交換時期も把握することが可能になる。

[0008] 本発明はこのような事情を考慮してなされたもので、特定の物理量を検出する検出器に新たな機器を追加することなく検出地点における放射線量を割り出すことが可能な線量割出装置、線量割出方法および線量割出機能付き測定装置を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0009] 本実施形態にかかる線量割出装置は、検出した特定の物理量を V/I 変換素子で電圧から電流に変換して伝送する測定装置に実装される線量割出装置

において、放射線の照射によって、 V/I 変換素子が電圧の非入力時に出力するゼロ点電流および付与された既知の電圧に対して出力する電流値の真値からのずれ量を記録する記録部と、予め取得した放射線の積算照射量とゼロ点電流との相関を示すゼロ点シフトデータ、および積算照射量とずれ量との相関を示すスパンシフトデータを保持する相関保持部と、記録部に記録されたゼロ点電流およびゼロ点シフトデータに基づいて V/I 変換素子の積算照射量を少なくとも1つ推定する第1推定部と、記録部に記録されたずれ量およびスパンシフトデータに基づいて V/I 変換素子の積算照射量を少なくとも1つ推定する第2推定部と、第1推定部および第2推定部がそれぞれ推定した積算照射量を比較して共通する積算照射量を真の積算照射量として特定する比較部と、を備えるものである。

[0010] また、本実施形態にかかる線量割出機能付き測定装置は、特定の物理量を電圧として検出する検出器と、物理量を電圧から電流に変換する V/I 変換素子と、放射線の照射によって、 V/I 変換素子が電圧の非入力時に出力するゼロ点電流および付与された既知の電圧に対して出力する電流値の真値からのずれ量を記録する記録部と、予め取得した放射線の積算照射量とゼロ点電流との相関を示すゼロ点シフトデータ、および積算照射量とずれ量との相関を示すスパンシフトデータを保持する相関保持部と、記録部に記録されたゼロ点電流およびゼロ点シフトデータに基づいて V/I 変換素子の積算照射量を少なくとも1つ推定する第1推定部と、記録部に記録されたずれ量およびスパンシフトデータに基づいて V/I 変換素子の積算照射量を少なくとも1つ推定する第2推定部と、第1推定部および第2推定部がそれぞれ推定した積算照射量を比較して共通する積算照射量を真の積算照射量として特定する比較部と、を備えるものである。

[0011] また、本実施形態にかかる線量割出方法は、検出した特定の物理量を V/I 変換素子で電圧から電流に変換して伝送する測定装置を用いた線量割出方法において、放射線の照射によって、 V/I 変換素子が電圧の非入力時に出力するゼロ点電流および付与された既知の電圧に対して出力する電流値の真

値からのずれ量を取得するステップと、予め取得した放射線の積算照射量とゼロ点電流との相関を示すゼロ点シフトデータ、および積算照射量とずれ量との相関を示すスパンシフトデータを参照するステップと、記録されたゼロ点電流およびゼロ点シフトデータに基づいてV/I変換素子の積算照射量を少なくとも1つ推定する第1推定ステップと、記録されたずれ量およびスパンシフトデータに基づいてV/I変換素子の積算照射量を少なくとも1つ推定する第2推定ステップと、第1推定ステップおよび第2推定ステップで推定したそれぞれの積算照射量を比較して共通する積算照射量を真の積算照射量とするステップと、を含むものである。

図面の簡単な説明

[0012] [図1]第1実施形態にかかる線量割出装置およびこの線量割出装置が適用される測定装置の概略構成図。

[図2]測定装置（投込式水位計）が備える検出器の概略断面図。

[図3]（A）ゼロ点シフトデータの一例を示す図、（B）スパンシフトデータの一例を示す図。

[図4]ゼロ点電流およびスパンずれ量に基づく積算照射量の算出方法の説明図。

[図5]第1実施形態にかかる線量割出方法を示すフローチャート。

[図6]第2実施形態にかかる線量割出方法の説明図。

[図7]第2実施形態にかかる線量割出方法の変形例の説明図。

[図8]第3実施形態にかかる線量割出機能付き測定装置の概略構成図。

[図9]第3実施形態にかかる線量割出機能付き測定装置が備える補助測定部の浸水部が設けられた検出器の一例を示す図。

[図10]（A）従来の投込式水位計の校正方法の説明図、（B）割出付き測定装置を用いた校正方法の説明図。

発明を実施するための形態

[0013] 以下、本実施形態を添付図面に基づいて説明する。

〔測定装置10〕

まず、線量割出装置 50（以下、単に「割出装置 50」という）が適用される測定装置 10 について図 1 および図 2 を用いて説明する。

[0014] 図 1 は、第 1 実施形態にかかる割出装置 50 およびこの割出装置 50 が適用される測定装置 10 の概略構成図である。

割出装置 50 が適用される測定装置 10 は、その検出器 20 が放射能汚染された施設内などに設置される。

測定装置 10 は、検出器 20 で電圧の形態で検出した物理量を電流に変換して、電流の形態で遠隔に伝送する。

[0015] 測定装置 10 は、例えば自然災害の被災時に原子力発電所内に放出されて溜まった冷却液の水位を測定する投込式水位計 10A などである。

以下の実施形態では、投込式水位計 10A を測定装置 10 の例にとって説明する。

ただし、放射線量の取得が求められる箇所に設けられて検出した情報を電流に変換して伝送するものであれば、投込式水位計 10A の例に限らず測定装置 10 になりうる。

[0016] 投込式水位計 10A は、図 1 に示されるように、液中に投げ込まれる検出器 20 が、信号線 13 を介して変換部 14 に接続されている。

変換部 14 は、例えば中央制御室内の表示部 17 に接続されている。

変換部 14 は、検出器 20 から受信した液体の水位に関する電流を I/V 変換して、表示部 17 へ送信する。

[0017] ここで、図 2 は、投込式水位計 10A が備える検出器 20 の概略断面図である。

検出器 20 は、図 2 に示されるように、一方の底面に入水孔 24 が設けられた筐体 21 によって、円筒状の外形を有している。

筐体 21 の内部には、入水孔 24 が設けられた底面の付近に圧力センサ 22 が筐体 21 を封止するように設置されている。

この圧力センサ 22 によって筐体 21 の内部は周囲の液体から隔離されて、圧力センサ 22 からさらに内部には液体は侵入しない。

[0018] 一方、入水孔 24 が設けられていない他方の底面には、中空ケーブル 23 が接続されている。

中空ケーブル 23 は、信号線 13 および強化線 18 とともに被覆されて伝線 29 となって水上まで敷かれる。

中空ケーブル 23 は、通常時は、水上の開口部で大気開放されており、筐体 21 の内部を大気圧 P_{atm} に維持させている。

つまり、筐体 21 の内部に面する片面は大気圧 P_{atm} を受ける。

[0019] 一方、圧力センサ 22 のうち液体と接触する他面は水压 P_w を受ける。

圧力センサ 22 は、例えば、隔膜にかかる圧力を電気信号の大きさに変換するダイヤフラム 25 を利用したものが広く使用されている。

ダイヤフラムとは、弾性のある隔膜のことであり、圧力による隔膜の膨張およびへこみの度合いが読み取られるものである。

この度合いを電氣的に読み取る方法には、ダイヤフラム 25 に設置された圧電素子によって歪みを感知する半導体歪ゲージ式または変位を感知する静電容量式などがある。

[0020] 圧力センサ 22 が有する水压側ダイヤフラム 25 b が受ける水压 P_w と、基準圧側ダイヤフラム 25 a が中空ケーブル 23 を介して受ける大気圧 P_{atm} との差圧 ΔP (図 10) は、電圧に変換されて差分部 26 に読み取られる。

なお、ダイヤフラム 25 の利用に代えてばね (図示せず) を利用して水压を計測するものも検出器 20 として同様に動作する。

[0021] 読み取られた電圧は、 V/I 変換素子 28 で電流に変換されて、図 1 に示されるように、変換部 14 が接続される信号線 13 に出力される。

V/I 変換素子 28 から送信される差圧 ΔP に基づく電気信号は、変換部 14 で電圧に変換されて、表示部 17 に液体の水位として表示される。

[0022] しかし、この水位の指示値は、上述のように水压 P_w などの圧力に基づいて計算されるものであるため、実際の水位からずれることがある。

よって、所定の時期に基準圧側ダイヤフラム 25 a (25) に既知の圧力を印加して、指示値のゼロ点校正またはスパン校正などの校正がなされる。

印加される圧力は、例えば表示部 17 から印加部 16 に送信される作業員の指令に従って制御される。

印加部 16 は、三方弁 19 を介して中空ケーブル 23 に接続されている。

[0023] (第 1 実施形態)

