(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
2017 年 8 月 31 日(31.08.2017)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2017/145204 A1

(51) 国際特許分類:
G01N 21/88 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2016/004423

(22) 国際出願日: 2016 年 9 月 30 日(30.09.2016)

(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 2016-035580 2016 年 2 月 26 日(26.02.2016) JP

(71) 出願人: パナソニックＩＰマネジメント株式会社 (PANASONIC INTELLECTUAL PROPERTY MANAGEMENT CO., LTD.) [JP/JP]; 〒5406207 大阪府大阪市中央区城見２丁目１番６１号 Osaka (JP).

(72) 発明者: 関口　智大(SEKIGUCHI, Tomohiro). 松山吉成 (MATSUYAMA, Yoshinari). 河野　一則 (KOUNO, Kazunori).

(74) 代理人: 新樹グローバル・アイピー特許業務法人(SHINJYU GLOBAL IP); 〒5300054 大阪府大阪市北区南森町１丁目４番１９号　サウスホレストビル Osaka (JP).

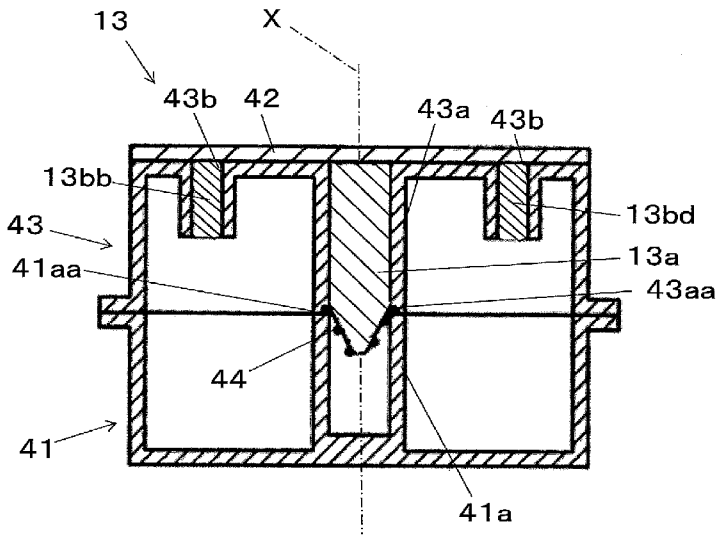
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, 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**: IMAGING DEVICE

(54) 発明の名称 : 撮像装置



(57) **Abstract**: An underwater robot (10) that comprises a front case (43), an imaging unit (13a), and a spring (44). The front case (43) has a transparent plate (42) that is arranged to face an inspected object during inspections and that transmits visible light. The imaging unit (13a): is arranged such that a first end thereof that is arranged on the inspected object side during inspections contacts an inside surface of the transparent plate (42); and inspects the inspected object across the transparent plate (42). The spring (44) applies pressing force that presses the imaging unit (13a) toward the transparent plate (42).

(57) 要約: 水中用ロボット（１０）は、フロントケース（４３）、撮像部（１３ａ）、バネ（４４）を備えている。フロントケース（４３）は、検査時に被検査物に対向配置され可視光を透過する透明板（４２）を有する。撮像部（１３ａ）は、検査時に被検査物側に配置される第１端が透明板（４２）の内側の面に当接するように配置され、透明板（４２）を介して被検査物の検査を行う。バネ（４４）は、撮像部（１３ａ）を透明板（４２）に向かって押圧する押圧力を付与する。

WO 2017/145204 A1

明　細　書

発明の名称 ： 撮像装置

技術分野

[0001] 本開示は、例えば、水中において撮影を行う撮像装置に関する。

背景技術

[0002] 近年、ダム等の壁面を検査するために、水中で移動しながら壁面の撮影を行う撮像装置が用いられている。

例えば、特許文献１には、カメラと光源とを用いて壁面等の検査を行う検査装置について開示されている。また、特許文献２には、防水カメラの耐水構造について開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開２００７－１０３４６号公報

特許文献2：特開平１１－１５０５８号公報

発明の概要

[0004] しかしながら、上記従来の撮像装置では、以下に示すような問題点を有している。

すなわち、上記公報に開示された撮像装置では、例えば、水深が深いダム等の検査において使用されると、水圧の影響を受けてカメラや光源を収納した筐体部が変形してしまい、撮像した画像の画質が低下してしまうおそれがある。

特に、筐体部内に設けられたカメラは、筐体部の変形の影響を受けないように筐体部の内面から離間して配置すると、画角が狭まってしまうことから、できるだけ筐体部の内面に近接して配置することが望ましい。

[0005] 一方で、カメラが筐体部の内面に近接配置された場合には、水圧による筐体部の変形の影響を受けやすくなり、カメラのレンズの変形等の問題が生じるおそれがある。

本開示の課題は、外部から圧力が付与される環境下において撮像を実施する場合でも、外部から付与される圧力による影響を低減させて、撮影された画像の画質が低下することを抑制することが可能な撮像装置を提供することにある。

[0006] 本開示に係る撮像装置は、対象物の撮影を行う撮像装置であって、筐体部と、撮像部と、弾性部材と、を備えている。筐体部は、撮影時に対象物に対向配置され可視光を透過する前面パネルを有する。撮像部は、撮影時に対象物側に配置される第１端が前面パネルの内面側に当接するように筐体部の内部に配置され、前面パネルを介して対象物の撮影を行う。弾性部材は、撮像部を前面パネルに向かって押圧する押圧力を付与する。

[0007] 本開示に係る撮像装置によれば、外部から圧力が付与される環境下において撮影を実施する場合でも、外部から付与される圧力による影響を低減させて、撮影された画像の画質が低下することを抑制することができる。

図面の簡単な説明

[0008] [図1]本開示の一実施形態に係る水中用ロボットの構成を示す全体斜視図。

[図2A]図１の水中用ロボットの上面図。

[図2B]図１の水中用ロボットの左側面図。

[図2C]図１の水中用ロボットの正面図。

[図2D]図１の水中用ロボットの右側面図。

[図2E]図１の水中用ロボットの背面図。

[図3]図１の水中用ロボットを含む水中検査システムの制御ブロック図。

[図4]図１の水中用ロボットに搭載された検査用カメラの構成を示す全体斜視図。

[図5]図４の検査用カメラの分解斜視図。

[図6]図４の検査用カメラの構成を示す正面図。

[図7]図６のＡ－Ａ線矢視断面図。

[図8]図７の要部拡大図。

[図9A]図４の検査用カメラを構成するフロントケースの構成を示す斜視図。

[図9B]図４の検査用カメラを構成するフロントケースの構成を示す斜視図。

[図10A]図４の検査用カメラを構成するケースの構成を示す斜視図。

[図10B]図４の検査用カメラを構成するケースの構成を示す斜視図。

[図11]図１の水中ロボットを構成するフロントケースに水圧がかかった際のフロントケースの変形状態を示す模式図。

[図12]図１の水中用ロボットを用いてダムの壁面を検査する際の工程を示す模式図。

発明を実施するための形態

[0009] 以下、適宜図面を参照しながら、実施の形態を詳細に説明する。ただし、必要以上に詳細な説明は省略する場合がある。例えば、既によく知られた事項の詳細説明や実質的に同一の構成に対する重複説明を省略する場合がある。これは、以下の説明が不必要に冗長になるのを避け、当業者の理解を容易にするためである。

なお、出願人は、当業者が本開示を十分に理解するために添付図面および以下の説明を提供するのであって、これらによって特許請求の範囲に記載の主題を限定することを意図するものではない。

[0010] （実施形態１）

本開示の一実施形態に係る水中用ロボット（ROV：Remotely Operated Vehicle）（検査装置）１０について、図１～図１２を用いて説明すれば以下の通りである。

なお、本実施形態では、以下の説明において、上下・前後・左右の各方向を図１に示すように定義する。

[0011] すなわち、水中用ロボット１０が水中において潜行している際の基本姿勢において、水面側を上、水底側を下と定義する。そして、円筒状の本体ユニット１２の中心軸に沿って上下方向に伸びる仮想的な軸を上下軸（第２軸）とする。

なお、本実施形態では、水中用ロボット１０が備えている後述する検査用カメラ１３が、本開示の撮像装置に相当する。

[0012] この上下軸の方向に直交する平面において、後述する操作用カメラ１２ａおよび検査用カメラ１３が撮影する方向を前と定義する。つまり、検査用カメラ１３等の光軸に沿って被写体へ向かう方向（第１方向）を前とし、その反対を後とする。そして、検査用カメラ１３の光軸と平行であって、前後方向に伸びる仮想的な軸を前後軸（第１軸）とする。

さらに、上下軸と前後軸とにそれぞれ直交する仮想的な軸を左右軸（第３軸）とする。

[0013] 従って、操縦者が操作用カメラ１２ａによって撮影された画面をコントローラ１のモニタ等で見ながら操作する場合には、浮上／潜航が上／下方向、前進／後進が前／後方向、左進（あるいは左旋回／反時計回り）／右進（あるいは右旋回／時計回り）が左／右方向に対応する。

また、以下の説明では、前後軸を中心とする回転の方向をロール方向、左右軸を中心とする回転の方向をピッチ方向、上下軸を中心とする回転の方向をヨー方向とする。

[0014] ここで、高速道路やダム等の社会インフラは、建設されて長い年月が経過したことによる老朽化が進んでいる。近年、これらの社会インフラにおける事故や災害等の発生を未然に防ぐために、点検・整備等が重要となっている。

例えば、ダムの点検は、水深の深い位置まで潜水して点検作業を行う必要があり、ダイバーによる点検作業ではリスクを伴うとともに高額な費用がかかってしまう。このため、人の代わりとして水中の様子を把握できるように、水中用ロボットが開発されている。しかしながら、従来の水中用ロボットは、ダムの壁面に対して相対的な位置・姿勢を任意の状態に制御したり、一定に保持したりすることが難しく、鮮明な画像を得ることが困難であった。本開示の水中用ロボット１０は、このような課題に鑑みて、以下のような構成を備えたものである。

[0015] 水中用ロボット１０は、例えば、ダムの壁面に生じた亀裂等の検査を実施するために、水中において潜行しながら検査対象となる壁面等の撮影を行う

。そして、水中用ロボット１０は、図１および図２Ａ～図２Ｅに示すように、バンパー１１、本体ユニット１２、検査用カメラ１３、ソナー１４、照明１５、バッテリユニット１６、固定浮力材１７ａ，１７ｂ、推進器ユニット２０、姿勢調整機構３０を備えている。

[0016] また、水中用ロボット１０は、図３に示すように、ケーブル２を介して、コントローラ１に有線接続されており、地上の操作者からコントローラ１を介して入力された操作内容に応じて、動作・姿勢等が制御される。

コントローラ１は、例えば、水中用ロボット１０から送信される各種情報を表示するモニタ、水中用ロボット１０を操縦するための入力部等を有している。そして、コントローラ１は、ダムの壁面等の検査対象物（対象物）との相対的な位置および姿勢を一定に保持するように、複数のスラスタを含む推進器ユニット２０を制御しながら、検査用カメラ１３等の撮影動作を制御する。

[0017] ここで、コントローラ１としては、キーボード、マウス、およびモニタを含むノートパソコン等を利用することができる。あるいは、コントローラ１としては、ラジコン機器の操縦等で使用されるプロポーショナル方式のコントローラを利用してもよい。

なお、水中用ロボット１０からコントローラ１へ送信される情報としては、例えば、水中用ロボット１０において撮影された画像や、水中用ロボット１０に搭載された各種センサから取得した値、推進器ユニット２０に含まれる各スラスタの状態値等がある。

