

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号  
特許第6523941号  
(P6523941)

(45) 発行日 令和1年6月5日(2019.6.5)

(24) 登録日 令和1年5月10日(2019.5.10)

(51) Int.Cl.

F I

GO 1 M 3/24 (2006.01)

GO 1 M 3/24 A

GO 1 F 1/00 (2006.01)

GO 1 F 1/00 T

請求項の数 9 (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2015-247193 (P2015-247193)	(73) 特許権者	000003078
(22) 出願日	平成27年12月18日 (2015.12.18)		株式会社東芝
(65) 公開番号	特開2017-111078 (P2017-111078A)		東京都港区芝浦一丁目1番1号
(43) 公開日	平成29年6月22日 (2017.6.22)	(73) 特許権者	598076591
審査請求日	平成30年3月14日 (2018.3.14)		東芝インフラシステムズ株式会社
			神奈川県川崎市幸区堀川町7番地34
		(74) 代理人	100108855
			弁理士 蔵田 昌俊
		(74) 代理人	100103034
			弁理士 野河 信久
		(74) 代理人	100075672
			弁理士 峰 隆司
		(74) 代理人	100153051
			弁理士 河野 直樹

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 漏水検出装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

水道管から供給される水の量を計測する計測装置の表示部を撮影する撮影部と、  
前記水道管から生じる振動及び音響、又は、これらのいずれか一方を検出するセンサと、

前記センサにより検出された検出結果を処理するアナログ回路と、  
前記アナログ回路へ起動指示を与えた後、起動動作が完了するまでの間に、前記撮影部に撮影を実施させ、かつ、前記撮影により得られた画像データの出力を完了させ、前記アナログ回路の起動動作の完了後に前記センサによる検出を開始させるデータ処理部とを具備する漏水検出装置。

【請求項 2】

前記データ処理部は、前記撮影部によって撮影された画像に含まれる計測値を、OCR機能により、文字情報に変換することを特徴とする、請求項 1 に記載の漏水検出装置。

【請求項 3】

前記撮影部による撮影のため光を提供する光源をさらに具備し、  
前記データ処理部は、前記撮影部による撮影前に前記光源を点灯させ、前記撮影部による撮影の終了後に消灯させる、請求項 1 または 2 に記載の漏水検出装置。

【請求項 4】

前記光源によって提供される光を拡散させる光拡散部を、前記撮影部と、前記光源との間に具備した、請求項 3 に記載の漏水検出装置。

## 【請求項 5】

前記撮影部を囲むように設けられ、前記表示部に照射される外部からの光を遮る遮光部をさらに具備し、

前記光源は遮光部内に設けられていることを特徴とする、請求項 3 に記載の漏水検出装置。

## 【請求項 6】

前記遮光部は、前記計測装置と接触する接触部を有し、

前記撮影部は、前記計測装置と前記遮光部の接触部とが接触する場合、前記表示部と対向するように設けられ、

前記光源は、光の照射方向が、前記撮影部の撮影方向に対して予め設定される角度以上斜めになるように配置される、請求項 5 に記載の漏水検出装置。

10

## 【請求項 7】

前記撮影部を囲むように設けられ、前記表示部に照射される外部からの光を遮る遮光部をさらに具備し、

前記遮光部は、前記撮影部による撮影のための光を外部から取り入れる光取入窓を有することを特徴とする、請求項 1 または 2 に記載の漏水検出装置。

## 【請求項 8】

前記光取入窓から取り入れられる外部からの光を拡散させる光拡散部を、前記撮影部と、前記光取入窓との間に備える、請求項 7 に記載の漏水検出装置。

## 【請求項 9】

20

水道管における漏水を検出する漏水検出装置であって、

前記水道管から供給された水の量を計測する水道メータの表示部を撮影する撮影部と、

前記撮影部による撮影のために、漏水検出装置本体が、前記水道メータに載置された場合、前記水道メータに接触し、前記水道管から生じる振動及び音響、又は、これらのいずれか一方を検出するセンサと、

前記センサにより検出された検出結果を処理するアナログ回路と、

前記アナログ回路へ起動指示を与えた後、起動動作が完了するまでの間に、前記撮影部に撮影を実施させ、かつ、前記撮影により得られた画像データの出力を完了させ、前記アナログ回路の起動動作の完了後に前記センサによる検出を開始させるデータ処理部と、  
を備える漏水検出装置。

30

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明の実施形態は、水道管からの漏水検出を行うための漏水検出装置に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

従来、水道管の弁及び水道メータが設置されている水道管において、漏水の有無を判定するためには、調査員が水道メータ部分等において、水道管上の振動を、音聴棒、および、電子式の音聴器を用いて自分の耳で聞くことによって判定するという手法が採用されている。

40

## 【0003】

この手法により漏水の有無を正確に判定するためには、漏水時に発生する音を聞き分けられることができる、高度な熟練度が必要である。

## 【0004】

しかしながら、このような熟練度が高い調査員は全国的に見ても少なく、非常に貴重な存在である。また、熟練度が高い調査員が調査をしても、一日で100件程度の調査しかできない。そのために、件数の多い各戸の漏水調査等を実施するには、非常に多くの時間が費やされている。

## 【0005】

ところで、水道メータ部分で振動信号をとらえ、一定レベル以上の信号が単位時間内に

50

占める割合を時間積分率として求め、その値が一定レベルを超えた場合に漏水があると判定する漏水検出装置が提案されている。この種の漏水検出装置を利用すれば、2ヶ月に一度程度実施される水道メータの検針時に、検針員が検針と同時に、各戸の漏水検出調査も行うことが可能となる。

【0006】

しかしながら、現状、漏水検出装置を用いた漏水検出調査と、水道メータの検針作業とは別々に実施されている。すなわち、検針員は、水道メータの計測値を目視で読み取り、検針用ハンディターミナルにその計測値を入力することで検針作業を実施する。また、検針員は、検針作業を実施した後、漏水検出装置を水道メータに一定時間設置することで漏水検出調査を実施する。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【特許文献1】特開平6-146346号公報

【特許文献2】特開昭61-213647号公報

【特許文献3】特開昭64-25025号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

以上のように、従来は、検針員が検針時において、検針作業を実施した後、漏水検出調査を実施していたため、効率が悪く、検針員の負担となっている。

20

【0009】

そこで目的は、検針員の負担の軽減を図ることができる漏水検出装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0010】

実施形態の漏水検出装置は、撮影部、センサ、アナログ回路、およびデータ処理部を具備する。撮影部は、水道管から供給される水の量を計測する計測装置の表示部を撮影する。センサは、水道管から生じる振動及び音響、又は、これらのいずれか一方を検出する。アナログ回路は、センサにより検出された検出結果を処理する。データ処理部は、アナログ回路へ起動指示を与えた後、起動動作が完了するまでの間に、撮影部に撮影を実施させ、かつ、撮影により得られた画像データの出力を完了させ、アナログ回路の起動動作の完了後にセンサによる検出を開始させる。

30

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】第1の実施形態の漏水検出装置の構成例を示す模式図である。