引き続き図 1 を用いて、割出装置 50 について説明する。

第 1 実施形態にかかる割出装置 50 は、図 1 に示されるように、記録部 51、相関保持部 52、第 1 推定部 53、第 2 推定部 54、比較部 56、算出部 57 (図 1 中、線量算出部 57) および警告部 58 を備える。

[0024] 記録部 51 は、ゼロ点電流およびスパンずれ量 (以下、ゼロ点電流およびスパンずれ量を合わせて、「シフト量」という) を記録して蓄積する。

半導体である V/I 変換素子 28 に放射線が照射されると、 V/I 変換素子 28 から出力される電流が不可逆変化し、シフト量となる。

測定装置 10 において物理量の表示する表示機構の機械強度が十分な場合には、シフト量のうち表示機構の劣化によるものは無視することができる。

このようにシフト量を発生させる他の要素を無視または取り除くことができる場合、シフト量の発生は、放射線の照射に起因しているといえる。

そこで、記録部 51 は、例えば 1 月間隔で実施されるゼロ点校正およびスパン校正などの際に確認されたシフト量を記録して蓄積する。

[0025] 相関保持部 52 は、予め取得したゼロ点シフトデータおよびスパンシフトデータを保持する。

ゼロ点シフトデータとは、放射線の積算照射量とゼロ点電流との相関関係を示すデータである。

スパンシフトデータとは、放射線の積算照射量とスパンずれ量との相関関係を示すデータである。

[0026] ここで、図 3 (A) はゼロ点シフトデータの一例を示す図、図 3 (B) はスパンシフトデータの一例を示す図である。

図 3 (A), (B) いずれも横軸は積算放射線量 (kGy) である。

また、縦軸は、図 3 (A) はゼロ点電流、図 3 (B) はスパンずれ量であ

る。

図3 (A), (B) からわかるように、 V/I 変換素子28に用いられる半導体の特性として、シフト量はいずれも、積算放射線量に比例せずに変化する。

[0027] 例えば、ゼロ点電流（相対値）の絶対値は、2 k Gy 程度までは積算放射線量に伴って増加するが、2 k Gy 程度を超えると、減少してゼロに近づく。

その後も、ゼロ点電流の絶対値は、いくつかの極値を有して変化する。

相関保持部52は、実際に用いられる半導体と同類の半導体について予め測定実験などによって取得したゼロ点シフトデータおよびスパンシフトデータを保持する。

なお、ゼロ点シフトデータおよびスパンシフトデータは、グラフデータではなく数値データであってもよい。

[0028] 記録部51および相関保持部52には、それぞれ第1推定部53および第2推定部54が接続される。

ここで、図4は、シフト量に基づく積算照射量の算出方法の説明図である。

第1推定部53は、ゼロ点電流およびゼロ点シフトデータに基づいて V/I 変換素子28の積算照射量を少なくとも1つ推定する。

[0029] 例えば図4に示されるように、複数の検出地点に設置された複数の検出器20のうちA地点に設置されたものが検出したゼロ点電流が、 -0.25 (%)であったとする。

この場合A地点の検出器20の積算照射量は、図4において縦軸が -0.25 の直線と、ゼロ点シフトデータとの交点である(1)、(3)または(4)の値と推定される。

このような手順で、第1推定部53は、積算照射量を(1)、(3)または(4)の値と推定する。

[0030] 第2推定部54は、スパンずれ量およびスパンシフトデータに基づいて V

／ 1 変換素子 2 8 の積算照射量を少なくとも 1 つ推定する。

例えば、A 地点に設置された検出器 2 0 で計測されたスパンずれ量が、－1. 5 (％) であったとする。

第 2 推定部 5 4 は、第 1 推定部 5 3 と同様の推定手順で、縦軸が－1. 5 の直線と、スパンシフトデータとの交点である (1) または (2) の値を積算照射量と推定する。

[0031] 比較部 5 6 は、第 1 推定部 5 3 および第 2 推定部 5 4 がそれぞれ推定した積算照射量を比較して、共通する積算照射量を真の積算照射量として特定する。

図 4 の例では、(1) ～ (4) の推定値のうち (1) のみが共通の推定値であるので、比較部 5 6 は (1) の推定値を真の積算照射量として特定する。

特定された真の積算照射量は、算出部 5 7 に送られる。

[0032] 算出部 5 7 は、真の積算照射量を検出器 2 0 の検出開始からの期間で除算して放射線量を算出する。

図 4 の例では、真の積算照射量は 1. 2 k G y である。

よって、検出開始からの期間が 3 カ月であるとする、単位時間当たりの放射線量は、次式 M で算出される。

$$1. 2 \text{ k G y} / (3 \text{ カ月} \times 30 \text{ 日} \times 24 \text{ 時間}) = 0. 55 \text{ G y} / \text{h} \\ \text{(M)}$$

算出された単位時間当たりの放射線量は、表示部 1 7 に表示されて運転員に確認される。

[0033] また、比較部 5 6 および表示部 1 7 には、警告部 5 8 が接続される。

警告部 5 8 は、算出部 5 7 で特定した積算照射量が既定の閾値より大きい場合に警告をする。

測定装置 1 0 は、長期間の放射線の照射によって劣化して、正確な水位の検出ができなくなる。

そこで、積算照射量に閾値を設定して、積算照射量がこの閾値以上になっ

たときを交換時期として表示部 17 に警告を表示する。

なお、閾値を複数設定して、積算照射量の段階に合わせて警告を変化させてもよい。

[0034] 次に、第 1 実施形態にかかる線量割出方法を、図 5 のフローチャートを用いて説明する（適宜、図 1 および図 4 を参照）。

[0035] まず、ゼロ点校正およびスパン校正などの際に、記録部 51 が、確認されたゼロ点電流およびスパンずれ量を取得する（ステップ S11）。

そして、第 1 推定部 53 および第 2 推定部 54 が、それぞれ記録部 51 および相関保持部 52 を参照する。

[0036] 第 1 推定部 53 は、ゼロ点電流およびゼロ点シフトデータに基づいて、 V/I 変換素子 28 の積算照射量を少なくとも 1 つ推定する（第 1 推定ステップ S12）。

第 1 推定部 53 は、図 4 においては（1）、（3）および（4）の値を積算照射量として推定する。

また、第 2 推定部 54 は、記録されたスパンずれ量およびスパンシフトデータに基づいて、 V/I 変換素子 28 の積算照射量を少なくとも 1 つ推定する（第 2 推定ステップ S13）。

第 2 推定部 54 は、図 4 においては（1）および（2）の値を積算照射量として推定する。

[0037] そして、比較部 56 が、第 1 推定部 53 および第 2 推定部 54 がそれぞれ推定した積算照射量を比較して、共通する積算照射量（1）を真の積算照射量とする（ステップ S14）。

さらに、算出部 57 が、真の積算照射量から式 M のように単位時間当たりの放射線量を算出する（ステップ S15）。

算出された単位時間当たりの放射線量は、表示部 17 に表示されて運転員に確認される。

[0038] 算出部 57 で特定した積算照射量が既定の閾値以上の場合（ステップ S16：NO）、警告部 58 は表示部 17 に警告を表示する（ステップ S17）

。

また、算出部 57 で単位時間あたりの放射線量を算出して（ステップ S 18）、積算照射量とともに表示部 17 に表示する（ステップ S 19）。

算出部 57 で特定した積算照射量が既定の閾値以下の場合（ステップ S 16：YES）、警告はせずに単位時間あたりの放射線量および真の積算照射線量を表示部 17 に表示する（ステップ S 18，ステップ S 19：END）

。

[0039] 以上のように、第 1 実施形態にかかる割出装置 50 および線量割出方法によれば、特定の物理量を検出する検出器 20 に新たな機器を追加することなく検出地点における放射線量を割り出すことができる。

[0040] なお、割出装置 50 を測定装置 10 に一体化させて全体として 1 つの線量割出機能付き測定装置 90 とすることもできる。

[0041] また、例えば、1 つの割出装置 50 に対して複数の検出器 20 または測定装置 10 を接続して、それぞれ異なる設置箇所に設置してもよい。

複数の検出器 20 または測定装置 10 が割出装置 50 を共有することで、複数の検出地点の監視および測定装置 10 の管理を一極に集中させることができる。

[0042] （第 2 実施形態）

図 6 は、第 2 実施形態にかかる線量割出方法の説明図である。

第 2 実施形態にかかる割出装置 50 の第 1 推定部 53 は、図 6 に示されるように、記録時刻の異なる 2 以上のゼロ点電流によってゼロ点シフトデータの参照範囲を限定する。

