

(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
2019年10月31日(31.10.2019)



(10) 国際公開番号

WO 2019/208757 A1

- (51) 国際特許分類:
B63C 11/00 (2006.01) B63B 49/00 (2006.01)
B63B 45/08 (2006.01) B63C 11/48 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2019/017880
- (22) 国際出願日: 2019年4月26日(26.04.2019)
- (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 2018-085821 2018年4月26日(26.04.2018) JP
- (71) 出願人: 川崎重工業株式会社 (KAWASAKI JUKOGYO KABUSHIKI
- KAISHA) [JP/JP]; 〒6508670 兵庫県神戸市中央区東川崎町3丁目1番1号 Hyogo (JP).
- (72) 発明者: 向田 峰彦(MUKAIDA, Minehiko). 岡矢 紀幸(OKAYA, Noriyuki). 福井 厚市(FUKUI, Koichi). 立浪 史貴(TACHINAMI, Fumitaka). 加賀 裕樹(KAGA, Hiroki).
- (74) 代理人: 特許業務法人 有古特許事務所 (PATENT CORPORATE BODY ARCO PATENT OFFICE); 〒6500031 兵庫県神戸市中央区東町123番地の1 貿易ビル3階 Hyogo (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,

(54) Title: OPERATION METHOD IN WHICH AUTONOMOUS UNDERWATER VEHICLE IS USED

(54) 発明の名称: 自律型無人潜水機を用いた作業方法

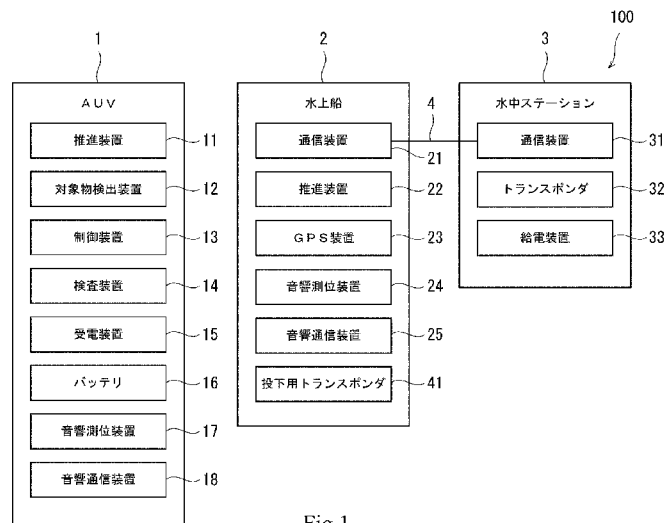


Fig.1

- 2 Marine vessel
3 Underwater station
11, 22 Propulsion device
12 Target object detection device
13 Control device
14 Inspection device
15 Power reception device
16 Battery
17, 24 Acoustic positioning device
18, 25 Acoustic communication device
21, 31 Communication device
23 GPS device
25 Transponder
32 Transponder
33 Power supply device
41 Transponder for dropping

(57) Abstract: This operation method in which an autonomous underwater vehicle (AUV) is used has: a step for operating an object to be operated using an operation device provided to an AUV while the AUV is driven along the object to be operated; a step for dropping a transponder and submerging the same to the sea floor; a step for driving the AUV toward a return destination; and a step for driving the AUV, on the basis of information obtained by acoustic positioning in which the transponder submerged to the sea floor is used, from the return destination to a location near an operation

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, JO, KE, KG, KH,
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:

- 一 国際調査報告 (条約第21条(3))

suspension position at which operation of the object to be operated is suspended, and restarting the operation of the object to be operated.

(57) 要約: AUVを用いた作業方法は、AUVを作業対象物に沿って航走させながら、AUVが有する作業装置で作業対象物について作業するステップと、トランスポンダを投下して水底に沈めるステップと、AUVを帰還先に向けて航走させるステップと、水底に沈めたトランスポンダを利用した音響測位により得られた情報に基づいて、AUVを帰還先から、作業対象物についての作業を中断した作業中断位置の近傍まで航走させ、作業対象物についての作業を再開するステップと、を有する。

明 細 書

発明の名称：自律型無人潜水機を用いた作業方法

技術分野

[0001] 本発明は、自律型無人潜水機を用いた、例えば検査等の作業方法に関する。

背景技術

[0002] 例えば、海底に敷設された海底パイプラインの検査や、海底地形図の作成等の水中での作業を行うための装置として、内蔵バッテリーを動力源として水中を自律航走する自律型無人潜水機（A U V : Autonomous Underwater Vehicle。以下、A U Vともいう。）の開発が進められている（例えば特許文献1参照）。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特許第5806568号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] ところで、A U Vを用いて水中作業を行う場合、例えばA U Vの内蔵バッテリーの充電や、作業途中段階までにA U Vが取得したデータの確認、A U Vが備える作業装置の取り替えなど様々な理由により、A U Vに作業を中断させて、水上船または水中ステーションに一旦帰還させることが想定される。この場合、作業対象物と帰還先との間でA U Vを往復させながら作業を進めることになる。

[0005] 帰還先から作業対象物における作業中断位置近傍に向けてA U Vを航走させる方法としては、A U Vに搭載された慣性航法装置（I N S : Inertial Navigation System。）により帰還前のA U Vの位置と方位（すなわち、作業を中断したA U Vの位置と方位）を測定し、帰還先からA U Vを当該測定した位置に戻すことが考えられる。ところが、慣性航法装置の位置情報は、時間

と共に計測される誤差が累積するため、慣性航法装置を用いた位置計測では、帰還先から作業対象物の作業中断位置近傍に向けて精度良く A U V を航走させることが非常に困難である。

[0006] そこで、本発明は、水中または水底に位置する作業対象物と帰還先との間で A U V を往復させながら作業対象物について作業する作業方法において、帰還先から作業対象物の作業中断位置近傍に向けて精度良く A U V を航走させることができる、A U V を用いた作業方法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

[0007] 上記課題を解決するために、本発明に係る A U V を用いた作業方法は、水中または水底に位置する作業対象物と帰還先との間で A U V を往復させながら、前記 A U V を用いて前記作業対象物について作業する、A U V を用いた作業方法であって、A U V を前記作業対象物に沿って航走させながら、前記 A U V が有する作業装置で前記作業対象物について作業するステップと、トランスポンダを投下して水底に沈めるステップと、前記 A U V を前記帰還先に向けて航走させるステップと、水底に沈めた前記トランスポンダを利用した音響測位により得られた情報に基づいて、前記 A U V を前記帰還先から、前記作業対象物についての作業を中断した作業中断位置の近傍まで航走させ、前記作業対象物についての作業を再開するステップと、を有する。

[0008] 上記の作業方法によれば、トランスポンダを投下して水底に沈めた後に、A U V に作業を帰還先に向けて航走させ、当該トランスポンダを利用した音響測位により得られた情報に基づいて、A U V を帰還先から作業中断位置近傍まで航走させる。このため、帰還先から作業対象物の作業中断位置近傍に向けて精度良く A U V を航走させることができる。

[0009] 上記の作業方法は、前記トランスポンダを投下するステップにおいて、作業の中断を予定する位置の近傍または作業を中断した位置の近傍に向けて投下してもよい。この作業方法によれば、A U V を帰還先から水底のトランスポンダに向けて航走させれば、容易に A U V を作業中断位置近傍まで航走させることができる。

[0010] 上記の作業方法は、前記AUVを前記帰還先に向けて航走させるステップの前に、水底に沈めた前記トランスポンダを利用した音響測位により得られた情報に基づいて、前記作業対象物についての作業を中断した作業中断位置を記憶するステップを有してもよい。この作業方法によれば、トランスポンダが着底した位置が作業中断位置から離れている場合でも、帰還先からAUVを作業中断位置近傍まで航走させることを可能にする。

[0011] 上記の作業方法は、前記AUVの上方を航行する水上船で、前記帰還先としての水中ステーションを曳航するステップを有し、前記トランスポンダを投下するステップにおいて、前記水上船、前記水中ステーションまたは前記AUVから前記トランスポンダを投下してもよい。

[0012] 上記の作業方法は、前記トランスポンダを投下するステップにおいて、下記条件(i)～(iii)の少なくとも1つが満たされたときに、前記トランスポンダを投下してもよい。

(i)前記AUVのバッテリー残量が設定値を下回ったとき

(ii)前記AUVの移動距離が所定の距離を上回ったとき

(iii)前記AUVが行う作業に所定のデータの記憶が含まれる場合、前記AUVが記憶可能なデータ残容量が、設定量を下回ったとき

[0013] 上記の作業方法は、前記作業対象物についての作業を再開するステップの後に、前記トランスポンダを水上に浮上させるステップを有してもよい。この作業方法によれば、作業対象物についての作業を再開させた後に、水底に沈んだトランスポンダを水上に浮上させるため、当該トランスポンダを水上船から回収することができる。

発明の効果

[0014] 本発明によれば、水中または水底に位置する作業対象物と帰還先との間でAUVを往復させながら作業対象物について作業する作業方法において、帰還先から作業対象物の作業中断位置近傍に向けて精度良くAUVを航走させることができる、AUVを用いた作業方法を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0015] [図1]第1実施形態に係る作業方法を実施する作業システムの概略構成図である。

[図2]第1実施形態に係る作業方法における、パイプライン検査の流れを示すフローチャートである。

[図3]第1実施形態に係る作業方法における、AUVが作業中断位置から水中ステーションに向かって航走する流れを説明する模式図である。

[図4]第1実施形態に係る作業方法における、AUVが水中ステーションから作業中断位置へと航走し検査を再開する流れを説明する模式図である。

[図5]第2実施形態に係る作業方法における、パイプライン検査作業の流れを示すフローチャートである。

[図6]第2実施形態に係る作業方法における、AUVが作業中断位置から水上船に向かって航走する流れを説明する模式図である。

[図7]第2実施形態に係る作業方法における、AUVが水上船から作業中断位置へと航走し検査を再開する流れを説明する模式図である。

[図8]変形例に係る作業方法における、AUVからの投下用トランスポンダを示す模式図である。

発明を実施するための形態

[0016] (第1実施形態)