[0018] また、コントローラ１は、水中用ロボット１０から送信される情報を記録するための記録装置を備えていてもよい。さらに、コントローラ１は、水中用ロボット１０において撮影された水中の画像を鮮明化する画像処理を行う画像処理部を備えていてもよい。

水中用ロボット１０とコントローラ１との間を接続するケーブル２は、信号線と係留線とを含むように構成されている。

[0019] 信号線は、電気信号あるいは光信号によって、水中用ロボット１０とコン

トローラ１との間の通信を可能とする。係留線は、水中用ロボット１０とコントローラ１とを係留する。

ここで、係留線は、少なくとも、金属および樹脂のいずれかの素材によって形成されているが、材質としてはこれらに限定されるものではない。

[0020] また、信号線と係留線とは、一体的に形成されていることが好ましい。例えば、係留線を中空としてその中空部に信号線を通したものや、信号線と係留線をねじり合わせて撚り線としたもの、線材や補強材を保護チューブ内に設けた構成とするいわゆるキャブタイヤケーブル等を用いることができる。

これにより、水中で複数の線同士が絡まってしまうリスクが低減され、ケーブルの取り回しが容易になる。

[0021] なお、信号線のみで係留に十分な強度が得られる場合には、信号線が係留線を兼ねる構成とし、係留線を含まない構成であってもよい。

また、水中用ロボット１０とコントローラ１との間には、ケーブル２を巻き取るための巻き取り器（図示せず）が設けられていてもよい。

この場合には、水中用ロボット１０と巻き取り器との間は係留線によって接続し、巻き取り器とコントローラ１との間は通信線のみで接続してもよい。なお、巻き取り器としては、巻き芯にケーブル２を巻き取って収納可能とするものであって、いわゆるウインチやリール、ライン巻きと呼ばれるものを利用することができる。

[0022] ＜水中用ロボット１０の構成＞

水中用ロボット１０は、上述したように、バンパー１１、本体ユニット１２、検査用カメラ１３、ソナー１４、照明１５、バッテリユニット１６、固定浮力材１７ａ，１７ｂ、推進器ユニット２０、姿勢調整機構３０を備えている（図１および図２Ａ～図２Ｅ参照）。

[0023] （バンパー１１）

バンパー１１は、図１等に示すように、上面と下面を構成する２つの八角形のパイプ状部材と、これらの八角形の部材の４隅から上下方向（第２軸方向）に沿って立設された４本のパイプ状部材とを組み合わせた状態で、ボル

ト等を用いて固定して構成されている。そして、バンパー１１には、上述した本体ユニット１２、検査用カメラ１３、ソナー１４、照明１５、バッテリユニット１６等が固定される。また、バンパー１１は、図１に示すように、前後方向（第１軸方向）に沿って配置されたセンターフレーム１１ａ、上下方向（第２軸方向）に沿って配置されたセンターフレーム１１ｂを有している。

[0024] センターフレーム１１ａは、図１および図２Ａに示すように、水中用ロボット１０の上面における左右方向（第３軸方向）の中央部分において、前後方向（第１軸方向）に沿って配置されている。そして、センターフレーム１１ａは、後述する姿勢調整機構３０の可動おもりユニット３１の移動方向を誘導するガイド軸として使用される。

センターフレーム１１ｂは、図１および図２Ｅに示すように、水中用ロボット１０の背面における左右方向（第３軸方向）の中央部分において、上下方向（第２軸方向）に沿って配置されている。そして、センターフレーム１１ｂは、後述する姿勢調整機構３０の可動浮力材ユニット３５の移動方向を誘導するガイド軸として使用される。

[0025] （本体ユニット１２）

本体ユニット１２は、図１および図２Ｂ等に示すように、内部に操作用カメラ１２ａが設置された透明の円筒形容器である。そして、本体ユニット１２は、その両端に設けられた蓋によって操作用カメラ１２ａ等の内容物を密閉することによって、水中において内部に水が浸入しない防水構造を形成する。そして、本体ユニット１２は、円筒形容器の軸が上下方向（第２軸方向）に沿って配置されるように、バンパー１１の略中央部分に固定されている。

[0026] 操作用カメラ１２ａは、水中用ロボット１０を水中で操作する際に動画または静止画を撮影する撮像装置である。そして、操作用カメラ１２ａは、図１および図２Ｃに示すように、水中用ロボット１０の前後方向（第１軸方向）に沿ってカメラの光軸が配置されるように、バンパー１１へ固定されてい

る。そして、操作用カメラ１２ａは、水中用ロボット１０の前方向が撮影領域となる向きで設置されている。また、操作用カメラ１２ａは、本体ユニット１２を構成する円筒形容器に形成された透明な窓部分から動画や静止画の撮影を行う。

[0027] （検査用カメラ１３）

検査用カメラ１３は、本開示の撮像装置に対応する構成として設けられている。検査用カメラ１３は、検査対象となるダムの壁面を撮影するための撮像装置であって、操作用カメラ１２ａと比較して、高解像度の動画や静止画の撮影が可能である。そして、検査用カメラ１３は、図１および図２Ｂ～図２Ｄに示すように、操作用カメラと同様に、水中用ロボット１０の前後方向（第１軸方向）に沿ってカメラの光軸が配置されるように、バンパー１１の下部へ固定されている。そして、検査用カメラ１３は、水中用ロボット１０の前方向が撮影領域となる向きで設置されている。

[0028] 本実施形態の検査用カメラ１３は、図４に示すように、ケース（筐体部、第２筐体）４１、透明板（筐体部、前面パネル）４２、フロントケース（筐体部、第１筐体）４３を備えている。また、検査用カメラ１３は、図５に示すように、ケース４１とフロントケース４３とを組み合わせて形成される密閉空間内に、撮像部（カメラ）１３ａと、４つのレーザ照射部１３ｂａ～１３ｂｄと、バネ（弾性部材）４４と、を備えている。

[0029] ケース４１は、検査用カメラ１３の被写体側（第１方向）とは反対側の筐体部分を形成する円筒状の部材であって、撮像部１３ａ、４つのレーザ照射部１３ｂａ～１３ｂｄを内包する。そして、ケース４１は、後述するフロントケース４３と同様に、金属製（アルミ製）の筐体として形成されており、フロントケース４３と組み合わされて内部に密閉空間を形成する。

[0030] さらに、ケース４１は、図５、図７、図１０Ａおよび図１０Ｂに示すように、撮像部１３ａの後端部が挿入される円筒部４１ａを有している。

円筒部４１ａの端面４１ａａは、後述するフロントケース４３側の保持部４３ａの端部に形成された段差部４３ａａとの間において、バネ４４の一部

を保持する。

また、円筒部４１ａの端部における円周上の一部には、図８に示すように、撮像部１３ａに接続された配線１３ａａを導き出すための切欠き部４１ａｂが形成されている。

[0031] 透明板４２は、フロントケース４３の被写体側の前面を覆うように取り付けられており、透明な樹脂によって成形されている。そして、透明板４２は、検査用カメラ１３の内部に水が浸入しない防水構造を形成するように、フロントケース４３の前面に取り付けられている。

また、透明板４２の内側の面には、図７に示すように、撮像部１３ａの被写体側の端面が当接している。

[0032] なお、透明板４２は、検査用カメラ１３による撮影とレーザ照射部１３ｂａ～１３ｂｄによるレーザ光の照射が可能になるように、光を透過する材料で成形されていればよい。透明板４２は、例えば、ガラスによって成形されていてもよい。

フロントケース４３は、ケース４１とともに検査用カメラ１３の筐体部を構成する部材であって、金属製（アルミ製）の筐体として形成されている。このため、フロントケース４３に外部から圧力（水圧）が付与されると、フロントケース４３は内側に弾性変形する。

[0033] そして、フロントケース４３は、図５、図６および図７に示すように、保持部４３ａにおいて撮像部１３ａを、保持部４３ｂにおいて４つのレーザ照射部１３ｂａ～１３ｂｄをそれぞれ保持する。

保持部４３ａは、図９Ａに示すように、フロントケース４３の円形の前面の中心部分に形成された円筒状の貫通穴であって、図７に示すように、円柱状の撮像部１３ａが挿入された状態で保持される。

[0034] 保持部４３ａの端面には、バネ４４の一部が保持される段差部４３ａａが形成されている。

段差部４３ａａは、図９Ａに示すように、円筒状の保持部４３ａの端面における内径側に形成された円環状の凹部であって、円錐状のバネ４４の端部

が嵌合した状態でバネ４４を保持する。

[0035] 保持部４３ｂは、図７、図９Ａおよび図９Ｂに示すように、保持部４３ａを中心とする円周上に、角度９０度間隔で配置された円筒状の貫通孔であって、レーザ照射部１３ｂａ～１３ｂｄがそれぞれ挿入される。

撮像部１３ａは、ダムの壁面等の検査用の画像を撮像するカメラであって、図６および図７に示すように、フロントケース４３の円形の前面の中心部分に形成された保持部４３ａ内に挿入された状態で保持されている。そして、撮像部１３ａは、光軸Ｘ方向における被写体側を透明板４２によって覆われている。これにより、透明板４２によって検査用カメラ１３内への水の浸入を防ぎつつ、被写体方向の撮影を行うことができる。

[0036] また、撮像部１３ａは、図７および図８に示すように、円筒状の保持部４３ａの内周面側に挿入された状態で、被写体側の端面（第１端側の面）が透明板４２に対して当接した状態で保持されている。そして、撮像部１３ａは、透明板４２と当接した端面とは反対側の端部（第２端）が、バネ４４によって保持されている。

これにより、撮像部１３ａは、常時、被写体側の端面を透明板４２に対して押圧した状態で保持される。

[0037] ４つのレーザ照射部１３ｂａ～１３ｂｄは、光軸Ｘ方向における被写体側に向かって、撮像部１３ａの光軸Ｘと平行にレーザを照射する。すなわち、４つのレーザ照射部１３ｂａ～１３ｂｄの光軸と撮像部１３ａの光軸Ｘとは互いに平行である。そして、レーザ照射部１３ｂａ～１３ｂｄは、図６に示すように、撮像部１３ａを中心とする円周上に、角度９０度間隔で配置されている。換言すれば、４つのレーザ照射部１３ｂａ～１３ｂｄは、撮像部１３ａの光軸Ｘに直交する平面上の２つの軸上に、撮像部１３ａの光軸Ｘを中心とする円周に沿って配置されている。

[0038] ４つのレーザ照射部１３ｂａ～１３ｂｄから照射されるレーザ光は、撮像部１３ａの光軸Ｘと平行な方向に沿ってダムの壁面に対して照射され、４つのスポットＰ１～Ｐ４を形成する。各スポットの間隔は、壁面の傷の大きさ

の測定時の基準となる。

バネ４４は、撮像部１３ａを被写体（対象物）とは反対側から被写体側へ向かって押圧する円錐コイルバネであって、フロントケース４３とケース４１とによって内部に形成される密閉空間内に設けられている。そして、バネ４４は、図７および図８に示すように、ケース４１とフロントケース４３との接続部分に係止されるように設けられている。　すなわち、バネ４４は、フロントケース４３の円筒状の保持部４３ａの端面に形成された段差部４３ａａと、ケース４１の円筒部４１ａの端面４１ａａとの間に形成される隙間に配置されている。