ゼロ点シフトデータは測定実験の結果であることが多いので、多数の極値を有していることがある。

[0043] よって、1 つのゼロ点電流に対して多数の積算照射線量が推定されてしまい、スパンずれ量と組み合わせても真の積算照射線量が 1 つに特定されないことがある。

そこで、例えば図 6 に示されるように、検出開始から 1 カ月後および 3 カ

月後の2つのゼロ点電流を用いて、区間を[A、B]に限定する。

この限定によって、(3)および(4)は積算照射量の推定値から除外されることになる。

[0044] そして、第1実施形態と同様に、第2推定部54で推定した積算照射量とで共通な積算照射量を真の積算照射量とする。

また、図7は第2実施形態にかかる線量割出方法の変形例の説明図である。

上述の2以上の記録時刻に基づく区間の限定は、図7に示されるように、第2推定部54においてスパンシフトデータについて実施してもよい。

つまり、記録時刻の異なる2以上のスパンずれ量によってスパンシフトデータの参照範囲を限定することもできる。

[0045] なお、第1推定部53または第2推定部54の参照範囲を限定すること以外は、第2実施形態は第1実施形態と同じ構造および動作手順となるので、重複する説明を省略する。

図面においても、共通の構成または機能を有する部分は同一符号で示し、重複する説明を省略する。

[0046] 以上のように、第2実施形態にかかる線量割出方法は、記録時刻の異なる2以上のシフト量によって参照範囲を限定することで、第1実施形態の効果に加えて、真の積算照射線量を特定することができる。

[0047] (第3実施形態)

図8は、第3実施形態にかかる線量割出機能付き測定装置90(以下、「割出付き測定装置90」という)の概略構成図である。

また、図9は、第3実施形態にかかる割出付き測定装置90が備える補助測定部61の浸水部61a(バブラチューブ61a)が設けられた検出器20の一例を示す図である。

[0048] 第3実施形態にかかる割出装置50は、図8および図9に示されるように、検出器20の外表面に固定されて検出器20が受ける水圧 P_w を測定する補助測定部61を備える。

[0049] 補助測定部 61 は、例えば、検出器 20 の外表面に開口端 27 が固定されたバブラチューブ 61a と、バブラチューブ 61a に背圧 P_s を印加してこの背圧 P_s を測定する計測部 61b と、からなる。

[0050] 計測部 61b は、バブラチューブ 61a の開口端 27 からバブルが出るまで背圧 P_s を印加して、この開口端 27 からバブルが出る限界の背圧 P_s を計測する。

そして、計測した背圧 P_s を印加部 16 に送信して、中空ケーブル 23 を介して基準圧側ダイヤフラム 25a へ印加させる。

[0051] 開口端 27 は検出器 20 の外表面に固定されていることから、計測部 61b によって印加される限界の背圧 P_s は、水压 P_w とほぼ同一となる。

なお、例えば開口端 27 と水压側ダイヤフラム 25b との深度にずれがある場合、このずれは、計測部 61b において微修正されて、水压 P_w と完全に一致される。

[0052] ここで、図 10 (A) は従来の投込式水位計 10A の校正方法の説明図、図 10 (B) は割出付き測定装置 90 を用いた校正方法の説明図である。

従来では、表示部 17 の水位の指示値を校正する場合、検出器 20 を一度水面まで引き上げて、水压側ダイヤフラム 25b にかかる水压 P_w を大気圧 P_{atm} と一致させていた。

つまり、検出器 20 を完全に水上まで引き上げることで、図 10 (A) に示されるように、水压 P_w を降下させて ($P_w \rightarrow P_{atm}$)、指示値がゼロ点を示すか確認していた。

[0053] 一方、第 1 実施形態にかかる校正方法では、検出器 20 を引き上げる代わりに、基準圧側ダイヤフラム 25a に上述の背圧 P_s を印加して基準圧を変化させる。

つまり、図 10 (B) に示されるように、基準圧側ダイヤフラム 25a にかかる圧力を上昇させて ($P_{atm} \rightarrow P_s$)、基準圧側ダイヤフラム 25a の圧力を水压 P_w に一致させる。

[0054] 校正部 12 は、背圧 P_s を基準圧側ダイヤフラム 25a に印加したときに指

示値がゼロ点を示すように指示値を校正する。

また、スパン校正をする際にも、この背圧 P_s を利用することができる。

すなわち、この背圧 P_s との差圧 ΔP が既定の値となるように印加部16から圧力を印加することで、検出器20を引き上げることなくスパン校正をすることができる。

[0055] なお、補助測定部61で測定した圧力に基づいて基準圧側ダイヤフラム25aに印加して校正すること以外は、第3実施形態は第1実施形態と同じ構造および動作手順となるので、重複する説明を省略する。

図面においても、共通の構成または機能を有する部分は同一符号で示し、重複する説明を省略する。

[0056] 以上のように、第3実施形態にかかる割出付き測定装置90によれば、補助測定部61で測定された背圧 P_s に基づいて基準圧側ダイヤフラム25aに圧力を印加することで、第1実施形態の効果に加えて、検出器20を引き上げることなく校正をすることができる。

[0057] 以上述べた少なくとも1つの実施形態にかかる割出装置50などによれば、特定の物理量を検出する検出器20に新たな機器を追加することなく検出地点における放射線量を割り出すことができる。

[0058] 本発明のいくつかの実施形態を説明したが、これらの実施形態は、例として提示したものであり、発明の範囲を限定することは意図していない。

これら実施形態は、その他の様々な形態で実施されることが可能であり、発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々の省略、置き換え、変更、組み合わせを行うことができる。

これら実施形態やその変形は、発明の範囲や要旨に含まれると同様に、特許請求の範囲に記載された発明とその均等の範囲に含まれるものである。

[0059] 例えば、各実施形態では水位が検出される液体を放射能汚染液体に限定して説明したが、本発明は、対象が放射能汚染液体に限定されない。

符号の説明

[0060] 10…測定装置（投込式水位計）、12…校正部、13…信号線、14…

変換部、16…印加部、17…表示部、18…強化線、19…三方弁、20…検出器、21…筐体、22…圧力センサ、23…中空ケーブル、24…入水孔、25(25a, 25b)…ダイヤフラム(基準圧側ダイヤフラム, 水圧側ダイヤフラム)、26…差分部、27…開口端、28…V/I変換素子、29…伝線、50…線量割出装置(割出装置)、51…記録部、52…相関保持部、53…第1推定部、54…第2推定部、56…比較部、57…線量算出部(算出部)、58…警告部、61(61a, 61b)…補助測定部(浸水部, 計測部)、61a(61)…バブラチューブ、90…線量割出機能付き測定装置(割出付き測定装置)、 P_{atm} …大気圧、 P_s …背圧、 P_w …水圧、 ΔP …差圧。

請求の範囲

- [請求項1] 検出した特定の物理量を V/I 変換素子で電圧から電流に変換して伝送する測定装置に実装される線量割出装置において、
- 放射線の照射によって、前記 V/I 変換素子が前記電圧の非入力時に出力するゼロ点電流および付与された既知の電圧に対して出力する電流値の真値からのずれ量を記録する記録部と、
- 予め取得した前記放射線の積算照射量と前記ゼロ点電流との相関を示すゼロ点シフトデータ、および前記積算照射量と前記ずれ量との相関を示すスパンシフトデータを保持する相関保持部と、
- 前記記録部に記録された前記ゼロ点電流および前記ゼロ点シフトデータに基づいて前記 V/I 変換素子の積算照射量を少なくとも1つ推定する第1推定部と、
- 前記記録部に記録された前記ずれ量および前記スパンシフトデータに基づいて前記 V/I 変換素子の積算照射量を少なくとも1つ推定する第2推定部と、
- 前記第1推定部および前記第2推定部がそれぞれ推定した前記積算照射量を比較して共通する積算照射量を真の積算照射量として特定する比較部と、を備えることを特徴とする線量割出装置。
- [請求項2] 前記真の積算照射量を検出開始からの期間で除算して放射線量を算出する算出部を備える請求項1に記載の線量割出装置。
- [請求項3] 記録時刻の異なる2以上の前記ゼロ点電流によって前記ゼロ点シフトデータの参照範囲を限定する請求項1に記載の線量割出装置。
- [請求項4] 記録時刻の異なる2以上の前記ずれ量によって前記スパンシフトデータの参照範囲を限定する請求項1に記載の線量割出装置。
- [請求項5] 特定した前記真の積算照射量が既定の閾値より大きくなった場合に警告をする警告部を備える請求項1に記載の線量割出装置。
- [請求項6] 特定の物理量を電圧として検出する検出器と、
- 前記物理量を前記電圧から電流に変換する V/I 変換素子と、