【図2】第1の実施形態の漏水検出装置が水道メータ上に載置された状態を示す概念図である。

【図3】第1の実施形態の漏水検出装置の構成例を示す機能ブロック図である。

【図4】図2における上方向から水道メータを見た場合に観察される、表示部の一例を示す模式図である。

40

【図5】数値が変動途中である計測値の一例を示す概念図である。

【図6】第1の実施形態の漏水検出装置の動作例を示すタイミングチャートである。

【図7】図6におけるステップS22でなされる動作の詳細を示すフローチャートである。

【図8】時間積分率を算出するための原理を説明するための概念図である。

【図9】第2の実施形態の漏水検出装置の構成例を示す模式図である。

【図10】第3の実施形態の漏水検出装置の構成例を示す模式図である。

【図11】第3の実施形態の漏水検出装置の変形構成例を示す模式図である。

【図12】その他の実施形態の漏水検出装置の構成例を示す模式図である。

50

**【発明を実施するための形態】****【0012】**

以下、本願に係る計測値読取機能付き漏水検出装置の各実施形態を、図面を参照して説明する。

**【0013】**

(第1の実施形態)

第1の実施形態に係る計測値読取機能付き漏水検出装置10(以下、単に「漏水検出装置10」と称する)について、図1～図8を用いて説明する。

**【0014】**

図1は、第1の実施形態の漏水検出装置10の構成例を示す模式図である。また、図2は、図1に示すような漏水検出装置10が水道メータ100上に載置された状態を示す概念図である。

10

**【0015】**

漏水検出装置10は、検針開始スイッチ11、カメラ12、LED14、センサ16、フード60、及び装置本体17を具備する。検針開始スイッチ11は、漏水検出装置10の動作開始を指示するスイッチである。

**【0016】**

カメラ12は、撮影部の一例である。カメラ12は、漏水検出装置10が水道メータ100上に載置された場合に表示部102の表面に対向する位置に設けられる。後述するOCR処理部33による文字の読み取り精度を向上させるため、カメラ12の撮像方向Fと表示部102の表面に対する垂直方向とが一致するように配置するのが望ましい。なお、カメラ12の代わりにスキャナを用いるようにしても良い。

20

**【0017】**

LED14は、カメラ12による撮影のための光源である。LED14は、フード60の内部における、カメラ12の画角から外れた位置に設けられる。フード60の内部においてLED14は、LED14から照射されて表示部102の表面(例えば、ガラス面)で反射された反射光が、カメラ12に直接的に入射しない位置に配置される。例えば、LED14は、図1の一点鎖線で示される光の照射方向が、カメラ12の撮影方向Fに対し、所定の角度以上斜めになるように配置される。なお、図1および図2では、LED14が2つ設けられる場合を例に示しているが、設けられるLED14の数は、2つに限らない。カメラ12での撮影に十分な光量を確保可能であれば、設けられるLED14の数は、1つでもよいし、3つ以上でもよい。

30

**【0018】**

センサ16は、水道管110からの漏水検出のために、水道管110上を伝搬する微小な振動や音響を検出するセンサである。センサ16は、例えば、振動センサや、音響センサ(例えば、マイク)のうちの少なくとも1つを含む。センサ16は、漏水検出装置10が水道メータ100上に載置された場合に、水道メータ100と接し、かつ、カメラ12による計測値104の撮影を妨害しない位置に設けられる。

**【0019】**

フード60は、例えば、太陽光等の外部からの光を遮光する遮光部である。フード60は、略お碗型形状をしており、開口部601を有する。開口部601は、漏水検出装置10が水道メータ100上に載置された場合に少なくとも水道メータ100の表面を覆うことが出来る程度の直径を有する。漏水検出装置10が水道メータ100上に載置された場合に水道メータ100と接触する接触部602は、後述するOCR処理部33による文字の読み取り精度を向上させるため、カメラ12の撮影方向Fに対し垂直であることが望ましい。お碗型形状の底部の略中央部には、カメラ12が配置され、フード60がカメラ12を囲むようになっている。

40

**【0020】**

本実施形態に係わる漏水検出装置10は、図2に示されるように、水道管110から供給される水の量を計測する計測装置である水道メータ100に、フード60の接触部60

50

2 が水道メータ 1 0 0 と接触するように載置される。漏水検出装置 1 0 が水道メータ 1 0 0 に載置されることで、フード 6 0 が表示部 1 0 2 の表面を覆い、表示部 1 0 2 への直射日光が遮られる。また、漏水検出装置 1 0 が水道メータ 1 0 0 に載置されることで、カメラ 1 2 が表示部 1 0 2 と対向する。また、漏水検出装置 1 0 が水道メータ 1 0 0 に載置されることで、センサ 1 6 が水道メータ 1 0 0 に接触する。漏水検出装置 1 0 は、水道メータ 1 0 0 に載置された状態で、カメラ 1 2 により表示部 1 0 2 に表示される計測値 1 0 4 を撮影し、センサ 1 6 により水道管 1 1 0 からの漏水を検出する。

#### 【 0 0 2 1 】

漏水検出装置 1 0 は、検針用ハンディターミナル 2 0 0 と無線通信により互いに連携的に動作する。例えば、漏水検出装置 1 0 は、検針用ハンディターミナル 2 0 0 からの起動信号を受け付け、動作を開始してもよい。また、漏水検出装置 1 0 は、検針結果を検針用ハンディターミナル 2 0 0 へ送信する。漏水検出装置 1 0 および検針用ハンディターミナル 2 0 0 は、検針員が各個別宅に検針を行う際に携帯して使用される。

10

#### 【 0 0 2 2 】

図 3 は、本実施形態の漏水検出装置 1 0 の構成例を示す機能ブロック図である。

#### 【 0 0 2 3 】

図 3 に例示されるように、漏水検出装置 1 0 は、カメラ 1 2 と、LED 1 4 と、センサ 1 6 と、装置本体 1 7 とを備えている。装置本体 1 7 は、増幅部 1 8 と、フィルタ部 2 0 と、A / D 変換部 2 2 と、データ処理部 3 0 と、記録装置 4 0 と、データ送信部 5 0 とを備えている。

20

#### 【 0 0 2 4 】

データ処理部 3 0 は、例えば、図示していないが、CPU (Central Processing Unit)、並びに、CPU が処理を実行するためのアプリケーション・プログラムやデータを格納する ROM (Read Only Memory) 及び RAM (Random Access Memory) 等を備える。データ処理部 3 0 は、ROM に格納されたアプリケーション・プログラムを、RAM を利用して CPU に実行させることで、図 3 に示される制御部 3 1、読込部 3 2、OCR (光学文字認識) 処理部 3 3、録音部 3 4、および時間積分率算出部 3 5 の機能を実現する。

#### 【 0 0 2 5 】

記録装置 4 0 は、例えば、半導体メモリ等を含み、画像記録部 4 1 と、検針値記録部 4 2 と、録音結果記録部 4 3 と、時間積分率記録部 4 4 との記録領域を備えている。