[0039] より詳細には、図８に示すように、バネ４４は、円錐状の半径が大きい側の端部が、フロントケース４３の保持部４３ａの端面に形成された段差部４３ａａに保持されている。そして、バネ４４は、撮像部１３ａの後端部分を、前向きに押圧する弾性力Ｆ１（図１１参照）を付与する。

ここで、図１１に示すように、撮像部１３ａは後端側からバネ４４の弾性力を受けている。このため、撮像部１３ａを内包する透明板４２およびフロントケース４３等に対して外部から圧力（水圧）が付与された際には、撮像部１３ａのレンズに大きな応力がかかることなく、且つ撮像部１３ａのレンズが透明板４２から離間することなく、撮像部１３ａが透明板４２に対して近接配置された状態を維持することができる。

[0040] よって、撮像部１３ａは、最大画角を維持することができる。

さらに、外部から圧力（水圧）が付与された透明板４２は、ケース４１を構成する円筒部４１ａと保持部４３ａとによってケース４１の内側から支持されるため、変形量を最小限に抑制することができる。

この結果、撮像部１３ａが透明板４２から離間して画角が狭くなってしまうことを防止するとともに、水圧を受けた透明板４２の変形を抑制することができる。

[0041] （ソナー１４）

ソナー１４は、ダムの壁面等の検査対象物との間の距離を検出するために

、音波発信器と音波検出器とを有している。そして、ソナー１４は、水中用ロボット１０の前方の物体との距離を検知可能とするために、図１および図２Ｃに示すように、正面視において、バンパー１１の前面側における四隅に配置されている。

[0042] なお、ダムの堤体壁面等のように、検査対象物が平面である場合には、本実施形態のように、バンパー１１の前面における左上と右下、右上と左下のように、対角となる２箇所にそれぞれ設けることが好ましい。

これにより、ダムの堤体壁面等の検査対象物との相対姿勢を安定した状態で維持しながら壁面撮影を実施することができるため、検査対象物を撮影した画像として、画像処理に適した画像データを容易に取得することができる。

[0043] （照明１５）

照明１５は、検査用カメラ１３によって撮影可能な照度を確保するための光を検査対象物に対して照射する。また、照明１５は、図１および図２Ｃに示すように、バンパー１１における前面の上部中央に固定されている。

これにより、操作用カメラ１２ａと検査用カメラ１３の光軸方向前方を、撮影可能な照度になるように保つことができる。

[0044] なお、本実施形態のように、照明１５が１つの場合には、検査対象物を一様に照らすことが可能な照明を利用することが好ましい。また、照明１５を複数設ける場合には、双方の照明の重なりによって画像処理に影響が及ばないように、画面内あるいは画像処理に使用する範囲の照度が一様になるように各照明を取り付ける位置と向きを調整することが好ましい。

[0045] また、照明１５は、コントローラ１から照度等を制御されるように構成されてもよい。

（バッテリユニット１６）

バッテリユニット１６は、図３に示すように、本体ユニット１２（操作用カメラ１２ａ）と接続されており、本体ユニット１２内の電気回路を介して、検査用カメラ１３、ソナー１４、照明１５、推進器ユニット２０、姿勢調

整機構３０に対して電力を供給する。そして、バッテリユニット１６は、図１および図２Ｃに示すように、バンパー１１の下部、特に、下端面に、結束帯あるいはネジ等を用いて固定されている。

[0046] これにより、水中用ロボット１０の重心位置を低い位置に設定することができるため、水中用ロボット１０の水中姿勢を安定化させることができる。

なお、バッテリユニット１６のバンパー１１に対する固定部分には、バッテリユニット１６をバンパー１１に対して傾けることが可能なチルト機構を設けることがより好ましい。これにより、バッテリユニット１６内の電池あるいは充電池を取り出す作業をより容易に実施することができる。

[0047] また、バッテリユニット１６は、防水コネクタ等を用いて、密閉容器である本体ユニット１２や照明１５と着脱可能な状態で接続されていることがより好ましい。

（固定浮力材１７ａ，１７ｂ）

固定浮力材１７ａ，１７ｂは、水中用ロボット１０に浮力を付与するために設けられた浮力材であって、図１および図２Ａに示すように、バンパー１１の上面における後ろ寄りの位置に固定配置されている。また、固定浮力材１７ａ，１７ｂは、その下方に設けられた上下スラスタ２２ｃ，２２ｄの推進力の障壁となることを回避するために、図２Ａに示すように、平面視において上下スラスタ２２ｃ，２２ｄと重なる部分が切り欠かれた形状を有している。

[0048] （推進器ユニット２０）

推進器ユニット２０は、水中用ロボット１０の水中における移動時の推進力を生じさせる機構であって、スクリュー（プロペラとも呼ぶ）とスクリューを回転させるモータ（電気モータ）とを組み合わせて構成される複数のスラスタによって構成されている。

推進器ユニット２０は、コントローラ１からの指示入力や自動姿勢制御によって、各スラスタのモータの回転数が制御されることで、前後、左右、上下の各方向（第１～第３軸方向）における推進力が制御される。

[0049] これにより、水中用ロボット１０の水中における移動、姿勢等を制御することができる。

そして、推進器ユニット２０は、図１および図２Ａ～図２Ｅに示すように、前後スラスタ（第１推進器）２１ａ，２１ｂ、上下スラスタ（第２推進器）２２ａ～２２ｄ、および左右スラスタ（第３推進器）２３ａ，２３ｂを有している。

[0050] 前後スラスタ２１ａ，２１ｂ、上下スラスタ２２ａ～２２ｄ、および左右スラスタ２３ａ，２３ｂは、互いに直交する３つの軸（第１～第３軸）方向において、水中用ロボット１０の各軸方向における並進と各軸回りの回転とを可能とする。また、前後スラスタ２１ａ，２１ｂ、上下スラスタ２２ａ～２２ｄ、および左右スラスタ２３ａ，２３ｂは、それぞれバンパー１１に固定される。そして、前後スラスタ２１ａ，２１ｂ、上下スラスタ２２ａ～２２ｄ、および左右スラスタ２３ａ，２３ｂは、それぞれが独立して制御される。

[0051] なお、以下の説明においてスラスタの方向とは、各スラスタが備えるスクリューの回転軸に平行な方向、すなわち、各スラスタによって生じる推進力の方向を指すものとする。

（前後スラスタ２１ａ，２１ｂ）

２つの前後スラスタ（第１推進器）２１ａ，２１ｂは、前後方向（第１軸方向）における水中での推進力を生じさせるために、図１および図２Ａ～図２Ｅに示すように、バンパー１１の右前と左後ろの位置に固定されている。また、前後スラスタ２１ａ，２１ｂは、上下方向（第２軸方向）における中央からやや下寄りの位置において、バンパー１１に固定されている。そして、前後スラスタ２１ａ，２１ｂは、各スラスタの回転軸が前後方向（第１軸方向）において互いに平行になるように配置されている。

[0052] 本実施形態の水中用ロボット１０では、図１および図２Ａ～図２Ｅに示すように、前後スラスタ２１ａ，２１ｂが、平面視において水中用ロボット１０の直立姿勢における重心位置ｇ１（図２Ａ参照）を中心として対称な位置

に配置されている。

これにより、前後スラスタ２１ａ，２１ｂのそれぞれの推進力の出力を変化させることで、水中用ロボット１０を安定した状態で、前後方向に移動させたり、前後方向に沿う第１軸に対して傾けたりすることができる。すなわち、水中用ロボット１０を、前後方向に移動させたり、ヨー方向において回転させたりすることが可能となる。

[0053] （上下スラスタ２２ａ～２２ｄ）

４つの上下スラスタ（第２推進器）２２ａ～２２ｄは、上下方向（第２軸方向）における水中での推進力を生じさせるために、図１および図２Ｂ～図２Ｅに示すように、平面視におけるバンパー１１の四隅付近に設けられている。また、上下スラスタ２２ａ～２２ｄは、バンパー１１の上下方向における中央よりやや上寄りの位置に設けられている。さらに、上下スラスタ２２ａ～２２ｄは、水中用ロボット１０が潜水する際に大きな推進力を必要とする。このため、上下スラスタ２２ａ～２２ｄは、他のスラスタ（前後スラスタ２１ａ，２１ｂ、および左右スラスタ２３ａ，２３ｂ）と比較して、大きな推進力を生じさせることが可能なスラスタが用いられる。

[0054] 具体的には、上下スラスタ２２ａ～２２ｄのスクリューの羽根の大きさ、モータの出力、回転数等が他のスラスタよりも大きくなるように調整すればよい。

また、４つの上下スラスタ２２ａ～２２ｄは、上下方向（第２軸方向）を向くように、バンパー１１に固定されている。すなわち、上下スラスタ２２ａ～２２ｄは、各スラスタの回転軸が、上下方向に対して互いに平行になるように配置される。

[0055] また、上下スラスタ２２ａ～２２ｄは、それぞれの回転軸に直交する同一平面上に、平面視において水中用ロボット１０の重心位置ｇ１を中心とする長方形の四隅付近に配置されている。

これにより、４つの上下スラスタ２２ａ～２２ｄの推進力の出力を変化させることで、水中用ロボット１０を上下方向に移動させたり、上下方向（第

２軸方向）に対して傾けたりすることができる。すなわち、水中用ロボット１０を、上下方向に移動させたり、ロール方向およびピッチ方向において回転（前傾・後傾）させたりすることができる。

[0056] また、本実施形態の水中用ロボット１０では、図２Ｂおよび図２Ｃに示すように、他の部品と比較して重量の大きいバッテリユニット１６がバンパー１１の下端面に配置されている。

このため、水中用ロボット１０を水中で上下に移動させる際に、姿勢を安定化させることができる。

[0057] （左右スラスタ２３ａ，２３ｂ）

２つの左右スラスタ（第３推進器）２３ａ，２３ｂは、左右方向（第３軸方向）における水中での推進力を生じさせるために、図１および図２Ａ～図２Ｅに示すように、バンパー１１の左前と右後ろの位置に固定されている。また、左右スラスタ２３ａ，２３ｂは、上下方向（第２軸方向）における中央からやや下寄りの位置、つまり前後スラスタ２１ａ，２１ｂと略同じ高さ位置において、バンパー１１に固定されている。そして、左右スラスタ２３ａ，２３ｂは、各スラスタの回転軸が左右方向（第３軸方向）において互いに平行になるように配置されている。

[0058] 本実施形態の水中用ロボット１０では、図１および図２Ａ～図２Ｅに示すように、左右スラスタ２３ａ，２３ｂが、平面視において、直立姿勢の水中用ロボット１０の重心位置ｇ１（図２Ａ参照）を中心として対称な位置に配置されている。

これにより、左右スラスタ２３ａ，２３ｂのそれぞれの推進力の出力を変化させることで、水中用ロボット１０を安定した状態で、左右方向に移動させたり、左右方向に沿う第３軸に対して傾けたりすることができる。すなわち、水中用ロボット１０を、左右方向において移動させたり、ヨー方向において回転させたりすることが可能となる。

[0059] ただし、上記の各スラスタの配置や方向は、標準的な配置であって、水中用ロボット１０の重心位置や水中推進時における水の抵抗による挙動等に鑑

みて、位置や方向を調整すればよい。

（姿勢調整機構３０）

姿勢調整機構３０は、左右方向に沿った第３軸を中心として回転させて、水中用ロボット１０を前傾姿勢へ移行させる機構であって、水中用ロボット１０の重心位置および浮心位置を移動させるために設けられている。