放射線の照射によって、前記 V/I 変換素子が前記電圧の非入力時に出力するゼロ点電流および付与された既知の電圧に対して出力する電流値の真値からのずれ量を記録する記録部と、

予め取得した前記放射線の積算照射量と前記ゼロ点電流との相関を示すゼロ点シフトデータ、および前記積算照射量と前記ずれ量との相関を示すスパンシフトデータを保持する相関保持部と、

前記記録部に記録された前記ゼロ点電流および前記ゼロ点シフトデータに基づいて前記 V/I 変換素子の積算照射量を少なくとも1つ推定する第1推定部と、

前記記録部に記録された前記ずれ量および前記スパンシフトデータに基づいて前記 V/I 変換素子の積算照射量を少なくとも1つ推定する第2推定部と、

前記第1推定部および前記第2推定部がそれぞれ推定した前記積算照射量を比較して共通する積算照射量を真の積算照射量として特定する比較部と、を備えることを特徴とする線量割出機能付き測定装置。

[請求項7] 前記検出器は、ダイヤフラム式圧力検出器またはばね式圧力検出器である請求項6に記載の線量割出機能付き測定装置。

[請求項8] 前記検出器は複数設けられてそれぞれ異なる設置箇所に設置される請求項6に記載の線量割出機能付き測定装置。

[請求項9] 前記測定装置は、投込式水圧計である請求項6に記載の線量割出機能付き測定装置。

[請求項10] 前記検出器は、一部が液体中に開放された筐体の内部を圧力センサで封止して、前記圧力センサが液体から受ける水圧と前記筐体に接続された中空ケーブルによって前記内部から受ける大気圧との差圧を検出し、

前記検出器の外表面に固定されて前記検出器が受ける前記水圧を計測する計測部と、

前記計測部で計測された計測水圧を前記中空ケーブルから印加する

印加部と、を備える請求項 6 に記載の線量割出機能付き測定装置。

[請求項 11] 検出した特定の物理量を V/I 変換素子で電圧から電流に変換して伝送する測定装置を用いた線量割出方法において、

放射線の照射によって、前記 V/I 変換素子が前記電圧の非入力時に出力するゼロ点電流および付与された既知の電圧に対して出力する電流値の真値からのずれ量を取得するステップと、

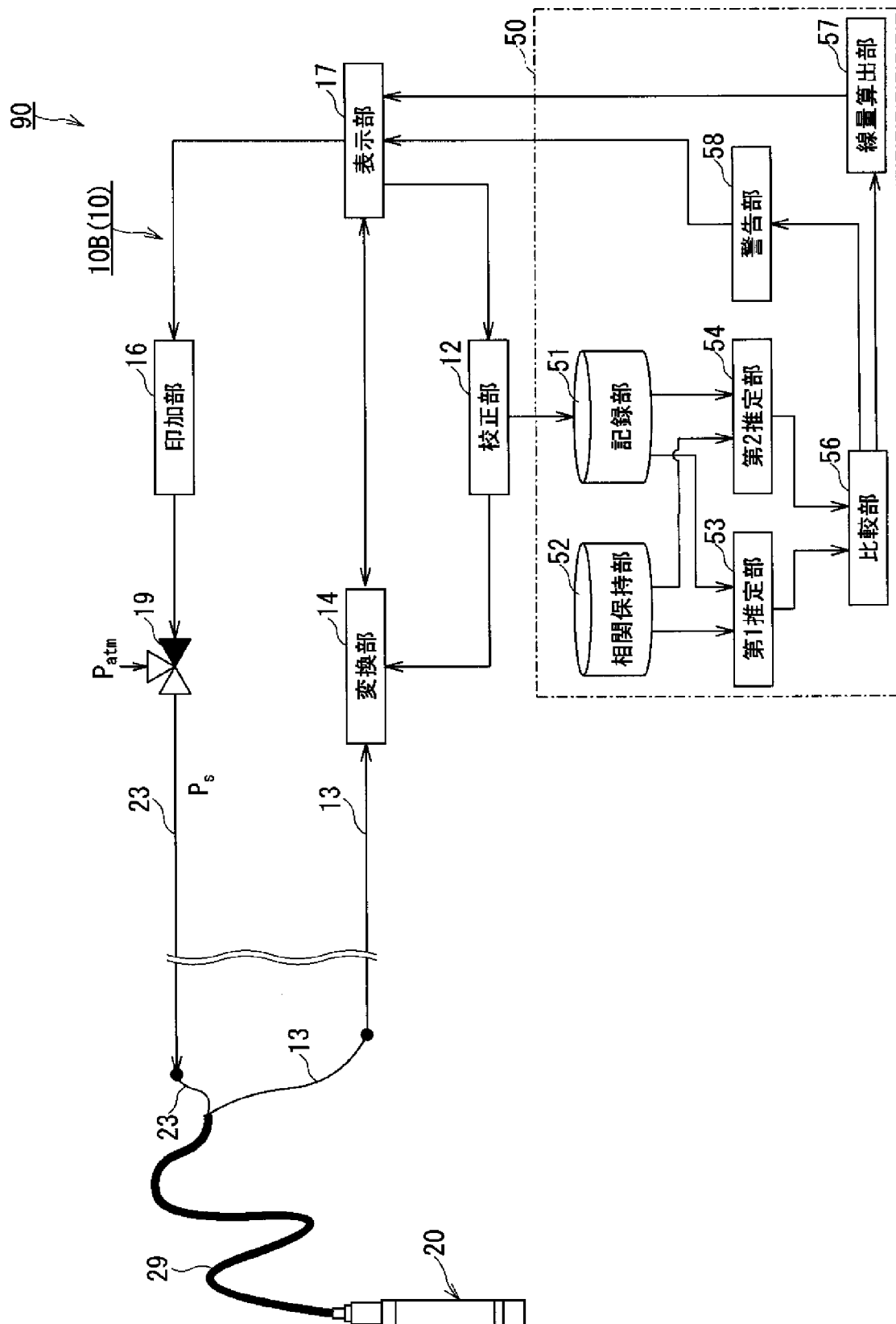
予め取得した前記放射線の積算照射量と前記ゼロ点電流との相関を示すゼロ点シフトデータ、および前記積算照射量と前記ずれ量との相関を示すスパンシフトデータを参照するステップと、

記録された前記ゼロ点電流および前記ゼロ点シフトデータに基づいて前記 V/I 変換素子の積算照射量を少なくとも 1 つ推定する第 1 推定ステップと、

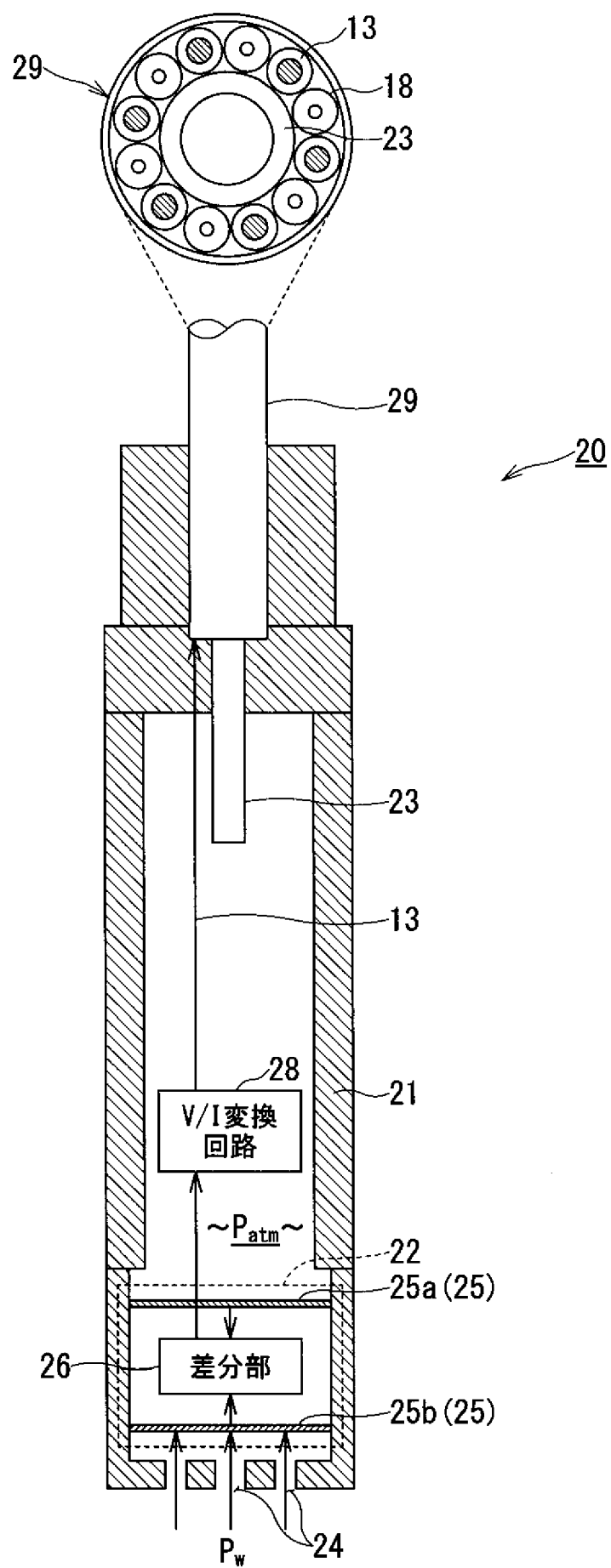
記録された前記ずれ量および前記スパンシフトデータに基づいて前記 V/I 変換素子の積算照射量を少なくとも 1 つ推定する第 2 推定ステップと、