以下、図面を参照しながら、本発明の第1実施形態に係る作業方法について説明する。

[0017] (作業システムの構成)

図1は、第1実施形態に係る作業方法を実施する作業システム100の概略構成図である。本実施形態の作業システム100は、AUV1、水上船2、および水中ステーション3を備える。本実施形態の作業システム100は、海底において例えば数十キロあるいは数百キロに亘って敷設された海底パイプライン（以下、「パイプライン」と呼ぶ。）L（図3および図4参照）について、その全長に亘ってAUV1を用いて検査作業を行うシステムである。

- [0018] AUV 1は、パイプラインLに沿って航走しながら、パイプラインLを検査する。AUV 1は、図略のボディを有する。AUV 1のボディには、推進装置11、対象物検出装置12、検査装置14、受電装置15、バッテリー16、音響測位装置17、および音響通信装置18が設けられている。
- [0019] 推進装置11は、AUV 1のボディを水中で移動させる推力を発生させる。推進装置11は、例えばAUV 1のボディを前方へ移動させるための主推進用スラスト、AUV 1のボディを上下方向に移動させるための垂直スラスト、AUV 1のボディを左右方向に移動させるための水平スラストなど、複数の推進器およびAUV 1の進路を変更する舵装置を含む。ただし、推進装置11は、これに限定されず、例えば推力を発生させる方向を変更可能な首振り式のスラストを有していてもよい。
- [0020] 対象物検出装置12は、作業対象物であるパイプラインLを検出して、当該パイプラインLの近傍に位置するAUV 1のボディとパイプラインLとの位置関係を示す作業対象物情報を取得する。そして、制御装置13は、AUV 1のボディがパイプラインLに対して一定の範囲内にある状態を維持しながらAUV 1が当該パイプラインLに沿って航走するように、対象物検出装置12により取得した作業対象物情報に基づいて、推進装置11を制御する。
- [0021] 対象物検出装置12は、例えばマルチビームソナーである。対象物検出装置12は、例えばAUV 1のボディの前側下部に設けられ、AUV 1の中距離前方のパイプラインLの曲がり具合やパイプラインL上の異物の有無に関する情報を、作業対象物情報として取得する。ただし、対象物検出装置12は、マルチビームソナーでなくてもよく、AUV 1がパイプラインLを辿りながら航走することを可能にする情報を取得できるものであればよい。例えば対象物検出装置12は、形状把握用レーザでもよいし、マルチビームソナーと形状把握用レーザの双方を含んでもよい。また、対象物検出装置12が設けられる位置や個数も特に限定されない。
- [0022] 検査装置14は、作業対象物であるパイプラインLを検査するための装置

である。本実施形態では、検査装置 14 は、パイプライン L の上面または側面を撮像する撮像用カメラ（例えばテレビカメラ）である。AUV 1 のボディには、上述の制御装置 13 により制御される可動アームが設けられており、検査装置 14 は、当該可動アームの先端に設けられる。検査装置 14 である撮像用カメラで撮像した映像データは、作業者が目視検査するための検査データ（作業データ）として利用される。検査装置 14 は、本発明の「作業装置」に相当する。

[0023] なお、検査装置 14 は、撮像用カメラに限定されない。検査装置 14 は、撮像用カメラの代わりにまたは撮像用カメラに加えて、例えばパイプライン L の全長に亘って防食処置（例えば防食塗装）の劣化の程度を検査する防食検査器、および腐食の程度や損傷の有無を検査するためにパイプライン L の肉厚を検査する肉厚検査器の一方または双方を含んでもよい。

[0024] なお、本願の明細書および特許請求の範囲において、AUV が行う作業には、作業者が作業対象物の劣化の程度や異常の有無などを確認するための検査データ（作業データ）の取得が含まれる。すなわち、AUV 自体が、作業対象物の劣化の程度や異常の有無などを判定してもよいし、判定しなくてもよい。

[0025] 受電装置 15 は、水中ステーション 3 が有する後述の給電装置 33 から供給される電力を受電する。受電装置 15 が受電した電力に基づき、バッテリー 16 が充電される。バッテリー 16 が蓄積する電力は、推進装置 11 など AUV 1 が備える上述の要素の作動に使用される。

[0026] 音響測位装置 17 は、後述する投下用トランスポンダ 41 またはトランスポンダ 32 とともに、投下用トランスポンダ 41 またはトランスポンダ 32 に対する AUV 1 の相対位置を測定する音響測位システムを構成する。音響測位装置 17 の詳細は後述する。

[0027] 音響通信装置 18 は、水上船 2 が備える後述の音響通信装置 25 との間で、音響を用いて通信を行う。音響通信装置 18 により、AUV 1 が有する各種装置が取得した情報（例えば、AUV 1 の位置、AUV 1 の機首方位、バ

ッテリ 16 の残量など) を AUV 1 から水上船 2 に送信できる。後述する作業中断信号の送信または受信も、音響通信装置 18 または音響通信装置 25 により行われる。なお、音響測位装置 17 と音響通信装置 18 とは、一体的に構成されていてもよいし、別体であってもよい。

[0028] 本実施形態において、水上船 2 は、海上における AUV 1 の上方を航行して、適宜 AUV 1 を支援する海上支援船である。具体的には、水上船 2 は、海上におけるパイプライン L の上方で水中ステーション 3 を曳航している。そして、この水中ステーション 3 を用いて、水上船 2 に揚収することなく AUV 1 への電力供給が可能である。

[0029] なお、海上における AUV 1 の上方を航行する水上船 2 は、AUV 1 の真上に位置する必要はなく、AUV 1 を支援可能な範囲でパイプライン L に沿って航行すればよい。通常、AUV 1 に対して水上船 2 の速度は大きい。このため、水上船 2 は、AUV 1 が航走中に常に航行している必要ない。例えば、水上船 2 は、AUV 1 が航走中であっても、当該 AUV 1 までの距離が当該 AUV 1 を支援可能な範囲に収まりさえすれば、航行と停留とを繰り返してもよい。

[0030] 水上船 2 は、通信装置 21、推進装置 22、GPS (Global Positioning System) 装置 23、音響測位装置 24、および音響通信装置 25 を備える。通信装置 21 は、水中ステーション 3 が備える後述の通信装置 31 と通信するための装置である。推進装置 22 は、水上を航行するための推力を発生させる装置である。GPS 装置 23 は、海上における水上船 2 の位置情報を取得する装置である。

[0031] 音響測位装置 24 は、後述する投下用トランスポンダ 41 またはトランスポンダ 32 とともに、投下用トランスポンダ 41 またはトランスポンダ 32 に対する水上船 2 の相対位置を測定する音響測位システムを構成する。音響測位装置 24 の詳細は後述する。

[0032] 音響通信装置 25 は、AUV 1 が備える上述の音響通信装置 18 との間で、音響を用いて通信を行う。音響通信装置 25 により、AUV 1 が有する各

種装置が取得した情報（例えば、AUV 1 の位置、AUV 1 の機首方位、バッテリー 16 の残量など）を AUV 1 から受信できる。なお、音響測位装置 24 と音響通信装置 25 とは、一体的に構成されていてもよいし、別体であってもよい。

[0033] また、水上船 2 には、海中に投下可能な投下用トランスポンダ 41（本発明の「トランスポンダ」に相当）が搭載されている。投下用トランスポンダ 41 は、AUV 1 が充電等のために作業を中断してパイプライン L 近傍から水中ステーション 3 に帰還しなければならない場合に、AUV 1 がパイプライン L の検査作業を中断した位置（作業中断位置）を測位するためのものである。

[0034] 投下用トランスポンダ 41 には、海中に投下された後に海底に沈むように、例えばロープなどにより錘 42（図 3 および図 4 参照）が結合されている。錘 42 が着底することにより、投下用トランスポンダ 41 の海底に対する位置、すなわち、投下用トランスポンダ 41 のパイプライン L に対する位置は一定となる。

[0035] こうして海底における位置が定まった投下用トランスポンダ 41 に対して、作業中断位置にいる AUV 1 の音響測位装置 17 は、音波を送る。そして、その音波を検出した投下用トランスポンダ 41 は、音響測位装置 17 に応答波を送る。音響測位装置 17 は、投下用トランスポンダ 41 からの応答波に基づき、投下用トランスポンダ 41 に対する AUV 1 の位置、すなわちパイプライン L における AUV 1 が作業を中断した作業中断位置を測定する。計測された作業中断位置（情報）は、AUV 1 が有する図略の記憶部に記憶される。

[0036] なお、本実施形態における音響測位システムは、USBL（Ultra Short Base Line）方式の測位システムである。すなわち、音響測位装置 17 は、送波器と受波アレイとを有し、送波器から音波を送り、それを検出した投下用トランスポンダ 41 から送られる応答波を受波アレイで受ける。音響測位装置 17 は、投下用トランスポンダ 41 との間の音波の往復時間から投下用ト

ランスポンダ４１までの距離を計算するとともに、受波アレイ内の各素子へ到達した応答音波の位相差をもとに投下用トランスポンダ４１の方位を特定する。また、水上船２が備える音響測位装置２４も、音響測位装置１７と同様にＵＳＢＬ方式を採用した構成であるため、説明を省略する。