[0060] すなわち、姿勢調整機構３０は、図１、および図２Ａ～図２Ｅに示すように、可動おもりユニット３１と、第１送りねじ３２と、可動浮力材ユニット３５と、第２送りねじ３６と、ギアボックス３７と、を有している。

（可動おもりユニット３１）

可動おもりユニット３１は、水中用ロボット１０の重心位置を前後方向（第１軸方向）において移動させるために、前後方向に沿って配置された第１送りねじ３２の回転に伴って、前後方向において前後に移動する。

[0061] 本実施形態の水中用ロボット１０では、ギアボックス３７に近接した位置が、可動おもりユニット３１の初期位置として設定されている。そして、水中用ロボット１０を前傾姿勢に移行させる際には、図１等に示すように、ギアボックス３７から離間した位置まで可動おもりユニット３１を移動させる。

すなわち、水中用ロボット１０が直立姿勢（図１等参照）で水中を移動する際には、可動おもりユニット３１は、前後方向における後端の初期位置にある。

[0062] そして、水中用ロボット１０が前傾姿勢へ移行する際には、可動おもりユニット３１は、可動浮力材ユニット３５の上下方向における移動に連動して、前後方向における前端の位置まで移動する。

これにより、水中用ロボット１０の重心位置を、前後方向における前寄りの位置へと移動させることができる。

[0063] （第１送りねじ３２）

第１送りねじ３２は、図１および図２Ａ等に示すように、前後方向（第１軸方向）に沿って配置されている。そして、第１送りねじ３２は、外周面に

送り溝と停止溝とが形成されており、回転することによって可動おもりユニット３１を前後方向において移動させる。

[0064] なお、第１送りねじ３２と後述する第２送りねじ３６とは、送り溝のピッチが異なるものの、ほぼ同じ構成を有している。

送り溝は、円柱状の第１送りねじ３２の軸方向に対して斜めに、前後方向に沿って連続的に形成された１本の溝として形成されている。

可動おもりユニット３１は、この送り溝内にその一部が係止された状態で第１送りねじ３２が回転することで、前後方向において移動可能となる。

[0065] 停止溝は、円柱状の第１送りねじ３２の軸方向に対して垂直な平面に沿って形成された円環状の溝であって、送り溝の両端に形成されている。

可動おもりユニット３１は、停止溝内にその一部が係止された状態になると、第１送りねじ３２を回転させても、前後方向において移動不能となる。よって、停止溝は、可動おもりユニット３１の前後方向の両端部におけるストッパとして機能する。

[0066] （可動浮力材ユニット３５）

可動浮力材ユニット３５は、水中用ロボット１０の浮心位置を上下方向（第２軸方向）において移動させるために、上下方向に沿って配置された第２送りねじ３６の回転に伴って、上下方向において前後に移動する。

本実施形態の水中用ロボット１０では、可動おもりユニット３１と同様に、ギアボックス３７に近接した位置が、可動浮力材ユニット３５の初期位置として設定されている。そして、水中用ロボット１０を前傾姿勢に移行させる際には、ギアボックス３７から離間した位置まで可動浮力材ユニット３５を移動させる。

[0067] すなわち、水中用ロボット１０が直立姿勢（図１等参照）で水中を移動する際には、可動浮力材ユニット３５は、上下方向における上端の初期位置にある。

そして、水中用ロボット１０が前傾姿勢へ移行する際には、可動浮力材ユニット３５は、可動おもりユニット３１の前後方向における移動に連動して

、上下方向における下端の位置まで移動する。

[0068] これにより、水中用ロボット１０の浮心位置を、鉛直方向における下向きの位置へと移動させることができる。

（第２送りねじ３６）

第２送りねじ３６は、図１および図２Ｂ、図２Ｄ等に示すように、上下方向（第２軸方向）に沿って配置されている。そして、第２送りねじ３６は、第１送りねじ３２と同様に、外周面に送り溝と停止溝とが形成されており、回転することによって可動浮力材ユニット３５を上下方向において移動させる。

[0069] 送り溝は、円柱状の第２送りねじ３６の軸方向に対して斜めに、前後方向に沿って連続的に形成された１本の溝として形成されている。

可動浮力材ユニット３５は、この送り溝内にその一部が係止された状態で第２送りねじ３６が回転することで、上下方向において移動可能となる。

なお、本実施形態では、可動浮力材ユニット３５の上下方向における移動距離が、可動おもりユニット３１の前後方向における移動距離よりも長く、かつ第２送りねじ３６の送り溝のピッチは、第１送りねじ３２の送り溝のピッチよりも大きくなるように設定されている。これにより、第１送りねじ３２と第２送りねじ３６の長さが異なる場合でも、可動おもりユニット３１と可動浮力材ユニット３５とが、それぞれ第１・第２送りねじ３２，３６における両端へ到達するタイミングを一致させることができる。

[0070] 停止溝は、円柱状の第２送りねじ３６の軸方向に対して垂直な平面に沿って形成された円環状の溝であって、送り溝の両端に形成されている。

可動浮力材ユニット３５は、その一部が停止溝内に係止された状態になると、第２送りねじ３６を回転させても、上下方向において移動不能となる。よって、停止溝は、可動浮力材ユニット３５の上下方向の両端部におけるストッパとして機能する。

[0071] （ギアボックス３７）

ギアボックス（駆動機構）３７は、可動おもりユニット３１および可動浮

力材ユニット３５を、それぞれ前後方向および上下方向において駆動するために、バンパー１１における上面の後端に設けられている。そして、ギアボックス３７は、内部に設けられた単一の駆動源（モータ）（図示せず）と、複数のギアとを組み合わせて構成されている。

[0072] ギアボックス３７内の単一の駆動源（モータ）は、複数のギアを介して、前後方向に沿って配置された第１送りねじ３２の後端、上下方向に沿って配置された第２送りねじ３６の上端にそれぞれ連結されている。

そして、ギアボックス３７は、第１送りねじ３２と第２送りねじ３６とに対して、それぞれ回転駆動力を付与する。

[0073] 具体的には、ギアボックス３７から付与される回転駆動力は、可動おもりユニット３１が前方向へ移動する際には、これに連動して可動浮力材ユニット３５が下方向へ移動するように、第１送りねじ３２、第２送りねじ３６に対して伝達される。

なお、第１送りねじ３２と第２送りねじ３６とを回転させる方向は、それぞれの送り溝が形成された向きに応じて設定されていればよい。例えば、ギアボックス３７から見て、第１送りねじ３２と第２送りねじ３６とを同じ方向に回転させてもよいし、逆方向に回転させてもよい。

[0074] ＜ダムの壁面の検査時の動作＞

本実施形態の水中用ロボット１０では、上述した構成によって、例えば、図１２に示すダムの堤体５０の壁面５１ａ，５１ｂの検査を実施する。

具体的には、水中用ロボット１０は、コントローラ１から操作入力された内容に基づいて、図１２に示すように、水面に近い位置Ｌ１で潜行しながら検査対象であるダムの堤体５０の壁面５１ａへと近づいていく。

[0075] このとき、水中用ロボット１０は、推進器ユニット２０の各スラスタによって、３軸方向における推進力を制御して、直立姿勢を維持した状態で壁面５１ａへと近づいていく。水中用ロボット１０では、このような水平移動時には、上下スラスタ２２ａ～２２ｄおよび左右スラスタ２３ａ，２３ｂによる推進力を使って直立姿勢を維持しつつ、前後スラスタ２１ａ，２１ｂによ

る推進力を使って前進する。また、コントローラ１では、操作用カメラ１２ａによって取得された映像をモニタ画面で確認しながら目標とする方向へ移動していく。

[0076] 次に、水中用ロボット１０は、その正面（例えば、検査用カメラ１３）と壁面５１ａまでの距離ｄｓになる位置Ｌ２まで移動する。

この位置Ｌ２において、水中用ロボット１０は、検査用カメラ１３を起動して、壁面５１ａの撮影を開始する。

次に、水中用ロボット１０は、直立姿勢を維持した状態で、壁面５１ａまでの距離ｄｓを維持したまま、水平移動と下降とを繰り返しながら移動して行く。

[0077] このとき、水中用ロボット１０は、上下方向における移動時には、前後スラスタ２１ａ，２１ｂ、上下スラスタ２２ａ～２２ｄおよび左右スラスタ２３ａ，２３ｂによる推進力を使って直立姿勢を維持しつつ、上下スラスタ２２ａ～２２ｄによる推進力を使って上下に移動する。また、水中用ロボット１０は、左右方向における移動時には、前後スラスタ２１ａ，２１ｂ、上下スラスタ２２ａ～２２ｄおよび左右スラスタ２３ａ，２３ｂによる推進力を使って直立姿勢を維持しつつ、左右スラスタ２３ａ，２３ｂによる推進力を使って左右方向に移動する。

[0078] これにより、略鉛直方向に沿うように配置された壁面５１ａの検査用の画像を、検査用カメラ１３によって取得することができる。なお、検査用カメラ１３によって取得される画像は、動画であってもよいし、静止画であってもよい。

検査用カメラ１３によって動画を撮影する場合には、水中用ロボット１０は、検査対象となる壁面５１ａから距離ｄｓとなった位置Ｌ２に移動する。その後、水中用ロボット１０は、所望のタイミングで撮影を開始して、壁面５１ａと壁面５１ｂとの境界部分の位置Ｌ３に到達するまで連続的に撮影を行う。

[0079] 一方、検査用カメラ１３によって静止画を撮影する場合には、水中用ロボ

ット１０は、検査対象となる壁面５１ａから距離ｄｓとなった位置Ｌ２に移動する。その後、水中用ロボット１０は、操作用カメラ１２ａによって壁面５１ａの状態を確認しながら移動し、傷等の異常が見られる位置において、所望のタイミングで静止画を撮影する。

次に、水中用ロボット１０が壁面５１ａと壁面５１ｂとの境界部分の位置Ｌ３に到達すると、水中用ロボット１０は、次に検査対象となる傾斜した壁面５１ｂの角度に合わせて前傾姿勢へと切り替えられる。

[0080] 具体的には、水中用ロボット１０では、図１２に示す位置Ｌ３において、上述した姿勢調整機構３０によって可動おもりユニット３１と可動浮力材ユニット３５とが、同期して所定の方向へ移動する。

これにより、水中用ロボット１０では、重心位置が移動し、かつ浮心位置が移動することで、水中用ロボット１０をピッチ方向において傾ける（前傾させる）ことができる（位置Ｌ４）。

[0081] ここで、位置Ｌ４における前傾角度、つまり、可動おもりユニット３１と可動浮力材ユニット３５の移動距離は、検査対象である壁面５１ｂの角度に平行になるように設定される。壁面５１ｂの傾斜角度は、ダム等の設計データ等を予め入力しておいてもよい。あるいは、水中用ロボット１０において、操作用カメラ１２ａ、検査用カメラ１３、ソナー１４等を用いて直立姿勢時における壁面５１ｂまでの距離を計測して、壁面５１ｂの傾斜角度を求めてもよい。

[0082] 次に、水中用ロボット１０は、前傾姿勢を維持した状態で、壁面５１ｂまでの距離ｄｓを維持したまま、左右方向における移動と斜め下向きへの移動とを繰り返しながら移動して行く。

このとき、水中用ロボット１０は、斜め下向きへの移動時には、前後スラスタ２１ａ，２１ｂ、上下スラスタ２２ａ～２２ｄおよび左右スラスタ２３ａ，２３ｂによる推進力を使って前傾姿勢を維持しつつ、上下スラスタ２２ａ～２２ｄによる推進力を使って斜め下向きに移動する。また、水中用ロボット１０は、左右方向における移動時には、前後スラスタ２１ａ，２１ｂ、

