

(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3月7日(07.03.2019)



(10) 国際公開番号

WO 2019/045103 A1

(51) 国際特許分類:

B63C 11/00 (2006.01) *B63G 8/08* (2006.01)
B63G 8/00 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2018/032640

(22) 国際出願日: 2018年9月3日(03.09.2018)

(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 2017-169724 2017年9月4日(04.09.2017) JP

(71) 出願人: 川崎重工業株式会社 (KAWASAKI JUKOGYO KABUSHIKI

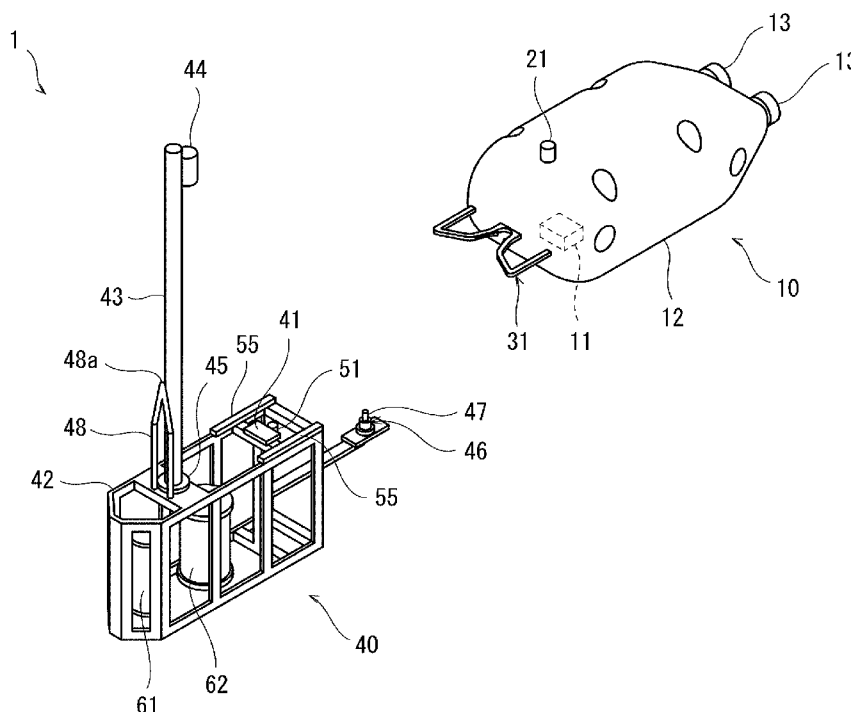
KAISHA) [JP/JP]; 〒6508670 兵庫県神戸市中央区東川崎町3丁目1番1号 Hyogo (JP).

(72) 発明者: 向田 峰彦 (MUKAIDA, Minehiko). 岡矢 紀幸 (OKAYA, Noriyuki). 松居 学 (MATSUI, Manabu). 林 利哉 (HAYASHI, Toshiya). 益田 興佑 (MASUDA, Kosuke). 柏木 誠士 (KASHIWAGI, Seiji). 岡田 崇志 (OKADA, Takashi). 立浪 史貴 (TACHINAMI, Fumitaka).

(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).

(54) Title: CHARGING SYSTEM FOR AUTONOMOUS UNDERWATER VEHICLE (AUV) AND METHOD FOR LIFTING AND RECOVERING AUV

(54) 発明の名称: 自律型無人潜水機用の充電システムおよび自律型無人潜水機の揚収方法



(57) Abstract: A charging system according to one embodiment of the present invention comprises: a charging station having a base positioned in water, a pole extending in the vertical direction, and a charging unit; and an AUV having an underwater vehicle body, a power reception unit, a holding device having a pair of guide parts that guide a contacted pole from the advancing-direction side into a holding position and a holding part that holds the pole guided into the holding position such that the pole is capable of relative rotation, a propulsion generation device that generates propulsion force in

(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, JO, JP, 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))

the horizontal direction, and a control device that controls the propulsion generation device; the base and the underwater vehicle body being provided, respectively, with a light emitter and a light receiver, and the control device controlling the propulsion generation device so that the light receiver reaches a rotation position, in relation to the pole, at which light emitted from the light emitter is received.

(57) 要約: 一態様に係る充電システムは、水中に位置する基台と、上下方向に延びるポールと、給電部とを有する充電ステーションと、潜水機本体と、受電部と、進行方向側から当接したポールを保持位置へと案内する一対のガイド部および保持位置に案内されたポールを相対的に回転可能に保持する保持部を有する保持装置と、水平方向に推力を発生させる推力発生装置と、推力発生装置を制御する制御装置とを有するAUVと、を備え、基台と潜水機本体の一方および他方に光放出器および受光器がそれぞれ設けられており、制御装置は、ポールに対して受光器が光放出器から放出した光を受ける回転位置にくるように、推力発生装置を制御する。

明 細 書

発明の名称：

自律型無人潜水機用の充電システムおよび自律型無人潜水機の揚収方法

技術分野

[0001] 本発明は、自律型無人潜水機用の充電システムおよび自律型無人潜水機の揚収方法に関する。

背景技術

[0002] 自律型無人潜水機（AUV：Autonomous Underwater Vehicle。以下、AUVともいう。）は、海底作業や海底調査等のために、母船からの電力供給を要せず、内蔵動力源によって水中を航走する。従来から、母船に揚収することなく水中でのAUVの充電を可能にする充電システムの開発が進められている。このような充電システムでは、水中に用意した充電ステーションにAUVがアプローチして互いに結合して充電を行う。AUVが潮流等の影響下でも安定した姿勢で充電ステーションにアプローチできるように、充電システムとしては、AUVが360度どの方向からでも充電ステーションにアプローチして結合できるものであることが望ましい。

[0003] 近年、特許文献1に示すような、AUVが360度どの方向からでも充電ステーションにアプローチして結合できる充電システムが提案されている。この充電システムは、洋上の船から紐状体により水中に吊下げられた充電ステーションと、当該紐状体の回りに回転可能となるように充電ステーションに水中で結合するAUVとを備える。充電ステーションは、非接触給電部を有しており、洋上の船が充電ステーションを曳航すると、充電ステーションは、非接触給電部が水の流れ方向において紐状体の下流側に位置する姿勢となる。一方、AUVは、非接触受電部を有しており、充電ステーションに結合された状態で曳航されると、水の流れを受けることにより紐状体の回りに回転して、非接触受電部が水の流れ方向において紐状体の下流側に位置する姿勢となる。こうして、充電ステーションの向きとAUVの向きとを合致さ

せて、AUVの非接触受電部と充電ステーションの非接触給電部とを給電可能な位置に合わせる。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2017-71265号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] しかしながら、上述の充電システムでは、AUVの非接触受電部と充電ステーションの非接触給電部とを給電可能な位置に合わせるために、充電ステーションとAUVとが互いに結合した状態で水の流れを受ける必要がある。すなわち、潮流などの水の流れがないところで充電ステーションとAUVの位置合わせを行うためには、充電ステーションとAUVとが互いに結合した状態で洋上の船により曳航しなければならない。このため、充電ステーションとAUVの給電のための位置合わせをより容易に行う充電システムが望まれる。

[0006] そこで、本発明は、360度どの方向からでも充電ステーションへのAUVのアプローチを可能にするとともに、AUVを充電するための充電ステーションとAUVの位置合わせを容易に行うことができる、AUV用の充電システムおよびAUVの揚収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] 上記の課題を解決するために、本発明に係るAUV用の充電システムは、水中に位置する基台と、前記基台に設けられ、上下方向に延びるポールと、前記基台における前記ポールより水平方向に離間した位置に設けられた給電部と、を有する、充電ステーションと、潜水機本体と、前記潜水機本体に設けられた、前記給電部から給電される受電部と、前記潜水機本体から進行方向側にいくにつれて互いに間隔が広がるとともに、前記進行方向側から当接した前記ポールを保持位置へと案内する一対のガイド部、および前記保持位

置に案内された前記ポールを相対的に回転可能に保持する保持部を有する保持装置と、前記ポールを前記保持装置が保持した前記潜水機本体を、前記ポールを中心に回転させる少なくとも水平方向に推力を発生させる推力発生装置と、前記推力発生装置を制御する制御装置と、を有する、AUVと、を備え、前記基台における前記ポールより水平方向に離間した位置に、光放出器および受光器の一方が設けられており、前記潜水機本体における前記保持位置より水平方向に離間した位置に、前記光放出器および前記受光器の他方が設けられており、前記制御装置は、前記ポールを前記保持装置が保持した前記潜水機本体が、前記ポールに対して前記受光器が前記光放出器から放出した光を受ける回転位置にくるように、前記推力発生装置を制御する。

[0008] 上記の構成によれば、AUVが充電ステーションに対して多少ずれて進入しても、保持装置におけるガイド部が、潜水機本体の進行方向側から当接したポールを保持位置へと案内して、保持装置における保持部が、ポールを相対的に回転可能に保持する。このため、AUVは360度どの方向からでも充電ステーションにアプローチすることができる。また、制御装置が、受光器が光放出器から放出した光を受けるか否かのシンプルな判定方法を用いて推力発生装置を制御し、受電部と給電部との間の位置合わせを行うことができる。このため、AUVを充電するための充電ステーションとAUVの位置合わせを容易に行うことができる。

[0009] 上記のAUV用の充電システムにおいて、前記光放出器は、光信号として光を放出する潜水機側光送信器であり、前記受光器は、前記潜水機側光送信器からの光信号を受信するステーション側光受信器であり、前記充電ステーションは、光信号として光を放出するステーション側光送信器を有し、前記AUVは、前記ステーション側光送信器からの光信号を受信する潜水機側光受信器を有し、前記制御装置は、前記ステーション側光送信器から前記潜水機側光受信器へと送られる光信号であって、前記潜水機側光送信器と前記ステーション側光受信器との間の通信状態を示す光信号に基づき、前記推力発生装置を制御してもよい。この構成によれば、充電ステーションとAUVと

の間で相互に光通信を行うための光送信器および光受信器を利用して、受電部と給電部との間の位置合わせを行うことができる。

[0010] 上記のAUV用の充電システムにおいて、前記推力発生装置は、前記潜水機本体を進行方向および上下方向に移動させる推力を発生させ、前記ステーション側光送信器は、前記ポールを中心に放射状に光信号として光を放出するように設けられており、前記AUVは、前記ステーション側光送信器から放出された光の到来方向を検出する方向検出装置を有し、前記制御装置は、前記方向検出装置により検出した到来方向に基づいて、前記AUVが進行して前記ガイド部が前記ポールに当接するように、前記推力発生装置を制御してもよい。この構成によれば、ステーション側光送信器が、ポールを中心に放射状に光信号として光を放出するように設けられているため、ステーション側光送信器から放射される光に向かうようAUVを進行させることで、AUVを精度良くポールにアプローチさせることができる。

[0011] 上記のAUVの充電システムは、水上に浮かんだ水上浮体を備え、前記充電ステーションは、前記水上浮体から延びる索で水中に吊り下げられており、前記ポールは、前記基台から下方に延びてもよい。この構成によれば、ポールは基台から下方に延びており、索は基台側からポールとは反対方向に水上へ延びている。このため、索と基台とを、ポールにアプローチするAUVの邪魔にならないように容易に連結できる。

[0012] 上記のAUVの充電システムにおいて、前記AUVおよび前記充電ステーションの一方は、係止装置を有し、前記AUVおよび前記充電ステーションの他方は、前記係止装置により係止される被係止部を有し、前記AUVは、前記係止装置が前記被係止部を係止することにより、前記受電部が前記給電部から給電可能な位置に配置された状態で、前記充電ステーションに対しドッキングしてもよい。この構成によれば、係止装置が、潜水機本体に設けられた被係止部を係止することにより、潜水機本体を充電ステーションに対して固定することができる。