30

#### 【 0 0 2 6 】

図 4 は、図 2 における上方向から水道メータ 1 0 0 を見た場合に観察される、表示部 1 0 2 の一例を示す模式図である。表示部 1 0 2 は、図 2 に示すように、水道メータ 1 0 0 の上部に設けられる。表示部 1 0 2 は、水道メータ 1 0 0 により計測される水の量を表す計測値 1 0 4 を表示する。

#### 【 0 0 2 7 】

カメラ 1 2 は、漏水検出装置 1 0 が水道メータ 1 0 0 上に載置された場合、対向する表示部 1 0 2 を撮影する。カメラ 1 2 は、計測値 1 0 4 を含む表示部 1 0 2 を撮影すると、その画像データ  $a_0$  を、パラレルバスやシリアルバス等のインタフェース (図示せず) を経由して読込部 3 2 へ出力する。なお、画像データ  $a_0$  には、カメラ 1 2 によって、撮影時刻情報  $b$  が付加されている。

40

#### 【 0 0 2 8 】

LED 1 4 は、制御部 3 1 からの制御に従い、点灯、又は消灯する。これにより、LED 1 4 は、カメラ 1 2 による撮影前にのみ点灯され、撮影後には直ちに消灯されるようになり、電力を供給する電池 (図示せず) の電力を節約することが可能となる。

#### 【 0 0 2 9 】

読込部 3 2 は、カメラ 1 2 から出力された画像データ  $a_0$  を受け取る。また、制御部 3 1 より、検針されている水道メータ 1 0 0 の識別番号等の識別情報  $g$  を受け取る。そして、画像データ  $a_0$  および識別情報  $g$  を、記録のために画像記録部 4 1 へ、OCR 処理のために OCR 処理部 3 3 へ、それぞれ出力する。

50

## 【 0 0 3 0 】

画像記録部 4 1 は、読込部 3 2 から出力された画像データ  $a_0$  を、撮影時刻情報  $b$  および識別情報  $g$  とともに、記録する。

## 【 0 0 3 1 】

OCR 処理部 3 3 は、OCR (光学文字認識) 機能を用いて、画像データ  $a_0$  に撮影されている計測値 1 0 4 を、文字情報に変換する。例えば、画像データ  $a_0$  に、図 4 のように、「0 1 8 4 3」という計測値 1 0 4 が撮影されている場合、「0 1 8 4 3」という文字情報を認識する。なお、計測値 1 0 4 は、図 5 に示すように、数値が変動途中の状態もある。このような状態であっても、リールにおける数字の配置を予め記録しておけば、OCR 処理部 3 3 により、どの数値とどの数値との間の状態であるかを把握することが可能である。

10

## 【 0 0 3 2 】

漏水検出装置 1 0 は、OCR 処理部 3 3 によって、水道メータ 1 0 0 によって計測された通常 4 ~ 6 桁の検針値 ( $m^3$ ) を認識する。そして、OCR 処理部 3 3 は、認識した検針値  $h$  を、撮影時刻情報  $b$  および識別情報  $g$  とともに、記録のために検針値記録部 4 2 へ出力する。

## 【 0 0 3 3 】

検針値記録部 4 2 は、OCR 処理部 3 3 から出力された検針値  $h$  を、撮影時刻情報  $b$  および識別情報  $g$  とともに、記録する。

## 【 0 0 3 4 】

20

センサ 1 6 は、水道管 1 1 0 から生じる振動および音を検出すると、検出した振動および音を電気信号に変換し、振動電気信号  $c_0$  および音電気信号  $d_0$  を取得する。なお、振動電気信号  $c_0$  および音電気信号  $d_0$  には、それぞれ検出時に、センサ 1 6 によって検出時刻情報  $e$ 、 $f$  が付加される。なお、センサ 1 6 は、振動および音のいずれか一方を検出しても構わないが、本実施形態では、振動および音の両方が検出される場合を例に説明する。センサ 1 6 は、振動電気信号  $c_0$  および音電気信号  $d_0$  を、それぞれの検出時刻情報  $e$ 、 $f$  とともに、増幅部 1 8 へ出力する。

## 【 0 0 3 5 】

増幅部 1 8 は、センサ 1 6 から出力された振動電気信号  $c_0$  および音電気信号  $d_0$  を、それぞれ増幅し、増幅された振動電気信号  $c_1$  および音電気信号  $d_1$  を得る。また、制御部 3 1 より、検針されている水道メータ 1 0 0 の識別番号 (あるいは、顧客番号、住所) 等の識別情報  $g$  を受け取る。そして、振動電気信号  $c_1$  および音電気信号  $d_1$  を、検出時刻情報  $e$ 、 $f$  および識別情報  $g$  とともにフィルタ部 2 0 へ出力する。

30

## 【 0 0 3 6 】

フィルタ部 2 0 は、増幅部 1 8 から出力された振動電気信号  $c_1$  および音電気信号  $d_1$  に対して、車や人の通行等の低周波数の雑音除去やアンチエイリアジング等のフィルタ処理を行う。フィルタ部 2 0 は、フィルタ処理された振動電気信号  $c_2$  および音電気信号  $d_2$  を、検出時刻情報  $e$ 、 $f$  および識別情報  $g$  とともに A / D 変換部 2 2 へ出力する。

## 【 0 0 3 7 】

A / D 変換部 2 2 は、フィルタ部 2 0 から出力された振動電気信号  $c_2$  に対して、一定周期でのサンプリングを実施することにより、振動電気信号  $c_2$  を、デジタル信号である振動電気信号データ  $c_3$  に変換する。A / D 変換部 2 2 は、振動電気信号データ  $c_3$  を、検出時刻情報  $e$  および識別情報  $g$  とともに時間積分率算出部 3 5 へ出力する。A / D 変換部 2 2 は、フィルタ部 2 0 から出力された音電気信号  $d_2$  に対して、一定周期でのサンプリングを実施することにより、音電気信号  $d_2$  を、デジタル信号である音電気信号データ  $d_3$  に変換する。A / D 変換部 2 2 は、デジタル信号に変換された音電気信号データ  $d_3$  を、検出時刻情報  $f$  および識別情報  $g$  とともに録音部 3 4 へ出力する。

40

## 【 0 0 3 8 】

録音部 3 4 は、A / D 変換部 2 2 から出力された音電気信号データ  $d_3$  を、検出時刻情報  $f$  および識別情報  $g$  とともに、録音結果記録部 4 3 に記録させる。

50

## 【 0 0 3 9 】

時間積分率算出部 3 5 は、A / D 変換部 2 2 から出力された振動電気信号データ  $c_3$  を対象として、時間積分率を算出する。時間積分率の詳細については、後述する。そして、算出された時間積分率  $i$  を、検出時刻情報  $e$  および識別情報  $g$  とともに、時間積分率記録部 4 4 に記録させる。

## 【 0 0 4 0 】

録音結果記録部 4 3 は、録音部 3 4 から出力された音電気信号データ  $d_3$  を、検出時刻情報  $f$  および識別情報  $g$  とともに、音声ファイルフォーマット形式で記録する。