[0037] このように、記憶される作業中断位置（情報）は、パイプラインＬにおけるＡＵＶ１が作業を中断した位置を特定できる情報であればよく、音響測位装置１７から投下用トランスポンダ４１までの距離（情報）とあらかじめ測定しているＡＵＶ１の方位または音響測位装置１７に対する投下用トランスポンダ４１の方位（情報）とで構成される情報であってもよい。また、作業中断位置（情報）は、マップ等における座標情報などでもよい。

[0038] なお、本実施形態の音響測位システムは、ＵＳＢＬ方式の測位システムに限定されない。例えば、音響測位装置１７は、ＡＵＶ１のボディに３つ以上の受波器を互いに離間するように設けて、これらが受ける応答波の到達時間差をもとにＡＵＶに対する投下用トランスポンダ４１の方位を特定するＳＢＬ（Short Base Line）方式などでもよい。

[0039] さらに、投下用トランスポンダ４１は、所定のタイミングで浮上させて、水上船２に回収できるように構成されている。具体的には、投下用トランスポンダ４１には、所定の音響信号を受信して、投下用トランスポンダ４１から錘４２を切り離す（すなわち、錘４２と投下用トランスポンダ４１との結合状態を解除する）切離し装置と、錘４２から切り離された投下用トランスポンダ４１を海上に浮上させる浮体物とが設けられている（いずれも図示略）。

[0040] 本実施形態において、水中ステーション３は、水上船２から延びるケーブル４に接続されており、水上船２が海上を航行すると、ケーブル４に引っ張られて曳航される。このケーブル４は、水上船２から水中ステーション３に電気を送るための送電線および水上船２と通信するための通信線を含む。

[0041] 水中ステーション３は、通信装置３１、トランスポンダ３２、および給電装置３３を備える。通信装置３１は、水上船２が備える上述の通信装置２１

と通信するための装置である。水中ステーション 3 の通信装置 3 1 と水上船 2 の通信装置 2 1 とは、ケーブル 4 を介して通信する。ただし、水中ステーション 3 の通信装置 3 1 と水上船 2 の通信装置 2 1 とは、無線で通信してもよい。

[0042] トランスポンダ 3 2 は、AUV 1 が水中ステーション 3 にアプローチするために、音響測位装置 1 7 が水中ステーション 3 に対する AUV 1 の位置を測定するためのものである。AUV 1 が充電等のために作業を中断してパイプライン L 近傍から水中ステーション 3 に帰還しなければならない場合、音響測位装置 1 7 は、トランスポンダ 3 2 に音波を送り、その音波を検出したトランスポンダ 3 2 は、音響測位装置 1 7 に応答波を送る。音響測位装置 1 7 は、トランスポンダ 3 2 からの応答波に基づき、トランスポンダ 3 2 に対する AUV 1 の位置を測定する。制御装置 1 3 は、トランスポンダ 3 2 に AUV 1 が近づくよう推進装置 1 1 を制御する。

[0043] 給電装置 3 3 は、AUV 1 の受電装置 1 5 に電力を供給する。本実施形態では、水中ステーション 3 は、AUV 1 とドッキング可能に構成されている。AUV 1 が水中ステーション 3 にアプローチし、水中ステーション 3 に対してドッキングすると、水中ステーション 3 の給電装置 3 3 から AUV 1 の受電装置 1 5 に電力供給可能な状態となる。本実施形態では、給電装置 3 3 は、受電装置 1 5 に非接触に電力を供給する非接触式の給電装置である。ただし、水中ステーション 3 と AUV 1 とをつなぐコネクタ等を介して電力を供給する接触式の給電装置であってもよい。

[0044] (AUV を用いた作業の流れ)

次に、本実施形態に係る作業方法によるパイプライン L についての検査作業の流れについて、図 2 ～図 4 を参照しながら説明する。図 2 は、本実施形態に係る作業方法によるパイプライン L の検査の流れを示すフローチャートである。図 3 は、AUV 1 が作業中断位置から水中ステーション 3 に向かって航走する流れを説明する模式図である。図 4 は、AUV 1 が水中ステーション 3 から作業中断位置へと航走し検査作業を再開する流れを説明する模式

図である。

[0045] 図2に示すように、本実施形態に係る作業方法では、まずAUV1をパイプラインLの検査作業を開始する作業開始位置に位置付ける（ステップS1）。

[0046] ここで、AUV1をパイプラインLの作業開始位置に位置付ける方法の一例を説明する。パイプラインの検査作業では、パイプラインLがどの位置に配置されているかを示すマップ（以下、「パイプラインマップ」）を用意して、パイプラインLの作業開始位置と作業終了位置を予め決定する。作業開始時に、まずパイプラインマップとGPS装置23に基づき、パイプラインLの作業開始位置の上方に水上船2を位置づける。次に、水上船2とケーブルで繋がれた無人潜水機（ROV: Remotely Operated Vehicle。以下、ROVともいう。）を、水上船2から投下し、遠隔操作してパイプラインLの作業開始位置に位置付ける。その後、ROVを操作して、海底における作業開始位置近傍にトランスポンダを設置したあと、ROVを水上船2に揚収する。最後に、AUV1を水上船2から投下し、作業開始位置近傍に設置したトランスポンダを利用した音響測位により得られた情報に基づいて、AUV1を作業開始位置に航走させる。

[0047] こうして、AUV1を、パイプラインLにおける作業開始位置に位置付けた後、図3（A）に示すように、AUV1をパイプラインLに沿って航走させながら、AUV1が有する検査装置14でパイプラインLを検査する。一方、水上船2は、上述のパイプラインマップとGPS装置23により得られる情報に基づいてパイプラインLに沿ってAUV1の上方を航行する。図3（A）に示すように、水上船2は水中ステーション3を曳航する（ステップS2）。

[0048] その後、AUV1を水中ステーション3に帰還させる必要が生じたときに、水上船2から投下用トランスポンダ41を投下する。本実施形態では、AUV1のバッテリー16のバッテリー残量（情報）、パイプラインLにおけるAUV1が検査作業を行った部分の距離（移動距離）、および検査装置14に

より取得した検査データを記憶する記憶部における検査データを記憶可能なデータ残容量に基づいて、投下用トランスポンダ41を投下する（ステップS3）。具体的には、下記条件(i)～(iii)の少なくとも1つが満たされたときに、投下用トランスポンダ41を投下する。

(i) AUV1のバッテリー16のバッテリー残量が設定値を下回ったとき

(ii) AUV1の移動距離が所定の距離を上回ったとき

(iii) 検査装置14の記憶部における検査データを記憶可能なデータ残容量が、設定量を下回ったとき

[0049] 具体的には、AUV1の制御装置13は、バッテリー16のバッテリー残量、AUV1の移動距離、検査装置14の記憶部のデータ残容量をモニタリングする。そして、AUV1の制御装置13は、上記条件(i)～(iii)の少なくとも1つが満たされたときに、AUV1の作業中断タイミングを示す信号（以下、「作業中断信号」と呼ぶ。）を、水上船2に、直接または水中ステーション3を介して送る。なお、「移動距離」は、AUV1が作業開始位置からパイプラインLに沿って作業した距離、あるいは、AUV1が作業中断位置から作業を再開した場合には、AUV1が当該作業中断位置からパイプラインLに沿って作業した距離である。

[0050] 水上船2では、作業中断信号をAUV1から受信した後に、図3（B）に示すように、投下用トランスポンダ41を投下して水底に沈める。投下用トランスポンダ41の投下は、水上船2の甲板などから船員の手作業で海中に投下される。ただし、投下用トランスポンダ41を投下する投下装置を水上船2に設けてもよく、この場合、投下装置による投下動作は、AUV1からの作業中断信号で自動的に実行されてもよいし、作業中断信号を受信したことを知った船員の手動操作により実行されてもよい。

[0051] 投下用トランスポンダ41が海底に到達した後、AUV1の音響測位装置17が、投下用トランスポンダ41を利用した音響測位により得られた情報に基づいて、パイプラインLの作業を中断した作業中断位置（正確に言えば、作業中断位置に対するトランスポンダ41の位置）を記憶する（ステップ

S 4)。

[0052] AUV 1の音響測位装置17が、投下用トランスポンダ41を利用した音響測位により得られた情報に基づいて位置測定するタイミングは、特に制限されない。

[0053] 例えば、ステップS3で、AUV 1は、作業中断信号を水上船2に送る時点で、AUV 1は航走および作業を中断してもよい。この場合、AUV 1は、投下用トランスポンダ41が投下されて海底に到達するまで、その場に待機する。そして、投下用トランスポンダ41（より詳しくは錘42）が海底に到達した後に、音響測位装置17は、作業中断位置を測定する。なお、投下用トランスポンダ41が海底に到達したことは、投下用トランスポンダ41の動きが十分に小さくなったことを検出して判断する。

[0054] あるいは、例えば、ステップS3で、作業中断信号は、AUV 1が航走および作業を中断することを予告するものであってもよい。例えば、AUV 1が当該信号を水上船2に送ったときの位置から所定距離だけ航走したときに、AUV 1は航走および作業を中断してもよいし、AUV 1が当該信号を水上船2に送った時点から所定時間だけ航走したときに、AUV 1は航走および作業を中断してもよい。この場合、水上船2では、作業中断信号を受信した後、AUV 1が作業を中断する位置を予測して、その予測した位置にできるだけ近い位置に着底するよう投下用トランスポンダ41を投下してもよい。

[0055] 作業中断位置を記憶した後、図3（C）に示すように、AUV 1の音響測位装置17と水中ステーション3のトランスポンダ32とで構成される音響測位システムにより得られた情報に基づいて、AUV 1を、帰還先である水中ステーション3に向かって航走させる（ステップS5）。