[0013] 上記のAUV用の充電システムにおいて、前記推力発生装置は、前記ポー

ルを前記保持装置が保持した前記潜水機本体を、前記ポールに沿って移動させる推力を発生させ、前記回転位置に位置する前記潜水機本体が、前記給電部と前記受電部とが互いに近づくように前記ポールに沿って移動することにより、前記被係止部は、前記係止装置により係止される係止位置に到達してもよい。この構成によれば、係止装置が、潜水機本体に設けられた被係止ピンを係止することにより、潜水機本体の位置を、受光器が光放出器から放出した光を受ける回転位置に固定することができる。このため、潮流などの影響で水の流れを受けても、推力発生装置を駆動させることなく、潜水機本体を目的の回転位置に留めることができる。

[0014] 上記のAUV用の充電システムにおいて、前記被係止部は、前記潜水機本体から上方または下方に延びる被係止ピンであり、前記充電ステーションは、前記係止装置を有し、前記係止装置は、前記給電部と前記受電部とが互いに近づくように前記潜水機本体が前記ポールに沿って移動することにより前記被係止ピンが当接し、当接した前記被係止ピンを前記係止位置へと案内するガイド面、および前記係止位置に案内された前記被係止ピンを係止する係止部を有してもよい。この構成によれば、係止位置に対して被係止ピンが多少ずれた状態でAUVがポールに沿って移動しても、ガイド面がずれを吸収して被係止ピンを係止位置に案内するため、AUVの被係止ピンを係止位置に精度良く導くことができる。

[0015] 上記のAUV用の充電システムにおいて、前記充電ステーションは、前記潜水機本体が前記ポールに沿って移動する途中で前記潜水機本体または前記ガイド部に当接し、前記ポールに対する前記潜水機本体の回転範囲を機械的に規制する回転規制部を有してもよい。この構成によれば、潜水機本体がポールに沿って移動する途中で潮流などの水の流れを受けても、回転規制部によりポールに対する潜水機本体の回転範囲が機械的に規制されるため、目的の回転位置に潜水機本体を留めるための推力発生装置の負荷を低減することができる。

[0016] 上記の充電ステーションに対しAUVがドッキングする構成において、A

UV用の充電システムは、水上に浮かんだ水上浮体を備え、前記充電ステーションは、前記水上浮体から延びる索で水中に吊り下げられており、前記ポールは、前記基台から下方に延び、前記水上浮体は、前記索を引いて、ドッキングされた前記AUVと一体的に前記充電ステーションを空中に吊り上げる揚荷設備を有してもよい。この構成によれば、AUVを充電ステーションにドッキングした状態で水中から水上浮体に揚収したり、水上浮体から水中に投入したりすることができる。また、ポールが基台から下方に延びていることから、AUVは充電ステーションの下方に配置された状態で充電ステーションにドッキングする。このため、基台と索との連結箇所の設計自由度が上がる。このため、例えば、充電ステーションが、AUVにドッキングされた状態で空中に吊り上げられたときに、充電ステーションの各部位に不要な応力がかからないような基台と索との連結を容易に行うことができる。

[0017] 上記のAUV用の充電システムにおいて、前記充電ステーションは、水中での姿勢および水中での向きの少なくとも一方を維持するための推力発生装置を有してもよい。この構成によれば、推力発生装置によって充電ステーションの水中での姿勢および水中での向きの少なくとも一方を制御することができる。

[0018] また、本発明に係るAUVの揚収方法は、AUVの揚収方法水上に浮かんだ水上浮体から、AUVとドッキング可能なステーションを水中に吊り下げる工程と、前記AUVが水中で前記ステーションにアプローチして、前記ステーションにドッキングする工程と、前記AUVがドッキングした状態の前記ステーションを引き揚げて、前記水上浮体に揚収する工程と、を含む。

[0019] また、上記のAUVの揚収方法において、前記AUVが水中で前記ステーションにドッキングする工程において、前記AUVは、前記ステーションの下方から前記ステーションに対してドッキングし、前記AUVがドッキングした状態の前記ステーションを引き揚げる工程において、前記AUVがドッキングした状態の前記ステーションを、ドッキングしたときの水中での姿勢を維持しつつ空中に吊り上げてよい。

発明の効果

[0020] 本発明によれば、360度どの方向からでも充電ステーションへのAUVのアプローチを可能にするとともに、AUVを充電するための充電ステーションとAUVの位置合わせを容易に行うことができる、AUV用の充電システムを提供することができる。

図面の簡単な説明

[0021] [図1]本発明の第1実施形態に係るAUV用の充電システムの概略構成図である。

[図2]図1に示す充電ステーションにAUVがドッキングした状態を示す図である。

[図3]図1に示すAUVの側面図である。

[図4]図1に示すAUVの平面図である。

[図5]図1に示す充電ステーションの側面図である。

[図6]図1に示す充電ステーションの平面図である。

[図7]図1に示す充電ステーションの正面図である。

[図8]図1に示すAUVの保持装置を拡大した拡大平面図である。

[図9]図1に示す充電ステーションの係止装置によるAUVの被係止ピンの固定を説明するための図である。

[図10A]AUVが充電ステーションにアプローチする様子を示す平面図である。

[図10B]図1に示すAUVが、ポールを保持した状態でポールを中心に回転する様子を示す側面図である。

[図11]本発明の第2実施形態に係るAUVの充電システムの概略構成図である。

[図12]図11に示す充電ステーションにAUVがドッキングした状態を示す図である。

[図13]図11に示すAUVがポールを保持した状態でポールを中心に回転する様子を示す側面図である。

[図14]図 1 1 に示す A U V がポールに沿って上昇するときの回転規制部の作用を説明するための模式図である。

[図15]図 1 2 に示す A U V がドッキングした充電ステーションを空中に吊り上げた状態を示す側面図である。

[図16]変形例 1 に係る充電ステーションの側面図である。

[図17]変形例 2 に係る充電ステーションの側面図である。

発明を実施するための形態

[0022] (第 1 実施形態)

以下、図面を参照しながら、本発明の第 1 実施形態について説明する。

[0023] 図 1 は、第 1 実施形態に係る充電システム 1 の概略構成図である。充電システム 1 は、A U V 1 0 を水中で充電するためのものである。充電システム 1 は、A U V 1 0 および充電ステーション 4 0 を備える。A U V 1 0 は、受電部 1 1 を有し、充電ステーション 4 0 は、給電部 4 1 を有する。この充電システム 1 では、水中を航走する A U V 1 0 が充電ステーション 4 0 にアプローチし、充電ステーション 4 0 に対してドッキングする。

[0024] 図 2 に、充電ステーション 4 0 に A U V 1 0 がドッキングした状態を示す。A U V 1 0 が充電ステーション 4 0 にドッキングすることにより、A U V 1 0 の受電部 1 1 は、充電ステーション 4 0 の給電部 4 1 (図 1 参照) から電力を供給される位置に配置される。以下、A U V 1 0 および充電ステーション 4 0 の構成をそれぞれ説明する。

[0025] (A U V の構成)

まず A U V 1 0 の構成について説明する。図 3 は、A U V 1 0 の側面図であり、図 4 は、A U V 1 0 の平面図である。なお、本明細書において、説明の便宜上、A U V 1 0 に関して、A U V 1 0 が充電ステーション 4 0 にアプローチする際の A U V 1 0 の進行方向を前方、進行方向の反対方向を後方、進行方向に対して左方、右方、上方、および下方を、それぞれ左方、右方、上方、および下方と定義する。

[0026] A U V 1 0 は、動力源としての蓄電池を内蔵した潜水機本体 1 2 を有する

。潜水機本体 12 は、その前方側が水の抵抗の少ない流線型をなしている。また、図 3 に示すように、潜水機本体 12 下部に、上述の受電部 11 が設けられている。受電部 11 は、充電ステーション 40 の給電部 41 から非接触で電力供給される非接触式の受電装置である。AUV 10 が充電ステーション 40 にドッキングすることにより、受電部 11 は、給電部 41 からの電力が非接触で供給されるよう当該給電部 41 に対向する位置に配置される。

[0027] また、潜水機本体 12 には、当該潜水機本体 12 を水中で移動させる推力を発生させる推力発生装置が設けられている。推力発生装置は、潜水機本体 12 を前方へ移動させるための 2 つの主推進器 13 と、潜水機本体 12 を上下方向に移動させるための 4 つの垂直スラスト 14 と、潜水機本体 12 を左右方向に移動させるための 2 つの水平スラスト 15 を含む。

[0028] また、潜水機本体 12 の内部には、これら主推進器 13、垂直スラスト 14、水平スラスト 15 をそれぞれ制御する制御装置 16 が設けられている。制御装置 16 は、各種プログラムを記憶する記憶部と、当該記憶部に記憶されたプログラムを実行する演算部とを有する。AUV 10 は、制御装置 16 において記憶部に記憶された所定のプログラムを演算部が実行することにより、水中を自律航走したり、充電ステーション 40 に対してドッキングしたりする。

[0029] 潜水機本体 12 の上部には、音響測位装置 21 が設けられている。音響測位装置 21 は、後述する充電ステーション 40 のトランスポンダ 44 とともに、AUV 10 から充電ステーション 40 までの距離や AUV 10 に対する充電ステーション 40 の方向を特定するための音響測位システムを構成している。この音響測位システムは、例えば、音響測位装置 21 がトランスポンダ 44 との間の音波の往復時間からトランスポンダ 44 までの距離を計算し、音響測位装置 21 の有する受波アレイ内の各素子への到達音波の位相差をもとにトランスポンダ 44 の方位を計算する USBL (Ultra Short Base Line) 方式、あるいは SSL (Super Short Base Line) 方式の測位システムである。ただし、音響測位システムは、上述の方式でなくてもよく、例えば

S B L (Short Base Line) 方式などでもよい。

[0030] また、潜水機本体 1 2 の後方側下部には、下方へ光信号を送信する潜水機側光送信器 2 2 (本発明の「光放出器」に対応) が設けられている。また、潜水機本体 1 2 の前方側下部には、A U V 1 0 の前方および下方からの光信号を受信する潜水機側光受信器 2 3 が設けられている。

[0031] 本実施形態では、潜水機側光受信器 2 3 は、充電ステーション 4 0 (より詳細には、後述のステーション側光送信器 4 5) から放出された光の到来方向を検出する方向検出装置としても機能する。具体的には、潜水機側光受信器 2 3 は、受光部として、互いに独立する複数の受光素子を有する受光アレイ (図示せず) を備える。潜水機側光受信器 2 3 は、この受光アレイの各受光素子の受光強度を比較することによって、充電ステーション 4 0 から放出される光の到来方向を検出する。後述するように、制御装置 1 6 は、潜水機側光受信器 2 3 にて取得した到来方向を、A U V 1 0 を充電ステーション 4 0 にアプローチするために利用する。

[0032] 潜水機本体 1 2 の前端部には、保持装置 3 1 が設けられている。保持装置 3 1 は、A U V 1 0 が充電ステーション 4 0 にドッキングする際に、後述する充電ステーション 4 0 のポール 4 3 に当接し、保持する。また、図 3 に示すように、潜水機本体 1 2 の下部には、下方へ延びる被係止ピン 3 5 (本発明の「被係止部」に対応) が設けられている。被係止ピン 3 5 は、後述する充電ステーション 4 0 の係止装置 5 1 により係止される。保持装置 3 1 によるポール 4 3 の保持や、係止装置 5 1 による被係止ピン 3 5 の係止について、詳細は後述する。

[0033] (充電ステーションの構成)

次に、充電ステーション 4 0 の構成について説明する。図 5 は、充電ステーション 4 0 の側面図であり、図 6 は、充電ステーション 4 0 の平面図であり、図 7 は、充電ステーション 4 0 の正面図である。なお、本明細書において、説明の便宜上、図 2 に示した A U V 1 0 が充電ステーション 4 0 にドッキングした状態における A U V 1 0 の前方、後方、左方、右方、上方、およ

び下方を、それぞれ充電ステーション４０の前方、後方、左方、右方、上方、および下方と定義する。

[0034] 充電ステーション４０は、水中に位置する基台４２を有する。本実施形態では、充電ステーション４０は、水底設置型であり、基台４２は、水底に固定される。基台４２は、金属製の複数の骨部材や板部材などが連結されて構成される。