上下スラスタ２２ａ～２２ｄおよび左右スラスタ２３ａ，２３ｂによる推進力を使って前傾姿勢を維持しつつ、左右スラスタ２３ａ，２３ｂによる推進力を使って左右方向に移動する。

[0083] これにより、傾斜面として形成された壁面５１ｂの検査用の画像を、検査用カメラ１３によって取得することができる。

［他の実施形態］

以上、本開示の一実施形態について説明したが、本開示は上記実施形態に限定されるものではなく、開示の要旨を逸脱しない範囲で種々の変更が可能である。

[0084] （Ａ）

上記実施形態では、水中においてダムの壁面の撮影を実施する検査用カメラ１３を、本開示の撮像装置に対応する構成の一例として挙げて説明した。しかし、本開示はこれに限定されるものではない。

撮像装置が撮影を実施する場所は、水中に限らず、例えば、宇宙空間のように、筐体部の内圧との差が生じる環境下等、外部から圧力が付与される環境下であればよい。

[0085] この場合でも、上記と同様の効果を得ることができる。

（Ｂ）

上記実施形態では、撮像部として、撮像部（カメラ）１３ａを用いた例を挙げて説明した。しかし、本開示はこれに限定されるものではない。

例えば、撮像装置に搭載されたＬＥＤ等の照明装置の構成に、本開示の構造を採用してもよい。

[0086] この場合には、カメラの画角の変化と同様に、ＬＥＤ等の照明装置から照射される光の範囲が、外部から付与される圧力に起因する筐体部の変形等によって、変化してしまうことを防止することができる。

（Ｃ）

上記実施形態では、水圧によって変形した透明板４２に対して、ケース４１の内側から撮像部１３ａを押圧する弾性部材として、円錐状のバネ４４を

用いた例を挙げて説明した。しかし、本開示はこれに限定されるものではない。

[0087] 例えば、円錐状以外の形状のバネを用いてもよいし、ゴム等の他の弾性部材を用いてもよい。

（Ｄ）

上記実施形態では、図５等に示すように、４つのレーザ照射部１３ｂａ～１３ｂｄを搭載した検査用カメラ１３を例として挙げて説明した。しかし、本開示はこれに限定されるものではない。

[0088] 例えば、検査用カメラ１３に搭載されたレーザ照射部の数は、３つ、あるいは２つであってもよい。

この場合でも、レーザ照射部の位置の間隔が予め記憶されていれば、画像中のスポットの間隔が何画素分に相当するかを算出することで、実際のレーザ照射部の間隔を用いて、ダムの壁面等の傷等、検査対象物の大きさを測定することができる。

[0089] （Ｅ）

上記実施形態では、撮像部１３ａの光軸Ｘに直交する平面において、互いに直交する２つの軸上における光軸Ｘを中心とする円周上に、４つのレーザ照射部１３ｂａ～１３ｂｄが配置された検査用カメラ１３を例として挙げて説明した。しかし、本開示はこれに限定されるものではない。

[0090] 例えば、検査用カメラにおけるレーザ照射部の配置としては、各レーザ照射部から照射されたレーザの位置の間隔が設定されていればよいため、任意の配置であってもよい。

（Ｆ）

上記実施形態では、撮像部１３ａ、４つのレーザ照射部１３ｂａ～１３ｂｄが、共通のフロントケース４３に取り付けられている例を挙げて説明した。しかし、本開示はこれに限定されるものではない。

[0091] 例えば、撮像部１３ａ、４つのレーザ照射部１３ｂａ～１３ｂｄが、別々の部材に取り付けられていてもよい。

（Ｇ）

上記実施形態では、撮像部（カメラ）１３ａを内包する筐体部を構成するケース４１とフロントケース４３とが、ともにアルミ製の筐体として形成されている例を挙げて説明した。しかし、本発明はこれに限定されるものではない。

[0092] 例えば、ケース４１とフロントケース４３とが、アルミ以外の金属製、または金属以外の材料を用いて形成されていてもよい。

あるいは、ケース４１とフロントケース４３とが別々の材料によって形成されていてもよい。

（Ｈ）

上記実施形態では、本開示に係る水中用ロボット１０を用いた検査対象物として、ダムの壁面を例として挙げて説明した。しかし、本開示はこれに限定されるものではない。

[0093] 例えば、検査用カメラの筐体部に対して外圧が付与されるような環境下における各種検査等に対しても、本開示の検査システムは適用可能である。

（Ｉ）

上記実施形態では、水中においてダムの壁面の検査を行う検査装置を例として挙げて説明した。しかし、本開示はこれに限定されるものではない。

[0094] 例えば、検査の実施を行うことなく、水圧等の外圧が掛かる環境下において対象物の撮影を行う撮像装置として、本開示の撮像装置を実現してもよい。

産業上の利用可能性

[0095] 本開示の撮像装置は、外部から圧力が付与される環境下において撮影を実施する場合でも、外部から付与される圧力による影響を低減させて、撮影された画像の画質が低下することを抑制することができるという効果を奏することから、水中等のような外圧が付与される環境下において使用される撮像装置に対して広く適用可能である。

符号の説明

[0096] １　コントローラ
２　ケーブル
１０　水中用ロボット（検査装置）
１１　バンパー
１１ａ　センターフレーム
１１ｂ　センターフレーム
１２　本体ユニット
１２ａ　操作用カメラ
１３　検査用カメラ（撮像装置）
１３ａ　撮像部（カメラ）
１３ａａ　配線
１３ｂａ～１３ｂｄ　レーザ照射部
１４　ソナー
１５　照明
１６　バッテリユニット
１７ａ，１７ｂ　固定浮力材
２０　推進器ユニット
２１ａ，２１ｂ　前後スラスタ
２２ａ～２２ｄ　上下スラスタ
２３ａ，２３ｂ　左右スラスタ
３０　姿勢調整機構
３１　可動おもりユニット
３２　第１送りねじ
３５　可動浮力材ユニット
３６　第２送りねじ
３７　ギアボックス
４１　ケース（筐体部、第２筐体）
４１ａ　円筒部（支持部材）