[0056] そして、図3（D）に示すように、AUV 1が水中ステーション3に対してドッキングした後、AUV 1と水中ステーション3とはその状況に応じた動作を実行する。例えば、バッテリー残量が少なくなったこと（言い換えれば、条件（i）が満たされたこと）に起因して、AUV 1が水中ステーションに

帰還した場合、水中ステーション 3 の給電装置 33 から AUV 1 の受電装置 15 に電力供給が行われ、バッテリー 16 が充電される。なお、AUV 1 が水中ステーション 3 に帰還した場合には必ずバッテリー 16 の充電を行なってもよい。水中ステーション 3 に対してドッキングした AUV 1 は、作業途中段階までに取得した作業データを水中ステーション 3 に送信してもよいし、あるいは、次回の作業についての AUV 1 への指示を水中ステーション 3 から受信してもよい。

[0057] バッテリー 16 の充電が完了した後、図 4 (A) に示すように、投下用トランスポンダ 41 を利用した音響測位により得られた情報に基づいて、AUV 1 を水中ステーション 3 から作業中断位置まで航走させる。AUV 1 は、作業中断位置の近傍を、旋回しながらパイプラインを探索してもよい。そして、図 4 (B) に示すように、パイプライン L の検査作業を再開する（ステップ S6）。

[0058] なお、ステップ S6 で、AUV 1 を水中ステーション 3 から作業中断位置まで航走させる際に、AUV 1 の音響測位装置 17 と投下用トランスポンダ 41 との間で通信不能となった場合には、再び AUV 1 の音響測位装置 17 と水中ステーション 3 のトランスポンダ 32 との音響測位により得られた情報に基づいて、AUV 1 を水中ステーション 3 に戻す。

[0059] AUV 1 がパイプライン L の作業を再開した後、図 4 (C) に示すように、投下用トランスポンダ 41 を海上に浮上させ、水上船 2 に回収する（ステップ S7）。

[0060] 具体的には、投下用トランスポンダ 41 に設けられた切離し装置に、水上船 2 から所定の音響信号を送る。音響信号を受信した切離し装置は、投下用トランスポンダ 41 から錘 42 を切り離す。そして、当該切離し装置と投下用トランスポンダ 41 とは、当該投下用トランスポンダ 41 と結合した浮体物の浮力により海上に浮上する。浮上した投下用トランスポンダ 41 は、例えば、水上船 2 の音響測位装置 24 により得られた情報に基づいて位置を特定された後、船員に発見されて回収される。ただし、投下用トランスポンダ

4 1 を浮上させるための構成は、上述したものに限定されない。

[0061] 以上のステップS 2～S 7 を、A U V 1 がパイプラインLにおける作業終了位置に到達するまで繰り返す（ステップS 8：N O）。A U V 1 がパイプラインLにおける作業終了位置に到達すると（ステップS 8：Y E S）、パイプライン検査作業を終了する。

[0062] 以上説明したように、本実施形態に係る作業方法によれば、投下用トランスポンダ4 1 を投下して水底に沈めた後に、当該投下用トランスポンダ4 1 を利用した音響測位により得られた情報に基づいて、パイプラインLの検査作業を中断した作業中断位置を記憶するとともに、当該投下用トランスポンダ4 1 を利用した音響測位により得られた情報に基づいて、A U V 1 を帰還先である水中ステーション3から作業中断位置近傍まで航走させる。このため、帰還先から作業対象物の作業中断位置近傍に向けて精度良くA U V 1 を航走させることができる。

[0063] また、本実施形態では、A U V 1 のバッテリー残量情報に基づいて、作業を中断できるため、充電タイミングを適正化して作業時間を短縮することができるとともに、バッテリー切れによりA U V 1 が航走不能となることを防ぐことができる。

[0064] （第2実施形態）

次に、第2実施形態に係る作業方法について、図5～図7を参照しながら説明する。本実施形態に係る作業方法を実施する作業システムは、第1実施形態の作業システム100とは、水上船2が水中ステーション3を曳航しない点で異なる。すなわち、本実施形態では、A U V 1 が水中ステーション3に帰還する代わりに、水上船2に帰還する。本実施形態および後述の変形例において、第1実施形態の作業方法と異なる点について主に説明し、第1実施形態と同じ要素については同一の符号を付して説明を省略する。

[0065] 図5は、本実施形態に係る作業方法によるパイプラインLの検査作業の流れを示すフローチャートである。図6は、A U V 1 が作業中断位置から水上船2に帰還する流れを説明する模式図である。図7は、A U V 1 が水上船2

から作業中断位置へと航走し作業を再開する流れを説明する模式図である。

[0066] 図6および図7に示すように、水上船2には、トランスポンダ27が設けられている。トランスポンダ27は、AUV1が水上船2にアプローチするために、音響測位装置17が水上船2に対するAUV1の位置を測定するためのものである。

[0067] 図5に示すように、本実施形態に係るパイプラインLの作業方法では、第1実施形態と同様、まずAUV1をパイプラインLの作業開始位置に位置付ける（ステップT1）。

[0068] AUV1を、パイプラインLにおける作業開始位置に位置付けた後、図6（A）に示すように、AUV1をパイプラインLに沿って航走させながら、AUV1が有する作業装置14でパイプラインLを検査する。一方、水上船2は、上述のパイプラインマップとGPS装置23により得られた情報に基づいてパイプラインLに沿ってAUV1の上方を航行する（ステップT2）。

[0069] その後、第1実施形態と同様に、上述した条件(i)～(iii)の少なくとも1つが満たされたときに、図6（B）に示すように、投下用トランスポンダ41を投下する（ステップT3）。

[0070] また、第1実施形態と同様に、投下用トランスポンダ41が海底に到達した後、AUV1の音響測位装置17が、投下用トランスポンダ41を利用した音響測位により得られた情報に基づいて、パイプラインLの検査作業を中断した作業中断位置を記憶する（ステップT4）。

[0071] 作業中断位置を記憶した後、図6（C）に示すように、AUV1の音響測位装置17と水上船2のトランスポンダ27とで構成される音響測位システムにより得られた情報に基づいて、AUV1を、水上船2に向かって航走させる。すなわち、AUV1を水上船2の近傍に浮上させ、その後、水上船2に揚収し、バッテリー16の充電を行う（ステップT5）。

[0072] なお、AUV1を水上船2に帰還させる方法は、上述したものに限定されない。例えば、AUV1にトランスポンダを予め設けておき、AUV1を海

上に浮上させた後で、水上船2が備える音響測位装置24により得られた情報に基づいてAUV1の位置を特定し、AUV1を揚収してもよい。

[0073] バッテリ16の充電が完了した後、図7(A)に示すように、投下用トランスポンダ41を利用した音響測位により得られた情報に基づいて、水上船2から投下されたAUV1を作業中断位置まで航走させ、図7(B)に示すように、パイプラインLの検査作業を再開する(ステップT6)。

[0074] 第1実施形態と同様に、AUV1が検査作業を再開した後、図7(C)に示すように、投下用トランスポンダ41を海上に浮上させ、水上船2に回収する(ステップT7)。以上のステップT2~T7を、AUV1がパイプラインLにおける作業終了位置に到達するまで繰り返す(ステップT8:NO)。AUV1がパイプラインLにおける作業終了位置に到達すると(ステップT8:YES)、パイプライン検査作業を終了する。

[0075] 本実施形態でも、第1実施形態と同様の効果が得られる。

[0076] (その他の実施形態)

本発明は、上述した実施形態に限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲で種々の変形が可能である。

[0077] 例えば上記実施形態では、AUVを用いた作業方法として、パイプラインLの検査作業が説明されたが、本発明に係るAUVを用いた作業方法はこれに限定されない。例えば、AUVを用いた作業方法は、検査作業でなくともよく、パイプラインL等の作業対象物に対して補修、修理、メンテナンス、塗装、または、清掃を行う作業や、海底地形図を作成する作業などにも適用可能である。作業対象物は、海底パイプラインLであったが、作業対象物はこれに限定されず、海底に埋設された海底ケーブルなど、水中または水底に位置するものであればよい。AUVを用いた作業方法が、海底地形図を作成する作業に適用する場合、「水中または水底に位置する作業対象物」は、海底自体である。

[0078] また、上記実施形態では、水上船2やそれに曳航される水中ステーション3をAUV1の帰還先とする例を説明したが、AUV1の帰還先は、これら

に限定されず、例えば、水中または水底に設けられた構造体（例えば、水底設置型の水中ステーション）であってもよい。

[0079] また、AUV 1 は作業中断位置から作業を再開しなくてもよく、作業中断位置の近傍から作業を再開できればよい。例えば、AUV 1 は、作業中断位置ではなく、作業中断位置よりも所定の距離だけ後方（AUV 1 が作業対象物に沿って航走する方向における後方）の位置から作業を再開してもよい。これにより、音響測位の誤差を吸収して、切れ目ない作業が可能となる。

[0080] また、上記実施形態では、水上船 2 から投下用トランスポンダ 2 を投下したが、図 8 に示すように、AUV 1 から投下用トランスポンダ 4 1 を投下してもよい。この場合、AUV 1 の作業中断位置に極めて近い位置に投下用トランスポンダ 4 1 を位置づけることができ、AUV 1 を水中ステーション 3 または水上船 2 からより精度良く作業中断位置へと航走させることができる。また、水中ステーション 3 から投下用トランスポンダ 4 1 を投下してもよい。

[0081] また、複数の投下用トランスポンダ 4 1 を投下して水底に沈めてもよい。この場合、複数の投下用トランスポンダ 4 1 を水上船 2 から互いに異なる方向に射出または放出することにより投下してもよいし、AUV 1、および水中ステーション 3 のうちの少なくとも 2 つから投下用トランスポンダ 2 を投下してもよい。この場合、音響測位装置 1 7 は、各トランスポンダ 4 1 からの応答波の到達時間から得られる各トランスポンダ 4 1 との距離に基づき、AUV 1 の位置を測定してもよい（つまり、LBL 方式を採用して AUV 1 の位置を測定してもよい）。