前記第 1 推定ステップおよび前記第 2 推定ステップで推定したそれぞれの積算照射量を比較して共通する積算照射量を真の積算照射量とするステップと、を含むことを特徴とする線量割出方法。

[図1]

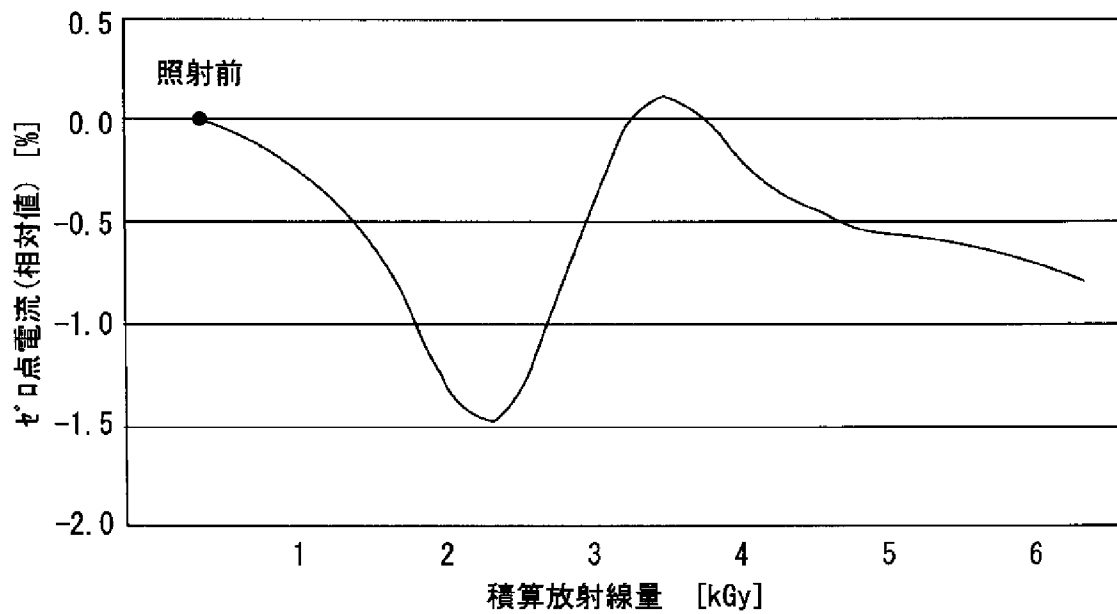


[図2]

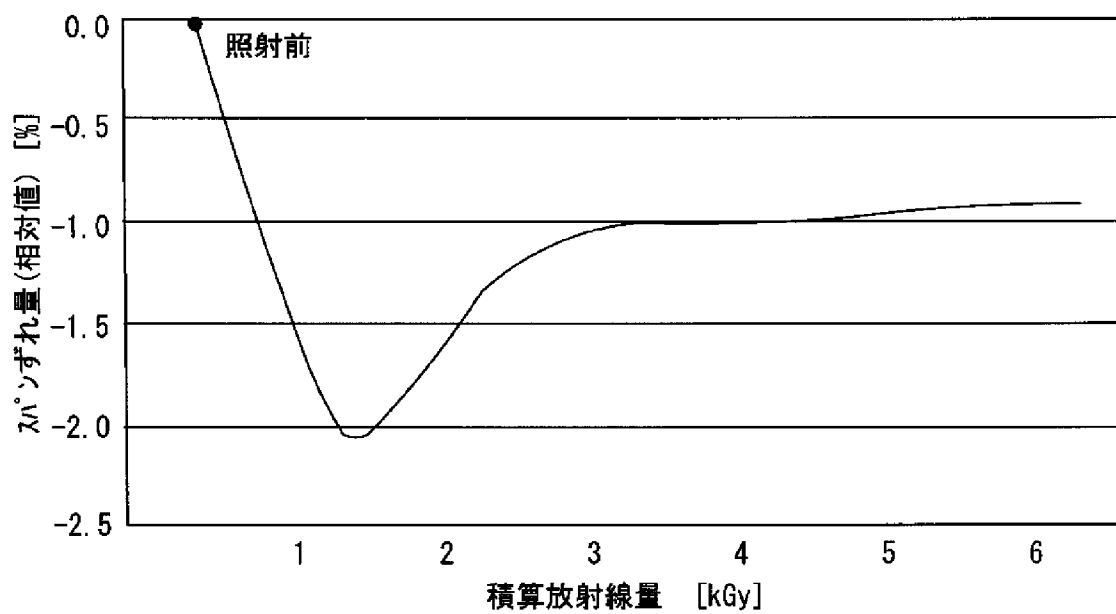


[図3]