[0035] 基台４２の上部には、上方に延びるポール４３が設けられている。ポール４３は、ＡＵＶ１０が充電ステーション４０に対してドッキングを行う際に、充電ステーション４０にアプローチしたＡＵＶ１０が最初に当接する箇所である。言い換えれば、ＡＵＶ１０が充電ステーション４０にドッキングを行う際に、ＡＵＶ１０は、保持装置３１がポール４３に当接するように充電ステーション４０に向かって進行する。

[0036] 図８に、ＡＵＶ１０の保持装置３１が充電ステーション４０のポール４３を保持する様子を示す。保持装置３１は、ポール４３を相対的に回転可能に保持する。保持装置３１には、ポール４３を保持するための保持位置Ｐ１が予め定められている。なお、図８では、保持位置Ｐ１に導かれる途中のポール４３の断面、および保持位置Ｐ１に導かれたポール４３の断面をそれぞれ破線で示す。

[0037] 保持装置３１は、ＡＵＶ１０の進行方向側から当接したポール４３を保持位置Ｐ１へと案内する一对のガイド部３２ａ、３２ｂと、保持位置Ｐ１に案内されたポール４３を相対的に回転可能に保持する一对の保持爪３３ａ、３３ｂ（本発明の「保持部」に対応）を有する。

[0038] 一对のガイド部３２ａ、３２ｂは、潜水機本体１２から進行方向側（すなわち後ろ側から前側）にいくにつれて間隔が徐々に広がっている。このため、一对のガイド部３２ａ、３２ｂの一方にポール４３が当接した状態でＡＵＶ１０が進行方向前方へと進むと、ポール４３は、当接したガイド部３２ａまたは３２ｂを押圧して潜水機本体１２の向きを変えながら、当接したガイド部３２ａまたは３２ｂに沿って保持位置Ｐ１へと移動する。

- [0039] 一对の保持爪 33 a, 33 b は、それぞれ一对のガイド部 32 a, 32 b に設けられている。一对の保持爪 33 a, 33 b は、保持位置 P 1 に位置するポール 43 を AUV 10 の前側から押さえて、ポール 43 が保持位置 P 1 から逸脱するのを防止する。
- [0040] 一对の保持爪 33 a, 33 b は、それぞれ一对のガイド部 32 a, 32 b から潜水機本体 12 の左右方向中央側に出没可能に構成される。具体的には、保持爪 33 a, 33 b は、それぞれ、ガイド部 32 a, 32 b から出た出位置と、ガイド部 32 a, 32 b 内に退避した没位置との間で移動する。保持爪 33 a, 33 b は、それらが出位置にあるとき、ポール 43 を保持位置 P 1 に保持する。また、保持爪 33 a, 33 b は、それらが没位置にあるとき、ポール 43 を保持位置 P 1 に保持した状態を解除する。
- [0041] 本実施形態では、保持爪 33 a, 33 b が出位置側に付勢されており、保持爪 33 a, 33 b が保持位置 P 1 に向かう途中のポール 43 に押圧されることにより没位置側へと移動し、ポール 43 が保持位置 P 1 に到達したときに出位置へと戻るように構成されている。また、保持装置 31 は、制御装置 16 から送られる制御信号により、保持爪 33 a, 33 b を出位置から没位置に移動させる図略のアクチュエータを備える。制御装置 16 は、AUV 10 が充電ステーション 40 から離脱する際に、当該アクチュエータを駆動して、保持爪 33 a, 33 b を出位置から没位置に移動させる。
- [0042] 保持装置 31 がポール 43 を相対的に回転可能に保持するため、ポール 43 を保持装置 31 が保持した状態で水平スラスト 15 を駆動させると、潜水機本体 12 は、ポール 43 を中心に回転する。
- [0043] 図 5 ～図 7 に戻って、ポール 43 の上端部には、トランスポンダ 44 が設けられている。トランスポンダ 44 は、上述の音響測位装置 21 から送られる音波を受信するとともに、音響測位装置 21 に音波を送り返す。トランスポンダ 44 は、上述の音響測位装置 21 とともに、充電ステーション 40 に対する AUV 10 の位置を測位するための音響測位システムを構成する。
- [0044] また、上述の給電部 41 は、基台 42 におけるポール 43 より水平方向に

離間した位置に設けられている。具体的には、給電部 4 1 は、基台 4 2 の上部であって、ポール 4 3 より後方に離間した位置に設けられている。A U V 1 0 の前後方向における保持位置 P 1 から受電部 1 1 までの距離と、充電ステーション 4 0 の前後方向におけるポール 4 3 から給電部 4 1 までの距離とは概ね一致する。このため、A U V 1 0 が充電ステーション 4 0 にドッキングした状態では、受電部 1 1 および給電部 4 1 は、上下方向に対向する。

[0045] また、基台 4 2 には、ステーション側光送信器 4 5 が設けられている。ステーション側光送信器 4 5 は、基台 4 2 の上部におけるポール 4 3 の下端部の周りに配置されている。本実施形態では、ステーション側光送信器 4 5 は、図 5 に矢印で示すように、ポール 4 3 の下端部を中心に、当該下端部より上側の領域に光を放射状に放射する。このため、A U V 1 0 が充電ステーション 4 0 に対して 3 6 0 度どの方向からアプローチしても、ステーション側光送信器 4 5 からの光を潜水機側光受信器 2 3 は受光することができる。

[0046] また、A U V 1 0 が充電ステーション 4 0 にドッキングした状態では、潜水機側光受信器 2 3 およびステーション側光送信器 4 5 は、互いに対向するように配置される。このため、充電ステーション 4 0 に A U V 1 0 がドッキングした後も、ステーション側光送信器 4 5 は、上述の潜水機側光受信器 2 3 へと光信号を送ることが可能である。

[0047] なお、本実施形態では、ステーション側光送信器 4 5 から放出する光は、上述したように、方向検出装置として機能する潜水機側光受信器 2 3 により、A U V 1 0 を充電ステーション 4 0 にアプローチするためにも利用される。

[0048] また、基台 4 2 におけるポール 4 3 より水平方向に離間した位置に、ステーション側光受信器 4 6（本発明の「受光器」に対応）が設けられている。具体的には、基台 4 2 におけるステーション側光送信器 4 5 が設けられた位置より下方の位置に設けられている。また、A U V 1 0 の前後方向における保持位置 P 1 から潜水機側光送信器 2 2 までの距離と、充電ステーション 4 0 の前後方向におけるポール 4 3 からステーション側光受信器 4 6 までの距

離とは概ね一致する。AUV10が充電ステーション40にドッキングした状態では、ステーション側光受信器46および潜水機側光送信器22は、上下方向に対向し、ステーション側光受信器46は、潜水機側光送信器22から光信号を受信することが可能である。

[0049] 本実施形態では、充電システム1におけるドッキングの際に充電ステーション40に対するAUV10の向きを合わせるために、ステーション側光受信器46と潜水機側光送信器22との通信状態を利用する。すなわち、ステーション側光受信器46は、ポール43を保持装置31が保持したAUV10がポール43に対して所定の回転位置にきたときに、潜水機側光送信器22から送られる光信号を受信可能になる。具体的には、図6に示すように、充電ステーション40を平面視してポール43を中心とした角度範囲 α 内に潜水機側光送信器22が入ると、ステーション側光受信器46は、潜水機側光送信器22から放出される光を受光可能になる。

[0050] 本実施形態では、上述の角度範囲 α が、ステーション側光受信器46における受光可能な光の方向を制限することにより調節されている。具体的には、ステーション側光受信器46が有する受光部の周りには、筒状の遮光部47が立設されている。遮光部47は、所定の角度範囲外から到来する光がステーション側光受信器46の受光部に入らないよう遮断する。なお、角度範囲 α は、潜水機側光送信器22から放出される光の角度範囲を制限することにより調節されてもよい。

[0051] また、基台42には、ポール43に対する潜水機本体12の回転範囲を機械的に規制する回転規制部48が設けられている。回転規制部48は、基台42におけるポール43に対して給電部41が配置された位置とは反対側、すなわち基台42におけるポール43に対して前側の位置で、上方に延びる。回転規制部48の上端部48aは、上下方向におけるポール43の上端部と下端部の間に位置する。このため、回転規制部48は、潜水機本体12がポール43に沿って下降する途中から、一对のガイド部32a, 32bの間に入ることにより（図2参照）、ポール43に対する潜水機本体12の回転

範囲を機械的に規制する。

[0052] また、図 7 に示すように、回転規制部 48 は、その上端部 48 a から下方にいくにつれ、充電ステーション 40 の左右方向に間隔が徐々に広がる一対の広がり部 48 b, 48 c を有する。すなわち、潜水機本体 12 がポール 43 に沿って下降する途中から、回転規制部 48 が一対のガイド部 32 a, 32 b の間に入った後、回転規制部 48 は、一対のガイド部 32 a, 32 b が離間する方向に広がる。このため、潜水機本体 12 がポール 43 に沿って下降するにつれて、徐々にポール 43 に対する潜水機本体 12 の回転範囲が狭まる。

[0053] また、基台 42 には、上述の AUV 10 の被係止ピン 35 を係止して、充電ステーション 40 に対する AUV 10 の向きを固定する係止装置 51 が設けられている。係止装置 51 は、基台 42 におけるポール 43 より水平方向に離間した位置に配置される。具体的には、図 5 および図 6 に示すように、係止装置 51 は、基台 42 の上部であって、ポール 43 より後方に離間した位置に設けられている。また、AUV 10 の前後方向における保持位置 P1 から被係止ピン 35 までの距離と、充電ステーション 40 の前後方向におけるポール 43 から係止装置 51（より詳細には、後述の嵌合穴 52）までの距離とは概ね一致する。係止装置 51 による被係止ピン 35 の係止は、ポール 43 を保持装置 31 が保持した AUV 10 がポール 43 に対して所定の回転位置にきた状態で下降することにより行われる。

[0054] 図 9 は、係止装置 51 による被係止ピン 35 の係止を説明するための図である。係止装置 51 は、嵌合穴 52、ガイド面 53、および一対の係止爪 54 a, 54 b（本発明の「係止部」に対応）を有する。

[0055] 嵌合穴 52 は、被係止ピン 35 が嵌合する穴であり、被係止ピン 35 を係止するための係止位置 P2 である。嵌合穴 52 は、上方に開口しており、AUV 10 が下降することにより上方から被係止ピン 35 が嵌まり込む。

[0056] ガイド面 53 は、AUV 10 が下降することにより上方から当接した被係止ピン 35 を嵌合穴 52 へと案内する。ガイド面 53 は、上方にいくにつれ

て徐々に開口が広がる傾斜面である。被係止ピン35の下端部がガイド面53に当接した状態でAUV10が下降すると、ガイド面53は、当接した被係止ピン35を押圧して潜水機本体12の向きを変えながら、当該ガイド面53に沿って係止位置P2に被係止ピン35を案内する。このため、平面視して嵌合穴52と被係止ピン35とが多少ずれた状態でAUV10が下降しても、被係止ピン35はガイド面53に当接することにより嵌合穴52に確実に案内される。

[0057] 一对の係止爪54a, 54bは、嵌合穴52に案内された被係止ピン35を係止する。図9に示すように、被係止ピン35には、一对の係止爪54a, 54bが嵌り込む溝部36が設けられている。この溝部36に一对の係止爪54a, 54bが嵌り込むことにより、被係止ピン35は嵌合穴52に嵌り込んだ状態でロックされる。

[0058] 具体的には、一对の係止爪54a, 54bは、嵌合穴52の壁部に設けられており、当該壁部から出没可能に構成される。一对の係止爪54a, 54bは、それぞれ、嵌合穴52の壁部から出た出位置と、嵌合穴52の壁部内に退避した没位置との間で移動する。一对の係止爪54a, 54bは、それらが出位置に移動して被係止ピン35の溝部36に嵌り込むとき、被係止ピン35を係止し、それらが没位置にあるとき、被係止ピン35を係止した状態を解除する。