## 【 0 0 4 1 】

時間積分率記録部 4 4 は、時間積分率算出部 3 5 から出力された時間積分率  $i$  を、検出時刻情報  $e$  および識別情報  $g$  とともに、記録する。

10

## 【 0 0 4 2 】

データ送信部 5 0 は、検針用ハンディターミナル 2 0 0 と無線通信する機能を備えている。そして、画像記録部 4 1 に記録された画像データ  $a_0$ 、撮影時刻情報  $b$  および識別情報  $g$ 、検針値記録部 4 2 に記録された検針値  $h$ 、撮影時刻情報  $b$  および識別情報  $g$ 、録音結果記録部 4 3 に記録された音電気信号データ  $d_3$ 、検出時刻情報  $f$  および識別情報  $g$ 、時間積分率記録部 4 4 に記録された時間積分率  $i$ 、検出時刻情報  $e$  および識別情報  $g$  を、検針用ハンディターミナル 2 0 0 へ送信する。

## 【 0 0 4 3 】

制御部 3 1 は、漏水検出装置 1 0 に設けられる各部位の動作を制御する。例えば、検出のために、検針員が、水道メータ 1 0 0 の上に漏水検出装置 1 0 を載置し、この水道メータ 1 0 0 の識別番号等の識別情報  $g$  を入力し、漏水検出装置 1 0 の検針開始スイッチ 1 1 をオンした場合、あるいは、図 2 に示すように、検針員が、漏水検出装置 1 0 と無線によって通信可能な検針用ハンディターミナル 2 0 0 から開始指令を入力すると、制御部 3 1 は、増幅部 1 8、フィルタ部 2 0、および A / D 変換部 2 2 を実現するためのアナログ回路の起動を開始させるとともに、LED 1 4 を点灯させる。制御部 3 1 は、アナログ回路の起動動作中に、カメラ 1 2 による撮影を実行させ、撮影後に LED 1 4 を消灯させる。制御部 3 1 は、アナログ回路の起動動作中に、読込部 3 2 による撮影データの読込動作を実行させる。

20

## 【 0 0 4 4 】

そして、読込部 3 2 による撮影データの読込動作が終了し、かつアナログ回路の起動動作が完了すると、制御部 3 1 は、センサ 1 6 による検出を開始させ、その後、後続する増幅部 1 8、フィルタ部 2 0、A / D 変換部 2 2、録音部 3 4、時間積分率算出部 3 5、録音結果記録部 4 3、時間積分率記録部 4 4 による一連の処理を実行させる。

30

## 【 0 0 4 5 】

また、これら一連の処理と並行して、制御部 3 1 は、OCR 処理部 3 3、画像記録部 4 1、および検針値記録部 4 2 による動作を実行させる。そして、制御部 3 1 は、データ送信部 5 0 から検針用ハンディターミナル 2 0 0 へ向けて、データ  $j$  を送信させる。

## 【 0 0 4 6 】

検針用ハンディターミナル 2 0 0 は、データ送信部 5 0 から送信されたデータ  $j$  に基づいて、水道水の使用水量の算出と、漏水の可能性の有無の判定とを行う。

40

## 【 0 0 4 7 】

まず、検針用ハンディターミナル 2 0 0 による使用水量の算出手順について説明する。検針用ハンディターミナル 2 0 0 は、識別情報  $g$  に対応する前回の検針値  $h_0$  を記録している。したがって、データ送信部 5 0 からデータ  $j$  が送信されると、データ  $j$  に含まれる識別情報  $g$  に基づいて、この水道メータ 1 0 0 の前回の検針時における検針値  $h_0$  を取得する。そして、データ  $j$  に含まれる今回の検針値  $h$  から、前回の検針値  $h_0$  を減算することによって、前回の検針時からの水道水の使用水量を算出する。そして、その使用水量に基づいて、請求すべき水道料金を計算し、伝票を印刷する。

## 【 0 0 4 8 】

50

次に、検針用ハンディターミナル 200 による、漏水の可能性の有無の判定手順について説明する。検針用ハンディターミナル 200 は、データ j に含まれる時間積分率 i が、予め定められた判定基準時間積分率値を上回った場合は、漏水の可能性があると判定する。そして、漏水の可能性があると判定されると、さらに漏水の可能性を絞り込むため、音電気信号データ d<sub>3</sub> を元に周波数解析等の漏水音解析を行うことによって漏水の発生箇所を絞り込む。

【0049】

なお、上記説明では、漏水検出装置 10 と、検針用ハンディターミナル 200 とを別個のハードウェアとして説明しているが、漏水検出装置 10 と、検針用ハンディターミナル 200 とを一体化した構成とした場合であっても、本願発明における漏水検出装置と解される。

10

【0050】

次に、以上のように構成した本実施形態の漏水検出装置の動作例を、図 6 に示すタイミングチャートを用いて説明する。

【0051】

まず、本実施形態の漏水検出装置 10 を使用する場合には、検針員によって、水道メータ 100 の上に漏水検出装置 10 が載置される。

【0052】

次に、検針員によって、この水道メータ 100 の識別番号等の識別情報 g が、漏水検出装置 10 または検針用ハンディターミナル 200 に入力される。この入力は、例えば、水道メータ 100 に付された識別番号を、検針員が入力することによりなされる。また、この入力は、漏水検出装置 10 または検針用ハンディターミナル 200 が OCR 認識することによりなされてもよい。また、この入力は、水道メータ 100 に付されたバーコード等の識別情報を、漏水検出装置 10 または検針用ハンディターミナル 200 が読み取り、識別番号を認識することによりなされてもよい。

20

【0053】

水道メータ 100 上に漏水検出装置 10 が載置され、水道メータ 100 の識別番号が認識されると、漏水検出装置 10 による検針作業を開始することが可能となる。この検針作業の開始は、漏水検出装置 10 における検針開始スイッチ 11 が検針員によってオンされることによって、あるいは、検針用ハンディターミナル 200 に、検針員によって開始指令が入力されることによってなされる (S10)。

30

【0054】

検針員によるオンの入力、又は検針員による開始指令の入力による起動指示を受けて、消費電力低減のため電源をオフされていた増幅部 18、フィルタ部 20、および A/D 変換部 22 を実現するためのアナログ回路の電源が、制御部 31 によって起動される。また、起動指示を受けて、制御部 31 によって、LED14 が点灯される (S12)。

【0055】

これらアナログ回路は、起動が開始されてから、一連の起動動作を完了し、安定化するまでに、例えば約 1 ~ 5 秒を要する。この時間を利用して、カメラ 12 によって、水道メータ 100 の計測値 104 の撮影が実行される。LED14 が点灯されると、制御部 31 によって、撮影開始指示がカメラ 12 へ出力される (S14)。撮影が終了すると、消費電力低減のため、制御部 31 によって LED14 が直ちに消灯される (S16)。