[0082] また、本発明における「水底に沈めた（投下用）トランスポンダを利用した音響測位」には、USBL や SBL 方式の音響測位システムを採用して、音響測位装置 1 7 から投下用トランスポンダ 4 1 までの距離（情報）と音響測位装置 1 7 に対する投下用トランスポンダ 4 1 の方位（情報）を取得するものの他、投下用トランスポンダ 4 1 と音響測位装置 1 7 との距離（情報）のみを取得することも含む。この場合、音響測位装置 1 7 は、投下用トラン

スポンダ 4 1 までの距離を取得し、当該距離と、投下用トランスポンダ 4 1 とパイプライン L の位置関係および／または A U V 1 が備える慣性航法装置から取得する情報などに基づき、パイプライン L の検査作業を中断した作業中断位置を割り出してもよい。

[0083] また、上記実施形態では、上述の条件(i)～(iii)の少なくとも 1 つが満たされたときに、投下用トランスポンダ 4 1 を投下したが、投下用トランスポンダ 4 1 を投下するタイミングは、これに限定されない。例えば、A U V 1 の制御装置 1 3 は、バッテリー 1 6 のバッテリー残量、A U V 1 の移動距離、検査装置 1 4 の記憶部のデータ残容量のうちの 1 つまたは 2 つをモニタリングしてもよい。または、投下用トランスポンダ 4 1 を投下するタイミングを決定するための別の条件を設けてもよい。例えば、上述の条件(i)～(iii)に別の条件（例えば予め設定された目標地点に A U V が到達したとき）を加えて、それらのうちの少なくとも 1 つが満たされたときに、投下用トランスポンダ 4 1 を投下してもよい。

[0084] また、A U V は、作業中断位置を必ず記憶しなくてもよい。この場合でも、作業中断位置の近傍にトランスポンダを投下させれば、A U V を帰還先から水底のトランスポンダに向けて航走させることで、A U V を作業中断位置近傍まで航走させることができる。

[0085] また、上記実施形態では、A U V 1 の制御装置 1 3 が投下用トランスポンダ 4 1 を投下するタイミングを判定（具体的には、上述の条件(i)～(iii)の少なくとも 1 つが満たされるか否かの判定）を行なったが、投下用トランスポンダ 4 1 を投下するタイミングを A U V 1 側で判定しなくてもよい。例えば、A U V 1 から定期的にバッテリー残量情報などを水上船 2 に送り、水上船 2 または水中ステーション 3 に搭載された判定装置または水上船 2 上の作業者が、A U V 1 から送られてきた情報に基づき、投下用トランスポンダ 4 1 を投下するタイミングを判定または決定してもよい。水上船 2 または水中ステーション 3 にて投下用トランスポンダ 4 1 を投下するタイミングを判定または決定した場合、水上船 2 または水中ステーション 3 から A U V 1 に作業

中断信号を送ることにより、AUV 1 に作業を中断するよう指示してもよい。

[0086] また、上記実施形態では、投下用トランスポンダ 4 1 を回収するために水上に浮上させたが、本発明の作業方法において、投下用トランスポンダ 4 1 は浮上させなくてもよい。例えば、AUV 1 から投下用トランスポンダ 4 1 を投下する場合、さらに AUV 1 は、投下したトランスポンダ 4 1 を回収する回収装置を備えてもよい。

[0087] AUV は、ROV モードや手動運転モードに切り替え可能なものであってもよい。

符号の説明

[0088] 1 : AUV (自律型無人潜水機)
2 : 水上船
3 : 水中ステーション (帰還先)
16 : バッテリ
17 : 音響測位装置
41 : 投下用トランスポンダ (トランスポンダ)
L : パイプライン (作業対象物)

請求の範囲

- [請求項1] 水中または水底に位置する作業対象物と帰還先との間で自律型無人潜水機を往復させながら、前記自律型無人潜水機を用いて前記作業対象物について作業する、自律型無人潜水機を用いた作業方法であって、
- 、
- 自律型無人潜水機を前記作業対象物に沿って航走させながら、前記自律型無人潜水機が有する作業装置で前記作業対象物について作業するステップと、
- トランスポンダを投下して水底に沈めるステップと、
- 前記自律型無人潜水機を前記帰還先に向けて航走させるステップと
- 、
- 水底に沈めた前記トランスポンダを利用した音響測位により得られた情報に基づいて、前記自律型無人潜水機を前記帰還先から、前記作業対象物についての作業を中断した作業中断位置の近傍まで航走させ、前記作業対象物についての作業を再開するステップと、を有する、自律型無人潜水機を用いた作業方法。
- [請求項2] 前記トランスポンダを投下するステップにおいて、作業の中断を予定する位置の近傍または作業を中断した位置の近傍に向けて投下する、請求項1に記載の自律型無人潜水機を用いた作業方法。
- [請求項3] 前記自律型無人潜水機を前記帰還先に向けて航走させるステップの前に、水底に沈めた前記トランスポンダを利用した音響測位により得られた情報に基づいて、前記作業対象物についての作業を中断した作業中断位置を記憶するステップを有する、請求項1または2に記載の自律型無人潜水機を用いた作業方法。
- [請求項4] 前記自律型無人潜水機の上方を航行する水上船で、前記帰還先としての水中ステーションを曳航するステップを有し、
- 前記トランスポンダを投下するステップにおいて、前記水上船、前記水中ステーションまたは前記自律型無人潜水機から前記トランスポ

ンダを投下する、請求項 1 ～ 3 のいずれか 1 項に記載の自律型無人潜水機を用いた作業方法。

[請求項5] 前記トランスポンダを投下するステップにおいて、下記条件(i)～(iii)の少なくとも 1 つが満たされたときに、前記トランスポンダを投下する、請求項 1 ～ 4 のいずれか 1 項に記載の自律型無人潜水機を用いた作業方法。

(i)前記自律型無人潜水機のバッテリー残量が設定値を下回ったとき

(ii)前記自律型無人潜水機の移動距離が所定の距離を上回ったとき

(iii)前記自律型無人潜水機が行う作業に所定のデータの記憶が含まれる場合、前記自律型無人潜水機が記憶可能なデータ残容量が、設定量を下回ったとき

[請求項6] 前記作業対象物についての作業を再開するステップの後に、前記トランスポンダを水上に浮上させるステップを有する、請求項 1 ～ 5 のいずれか 1 項に記載の自律型無人潜水機を用いた作業方法。

[図1]

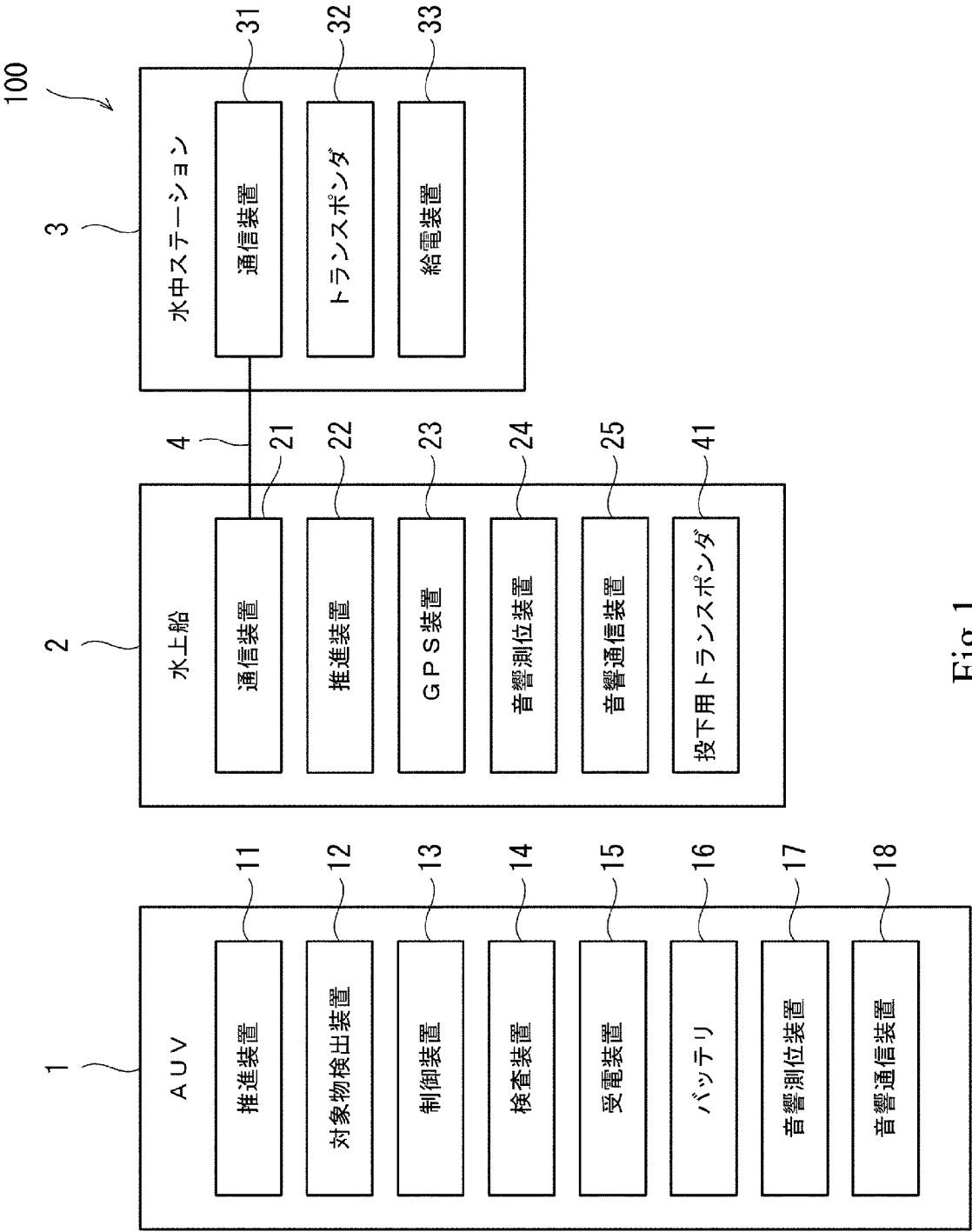


Fig.1

[図2]