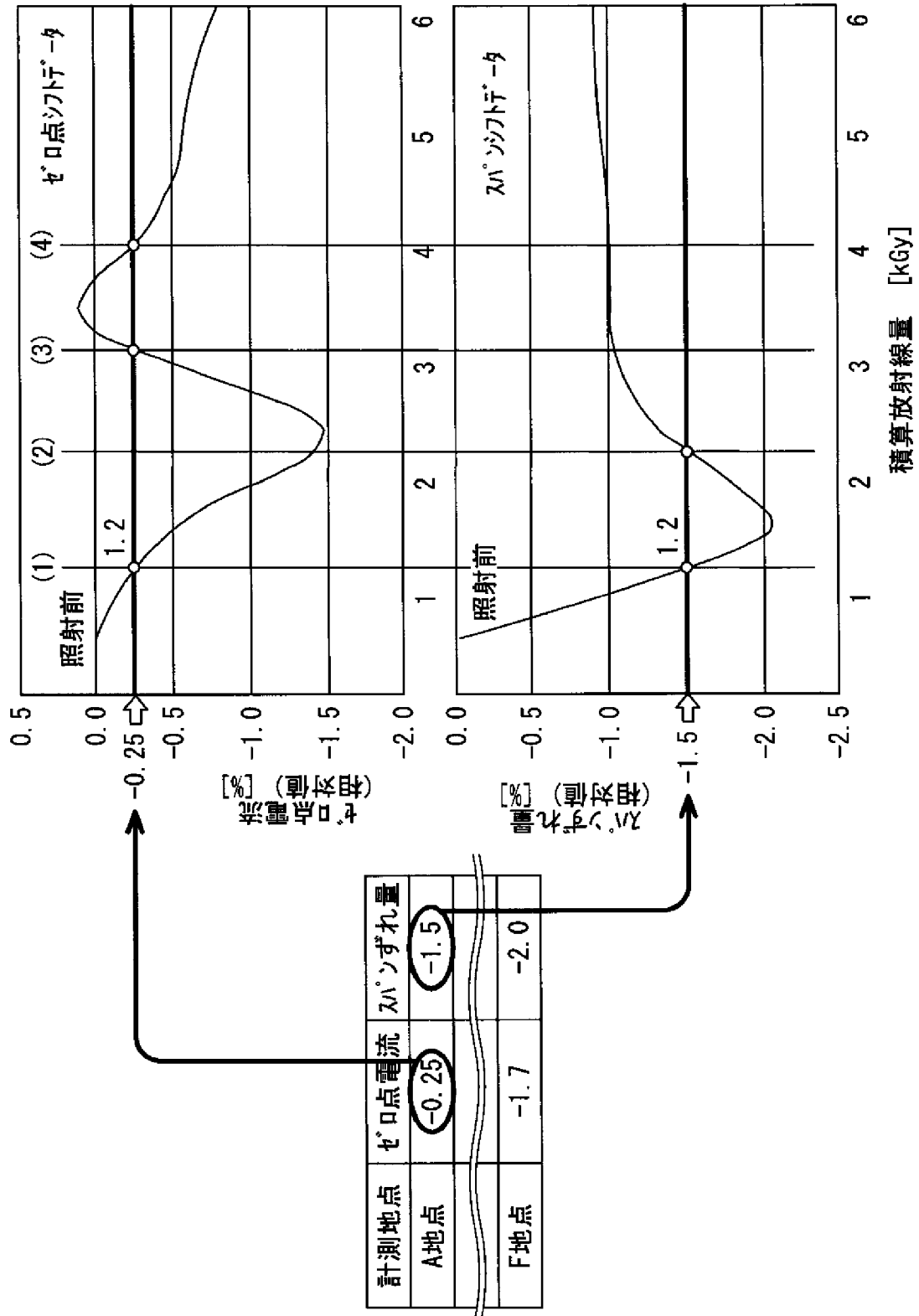
(A) ゼロ点シフトデータ



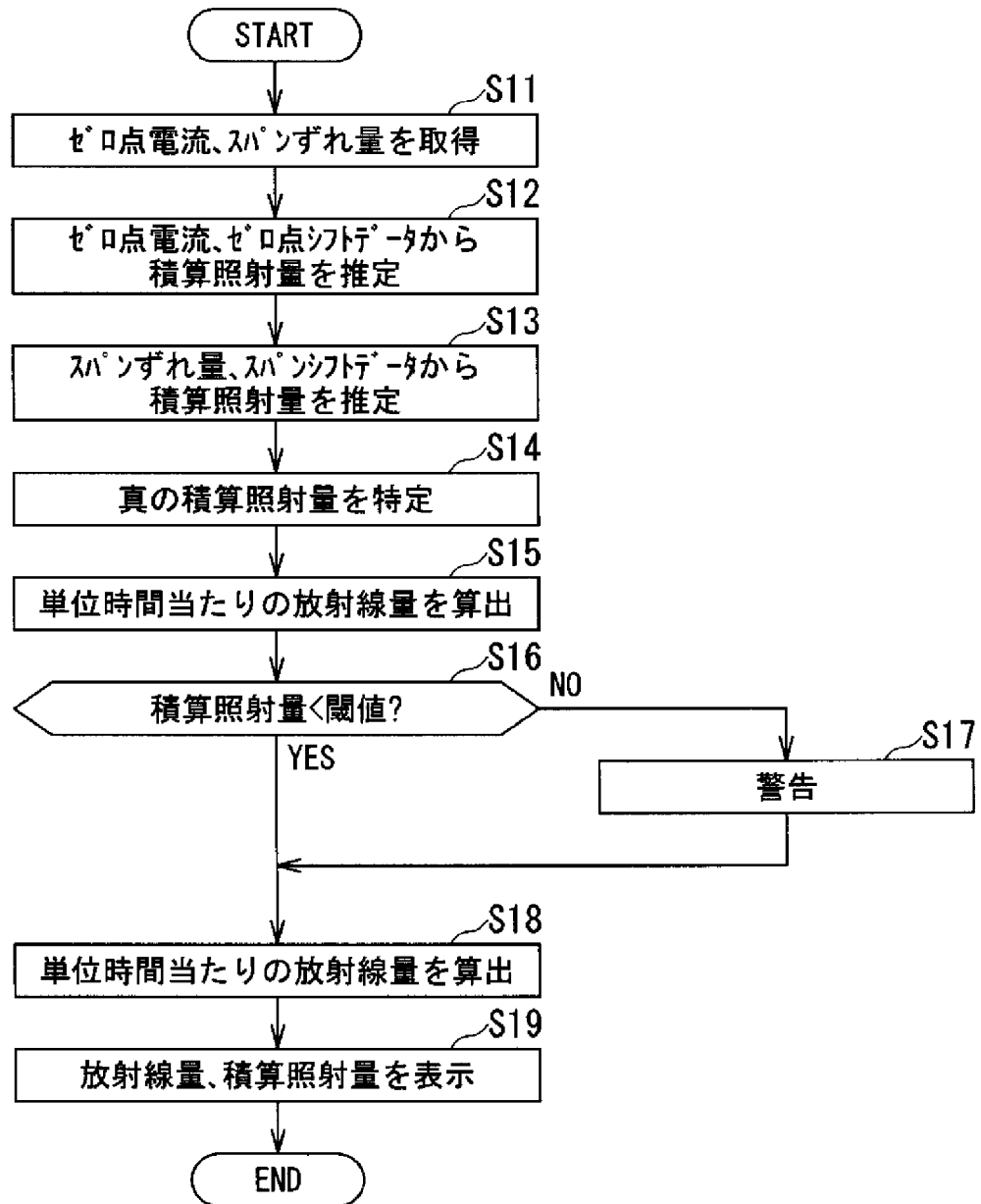
(B) スパンシフトデータ



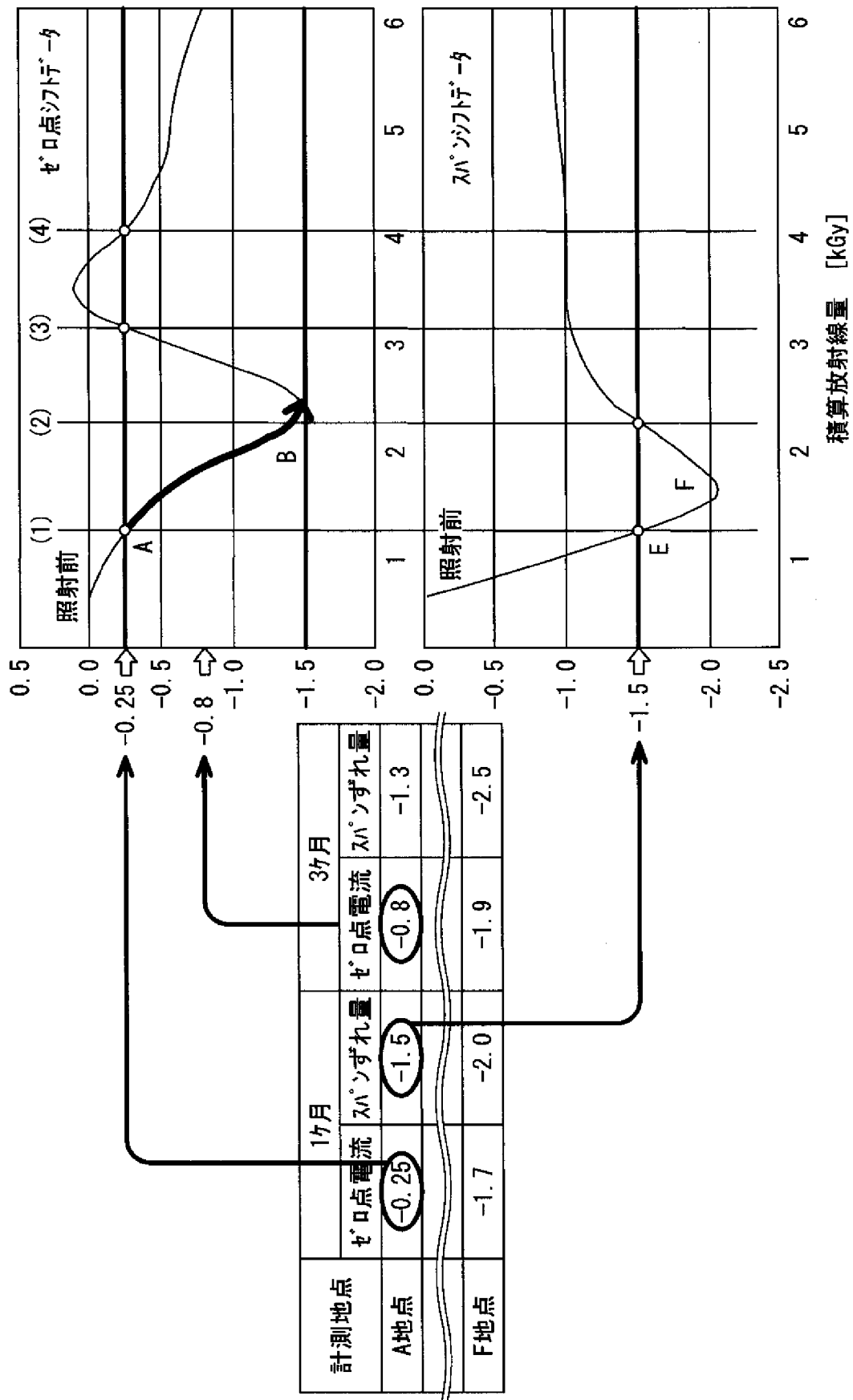
[図4]