40

【0056】

その後、カメラ 12 から、読込部 32 へと、カメラ 12 によって撮影された画像データ a<sub>0</sub> が、パラレルバスやシリアルバス等のインタフェース (図示せず) を経由して、撮影時刻情報 b とともに、読込部 32 へ出力される。また、読込部 32 へは、制御部 31 から、水道メータ 100 の識別番号等の識別情報 g も出力される (S18)。その後、OCR 処理部 33、画像記録部 41、および検針値記録部 42 による処理がなされる (S20)。

【0057】

50



また、ステップ S 1 8 の処理の完了後であって、かつ、アナログ回路の起動が完了し、安定化した後に、制御部 3 1 によって、ステップ S 2 0 の処理とほぼ並行して、センサ 1 6 による検出が開始され、その後、検出された信号に対する一連の処理が実行される ( S 2 2 )。このように、本実施形態の漏水検出装置 1 0 では、アナログ回路の起動動作がなされている間に、カメラ 1 2 によって画像データ  $a_0$  が撮影され、画像データ  $a_0$  から、OCR 機能により、水道メータ 1 0 0 が示す計測値 1 0 4 が文字情報に変換される。

【 0 0 5 8 】

前述したステップ S 2 0 でなされる動作は以下の通りである。

【 0 0 5 9 】

OCR 処理部 3 3 において、OCR 機能が用いられ、画像データ  $a_0$  に撮影されている計測値 1 0 4 が、文字情報に変換される。このようにして、OCR 処理部 3 3 によって、水道メータ 1 0 0 によって計測された通常 4 ~ 6 桁の検針値 ( $m^3$ ) が認識される。そして、認識した検針値  $h$  が、撮影時刻情報  $b$  および識別情報  $g$  とともに、OCR 処理部 3 3 から検針値記録部 4 2 へ送られ、記録される。また、画像データ  $a_0$  および識別情報  $g$  が、読込部 3 2 から画像記録部 4 1 へ送られ、記録される。

【 0 0 6 0 】

また、前述したステップ S 2 2 でなされる動作を、図 7 のフローチャートを用いて以下に説明する。

【 0 0 6 1 】

例えば、振動センサ、および音響センサのようなセンサ 1 6 によって、水道管 1 1 0 から生じる振動および音が検出される ( S 2 2 a )。これら振動および音は、センサ 1 6 によって、電気信号である振動電気信号  $c_0$  および音電気信号  $d_0$  に変換される ( S 2 2 b )。なお、振動電気信号  $c_0$  および音電気信号  $d_0$  には、それぞれ検出時に、センサ 1 6 によって検出時刻情報  $e$ 、 $f$  が付加される。そして、振動電気信号  $c_0$  および音電気信号  $d_0$  は、それぞれの検出時刻情報  $e$ 、 $f$  とともに、センサ 1 6 から増幅部 1 8 へ出力される。

【 0 0 6 2 】

増幅部 1 8 では、センサ 1 6 から出力された振動電気信号  $c_0$  および音電気信号  $d_0$  が、それぞれ増幅され、増幅された振動電気信号  $c_1$  および音電気信号  $d_1$  が得られる ( S 2 2 c )。また、制御部 3 1 より、検針対象の水道メータ 1 0 0 の識別番号 (あるいは、顧客番号、住所) 等の識別情報  $g$  が出力される。これら振動電気信号  $c_1$  および音電気信号  $d_1$  は、検出時刻情報  $e$ 、 $f$  および識別情報  $g$  とともに、増幅部 1 8 からフィルタ部 2 0 へ出力される。

【 0 0 6 3 】

フィルタ部 2 0 では、増幅部 1 8 から出力された振動電気信号  $c_1$  および音電気信号  $d_1$  に対して、車や人の通行等の低周波数の雑音除去やアンチエイリアジング等のフィルタ処理が行われる ( S 2 2 d )。そして、このフィルタ処理によって得られた振動電気信号  $c_2$  および音電気信号  $d_2$  は、検出時刻情報  $e$ 、 $f$  および識別情報  $g$  とともに、フィルタ部 2 0 から A / D 変換部 2 2 へ出力される。

【 0 0 6 4 】

A / D 変換部 2 2 では、フィルタ部 2 0 から出力された振動電気信号  $c_2$  および音電気信号  $d_2$  に対して、一定周期でのサンプリングが実施されることにより、振動電気信号  $c_2$  および音電気信号  $d_2$  が、デジタル信号に変換される ( S 2 2 e )。そして、このようなデジタル変換によって得られた音電気信号データ  $d_3$  は、検出時刻情報  $f$  および識別情報  $g$  とともに、A / D 変換部 2 2 から録音部 3 4 へ出力される。また、このようなデジタル変換によって得られた振動電気信号データ  $c_3$  は、検出時刻情報  $e$  および識別情報  $g$  とともに、A / D 変換部 2 2 から時間積分率算出部 3 5 へ出力される。

【 0 0 6 5 】

A / D 変換部 2 2 から録音部 3 4 へ出力された音電気信号データ  $d_3$  は、検出時刻情報  $f$  および識別情報  $g$  とともに、録音部 3 4 から録音結果記録部 4 3 に出力され、検出時刻

10

20

30

40

50

情報 f および識別情報 g とともに、音声ファイルフォーマット形式で記録される ( S 2 2 f )。

【 0 0 6 6 】

また、時間積分率算出部 3 5 では、A / D 変換部 2 2 から出力された振動電気信号データ  $c_3$  を対象として、時間積分率が算出される。時間積分率の詳細を、図 8 を用いて説明する。時間積分率は漏水音の継続性と雑音の一過性とを利用して、漏水の可能性を判定するための 1 つの指標である。時間積分率算出部 3 5 では、A / D 変換部 2 2 からの振動電気信号データ  $c_3$  を対象として、検査期間 T 内において、予め定められた判定基準電圧  $E_r$  以上となる期間  $t(1, 2, \dots, i, \dots, n)$ 、つまり、 $+E_r$  以上となる期間と、 $-E_r$  以下となる期間との総和 ( $t(i)$ ) を算出する。さらにこの総和 ( $t(i)$ ) の、検査期間 T に対する割合 ( $t(i) / T \times 100$ ) を取ることで、時間積分率 (%) を算出する。判定基準電圧  $E_r$  は、一例として、水道管 1 1 0 に漏水がない場合に得られる最大電圧付近に設定する。

10

【 0 0 6 7 】

そして、算出された時間積分率 i は、検出時刻情報 e および識別情報 g とともに、時間積分率算出部 3 5 から時間積分率記録部 4 4 へ出力され、検出時刻情報 e および識別情報 g とともに、記録される ( S 2 2 g )。ステップ S 2 2 f およびステップ S 2 2 g における処理は、並行して行われる。

【 0 0 6 8 】

このようにして画像記録部 4 1 に記録された画像データ  $a_0$ 、検針値記録部 4 2 に記録された検針値 h、録音結果記録部 4 3 に記録された音電気信号データ  $d_3$ 、時間積分率記録部 4 4 に記録された時間積分率 i が、付随する情報 (例えば、撮影時刻情報 b、検出時刻情報 e、f、および識別情報 g) とともに、データ送信部 5 0 から検針用ハンディターミナル 2 0 0 等に無線等を介して送信される ( S 2 4 )。