４１ａａ　端面

４１ａｂ　切欠き部

４２　　透明板（筐体部、前面パネル）

４３　　フロントケース（筐体部、第１筐体）

４３ａ　　保持部（支持部材）

４３ａａ　段差部

４３ｂ　　保持部

４４　　バネ（弾性部材）

５０　　堤体

５１ａ，５１ｂ　壁面（対象物）

Ｆ１　　弾性力

Ｘ　　光軸

請求の範囲

[請求項1] 対象物の撮影を行う撮像装置であって、

撮影時に前記対象物に対向配置され可視光を透過する前面パネルを有する筐体部と、

撮影時に前記対象物側に配置される第１端が前記前面パネルの内面側に当接するように前記筐体部の内部に配置され、前記前面パネルを通して前記対象物の撮影を行う撮像部と、

前記撮像部を前記前面パネルに向かって押圧する押圧力を付与する弾性部材と、

を備えている撮像装置。

[請求項2] 前記撮像部は、前記対象物の撮影を行うカメラである、

請求項１に記載の撮像装置。

[請求項3] 前記筐体部は、前記撮像部の少なくとも一部を支持するとともに、前記前面パネルに掛かる外部からの圧力による変形を抑制する支持部材を有している、

請求項１または２に記載の撮像装置。

[請求項4] 前記筐体部は、内部に密閉空間を形成する、

請求項１から３のいずれか１項に記載の撮像装置。

[請求項5] 前記弾性部材は、前記撮像部における前記第１端とは反対側の第２端を、前記対象物側へ押圧する押圧力を付与する、

請求項１から４のいずれか１項に記載の撮像装置。

[請求項6] 前記弾性部材は、ばね部材である、

請求項１から５のいずれか１項に記載の撮像装置。

[請求項7] 前記筐体部は、撮影時において、前記対象物側に配置される第１筐体と、前記対象物とは反対側に配置される第２筐体と、を有している、

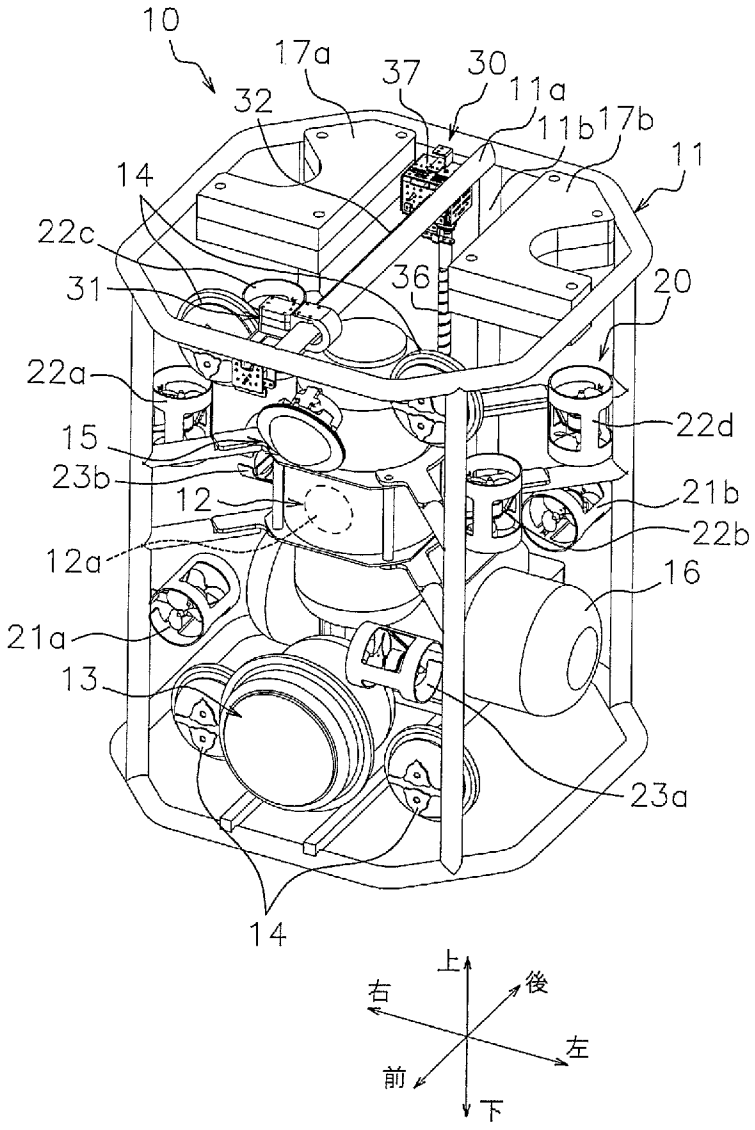
請求項１から６のいずれか１項に記載の撮像装置。

[請求項8] 前記弾性部材は、前記筐体部の内部における前記第１筐体と前記第

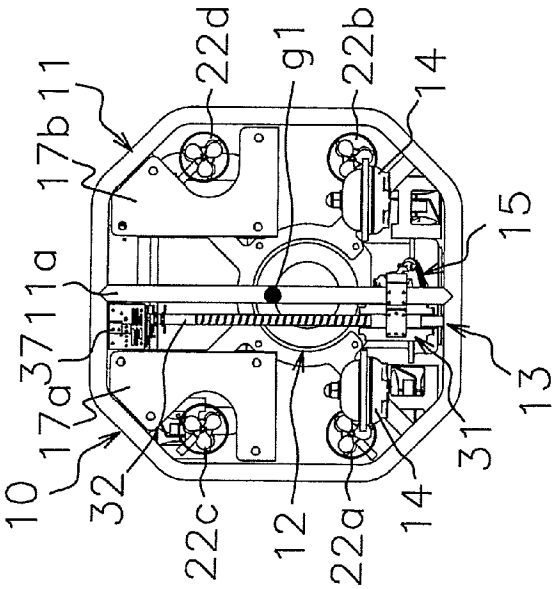
２筐体との接続部分に係止されている、

請求項７に記載の撮像装置。

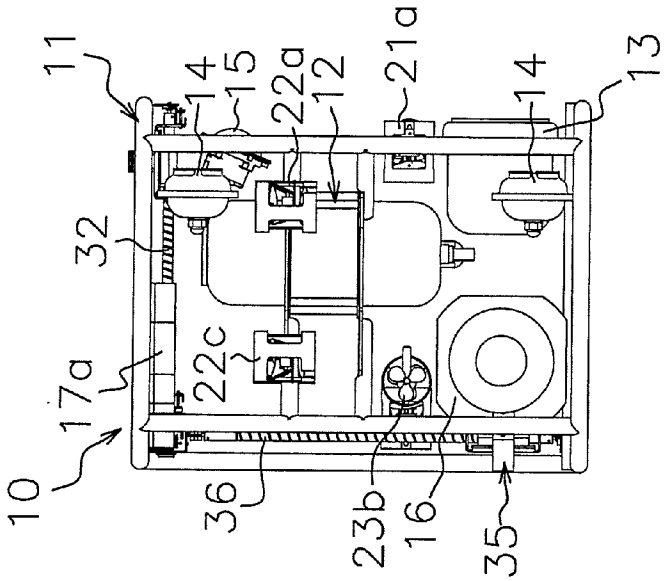
[図1]


10
17a
37
30
11a
32
11b
17b
11
14
22c
31
36
20
22a
22d
15
23b
12
21b
22b
12a
16
21a
13
23a
14
上
後
右
左
前
下

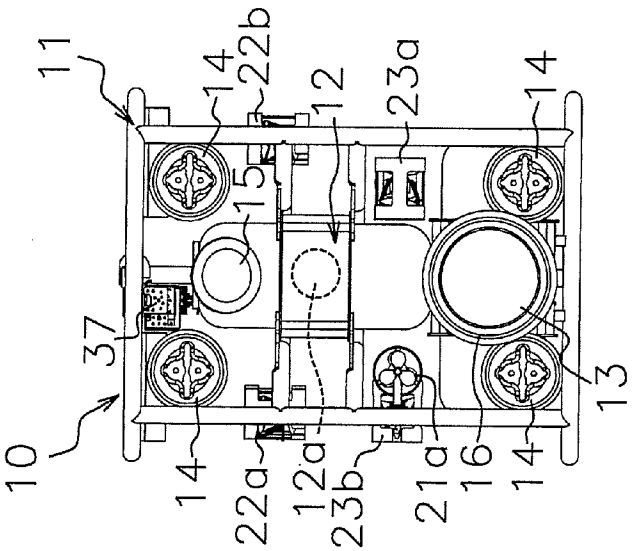
[図2A]


22d
91
22b
14
11
17b
15
11a
37
13
17a
31
10
32
14
22c
12
22a

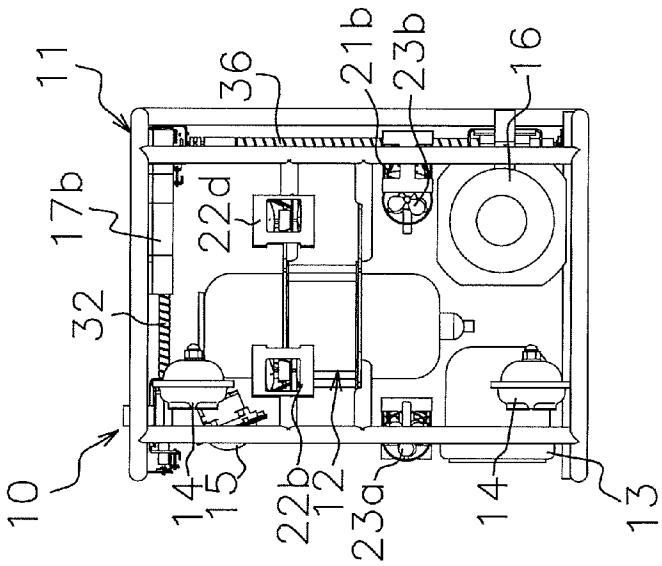
[図2B]


11
14
15
22a
12
21a
14
13
32
22c
17a
10
36
23b
16
35

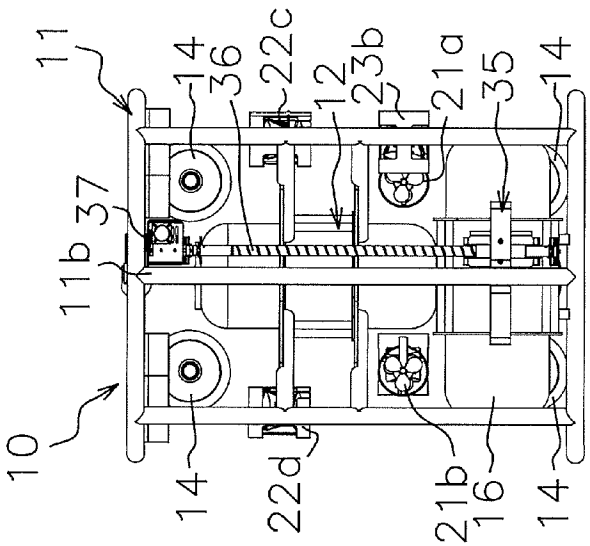
[図2C]


11
14
22b
12
23a
14
15
37
13
10
14
22a
12a
23b
21a
16
14

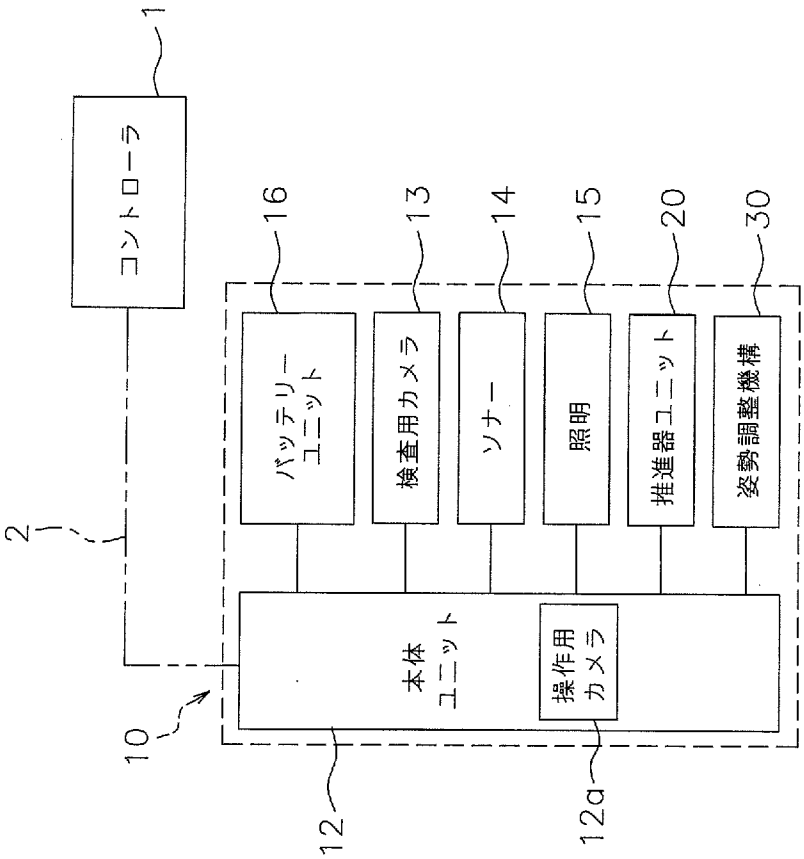
[図2D]


11
36
21b
23b
16
17b
22d
32
10
14
15
22b
12
23a
14
13

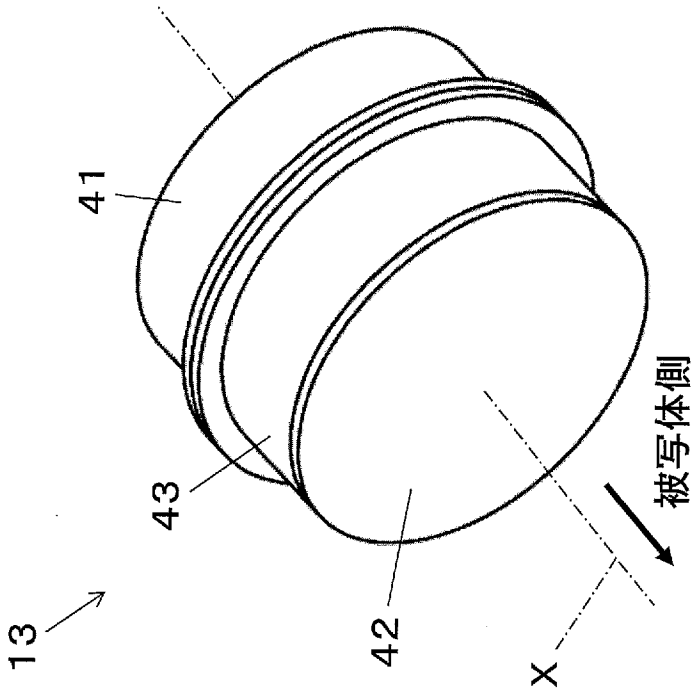
[図2E]


11
14
36
22c
12
23b
21a
35
14
37
11b
10
14
22d
21b
16
14

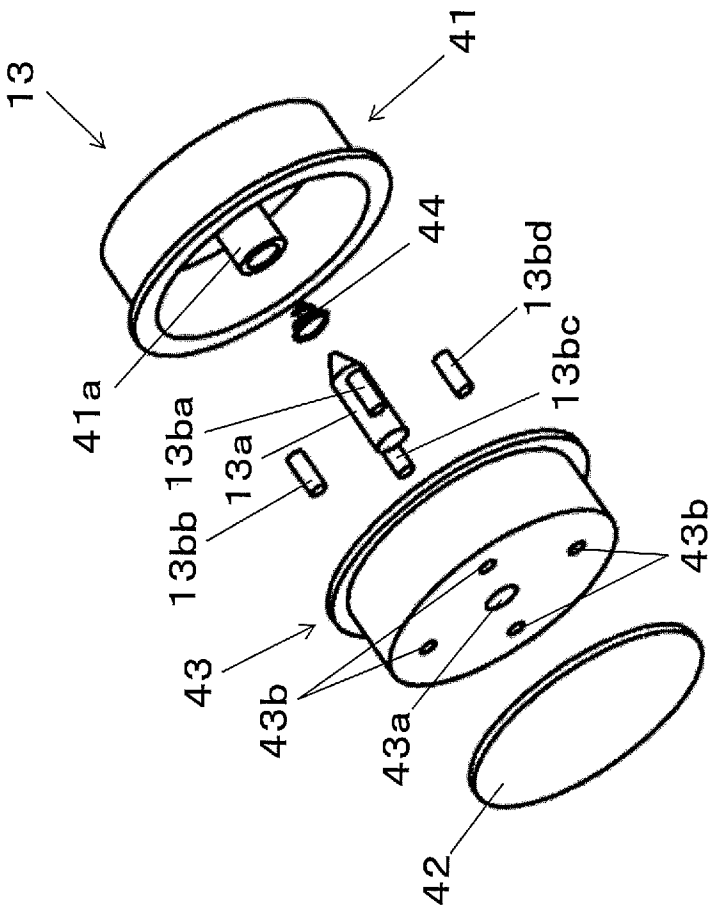
[図3]