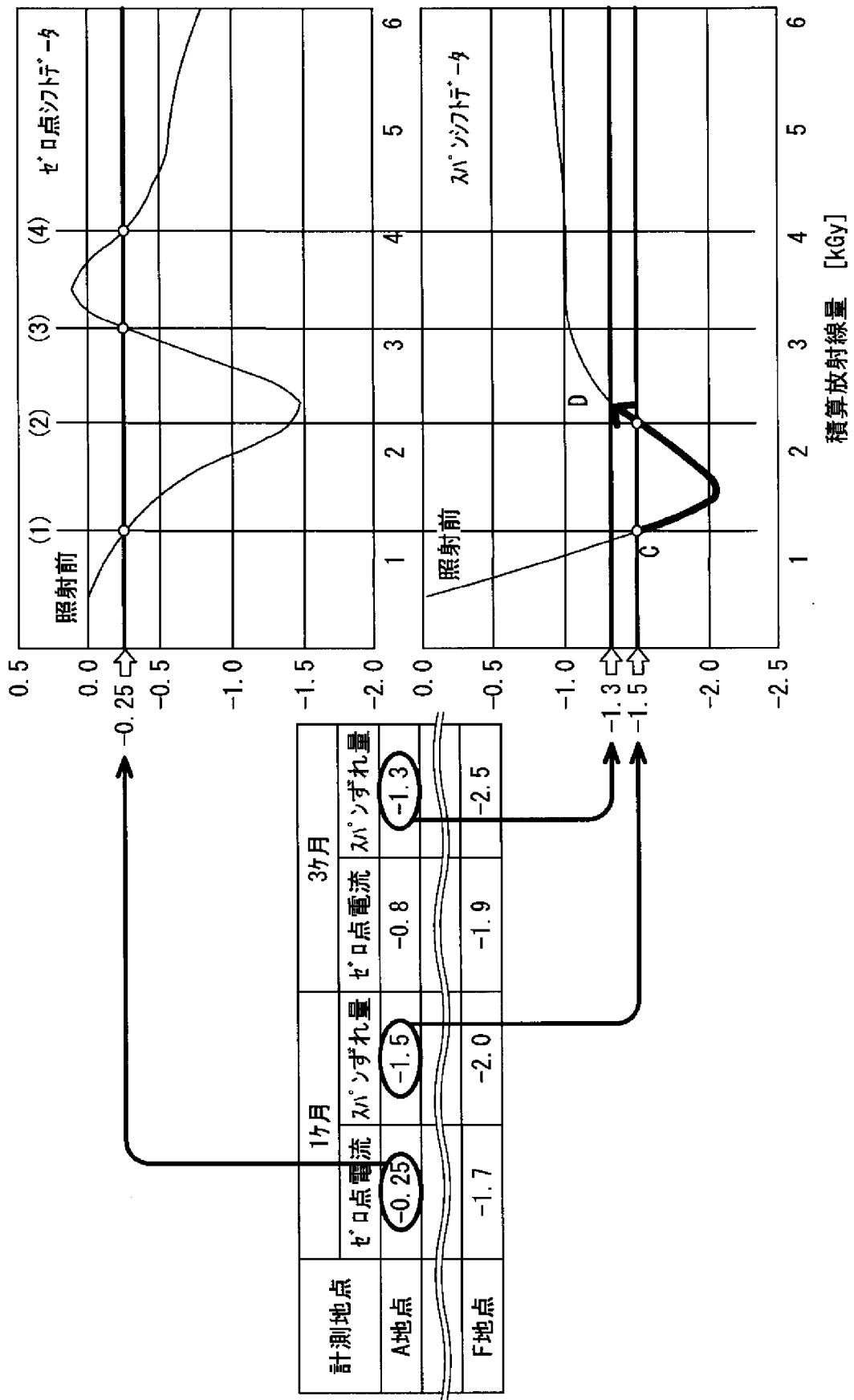
[図5]



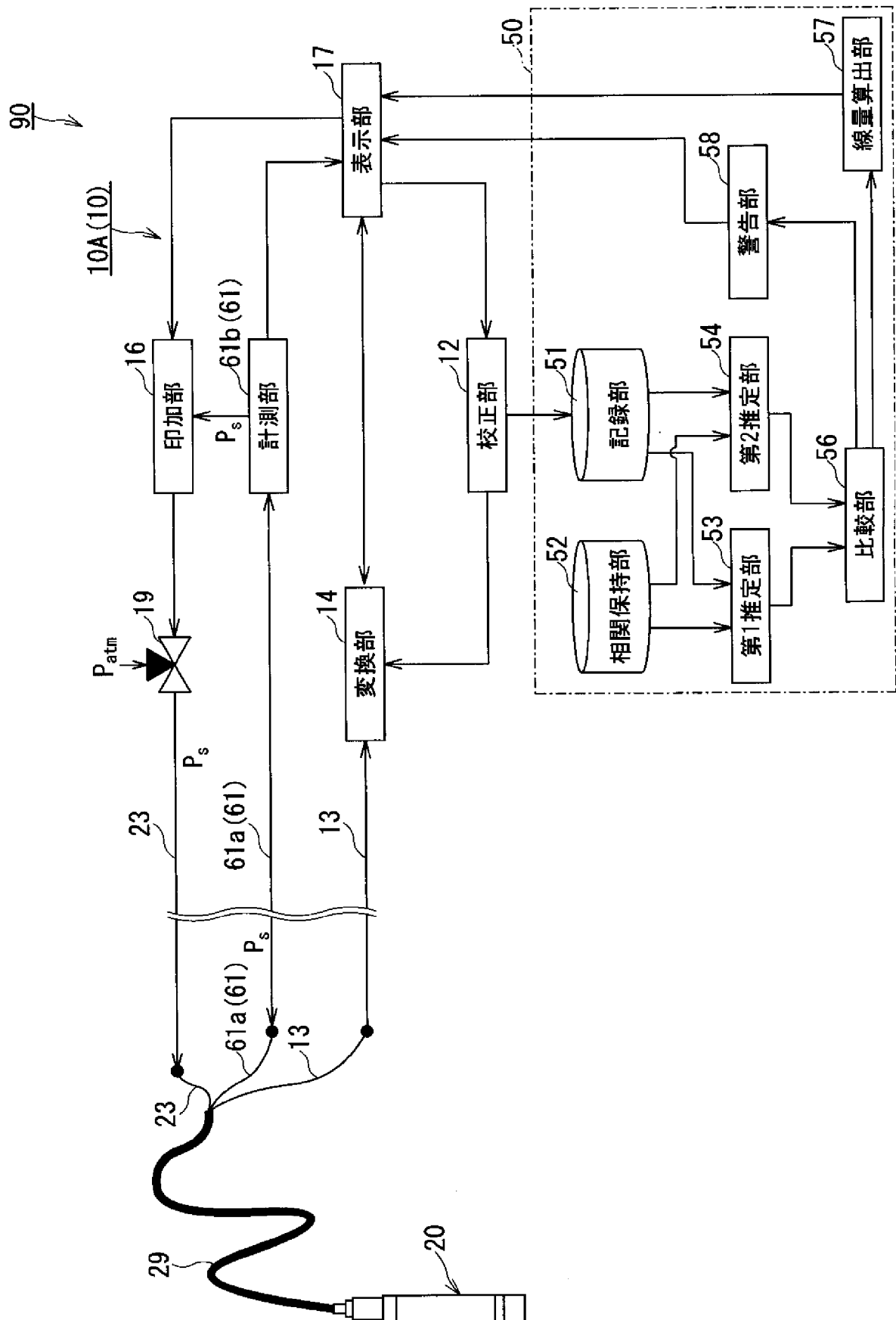
[図6]