20

【 0 0 6 9 】

検針用ハンディターミナル 2 0 0 では、画像データ  $a_0$  および撮影時刻情報 b、検針値 h および撮影時刻情報 b、音電気信号データ  $d_3$  および検出時刻情報 f、時間積分率 i および検出時刻情報 e が、識別情報 g に紐付けられて記録される。

【 0 0 7 0 】

検針用ハンディターミナル 2 0 0 では、データ j に基づいて、水道水の使用水量の算出と、漏水の可能性の有無の判定とが行われる。

30

【 0 0 7 1 】

上述したように、本実施形態の漏水検出装置 1 0 によれば、水道メータ 1 0 0 による計測値 1 0 4 を含む画像を撮影し、撮影された画像に対して、OCR 処理を行うことによって、文字情報を認識し、この文字情報に基づいて、前回の検針時からの水道水の使用水量を算出することができる。

【 0 0 7 2 】

漏水検出装置 1 0 は、太陽光等の外部からの光を遮光する遮光部として、フード 6 0 を備えている。したがって、漏水検出装置 1 0 では、外部からの光が表示部 1 0 2 の表面で反射された反射光が、カメラ 1 2 に入射することはない。さらに、カメラ 1 2 の光源としての LED 1 4 を、照射する光の照射方向がカメラ 1 2 の撮影方向 F に対し、所定の角度以上斜めになるように、フード 6 0 内に配置する。このため、LED 1 4 から照射された光により、カメラ 1 2 による撮影が妨げられることはない。したがって、カメラ 1 2 は、OCR 処理が可能な静止画を確実に撮影することができる。

40

【 0 0 7 3 】

また、漏水検出装置 1 0 は、カメラ 1 2 による撮影後、LED 1 4 を直ちに消灯するようにしている。これにより、LED 1 4 に電力を供給するための電池 (図示せず) の電力を節約することもできる。

【 0 0 7 4 】

また、本実施形態の漏水検出装置 1 0 によれば、振動センサおよび音響センサのような

50

センサ１６によって、水道管１１０上を伝搬する微小な振動および音響を検出することによって、水道管１１０における漏水の有無を判定することができる。

【００７５】

また、本実施形態の漏水検出装置１０は、図６のステップＳ１２に図示されるように、増幅部１８、フィルタ部２０、およびＡ／Ｄ変換部２２を実現するためのアナログ回路の起動動作が完了し、アナログ回路が安定してから漏水の有無判定を開始する。そして、アナログ回路が安定するまでの間（ステップＳ１２）を利用して、カメラ１２による撮影と、カメラ１２から読込部３２への画像データ $a_0$ の出力とがなされる。このように、アナログ回路を起動させてから、安定するまでの時間を、有効に活用することができる。

【００７６】

ステップＳ１２の期間内に、カメラ１２から読込部３２へ画像データ $a_0$ を出力することによって、さらに次のような効果を奏することもできる。すなわち、カメラ１２から読込部３２へ画像データ $a_0$ を出力する際には、出力のために使用されるインタフェースであるパラレルバス、またはシリアルバス等からノイズが発せられる。したがって、もしも、カメラ１２から読込部３２への画像データ $a_0$ の出力と、アナログ回路によるデータ処理とが同時になされた場合、パラレルバス、またはシリアルバス等からのノイズが、アナログ回路によって処理されているデータと重畳し、データのＳ／Ｎ比を低下させる恐れがある。本実施形態の漏水検出装置１０によれば、カメラ１２から読込部３２への画像データ $a_0$ の出力と、アナログ回路によるデータ処理とは、同時になされることはない。このため、カメラ１２から読込部３２へ画像データ $a_0$ を出力する際に発生するノイズがアナログ回路によって処理されているデータと重畳することを阻止することが可能となる。結果として、信頼性の高い漏水判定を実現することが可能となる。

【００７７】

（第２の実施形態）

本発明の第２の実施形態の計測値読取機能付き漏水検出装置７０（以下、単に「漏水検出装置７０」と称する）を図９を用いて説明する。

【００７８】

図９は、第２の実施形態の漏水検出装置７０の構成例を示す模式図である。

【００７９】

第２の実施形態の漏水検出装置７０は、第１の実施形態の漏水検出装置１０の変形例である。したがって、ここでは、第１の実施形態と同一部位については、同一符号を付す。

【００８０】

図９に示される漏水検出装置７０は、検針開始スイッチ１１、カメラ１２、ＬＥＤ１４Ａ、センサ１６、フード６０、光拡散部７２、及び装置本体１７を具備する。

【００８１】

ＬＥＤ１４Ａは、カメラ１２による撮影のための光源である。第１の実施形態とは異なり、カメラ１２による撮影方向Ｆを明るくすることが可能であれば、設置する向きについての制限はない。なお、図９では、ＬＥＤ１４Ａが２つ設けられる場合を例に示しているが、設けられるＬＥＤ１４Ａの数は、２つに限らない。カメラ１２での撮影に十分な光量を確保可能であれば、設けられるＬＥＤ１４Ａの数は、１つでもよいし、３つ以上でもよい。

【００８２】

光拡散部７２は、フード６０内に、カメラ１２を取り囲むように設けられる。光拡散部７２は、一例として、カメラ１２から、水道メータ１００の表示部１０２に向かって徐々に広がるような略半球形状、略円錐形状、又は略四角錐形状等をした拡散板によって形成される。光拡散部７２の開口部７２１は、漏水検出装置７０が水道メータ１００上に載置された場合に少なくとも表示部１０２の表面を覆うことができる程度の大きさを有する。なお、光拡散部７２は、カメラ１２と、ＬＥＤ１４Ａとの間のみに所定の幅を持って設けられるようにしてもよい。

【００８３】

LED 14 Aおよびセンサ 16 は、フード 60 内の、光拡散部 72 の外側に配置される。すなわち、カメラ 12 およびセンサ 16 と、LED 14 Aとは、光拡散部 72 により隔てられる。

【0084】

LED 14 Aから発せられた光は、光拡散部 72 によって拡散され、光拡散部 72 の内部側に到達する。その結果、水道メータ 100 の表示部 102 の全体が、均等に照明されるようになる。

【0085】

光拡散部 72 は、例えば、図 1 に例示する漏水検出装置 10 においてカメラ 12 によって撮影された画像データ  $a_0$  の明るさにムラがある場合等に効果的である。

10

【0086】

このように、第 2 の実施形態の漏水検出装置 70 によれば、第 1 の実施形態の漏水検出装置 10 と同様の作用効果を奏することが出来る上に、より均等な明るさの画像データ  $a_0$  を取得することが可能となる。これによって、OCR 処理部 33 による認識精度を高めることが可能となるのみならず、検針用ハンディターミナル 200 に、より鮮明な画像データ  $a_0$  が記録されるようになる。

【0087】

(第 3 の実施形態)