1
コントローラ
2
16
バッテリーユニット
13
検査用カメラ
14
ソナー
15
照明
20
推進器ユニット
30
姿勢調整機構
本体ユニット
操作用カメラ
10
12
12a

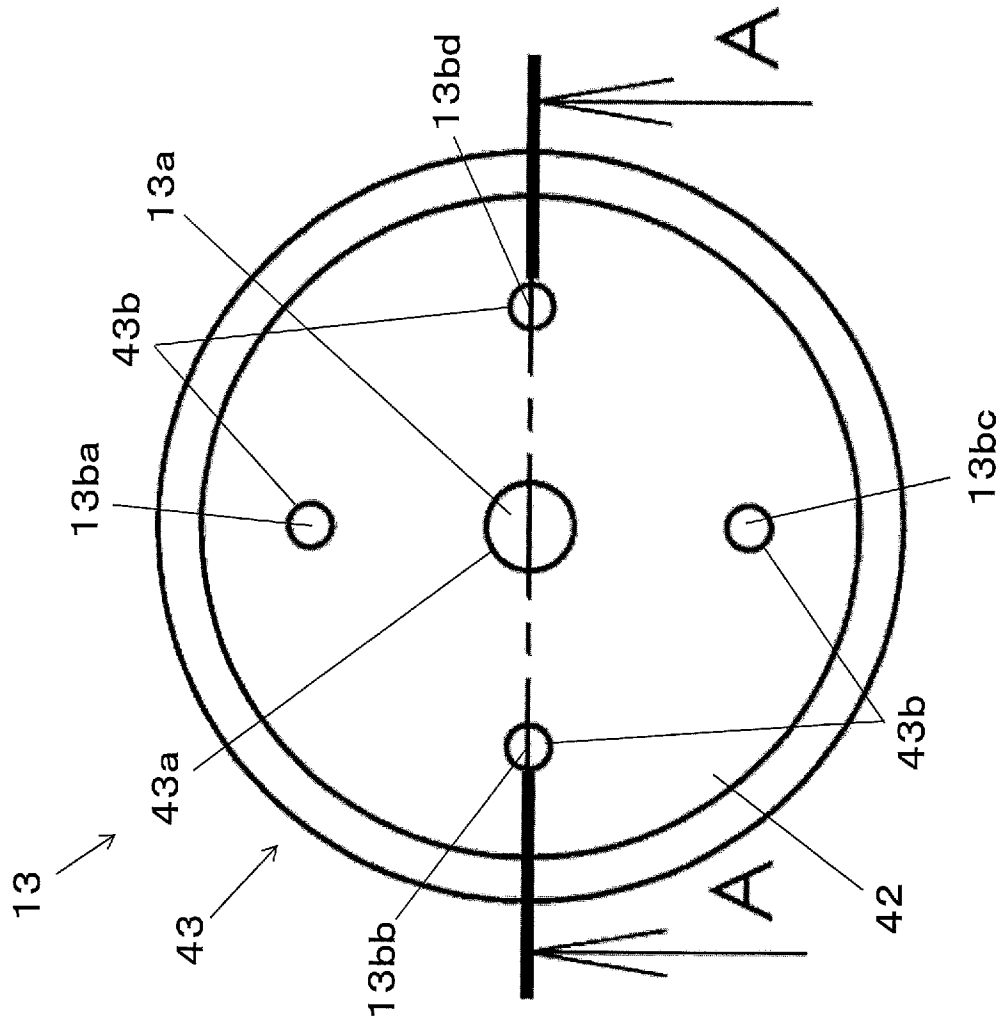
[図4]



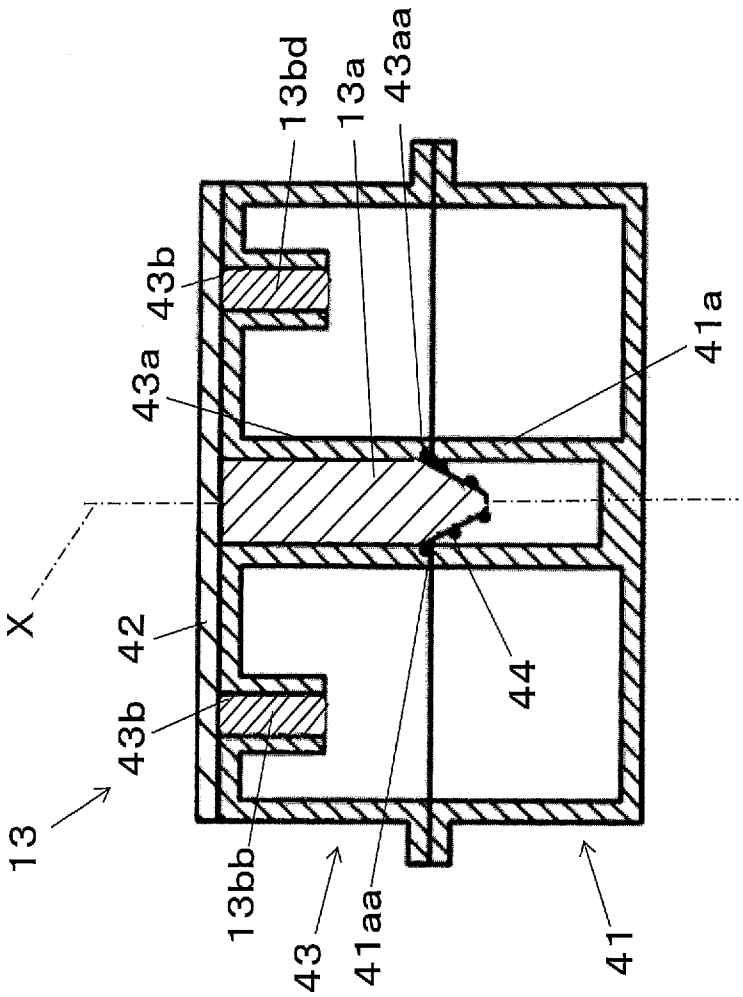
[図5]



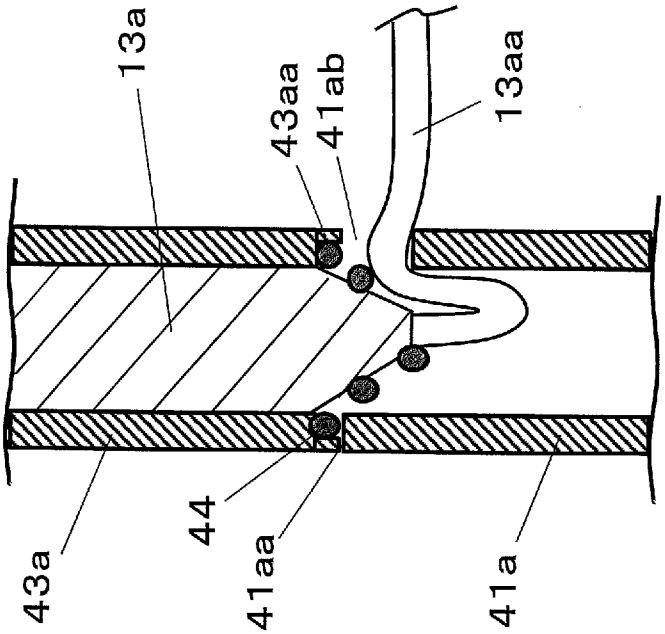
[図6]



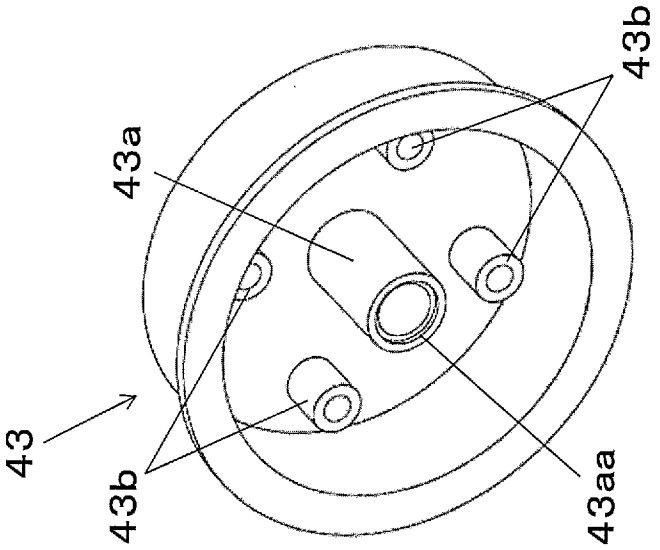
[図7]



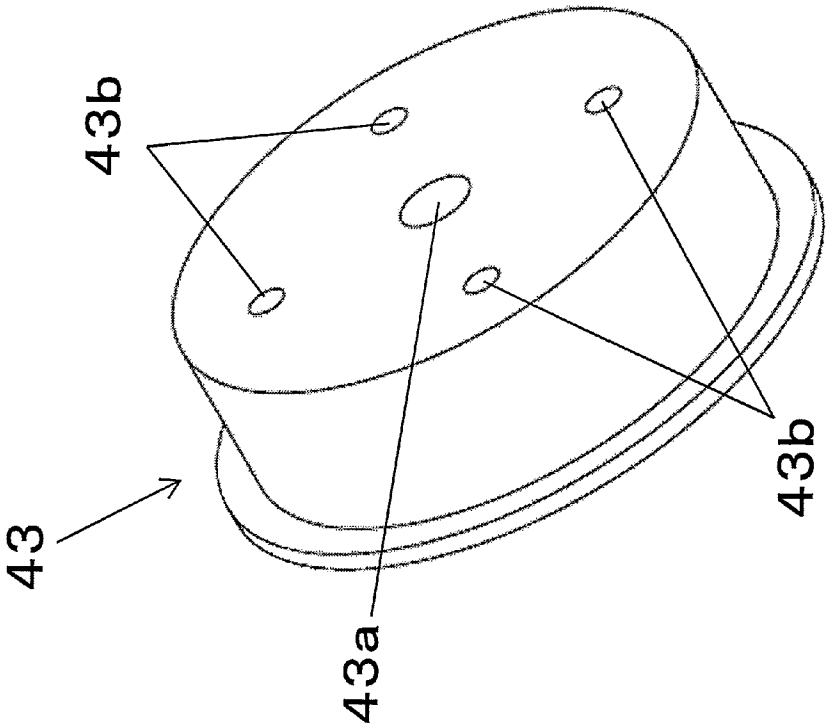
[図8]