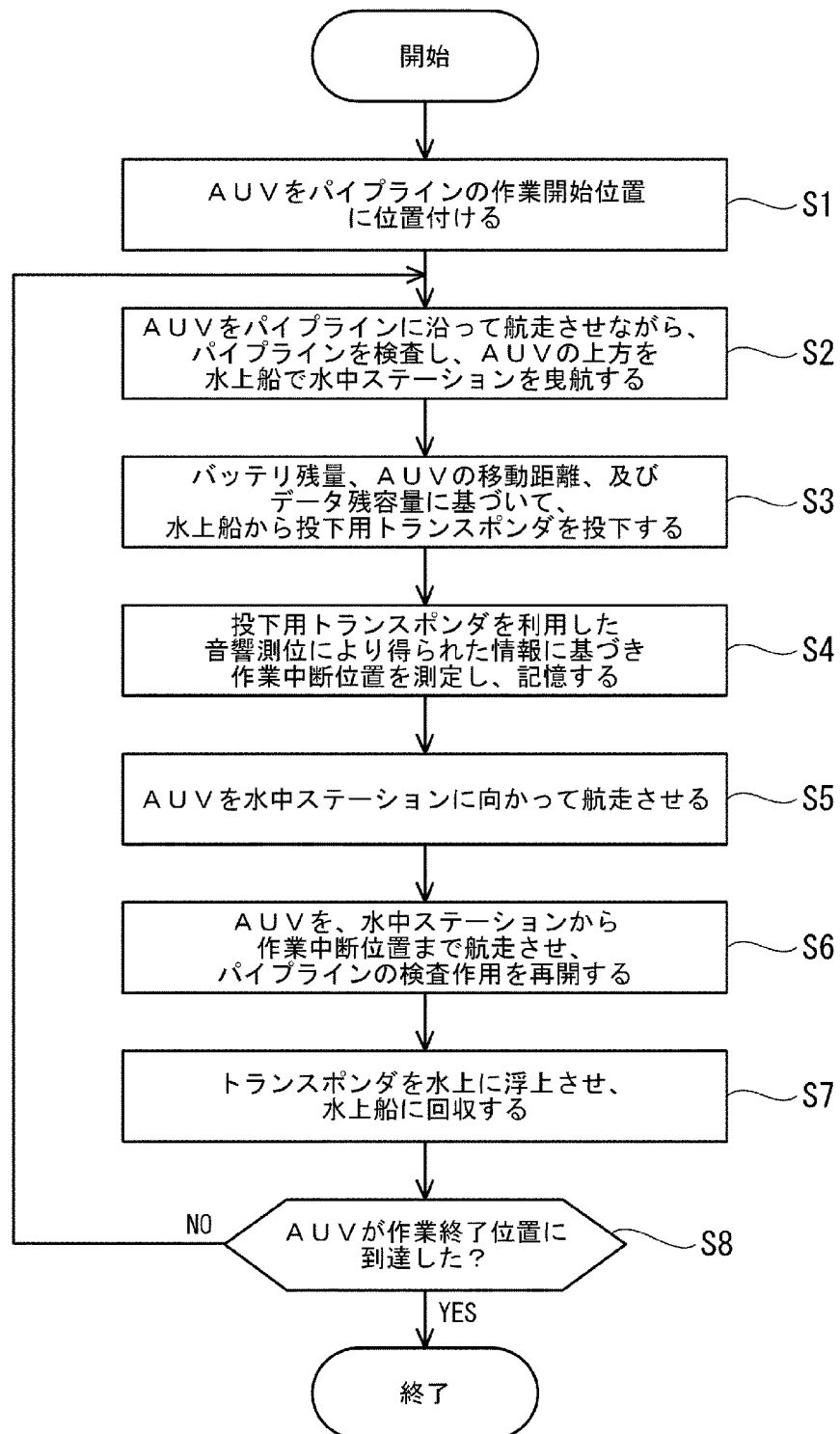


Fig.2

[図3]

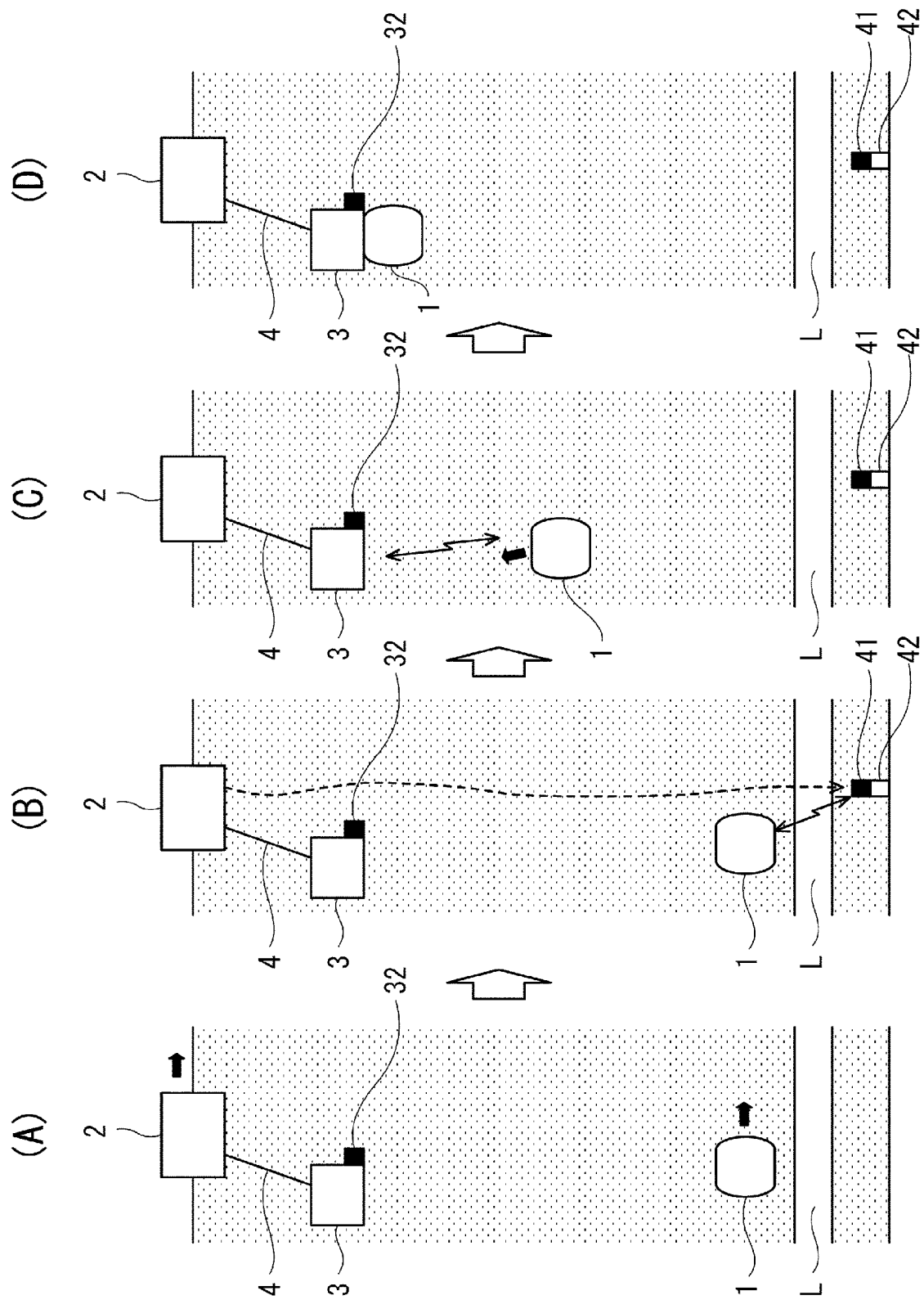


Fig. 3

[図4]