本発明の第 3 の実施形態の計測値読取機能付き漏水検出装置 80 (以下、単に「漏水検出装置 80」と称する)を図 10 ~ 図 11 を用いて説明する。

20

【0088】

図 10 は、第 3 の実施形態の漏水検出装置 80 の構成例を示す模式図である。

【0089】

第 3 の実施形態の漏水検出装置 80 は、第 1 の実施形態の漏水検出装置 10 の変形例である。したがって、ここでは、第 1 の実施形態と同一部位については、同一符号を付する。

【0090】

図 10 に示される漏水検出装置 80 は、検針開始スイッチ 11、カメラ 12、センサ 16、フード 60 A、及び装置本体 17 を具備する。

【0091】

30

フード 60 A は、例えば、太陽光等の外部からの光を遮光する遮光部である。フード 60 A は、略お碗型形状をしており、開口部 601 を有する。フード 60 A は、略お碗型形状の側面部 603 に 1 つまたは複数の光取入窓 82 を備える。

【0092】

光取入窓 82 は、例えば、略お碗型形状の側面部 603 に設けられる孔にガラスおよび樹脂等の透明な部材がはめ込まれて成る。なお、孔の形状は、フード 60 A 内に外部の光を取り込めるのであれば、図 10 に示されるような略円形に限らない。また、必ずしも透明な部材がはめ込まれなくても構わない。

【0093】

光取入窓 82 は、略お碗型形状の側面部 603 において開口部 601 付近に設けられることが望ましい。外部からの光をより角度を付けてフード 60 A 内に取り入れることが可能となるからである。

40

【0094】

光取入窓 82 は、カメラ 12 による撮影のための太陽光等の外部の光を、図 10 における一点鎖線で示すようにフード 60 の内部へ斜め方向に取り入れる。このように、光を斜め方向に取り入れることによって、光取入窓 82 から取り入れられた光は、カメラ 12 と表示部 102 とが対向する方向 F に対して、斜め方向から表示部 102 を照明するようになる。したがって、表示部 102 の表面において反射した光が、直接的にカメラ 12 に入射しない。

【0095】

50

なお、光取入窓 8 2 にはめ込まれるものは透明な部材に限られない。白濁した素材、半透明な素材、および受光した光を拡散させる光拡散素材等を適用しても良い。このように、白濁素材、半透明な素材、および光拡散素材がはめ込まれる場合、フード 6 0 A の側面部 6 0 3 に光取入窓 8 2 を設置する自由度は、透明な部材がはめ込まれる場合よりも増大することになる。すなわち、フード 6 0 A の側面部 6 0 3 のより底部付近に光取入窓 8 2 を設けることが可能となる。白濁素材、半透明な素材、および光拡散素材を介して取り入れられる光は、表示部 1 0 2 において強度な光で反射されづらいからである。

#### 【 0 0 9 6 】

上述したように、第 3 の実施形態の漏水検出装置 8 0 によれば、カメラ 1 2 による撮影のための光を、フード 6 0 A の外部から取り入れる構成としているので、LED 1 4 のような光源を設ける必要はなくなる。

10

#### 【 0 0 9 7 】

したがって、第 3 の実施形態の漏水検出装置 8 0 によれば、第 1 の実施形態の漏水検出装置 1 0 および第 2 の実施形態の漏水検出装置 7 0 によって奏される作用効果に加えてさらに、構成の簡素化、および電力の使用量の低減化を達成することも可能となる。

#### 【 0 0 9 8 】

なお、第 3 の実施形態に係る漏水検出装置 8 0 は、図 1 1 に示すように光拡散部 7 2 をさらに具備しても構わない。光拡散部 7 2 は、カメラ 2 1 と、光取入窓 8 2 とを隔てるように設けられる。このように、光拡散部 7 2 によりカメラ 2 1 と、光取入窓 8 2 とを隔てる場合、フード 6 0 A の側面部 6 0 3 に光取入窓 8 2 を設置する自由度は、光拡散部 7 2 がいない場合よりも増大することになる。すなわち、フード 6 0 A の側面部 6 0 3 のより底部付近に光取入窓 8 2 を設けることが可能となる。光拡散部 7 2 を介して取り入れられる光は表示部 1 0 2 において強度な光で反射されづらいからである。

20

#### 【 0 0 9 9 】

( その他の実施形態 )

第 1 乃至第 3 の実施形態では、フード 6 0 が外部からの光を遮る場合を例に説明した。しかしながら、これに限定されない。フード 6 0 B は、白濁した素材、半透明な素材、又は光拡散素材等から成るようにしてもよい。フード 6 0 B は、白濁した素材、半透明な素材、又は光拡散素材等から成る場合、例えば、漏水検出装置 9 0 は、例えば、図 1 2 に示されるように表される。すなわち、漏水検出装置 9 0 は、検針開始スイッチ 1 1、カメラ 1 2、センサ 1 6、フード 6 0 B、及び装置本体 1 7 を具備する。このような構成にすることにより、カメラ 1 2 による撮影のための光を、フード 6 0 B により取り入れることが可能となるため、LED 1 4 のような光源を設ける必要はなくなる。したがって、漏水検出装置 9 0 によれば、構成の簡素化、および電力の使用量の低減化を図ることが可能となる。

30

#### 【 0 1 0 0 】

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。

40

#### 【 符号の説明 】

#### 【 0 1 0 1 】

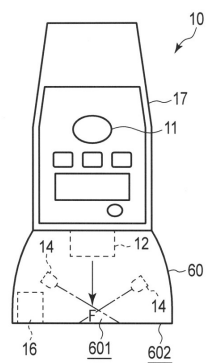
1 0 漏水検出装置、1 1 検針開始スイッチ、1 2 カメラ、1 4 , 1 4 A LED、1 6 センサ、1 7 装置本体、1 8 増幅部、2 0 フィルタ部、2 2 A / D 変換部、3 0 データ処理部、3 1 制御部、3 2 読込部、3 3 O C R 処理部、3 4 録音部、3 5 時間積分率算出部、4 0 記録装置、4 1 画像記録部、4 2 検針値記録部、4 3 録音結果記録部、4 4 時間積分率記録部、5 0 データ送信部、6 0 , 6 0 A , 6 0 B フード、7 0 漏水検出装置、7 2 光拡散部 ( 光拡散板 )、8 0 漏水検

50

出装置、82 光取入窓、90 漏水検出装置、100 水道メータ、102 表示部、  
104 計測値、110 水道管、200 検針用ハンディターミナル、601 開口部  
、602 接触部、603 側面部、721 開口部