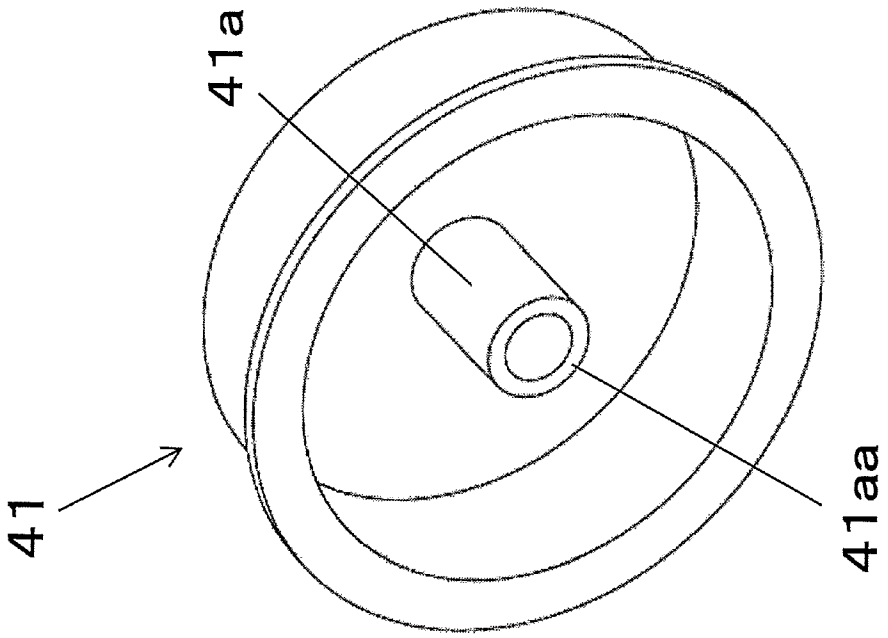
[図9A]



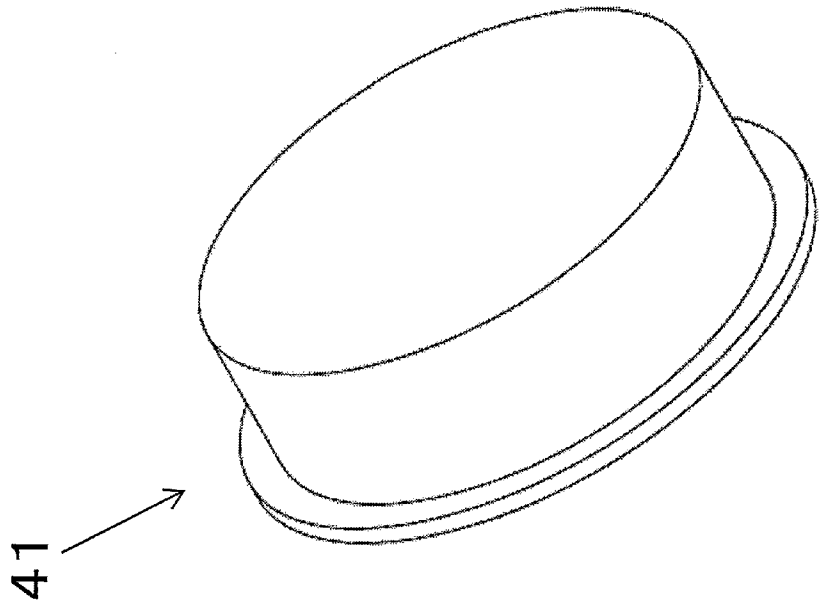
[図9B]



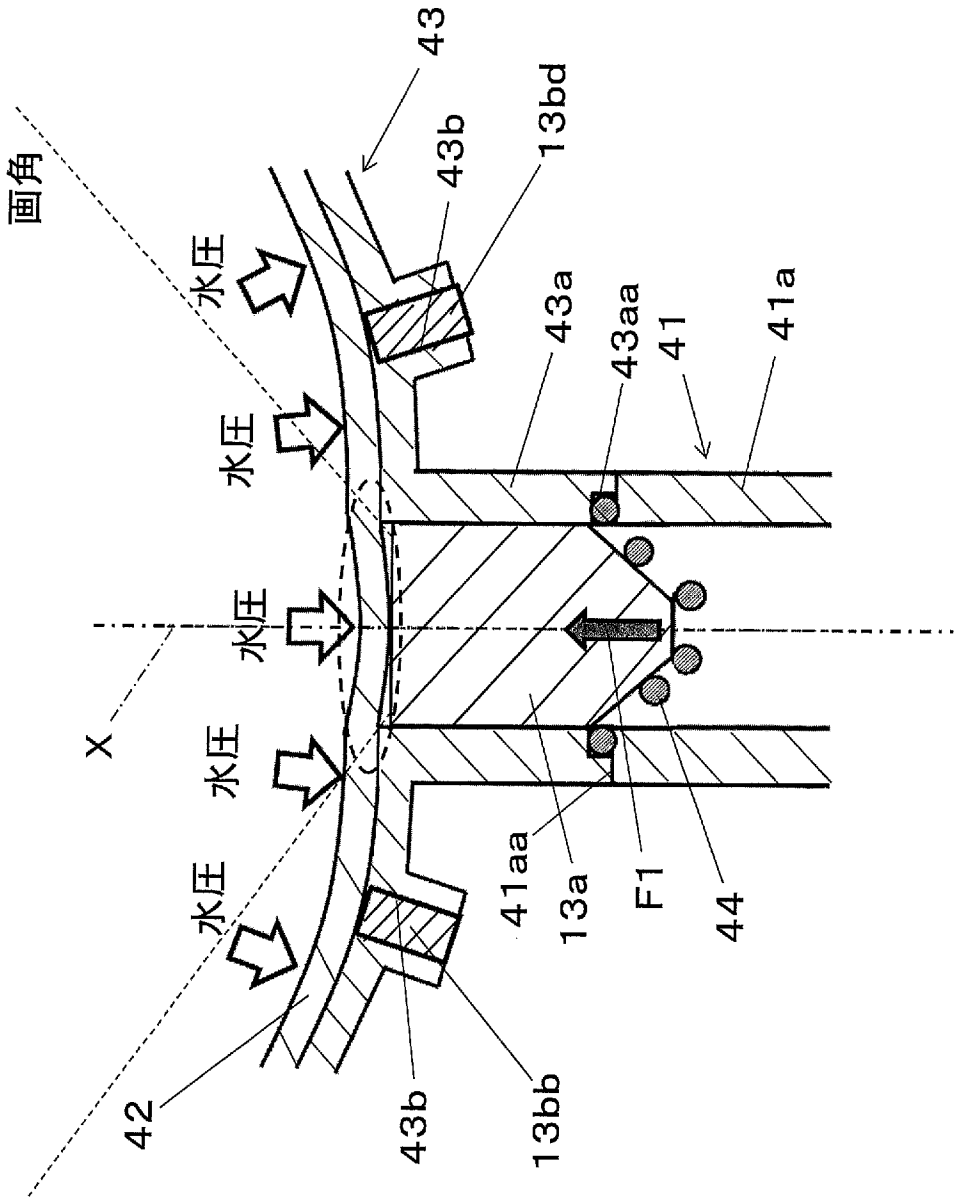
[図10A]



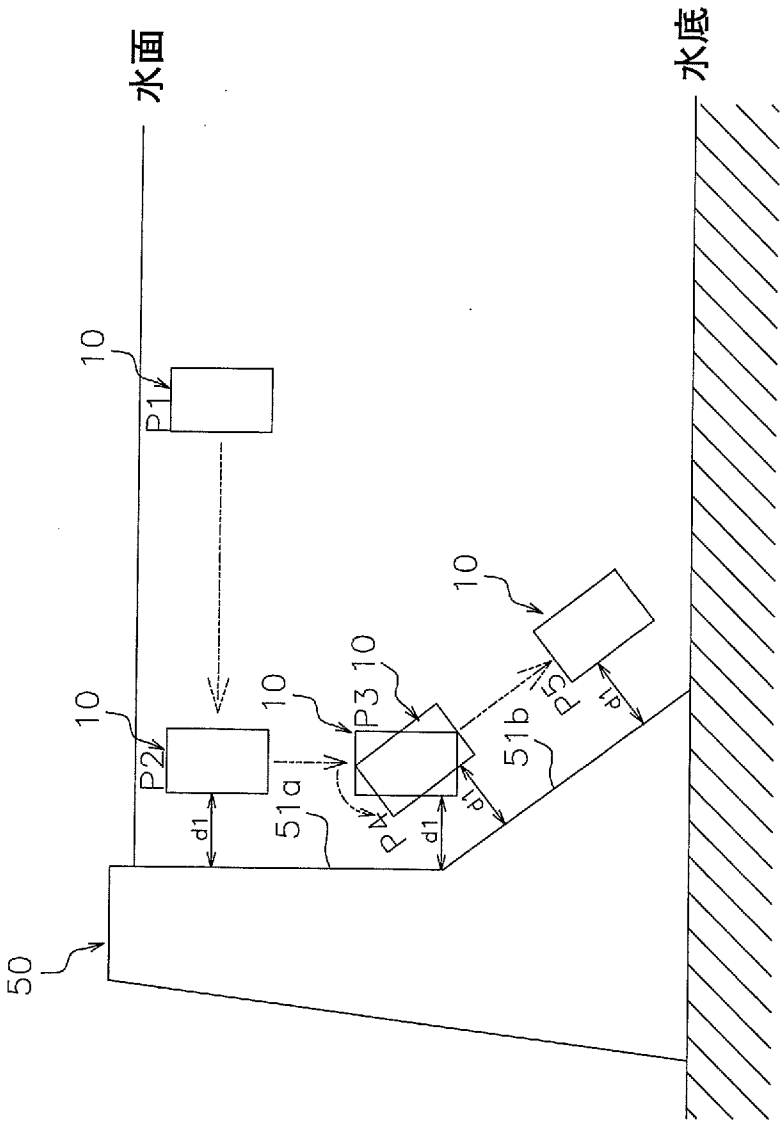
[図10B]



[図11]


43
43b
13bd
画角
水圧
水圧
水圧
水圧
水圧
43a
43aa
41
41a
X
41aa
13a
F1
44
42
43b
13bb

[図12]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2016/004423

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
G01N21/88(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)
G01N21/84-21/958, G01B11/00-11/30, G03B17/00-17/58

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	JP 2013-088512 A (Toshiba Teli Corp.), 13 May 2013 (13.05.2013), paragraphs [0008], [0011] to [0030]; fig. 1, 5 to 7 (Family: none)	1-6 7,8
Y	JP 2012-048008 A (Kyocera Corp.), 08 March 2012 (08.03.2012), claim 1; fig. 1, 2 & WO 2012/026500 A1	7,8
A	JP 2012-060445 A (Canon Inc.), 22 March 2012 (22.03.2012), entire text; all drawings & US 2012/0062789 A1 entire text; all drawings	1-8

☒ 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	Date of mailing of the international search report
25 November 2016 (25.11.16)	13 December 2016 (13.12.16)

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
Japan Patent Office 3-4-3,Kasumigaseki,Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915,Japan	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2016/004423

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 61-144551 A (Toshiba Corp.), 02 July 1986 (02.07.1986), entire text; all drawings (Family: none)	1-8

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１６／００４４２３

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　G01N21/88(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.　G01N21/84-21/958, G01B11/00-11/30, G03B17/00-17/58

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	JP 2013-088512 A（東芝テリー株式会社）2013.05.13, 段落［０００８］、［００１１］－［００３０］、図１、５－７（ファミリーなし）	1-6 7,8
Y	JP 2012-048008 A（京セラ株式会社）2012.03.08, 請求項１、図１、２ & WO 2012/026500 A1	7,8
A	JP 2012-060445 A（キヤノン株式会社）2012.03.22, 全文、全図 & US 2012/0062789 A1, 全文、全図	1-8

☑　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	国際調査報告の発送日
２５．１１．２０１６	１３．１２．２０１６

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
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）　２Ｗ　５３６１
佐々木　龍
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３２５８

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 61-144551 A (株式会社東芝) 1986.07.02, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-8