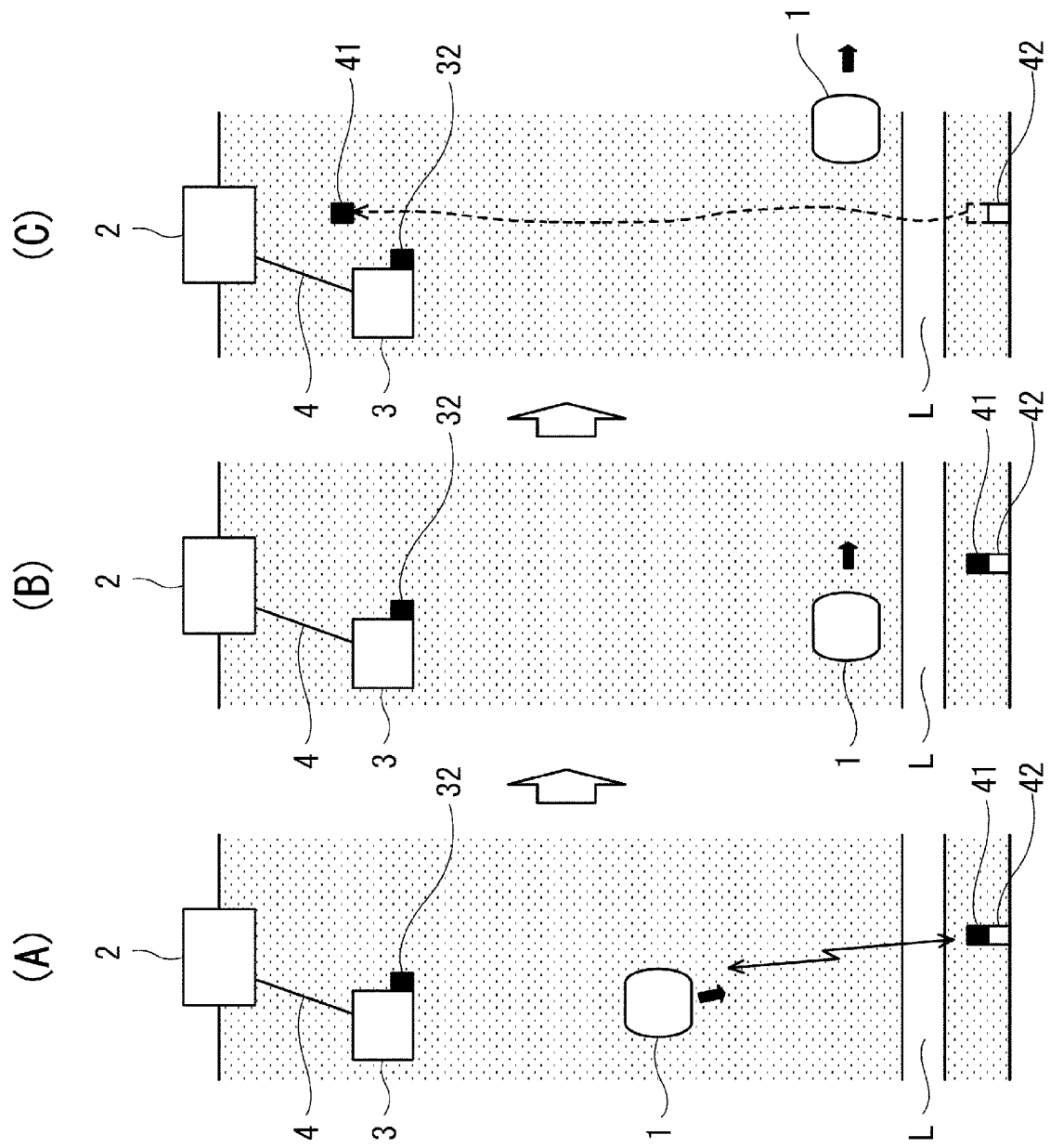


Fig.4

[図5]

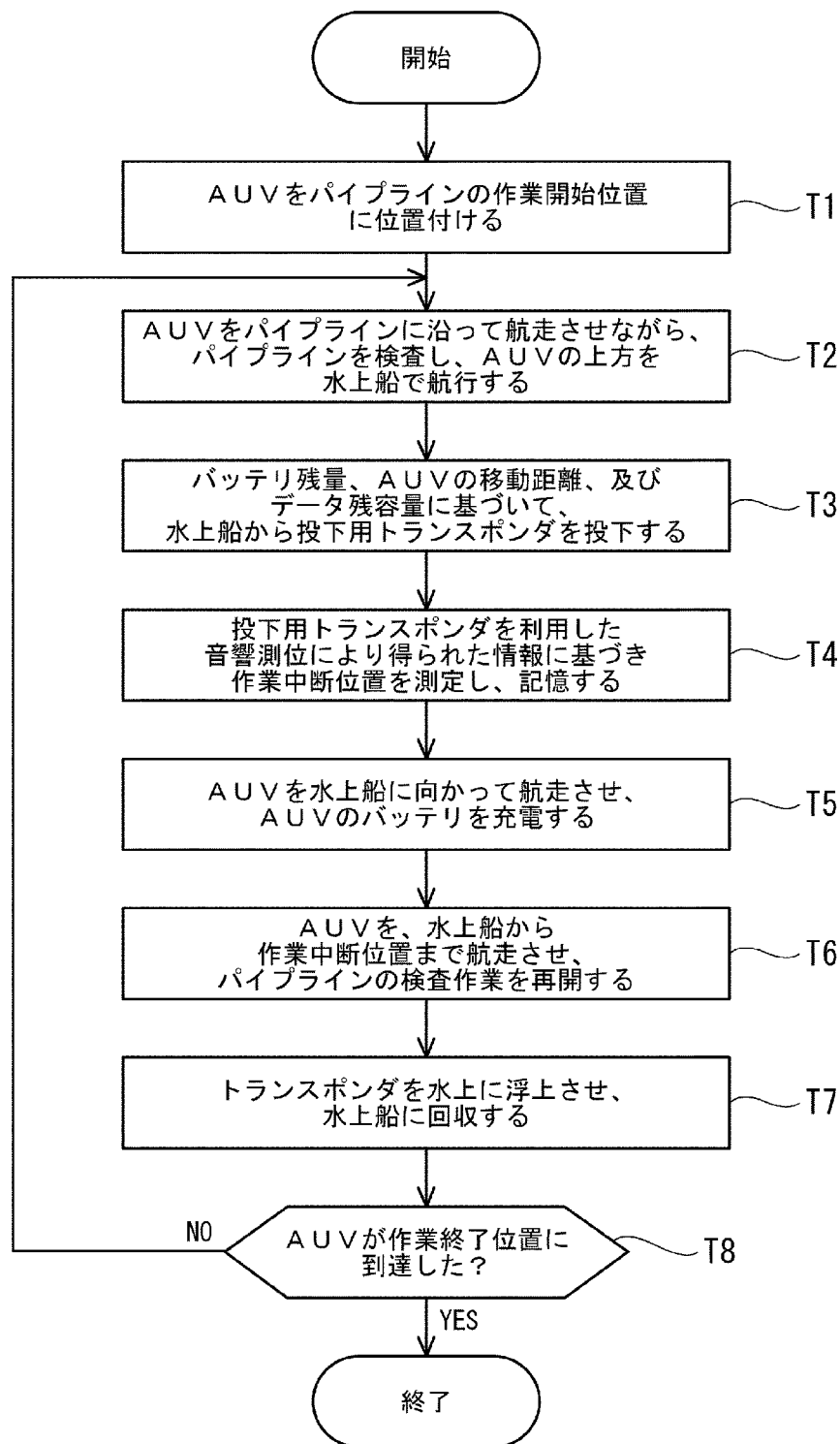


Fig.5

[図6]

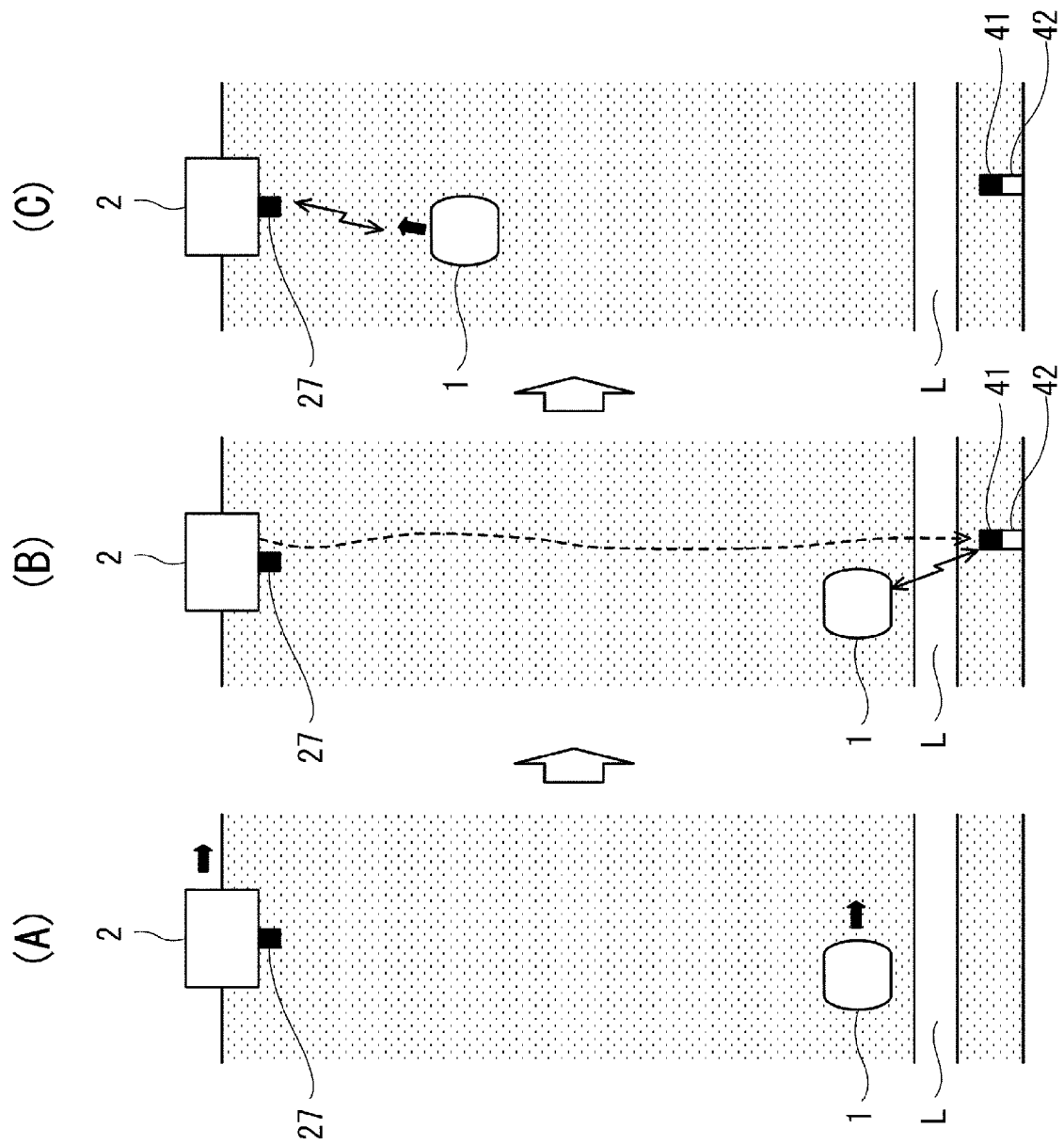


Fig.6

[図7]