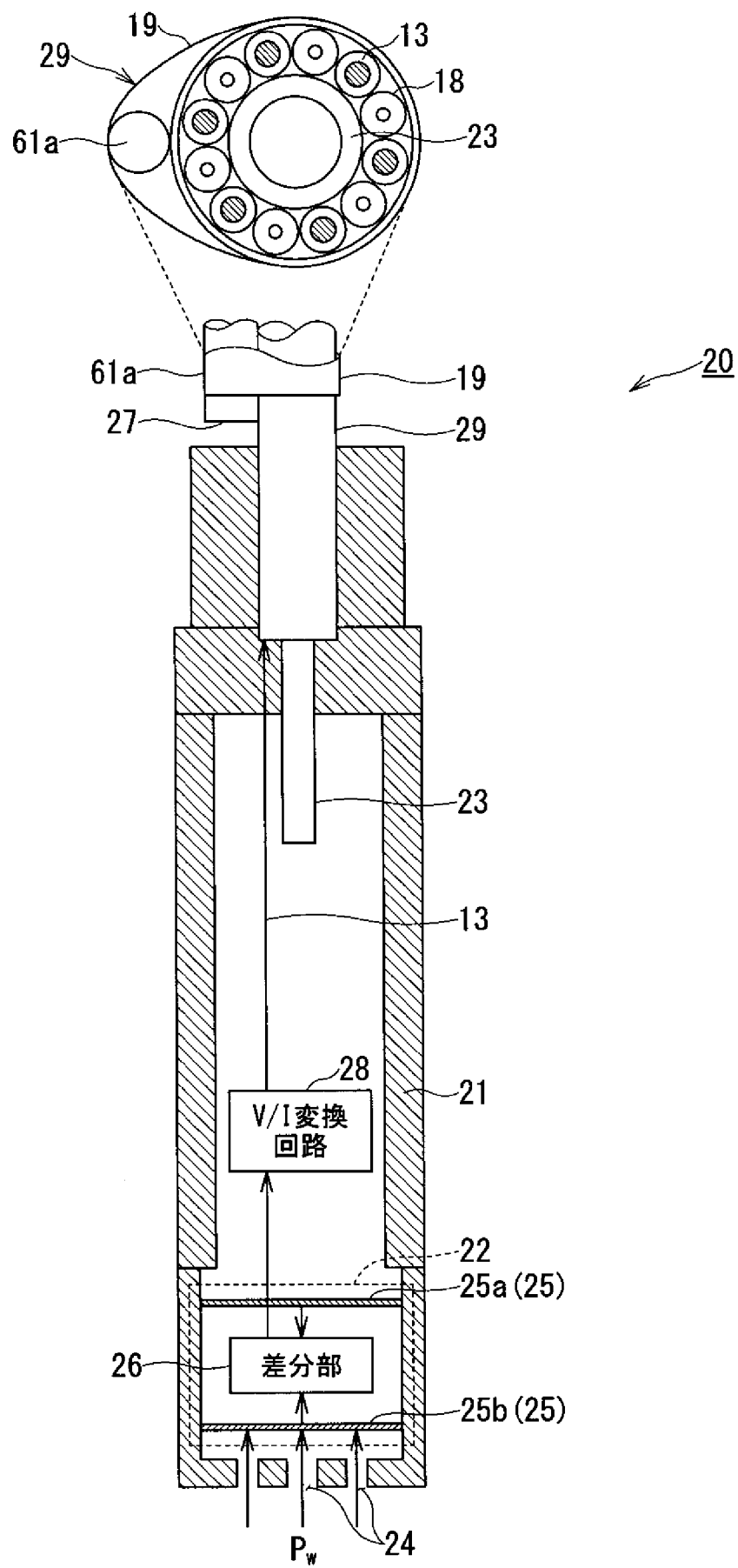
[図7]



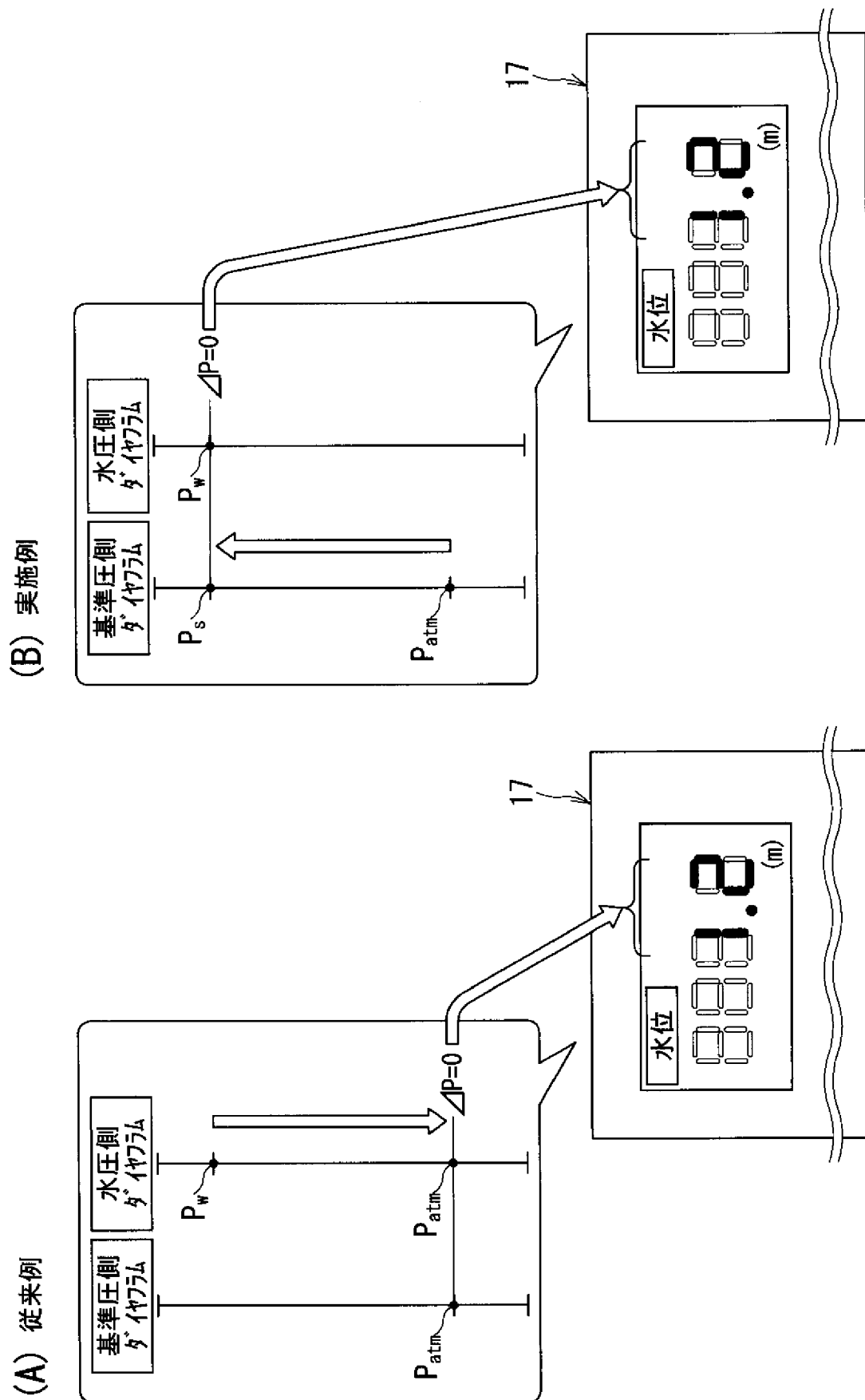
[図8]



[図9]



[図10]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/085546

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01T1/16(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)

G01F23/00, 23/14-23/296, G01T1/00-1/16, 1/167-7/12, 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	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2017

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.
A	JP 2011-137770 A (Hitachi, Ltd.), 14 July 2011 (14.07.2011), entire text; all drawings (Family: none)	1-11
A	JP 63-279191 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 16 November 1988 (16.11.1988), entire text; all drawings (Family: none)	1-11

☐ 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
08 February 2017 (08.02.17)

Date of mailing of the international search report
21 February 2017 (21.02.17)

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

Authorized officer

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. G01T1/16(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. G01F23/00, 23/14-23/296, G01T1/00-1/16, 1/167-7/12, 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	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2017年
日本国実用新案登録公報	1996-2017年
日本国登録実用新案公報	1994-2017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
A	JP 2011-137770 A (株式会社日立製作所) 2011.07.14, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-11
A	JP 63-279191 A (松下電器産業株式会社) 1988.11.16, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-11

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

08.02.2017

国際調査報告の発送日

21.02.2017

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)

藤原 伸二

電話番号 03-3581-1101 内線 3272

21

8355