[0059] 本実施形態では、係止爪54a, 54bが出位置側に付勢されており、係止爪54a, 54bが、嵌合穴52に入り込む被係止ピン35の下端部に押圧されることにより、没位置側へと移動し、被係止ピン35の溝部36と係止爪54a, 54bの高さが一致したときに出位置へと戻るように構成されている。また、係止装置51は、制御装置16から送られる制御信号により、係止爪54a, 54bを出位置から没位置に移動させる図略のアクチュエータを備える。制御装置16は、AUV10が充電ステーション40から離脱する際に、当該アクチュエータを駆動して、係止爪54a, 54bを出位置から没位置に移動させる。

[0060] また、図6に示すように、基台42の上部であって係止装置51の左右方向両側には、それぞれ支持部55が配置されている。支持部55は、AUV10の下部に当接する面を有している。支持部55は、係止装置51に係止されたAUV10を、下方から支持する。

[0061] また、基台42には、主制御部61および給電制御部62が設けられている。主制御部61は、ステーション側光送信器45とステーション側光受信器46とを用いた、AUV10の潜水機側光送信器22および潜水機側光受信器23との通信を制御する。給電制御部62は、給電部41による受電部11への給電と当該給電の停止を制御する。

[0062] (充電ステーションに対するAUVのドッキング)

次に、充電システム1におけるAUV10が充電ステーション40にドッキングされるまでの流れを、図10Aおよび図10Bを参照して説明する。図10Aは、AUV10が充電ステーション40にアプローチする様子を示す平面図である。図10Bは、ポール43を保持装置31が保持した状態でAUV10がポール43を中心に回転する様子を示す側面図である。なお、図10Aでは、ステーション側光送信器45から放出される光が届く範囲を二点鎖線で模式的に示し、図10Bでは、潜水機側光送信器22から放出される光の範囲を二点鎖線で模式的に示す。

[0063] まず、AUV10が充電ステーション40から十分に離れた位置にある場合、AUV10は、音響測位システムにより充電ステーション40にアプローチする。具体的には、AUV10は、充電ステーション40のトランスポンダ44から送られてくる音波に基づいて充電ステーション40に対するAUV10の相対位置を計測する。AUV10の制御装置16は、得られたAUV10の位置データに基づいて、主推進器13、垂直スラスタ14、水平スラスタ15を制御することにより、AUV10は充電ステーション40に向かって移動する。

[0064] 図10Aに示すように、AUV10が充電ステーション40に十分に近づいて、潜水機側光受信器23がステーション側光送信器45から放出された

光を受光可能な範囲に入ると、制御装置 16 は、音響測位によるアプローチから方向検出装置としての潜水機側光受信器 23 を用いたアプローチに切り換える。

[0065] 具体的には、潜水機側光受信器 23 が、その受光アレイの各受光素子の受光強度を比較することによって、ステーション側光送信器 45 から放出される光の到来方向を検出する。制御装置 16 は、AUV 10 の保持装置 31 が充電ステーション 40 のポール 43 に当接するように、得られた光の到来方向に基づいて、主推進器 13、垂直スラスト 14、水平スラスト 15 を制御して、AUV 10 を充電ステーション 40 に向かって移動させる。

[0066] こうして、保持装置 31 の一对のガイド部 32a, 32b の一方にポール 43 が当接すると、上述したように、ポール 43 は、当接したガイド部 32a または 32b に沿って保持位置 P1 へと案内される（図 8 参照）。その後、一对の保持爪 33a, 33b が、保持位置 P1 に案内されたポール 43 を相対的に回転可能に保持する。

[0067] 続いて、図 10B に示すように、制御装置 16 は、ポール 43 を保持装置 31 が保持した AUV 10 が、ポール 43 に対してステーション側光受信器 46 が潜水機側光送信器 22 から放出した光を受ける回転位置（角度範囲 α （図 6 参照））にくるように、水平スラスト 15 を制御する。

[0068] 具体的には、AUV 10 側では、水平スラスト 15 を駆動して潜水機側光送信器 22 をポール 43 に対して回転させる。一方、充電ステーション 40 側では、主制御部 61 は、潜水機側光送信器 22 からの光信号のステーション側光受信器 46 の受信状態を監視する。主制御部 61 は、当該受信状態を示す信号を光信号としてステーション側光送信器 45 から潜水機側光受信器 23 へと送る。こうして、制御装置 16 は、潜水機側光送信器 22 がステーション側光受信器 46 と受信可能となる位置にくるよう水平スラスト 15 を制御する。

[0069] ステーション側光受信器 46 が、潜水機側光送信器 22 からの光信号を受信可能となる位置にくると、制御装置 16 は、垂直スラスト 14 を制御して

、潜水機本体 1 2 をポール 4 3 に沿って下降させる。上述したように、潜水機本体 1 2 がポール 4 3 に沿って下降する途中から、回転規制部 4 8 が一對のガイド部 3 2 a, 3 2 b の間に入ることにより、ポール 4 3 に対する潜水機本体 1 2 の回転範囲を機械的に規制する。このため、ポール 4 3 に対する潜水機本体 1 2 の回転位置決めの精度を更によくすることができる。

[0070] 潜水機本体 1 2 が下降して、被係止ピン 3 5 が係止装置 5 1 のガイド面 5 3 に当接すると、上述したように、被係止ピン 3 5 は、ガイド面 5 3 に沿って嵌合穴 5 2 へと案内される（図 9 参照）。その後、一對の係止爪 5 4 a, 5 4 b が、嵌合穴 5 2 に案内された被係止ピン 3 5 を係止する。こうして、充電ステーション 4 0 に対する AUV 1 0 のドッキングが完了する。充電ステーション 4 0 に AUV 1 0 がドッキングした状態では、給電部 4 1 と受電部 1 1 が上下方向に対向し、給電部 4 1 から受電部 1 1 への電力供給が可能となる。また、充電ステーション 4 0 に AUV 1 0 がドッキングした状態では、潜水機側光送信器 2 2 とステーション側光受信器 4 6 とが対向し、潜水機側光受信器 2 3 とステーション側光送信器 4 5 とが対向するため、AUV 1 0 と充電ステーション 4 0 が互いに通信可能である。

[0071] 以上説明したように、本実施形態に係る AUV 1 0 の充電システム 1 では、AUV 1 0 が充電ステーション 4 0 に対して多少ずれて進入しても、保持装置 3 1 におけるガイド部 3 2 a または 3 2 b が、潜水機本体 1 2 の進行方向側から当接したポール 4 3 を保持位置 P 1 へと案内して、保持装置 3 1 における保持爪 3 3 a, 3 3 b が、ポール 4 3 を相対的に回転可能に保持する。このため、AUV 1 0 は、360 度どの方向からでも充電ステーション 4 0 にアプローチすることができる。

[0072] また、本実施形態では、制御装置 1 6 が、ステーション側光受信器 4 6 が潜水機側光送信器 2 2 から放出した光を受けるか否かのシンプルな判定方法を用いて水平スラスト 1 5 を制御し、受電部 1 1 と給電部 4 1 との間の位置合わせを行うことができる。このため、AUV 1 0 を充電するための充電ステーション 4 0 と AUV 1 1 の位置合わせを容易に行うことができる。

- [0073] また、本実施形態では、充電ステーション４０とＡＵＶ１０との間で相互に光通信を行うための光送信器および光受信器を利用して、受電部１１と給電部４１との間の位置合わせを行うことができる。
- [0074] また、本実施形態では、潜水機側光受信器２３をステーション側光送信器４５から放射状に放出された光の到来方向を検出する方向検出装置として機能させ、制御装置１６は、方向検出装置により検出した到来方向に基づいて、ＡＵＶ１０が進行してガイド部３２ａまたは３２ｂがポール４３に当接するように、水平スラスト１５を制御する。このため、ステーション側光送信器４５から放射される光に向かうようＡＵＶ１０を進行させることで、ＡＵＶ１０を精度良くポールにアプローチさせることができる。
- [0075] また、本実施形態では、係止装置５１が、潜水機本体１２に設けられた被係止ピン３５に係止することにより、潜水機本体１２の位置を、ステーション側光受信器４６が潜水機側光送信器２２から放出した光を受ける回転位置に固定することができる。このため、潮流などの影響で水の流れを受けても、水平スラスト１５を駆動させることなく、潜水機本体１２を目的の回転位置に留めることができる。
- [0076] また、本実施形態では、係止装置５１は、上方にいくにつれて徐々に開口が広がるとともに、ＡＵＶ１０が下降することにより上方から当接した被係止ピン３５に係止位置Ｐ２へと案内するガイド面５３、および係止位置Ｐ２に案内された被係止ピン３５に係止する係止爪５４ａ、５４ｂを有する。このため、係止位置Ｐ２に対して被係止ピン３５が多少ずれた状態でＡＵＶ１０が下降しても、潜水機本体１２がポール４３に対する回転位置が多少ずれた状態で下降しても、ガイド面５３がずれを吸収して被係止ピン３５に係止位置Ｐ２に案内するため、ＡＵＶ１０の被係止ピン３５に係止位置Ｐ２に精度良く導くことができる。
- [0077] また、本実施形態では、充電ステーション４０が回転規制部４８を有するため、潜水機本体１２が下降途中に潮流などの水の流れを受けても、回転規制部４８によりポール４３に対する潜水機本体１２の回転範囲が機械的に規

制される。これにより、潜水機本体 1 2 の下降中に目的の回転位置に潜水機本体 1 2 を留めるための水平スラスト 1 5 の負荷を低減することができる。

[0078] また、本実施形態では、回転規制部 4 8 が、上端部 4 8 a から下方にいくにつれ、一对のガイド部 3 2 a, 3 2 b が離間する方向に広がるため、潜水機本体 1 2 がポール 4 3 に沿って下降するにつれて、徐々にポール 4 3 に対する潜水機本体 1 2 の回転可能な範囲を狭めることができる。これにより、AUV 1 0 の被係止ピン 3 5 を係止位置 P 2 に精度良く導くことができる。

[0079] (第 2 実施形態)

次に、第 2 実施形態に係る充電システム 1 A について、図 1 1 ~ 図 1 5 を参照して説明する。なお、本実施形態において、第 1 実施形態と同様の構成について、詳細な説明を省略する。また、充電システム 1 A における AUV 1 1 0 および充電ステーション 1 4 0 の方向の定義も、第 1 実施形態と同様とする。

[0080] 図 1 1 は、第 2 実施形態に係る充電システム 1 A の概略構成図である。図 1 2 は、充電システム 1 A において充電ステーション 1 4 0 に AUV 1 1 0 がドッキングした状態を示す図である。図 1 3 は、AUV 1 1 0 がポール 1 4 3 を保持した状態でポール 1 4 3 を中心に回転する様子を示す側面図である。図 1 3 に示すように、本実施形態の充電システム 1 A では、充電ステーション 1 4 0 は、基台 1 4 2 が水底に固定されておらず、水上に浮かんだ水上浮体 1 7 0 から吊下げ支持されている。充電ステーション 1 4 0 の吊下げについて、詳細は後述する。

[0081] また、本実施形態では、第 1 実施形態と異なり、ポール 1 4 3 は、基台 1 4 2 から下方へ延びている。すなわち、図 2 および図 3 に示すように、本実施形態では、第 1 実施形態と異なり、AUV 1 1 0 は充電ステーション 1 4 0 の下方に配置された状態で充電ステーション 1 4 0 にドッキングする。より詳しくは、AUV 1 1 0 は、保持装置 1 3 1 によりポール 1 4 3 を保持した後に、ポール 1 4 3 に沿って上昇することにより充電ステーション 1 4 0 に対してドッキングする。

[0082] 従って、本実施形態では、潜水機本体 112 の上部に、受電部 111 が設けられている。また、基台 142 の下部であって、ポール 143 より水平方向に（後方に）離間した位置に、給電部 141 が設けられている。AUV 110 が充電ステーション 140 にドッキングした状態では、受電部 111 および給電部 141 は、上下方向に対向する。