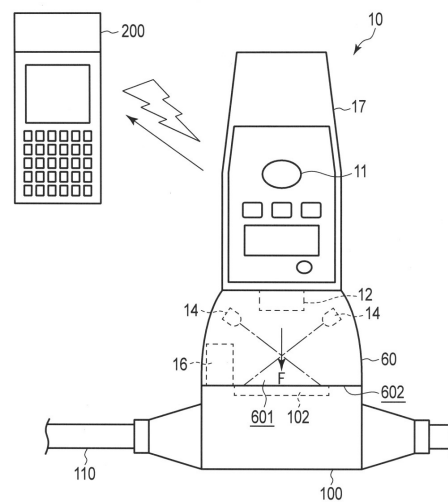
【図1】

図1



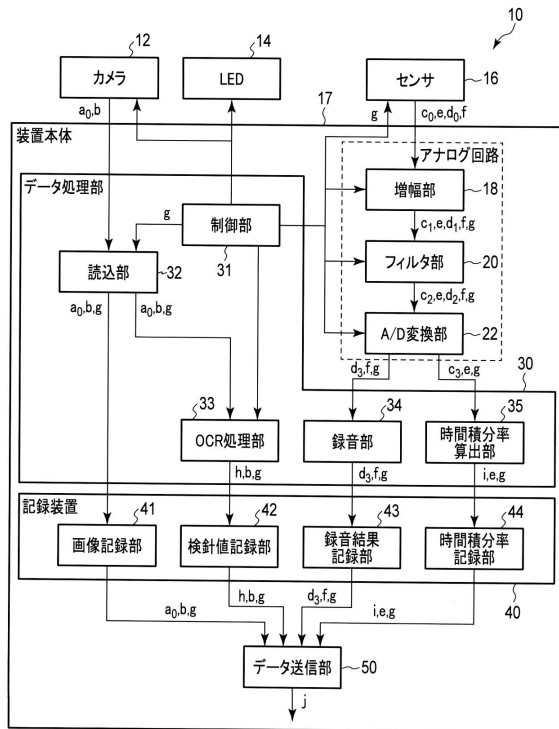
【図2】

図2



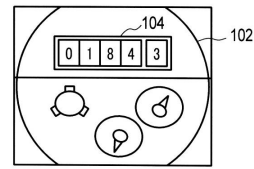
【図3】

図3



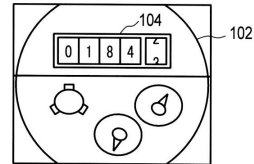
【図4】

図4



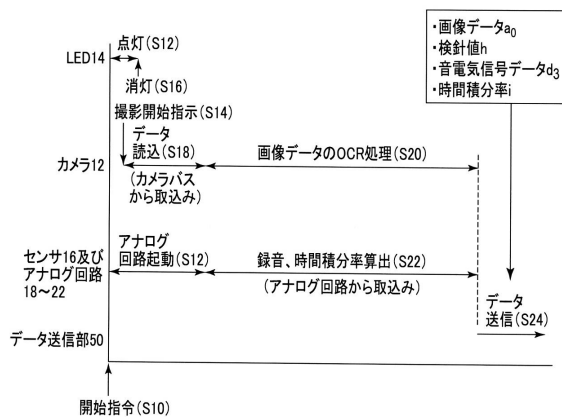
【図5】

図5



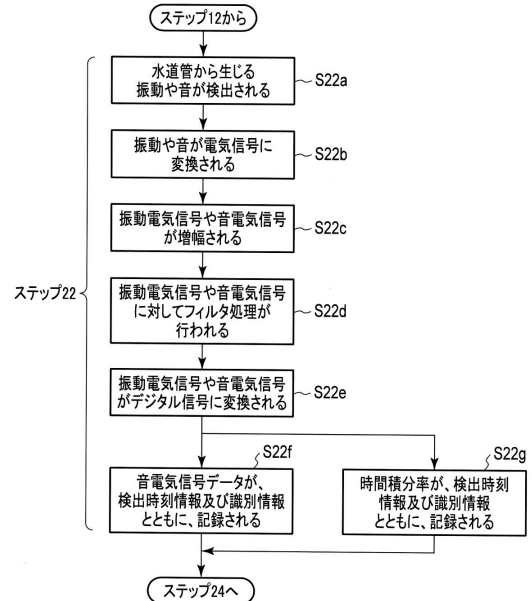
【図6】

図6



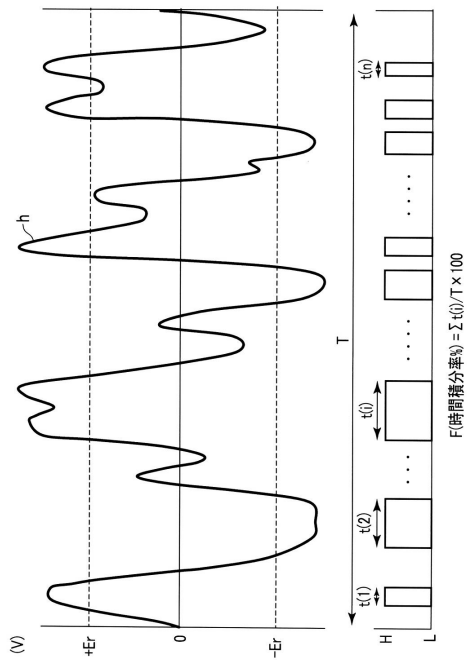
【図7】

図7



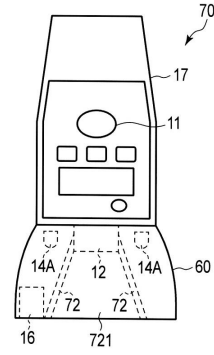
【図 8】

図8



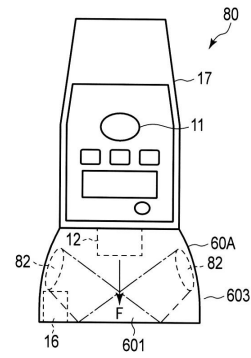
【図 9】

図9



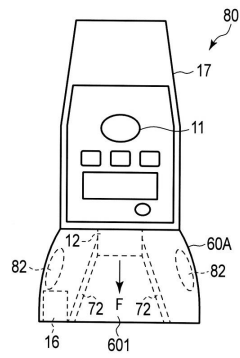
【図 10】

図10



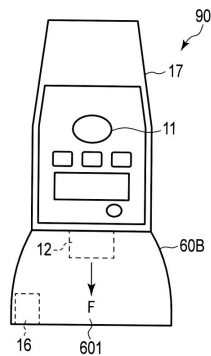
【図 11】

図11



【図 12】

図12





---

フロントページの続き

(74)代理人 100189913

弁理士 鶴飼 健

(72)発明者 佐藤 義之

東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内

(72)発明者 杉野 寿治

東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内

審査官 小野 郁磨

(56)参考文献 特開2011-112626(JP,A)

特開2014-081295(JP,A)

特開平11-039450(JP,A)

特開平06-152775(JP,A)

特開平10-019518(JP,A)

特開2007-013549(JP,A)

特開2017-075892(JP,A)

特開2009-210367(JP,A)

特開2015-088149(JP,A)

登録実用新案第3186706(JP,U)

特開2014-130397(JP,A)

特開平10-267783(JP,A)

特開2003-240665(JP,A)

米国特許出願公開第2007/0234784(US,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01M 3/24 - 3/38

G01D 4/00

G01F 1/00 - 15/06