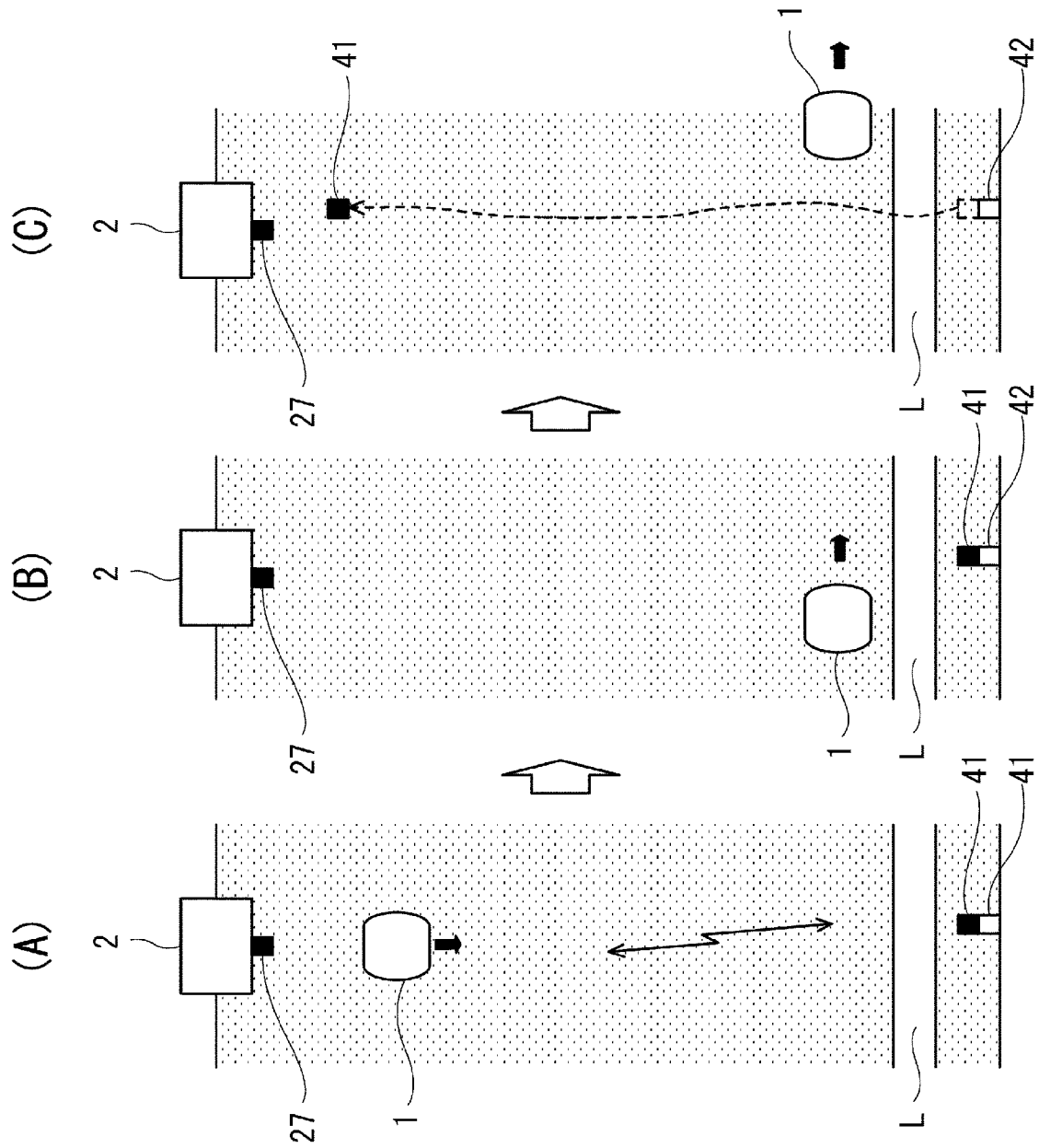


Fig.7

[図8]

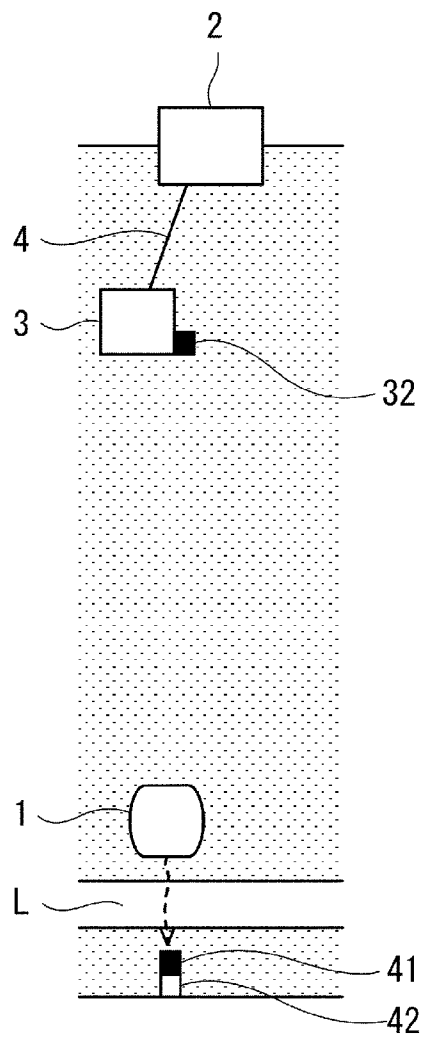


Fig.8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/017880

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. B63C11/00 (2006.01) i, B63B45/08 (2006.01) i, B63B49/00 (2006.01) i,
B63C11/48 (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)

Int.Cl. B63C11/00, B63B45/08, B63B49/00, B63C11/48

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2019
Registered utility model specifications of Japan	1996-2019
Published registered utility model applications of Japan	1994-2019

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 2016-526148 A (LOCKHEED MARTIN CORPORATION) 01 September 2016, paragraphs [0011]-[0086], fig. 1-18 & US 2014/0300885 A1, paragraphs [0027]-[0123], fig. 1-18 & CN 105264336 A	1-4, 6 5
Y A	US 5844159 A (THOMSON-CSF) 01 December 1998, abstract, column 2, line 46 to column 9, line 54, fig. 1-24 & FR 2726246 A1 & WO 1996/013426 A1	1-4, 6 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
14 June 2019 (14.06.2019)

Date of mailing of the international search report
25 June 2019 (25.06.2019)

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/JP2019/017880

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 2898050 B2 (TOKAI UNIVERSITY) 31 May 1999, column 4, line 19 to column 6, line 23, fig. 1-5 (Family: none)	4, 6 5
Y A	JP 4779810 B2 (NEC CORP.) 28 September 2011, paragraphs [0035]-[0036], fig. 2 (Family: none)	6 5
A	JP 2011-143907 A (MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD.) 28 July 2011 (Family: none)	1-6
A	JP 2002-57631 A (MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD.) 22 February 2002 (Family: none)	1-6
A	US 4141295 A (THE UNITED STATES OF AMERICA AS REPRESENTED BY THE SECRETARY OF THE NAVY) 27 February 1979 (Family: none)	1-6

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. B63C11/00(2006.01)i, B63B45/08(2006.01)i, B63B49/00(2006.01)i, B63C11/48(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. B63C11/00, B63B45/08, B63B49/00, B63C11/48

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	1971-2019年
日本国実用新案登録公報	1996-2019年
日本国登録実用新案公報	1994-2019年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y A	JP 2016-526148 A (ロッキード・マーチン・コーポレーション) 2016.09.01, 段落[0011]-[0086], 図 1-18 & US 2014/0300885 A1, 段落[0027]-[0123], 図 1-18 & CN 105264336 A	1-4, 6 5
Y A	US 5844159 A (THOMSON-CSF) 1998.12.01, 要約, 第2欄第46行-第9欄第54行, 図 1-24 & FR 2726246 A1 & WO 1996/013426 A1	1-4, 6 5

☒ 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

14.06.2019

国際調査報告の発送日

25.06.2019

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)

福田 信成

3D

8372

電話番号 03-3581-1101 内線 3341

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 A	JP 2898050 B2 (学校法人東海大学) 1999. 05. 31, 第 4 欄第 19 行-第 6 欄第 23 行, 図 1-5 (ファミリーなし)	4, 6 5
Y A	JP 4779810 B2 (日本電気株式会社) 2011. 09. 28, 段落[0035]-[0036], 図 2 (ファミリーなし)	6 5
A	JP 2011-143907 A (三菱重工業株式会社) 2011. 07. 28 (ファミリーなし)	1-6
A	JP 2002-57631 A (三菱重工業株式会社) 2002. 02. 22 (ファミリーなし)	1-6
A	US 4141295 A (THE UNITED STATES OF AMERICA AS REPRESENTED BY THE SECRETARY OF THE NAVY) 1979. 02. 27 (ファミリーなし)	1-6