[0083] また、潜水機本体 112 の後方側上部に、上方へ光信号を送信する潜水機側光送信器 122（本発明の「光放出器」に対応）が設けられており、基台 142 の下部におけるポール 143 より水平方向に離間した位置に、受光部が下方を向いたステーション側光受信器 146（本発明の「受光器」に対応）が設けられている。AUV 110 が充電ステーション 140 にドッキングした状態では、ステーション側光受信器 146 および潜水機側光送信器 122 は、上下方向に対向し、ステーション側光受信器 146 は、潜水機側光送信器 122 から光信号を受信することが可能である。

[0084] また、潜水機本体 112 の上部には、上方へ延びる一对の被係止ピン 135a, 135b（本発明の「被係止部」に対応）が設けられている。一对の被係止ピン 135a, 135b は、潜水機本体 112 の上部において、前後方向に間隔をあけて並んでいる。また、基台 142 には、一对の被係止ピン 135a, 135b をそれぞれ係止する一对の係止装置 151a, 151b が設けられている。各被係止ピン 135a, 135b は、第 1 実施形態の被係止ピン 35 と同様の構成であり、また、各係止装置 151a, 151b は、第 1 実施形態の係止装置 51 と同様の構成であるため、詳細な説明を省略する。

[0085] さらに、AUV 110 は、主推進器 113 および水平スラスト 115 などを含む推力発生装置、制御装置 116、音響測位装置 121、潜水機側光送信器 122、潜水機側光受信器 123、保持装置 131 を有している。潜水機側光受信器 23 は、潜水機本体 112 の前方側下部に設けられている。また、充電ステーション 140 は、トランスポンダ 144、ステーション側光送信器 145、ステーション側光受信器 146、主制御部 161、給電制御

部 1 6 2 を有している。ステーション側光送信器 1 4 5 は、ポール 1 4 3 の下端部に設けられている。これらの構成は、第 1 実施形態と同様であるため、これらの説明を省略する。

[0086] また、基台 1 4 2 には、第 1 実施形態の回転規制部 4 8 とは異なる構成の回転規制部 1 4 8 が設けられている。回転規制部 1 4 8 は、ポール 1 4 3 に対する潜水機本体 1 1 2 の回転範囲を機械的に規制する。回転規制部 1 4 8 は、基台 1 4 2 におけるポール 1 4 3 に対して給電部 1 4 1 が配置された位置と同じ側、すなわち基台 1 4 2 におけるポール 1 4 3 に対して後側の位置に配置される。回転規制部 1 4 8 は、基台 1 4 2 から下方に突出する一対の突出部 1 4 8 a, 1 4 8 b を有する。

[0087] 図 1 4 は、A U V 1 1 0 がポール 1 4 3 に沿って上昇するときの回転規制部 1 4 8 の作用を説明するための模式図である。図 1 4 では、充電ステーション 1 4 0 を正面視したときの回転規制部 1 4 8 と、ポール 1 4 3 を保持装置 1 3 1 で保持した状態の潜水機本体 1 1 2 が模式的に示される。また、図 1 4 では、ポール 1 4 3 が破線で示される。図 1 4 に示すように、一対の突出部 1 4 8 a, 1 4 8 b は、左右方向に間隔をあけて並んでいる。このため、潜水機本体 1 1 2 は、ポール 1 4 3 に沿って上昇する途中から、一対の突出部 1 4 8 a, 1 4 8 b の間に入り込むことにより、ポール 1 4 3 に対する潜水機本体 1 1 2 の回転範囲が規制される。

[0088] また、図 1 4 に示すように、一対の突出部 1 4 8 a, 1 4 8 b の下部は、基台 1 4 2 から下方にいくにつれ、充電ステーション 1 4 0 の左右方向に互いの間隔が徐々に広がる。一対の突出部 1 4 8 a, 1 4 8 b は、上方にいくにつれ、充電ステーション 1 4 0 の左右方向に互いの間隔が徐々に狭まる。本実施形態では、充電ステーション 1 4 0 を正面視したときの一対の突出部 1 4 8 a, 1 4 8 b の下面は、A U V 1 1 0 を正面視したときの潜水機本体 1 1 2 の輪郭に沿った形状を呈している。このように、回転規制部 1 4 8 は、給電部 1 4 1 と受電部 1 1 1 とが互いに近づくにつれて、ポール 1 4 3 に対する潜水機本体 1 1 2 の回転範囲を徐々に狭めるように構成されているた

め、AUV 110の被係止ピン135a, 135bに係止装置151a, 151bの各係止位置に精度良く導くことができる。

[0089] また、本実施形態では、充電ステーション140の基台142には、水平翼163が設けられている。水平翼163は、水の流れを受けた充電ステーション110の垂直方向の姿勢を規定する役割を果たす。また、潜水機本体112には、複数の水平翼24と1つの垂直翼25が設けられている。水平翼24は、水の流れを受けた潜水機本体112の垂直方向の姿勢を規定する役割を果たす。垂直翼25は、水の流れを受けた潜水機本体112の水平方向の姿勢を規定する役割を果たす。

[0090] 上述したように、本実施形態の充電システム1Aでは、充電ステーション140は、水上に浮かんだ水上浮体170から吊下げ支持されている。充電ステーション140は、水上浮体170から延びる索172で水中に吊り下げられている。本実施形態において、水上浮体170は、水上を航走する船である。索172は、特に限定されないが、本実施形態では、水上浮体170から充電ステーション140に電気を送るための送電用の、および／または、水上浮体170と通信するための通信用のケーブルを含む。

[0091] 図11に示すように、索17における充電ステーション140側近傍部分または端部と、基台142の上部の複数点（本例では、4点）とが、連結部材173によって連結されている。なお、本実施形態では、連結部材173は、充電ステーション140の上方で前後方向に延びる棒状体173a、棒状体173aの前端から基台142の前側上部の2点に向かって延びる2つの紐状体173b、および、棒状体173aの後端から基台142の後側上部の2点に向かって延びる2つの紐状体173cを含む。ただし、ここで示す索172と基台142との連結は、一例であり、例えば、索172が基台142に直接連結されてもよい。また、図では、索172から主制御部161や給電制御部162などにつながる電線などは省略している。

[0092] また、水上浮体170は、索172を引いて（例えば、巻き上げて）、ドッキングされたAUV 110と一体的に充電ステーション140を空中に吊

り上げる揚荷設備 171 を有する。図 15 は、AUV 110 がドッキングした充電ステーション 140 を空中に吊り上げた状態を示す側面図である。揚荷設備 171 は、例えばクレーンである。本実施形態では、互いにドッキングした AUV 110 および充電ステーション 140 を揚荷設備 171 で空中に吊り上げたときに、ドッキングした AUV 110 および充電ステーション 140 の重心位置が、揚荷設備 171 から下方に延びる索 172 の延長線上に概ね位置するように、連結部材 173 による索 172 と基台 142 との連結箇所が調整されている。このため、図 15 に示すように、互いにドッキングした AUV 110 および充電ステーション 140 を揚荷設備 171 で空中に吊り上げたときにも、AUV 110 および充電ステーション 140 は、水中に位置するときと概ね同じ姿勢（ポール 143 が概ね鉛直な方向に延びた状態の姿勢）を維持する。

[0093] (AUV の投入および揚収)

次に、本実施形態における充電システム 1A を用いた AUV 110 の投入および揚収方法について説明する。

[0094] まず、水中に AUV 110 を投入する流れを説明する。AUV 110 および充電ステーション 140 を乗せた水上浮体 170 を、AUV 110 に作業させる水中の上方に停泊させる。その後、揚荷設備 171 を用いて、AUV 110 がドッキングした状態の充電ステーション 140 を空中に吊り上げ、水中に投入する。充電ステーション 140 が水中を下降し、所定の位置まで沈むと、係止装置 151a, 151b による被係止ピン 135a, 135b の係止を解除する。その後、AUV 110 は、係止装置 151a, 151b と被係止ピン 135a, 135b とが互いに離れるように、例えば垂直スラスタを駆動してポール 143 に沿って移動する。その後、保持装置 131 によるポール 143 の保持を解除する。こうして、充電ステーション 140 と AUV 110 とのドッキングは解除され、AUV 110 は、水中で所定の作業を開始する。

[0095] 次に、水中の AUV 110 を水上浮体 170 に揚収する流れを説明する。

- [0096] AUV 110が作業を行っている水底または水中の上方において、水上浮体170が水上に停泊している。水上浮体170から索172で充電ステーション140を水中に吊り下げている。
- [0097] 作業を終えたAUV 110は、水中で充電ステーション140にアプローチして、充電ステーション140にドッキングする。AUV 110が水中で充電ステーション140にアプローチする方法は、第1実施形態と同様であるため、説明を省略する。
- [0098] また、AUV 110が水中で充電ステーション140にドッキングする方法は、第1実施形態では、AUV 110が充電ステーション140の上方から充電ステーション140に対してドッキングするのに対し、本実施形態では、AUV 110が充電ステーション140の下方から充電ステーション140に対してドッキングする点で異なる（潜水機本体112がポール143に沿って移動する方向が逆である）が、それ以外は概ね同じである。
- [0099] すなわち、ポール143を保持装置131が保持したAUV 110が、ポール143に対してステーション側光受信器146が潜水機側光送信器122から放出した光を受ける回転位置にくるように、水平スラスト115を制御する。その後、ステーション側光受信器146が潜水機側光送信器122から放出した光を受ける位置にくると、潜水機本体112をポール143に沿って上昇させ、その後、係止装置151a, 151bにより、被係止ピン135a, 135bに係止する。
- [0100] AUV 110と充電ステーション140とのドッキングが完了すると、充電ステーション140は、AUV 110とのドッキングが完了したことを報知する報知信号を水上浮体170に送信する。この報知信号は、例えば索172が含む通信線を介して送られてもよいし、充電ステーション140が、水上浮体170との間で音響を用いた通信を行なうための音響通信装置を備える場合には音響通信により送られてもよい。なお、ドッキングが完了したことは、例えば一対の係止装置151a, 151bの係止位置P1に、それぞれ、一対の被係止ピン135a, 135bを検知するセンサを設けておく

ことで判定してよい。

[0101] 水上浮体 170 が報知信号を受信した後、水上浮体 170 の乗員は、揚荷設備 171 を操作して、AUV 110 がドッキングした状態の充電ステーション 140 を引き上げて、空中に吊り上げる。充電ステーション 140 を引き上げる工程において、AUV 110 がドッキングした状態の充電ステーション 140 を、ドッキングしたときの水中での姿勢を維持しつつ空中に吊り上げる。

[0102] なお、この揚収方法は、AUV を容易に水上浮体に揚収できるという点で、充電ステーション以外のステーション、すなわち給電部を有さないステーションにも有効である。

[0103] 本実施形態でも、第 1 実施形態と同様の効果を得ることができる。

[0104] また、本実施形態では、ポール 143 は基台 142 から下方に延びており、索 172 は基台 142 側からポール 143 とは反対方向に水上へ延びている。このため、索 172 と基台 142 とを、ポール 143 にアプローチする AUV 110 の邪魔にならないように容易に連結できる。

[0105] さらに、本実施形態では、水上浮体 170 は、索 172 を巻き上げて、ドッキングされた AUV 110 と一体的に充電ステーション 140 を空中に吊り上げる揚荷設備 171 を有しているため、AUV 110 を充電ステーション 140 にドッキングした状態で水中から水上浮体に揚収したり、水上浮体から水中に投入したりすることができる。

[0106] また、ポール 143 が基台 142 から下方に延びていることから、AUV 110 は充電ステーション 140 の下方に配置された状態で充電ステーション 140 にドッキングするため、基台 142 と索 172 との連結箇所の設計自由度が上がる。このため、例えば、充電ステーション 140 が AUV 110 にドッキングされた状態で空中に吊り上げられたときに充電ステーション 140 の各部位に不要な応力がかからないような基台 142 と索 172 との連結を容易に行うことができる。

[0107] (変形例 1)

図16は、変形例1に係る充電ステーション140Aの側面図である。この変形例1に係る充電ステーション140Aは、第2実施形態の充電ステーション140の構成に加え、水中での姿勢および水中での向きの少なくとも一方を維持するための推力発生装置を備えている。

[0108] この変形例1では、充電ステーション140Aが備える推力発生装置は、充電ステーション140の左右方向に推力を発生させる2つの水平スラスト181、182である。2つの水平スラスト181、182は、基台142の上部に設けられている。2つの水平スラスト181、182は、充電ステーション140Aの左右方向に推力を発生させるように配置される。2つの水平スラスト181、182は、充電ステーション140Aの前後方向に間隔をあけて並んでいる。より詳しくは、2つの水平スラスト181、182は、索172の延びる延長線を前後方向に挟むように並んでいる。2つの水平スラスト181、182は、互いに充電ステーション140Aの左右方向に推力を発生させるように配置される。2つの水平スラスト181、182は、主制御部161により制御される。

[0109] 例えば、水上浮体170から水中に投入されてから水中を下降する途中などに、充電ステーション140Aが水中で旋回すると、索172にはよじれが生じる。2つの水平スラスト181、182は、例えば索172に生じたよじれを解消するために駆動される。

[0110] 具体的には、この変形例1では、基台142に、充電ステーション140Aを通過する鉛直軸を中心に基台142が旋回した方向および旋回した角度変位量を計測する計測装置183が設けられている。計測装置183は、例えばジャイロセンサを含む。例えば、計測装置183は、水上浮体170から充電ステーション140Aを水中に投入してから計測を開始する。主制御部161は、2つの水平スラスト181、182に互いに逆向きの推力を発生させることによって、索172のよじれを解消する方向に基台142を旋回させる。具体的には、主制御部161は、計測装置183により計測された角度変位量が減少するように、2つの水平スラスト181、182を駆動

して、計測装置 1 8 3 により計測された方向とは逆向きに基台 1 4 2 を旋回させる。

[0111] また、例えば、ポール 1 4 3 を保持装置 1 3 1 が保持した状態で A U V 1 1 0 がポール 1 4 3 を中心に回転する際に、ポール 1 4 3 と保持装置 1 3 1 との摩擦により、充電ステーション 1 4 0 A が A U V 1 1 0 と一体的に回転する可能性がある。2つの水平スラスト 1 8 1, 1 8 2 は、充電ステーション 1 4 0 A が A U V 1 1 0 と一体的に回転するのを防ぐために駆動されてもよい。

[0112] 具体的には、主制御部 1 6 1 は、保持装置 1 3 1 によりポール 1 4 3 を保持した A U V 1 1 0 が回転する間、充電ステーション 1 4 0 A の向きを一定に維持するように、2つの水平スラスト 1 8 1, 1 8 2 を駆動してもよい。例えば、充電ステーション 1 4 0 A は、充電ステーション 1 4 0 A の向く方位を検出する方位検出装置を備えてもよい。方位検出装置には、例えば上述の計測装置 1 8 3 が用いられてもよい。主制御部 1 6 1 は、保持装置 1 3 1 によりポール 1 4 3 を保持した A U V 1 1 0 が回転する間、方位検出装置により検出される方位が一定に維持されるように、2つの水平スラスト 1 8 1, 1 8 2 を駆動してもよい。

[0113] なお、この変形例 1 において、充電ステーション 1 4 0 A が備える推力発生装置の数や配置は、上述した構成に限定されない。例えば、2つの水平スラスト 1 8 1, 1 8 2 は、基台 1 4 2 の前部および後部にそれぞれ設けられてもよいし、基台 1 4 2 の左右方向両側に設けられてもよい。また、例えば、充電ステーション 1 4 0 A は、推力発生装置として、1つまたは3つ以上の水平スラストを備えてもよい。また、充電ステーション 1 4 0 A は、推力発生装置として、充電ステーション 1 4 0 A の左右方向に推力を発生させる1つまたは複数の水平スラストに加えてまたは代わりに、充電ステーション 1 4 0 A の前後方向あるいは上下方向に推力を発生させる1つまたは複数のスラストを備えてもよい。例えば、2つの水平スラスト 1 8 1, 1 8 2 は、充電ステーション 1 4 0 A の左右方向に間隔をあけて、充電ステーション 1 4

０Ａの前後方向に推力を発生させるように配置されてもよい。

[0114] また、上記の変形例１のように、充電ステーションに水中での姿勢を維持するための推力発生装置を設ける構成は、水上浮体から吊り下げた充電ステーションに、ＡＵＶを水中でドッキングさせるシステムであれば、いかなるドッキングシステムにとって有効である。例えば、本発明の充電システムは、受光器が光放出器から放出した光で受電部と給電部との間の位置合わせを行うものであるが、この構成以外のシステムに対しても有効である。

[0115] （変形例２）

図１７は、変形例２に係る充電ステーション２００の側面図である。この変形例２に係る充電ステーション２００は、第１実施形態と異なる構成の水底設置型の充電ステーションである。

[0116] 具体的には、充電ステーション２００は、水底との間にスペースをあけて配置された上部構造体２０１と、上下方向に延びて当該上部構造体２０１を下方から支持する複数の柱部２０２とを有する。複数の柱部２０２は、水底に固定された下部構造体２０３により連結されている。上部構造体２０１、下部構造体２０３および複数の柱部２０２に囲まれた空間は、ＡＵＶ１１０が複数の柱部２０２の間を通過して入り込む空間となっており、この空間の中央には、ポール１４３が上部構造体２０１から下方に延びている。上部構造体２０１の下部であって、ポール１４３より水平方向に（後方に）離間した位置に、給電部１４１が設けられている。すなわち、上部構造体２０１が本発明の「基台」に対応しており、充電ステーション２００は、上部構造体２０１が水上浮体により吊下げ支持されていないこと以外は、第２実施形態の充電ステーション１４０と同様の構成を備えている。この変形例２では、上部構造体２０１から下方にポール１４３が延びているため、例えば充電ステーション２００が比較的浅い海底などに設置された場合でも、底引き網などによってポール１４３が引っ掛かることを回避できる。

[0117] （その他の実施形態）

上記実施形態は、全ての点で例示であって、制限的なものではないと考え

られるべきである。本発明の範囲は、上述の説明ではなくて特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味及び範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

[0118] 例えば、上記実施形態で示された充電ステーション40、140、140A、200およびAUV10、110の形状や、それらに設けられた構成要素の形状、配置等は、特許請求の範囲と均等の意味及び範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

[0119] また、上記第1実施形態では、充電ステーション40は水底設置型だったが、充電ステーション40は、水底に設置されなくてもよい。例えば、充電ステーション40は、水上浮体から垂らした索とポール43の上端部とを連結することにより、水上浮体に吊下げ支持されてもよい。また、第2実施形態では、充電ステーション140は、水上を航走する水上浮体から吊下げ支持されていたが、充電ステーション140を吊下げ支持する水上浮体は、ブイなどの浮体物であってもよいし、水上または水中の構造物であってもよい。例えば、本発明の充電ステーションは、水中の構造物に対して固定されてもよい。

[0120] また、上記実施形態では、AUV10が、潜水機本体12を移動させる推力発生装置として、主推進器13、垂直スラスタ14、および水平スラスタ15を含む構成であったが、例えばAUV10は、これらの一部または全部の代わりに、推力発生装置として、推力を発生させる方向を変更可能な首振り式のスラスタを有していてもよい。

[0121] また、上記実施形態では、給電部41、141と受電部11、111とが接触せずに給電を行う非接触給電方式を採用したが、これに限られず、給電部41、141と受電部11、111とが接触して給電を行う接触式給電方式を採用してもよい。また、保持装置31、131がポール43、143を保持した後に、AUV10、110がポール43、143に対する所定の回転位置にきたときに、給電部41、141と受電部11、111とが十分に近い場合には、AUV10、110をポール43、143に沿って移動させ

ることなく給電部４１，１４１から受電部１１，１１１への電力供給を行なってもよい。

[0122] また、ステーション側光受信器４６，１４６が潜水機側光送信器２２，１２２から放出した光を受けるか否かにより、受電部１１，１１１と給電部４１，１４１との間の位置合わせを行ったが、潜水機側光送信器２２，１２２は、信号を送信しない単なる光放出器であってもよいし、ステーション側光受信器４６，１４６は、信号を受信しない単なる受光器であってもよい。この場合でも、ＡＵＶ側の光放出器から放出した光を充電ステーション側の受光器が受けるか否かにより、受電部１１，１１１と給電部４１，１４１との間の位置合わせを行うことができる。

[0123] また、ステーション側光受信器４６，１４６の位置に、光受信器の代わりに、光送信器または光放出器を設け、潜水機側光送信器２２，１２２の位置に、光送信器の代わりに、光受信器または受光器を設けてもよい。

[0124] また、充電ステーション４０，１４０からの光の到来方向を検出する方向検出装置は、潜水機側光受信器２３，１２３でなくてもよい。例えば、ＡＵＶは、撮像装置を有してもよく、制御装置１６，１１６が、この撮像装置が撮像した画像から光源位置（ステーション側光送信器４５，１４５）を特定することにより、充電ステーション４０，１４０からの光の到来方向を検出してもよい。

[0125] また、ポール４３，１４３に対するＡＵＶ１０，１１０の回転位置合わせを、ステーション側光受信器４６，１４６と潜水機側光送信器２２，１２２による位置合わせのみで十分に精度良く行うことができる場合、回転規制部４８，１４８および係止装置５１，１５１のガイド面５３の一方または双方は、基台４２，１４２になくてもよい。

[0126] また、上記実施形態では、充電ステーションが係止装置を有し、ＡＵＶが係止装置により係止される被係止部を有していたが、ＡＵＶが係止装置を有し、充電ステーションが係止装置により係止される被係止部を有してもよい。また、上記実施形態では、被係止部は、潜水機本体１２から延びる被係止

ピンであり、係止装置は、被係止ピンが嵌合する穴を備えていたが、被係止部および係止装置の構成はこれに限定されない。例えば、被係止部は潜水機本体の左右の側部にそれぞれ形成された穴であり、充電ステーションには、これらの穴に係合可能なフックを備える係止装置を有してもよい。

符号の説明

- [0127] 1, 1 A : 充電システム
- 1 0, 1 1 0 : A U V
- 1 1, 1 1 1 : 受電部
- 1 2, 1 1 2 : 潜水機本体
- 1 4 : 垂直スラスト
- 1 5, 1 1 5 : 水平スラスト
- 1 6, 1 1 6 : 制御装置
- 2 2, 1 2 2 : 潜水機側光送信器（光放出器）
- 2 3, 1 2 3 : 潜水機側光受信器
- 3 1, 1 3 1 : 保持装置
- 3 2 a, 3 2 b : ガイド部
- 3 3 a, 3 3 b : 保持爪
- 3 5, 1 3 5 a, 1 3 5 b : 被係止ピン（被係止部）
- 4 0, 1 4 0, 1 4 0 A, 2 0 0 : 充電ステーション
- 4 1, 1 4 1 : 給電部
- 4 2, 1 4 2 : 基台
- 4 3, 1 4 3 : ポール
- 4 5, 1 4 5 : ステーション側光送信器
- 4 6, 1 4 6 : ステーション側光受信器（受光器）
- 4 8, 1 4 8 : 回転規制部
- 5 1, 1 5 1 a, 1 5 1 b : 係止装置
- 5 2 : 嵌合穴
- 5 3 : ガイド面

5 4 a, 5 4 b : 係止爪
6 1, 1 6 1 : 主制御部
6 2, 1 6 2 : 給電制御部
1 7 0 : 水上浮体
1 7 1 : 揚荷設備
1 7 2 : 索
1 7 3 : 連結部材
1 8 1, 1 8 2 : 水平スラスト
P 1 : 保持位置
P 2 : 係止位置

請求の範囲

[請求項1]

水中に位置する基台と、
前記基台に設けられ、上下方向に延びるポールと、
前記基台における前記ポールより水平方向に離間した位置に設けられた給電部と、を有する、充電ステーションと、
潜水機本体と、
前記潜水機本体に設けられた、前記給電部から給電される受電部と、
、
前記潜水機本体から進行方向側にいくにつれて互いの間隔が広がり、
とともに、前記進行方向側から当接した前記ポールを保持位置へと案内する一対のガイド部、および前記保持位置に案内された前記ポールを相対的に回転可能に保持する保持部を有する保持装置と、
前記ポールを前記保持装置が保持した前記潜水機本体を、前記ポールを中心に回転させる少なくとも水平方向に推力を発生させる推力発生装置と、
前記推力発生装置を制御する制御装置と、を有する、自律型無人潜水機と、を備え、
前記基台における前記ポールより水平方向に離間した位置に、光放出器および受光器の一方が設けられており、
前記潜水機本体における前記保持位置より水平方向に離間した位置に、前記光放出器および前記受光器の他方が設けられており、
前記制御装置は、前記ポールを前記保持装置が保持した前記潜水機本体が、前記ポールに対して前記受光器が前記光放出器から放出した光を受ける回転位置にくるように、前記推力発生装置を制御する、自律型無人潜水機用の充電システム。

[請求項2]

前記光放出器は、光信号として光を放出する潜水機側光送信器であり、
前記受光器は、前記潜水機側光送信器からの光信号を受信するステ

ーション側光受信器であり、

前記充電ステーションは、光信号として光を放出するステーション側光送信器を有し、

前記自律型無人潜水機は、前記ステーション側光送信器からの光信号を受信する潜水機側光受信器を有する、請求項 1 に記載の自律型無人潜水機用の充電システム。

[請求項3] 前記推力発生装置は、前記潜水機本体を進行方向および上下方向に移動させる推力を発生させ、

前記ステーション側光送信器は、前記ポールを中心に放射状に光信号として光を放出するように設けられており、

前記自律型無人潜水機は、前記ステーション側光送信器から放出された光の到来方向を検出する方向検出装置を有し、

前記制御装置は、前記方向検出装置により検出した到来方向に基づいて、前記自律型無人潜水機が進行して前記ガイド部が前記ポールに当接するように、前記推力発生装置を制御する、請求項 2 に記載の自律型無人潜水機用の充電システム。

[請求項4] 水上に浮かんだ水上浮体を備え、

前記充電ステーションは、前記水上浮体から延びる索で水中に吊り下げられており、

前記ポールは、前記基台から下方に延びる、請求項 1 ～ 3 のいずれか 1 項に記載の自律型無人潜水機用の充電システム。

[請求項5] 前記自律型無人潜水機および前記充電ステーションの一方は、係止装置を有し、

前記自律型無人潜水機および前記充電ステーションの他方は、前記係止装置により係止される被係止部を有し、

前記自律型無人潜水機は、前記係止装置が前記被係止部を係止することにより、前記受電部が前記給電部から給電可能な位置に配置された状態で、前記充電ステーションに対しドッキングする、請求項 1 ～

3のいずれか1項に記載の自律型無人潜水機用の充電システム。

[請求項6] 前記推力発生装置は、前記ポールを前記保持装置が保持した前記潜水機本体を、前記ポールに沿って移動させる推力を発生させ、

前記回転位置に位置する前記潜水機本体が、前記給電部と前記受電部とが互いに近づくように前記ポールに沿って移動することにより、前記被係止部は、前記係止装置により係止される係止位置に配置される、請求項5に記載の自律型無人潜水機用の充電システム。

[請求項7] 前記被係止部は、前記潜水機本体から上方または下方に延びる被係止ピンであり、

前記充電ステーションは、前記係止装置を有し、

前記係止装置は、前記給電部と前記受電部とが互いに近づくように前記潜水機本体が前記ポールに沿って移動することにより前記被係止ピンが当接し、当接した前記被係止ピンを前記係止位置へと案内するガイド面、および前記係止位置に案内された前記被係止ピンを係止する係止部を有する、請求項6に記載の自律型無人潜水機用の充電システム。

[請求項8] 前記充電ステーションは、前記潜水機本体が前記ポールに沿って移動する途中で前記潜水機本体または前記ガイド部に当接し、前記ポールに対する前記潜水機本体の回転範囲を機械的に規制する回転規制部を有する、請求項6または7に記載の自律型無人潜水機用の充電システム。

[請求項9] 水上に浮かんだ水上浮体を備え、

前記充電ステーションは、前記水上浮体から延びる索で水中に吊り下げられており、

前記ポールは、前記基台から下方に延び、

前記水上浮体は、前記索を引いて、ドッキングされた前記自律型無人潜水機と一体的に前記充電ステーションを空中に吊り上げる揚荷設備を有する、請求項5～8のいずれか1項に記載の自律型無人潜水機

用の充電システム。

[請求項10] 前記充電ステーションは、水中での姿勢および水中での向きの少なくとも一方を維持するための推力発生装置を有する、請求項1～9のいずれか1項に記載の自律型無人潜水機用の充電システム。

[請求項11] 水上に浮かんだ水上浮体から、自律型無人潜水機とドッキング可能なステーションを水中に吊り下げる工程と、

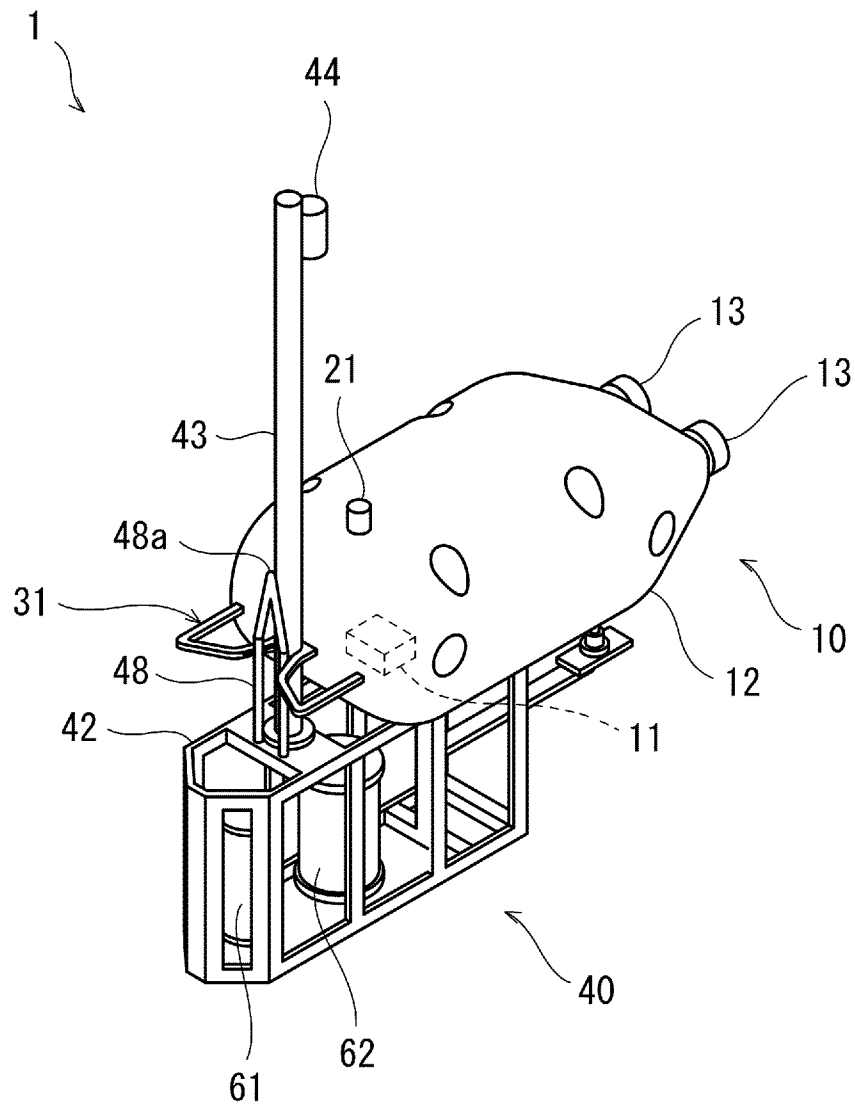
前記自律型無人潜水機が水中で前記ステーションにアプローチして、前記ステーションにドッキングする工程と、

前記自律型無人潜水機がドッキングした状態の前記ステーションを引き上げて、前記水上浮体に揚収する工程と、を含む、自律型無人潜水機の揚収方法。

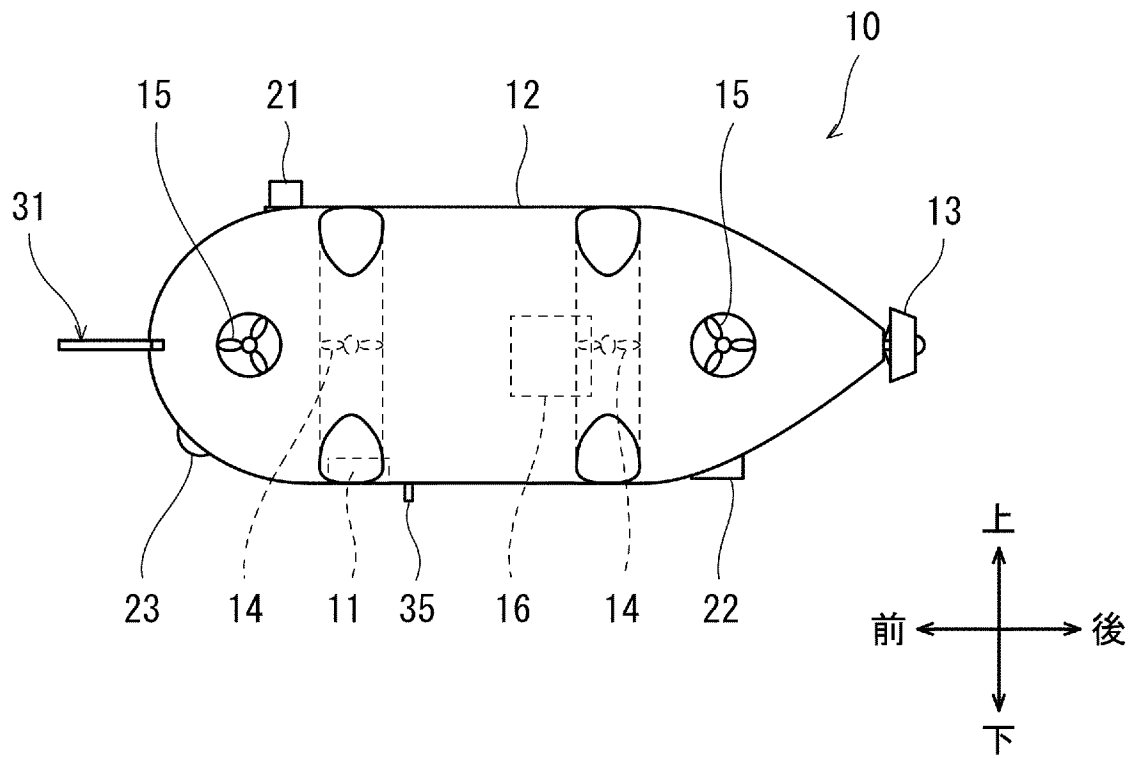
[請求項12] 前記自律型無人潜水機が水中で前記ステーションにドッキングする工程において、前記自律型無人潜水機は、前記ステーションの下方から前記ステーションに対してドッキングし、

前記自律型無人潜水機がドッキングした状態の前記ステーションを引き上げる工程において、前記自律型無人潜水機がドッキングした状態の前記ステーションを、ドッキングしたときの水中での姿勢を維持しつつ空中に吊り上げる、請求項11に記載の自律型無人潜水機の揚収方法。

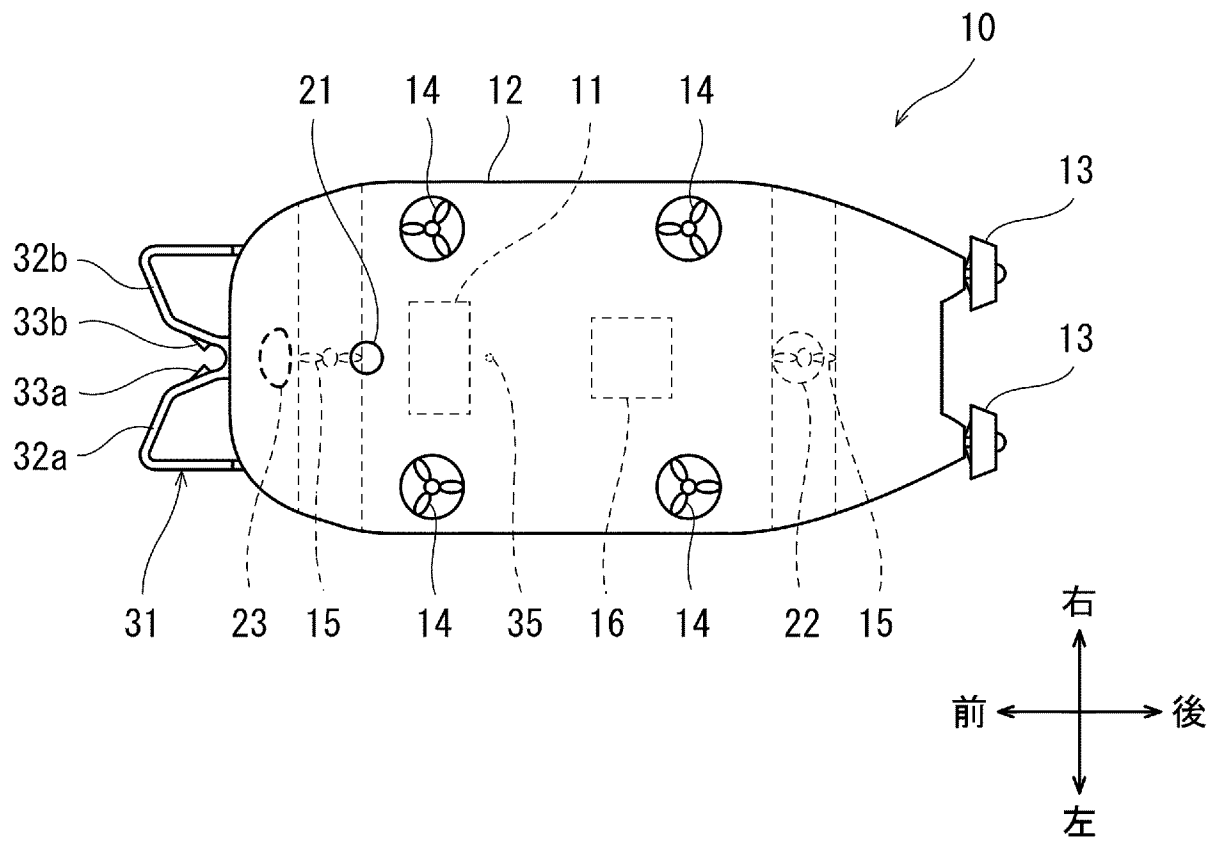
[図2]



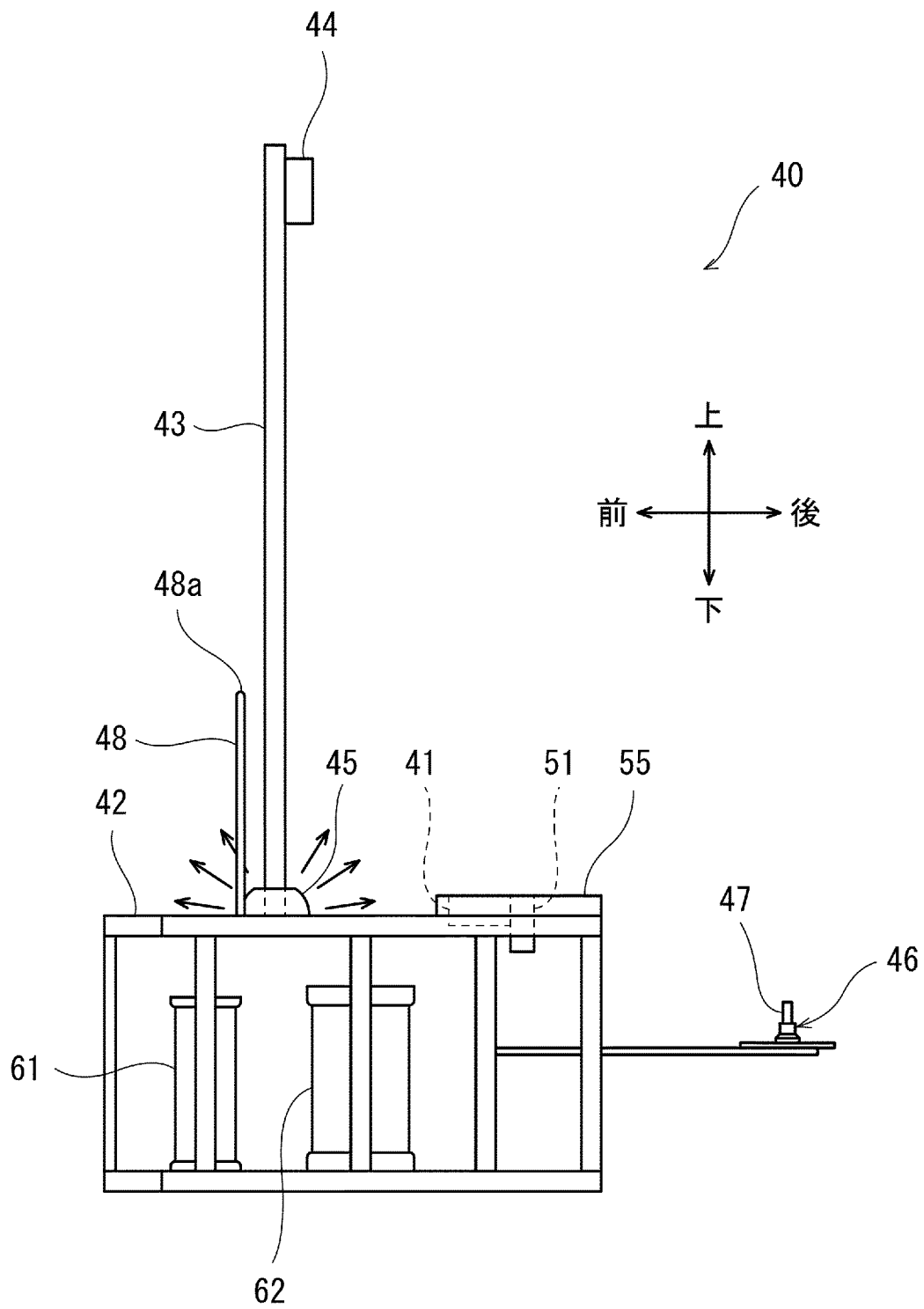
[図3]



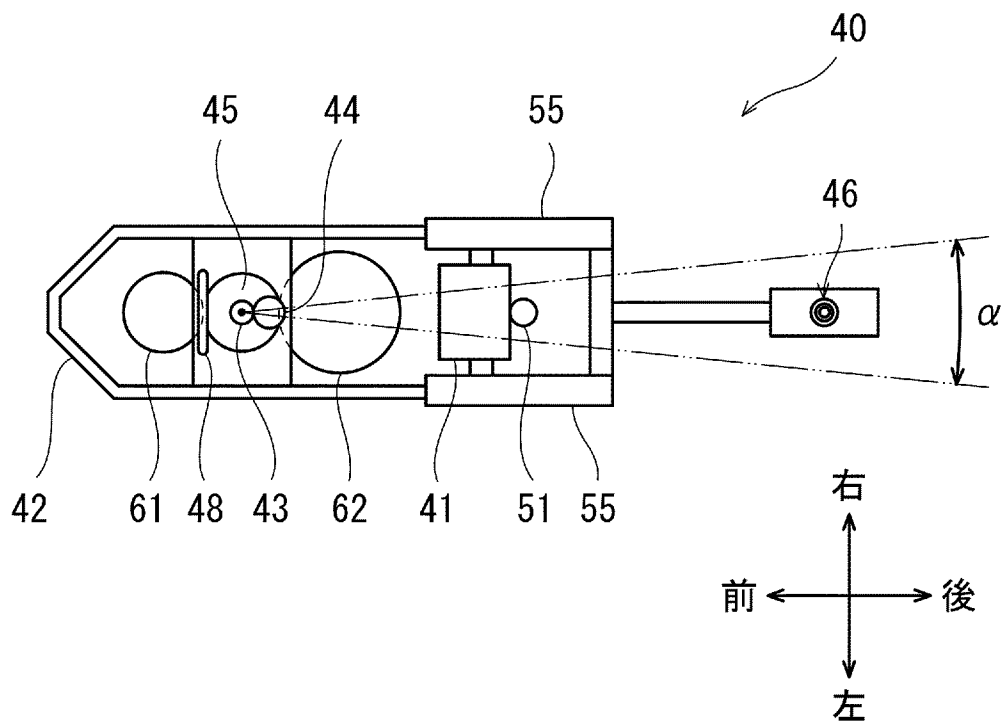
[図4]



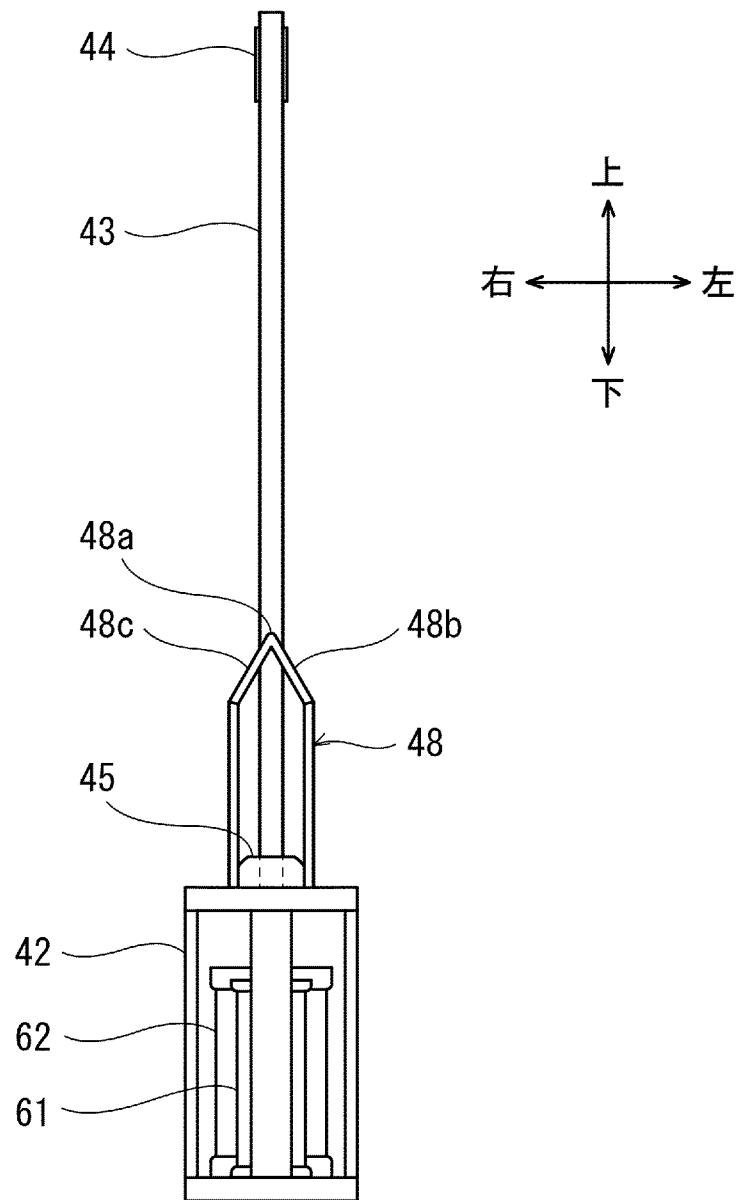
[図5]



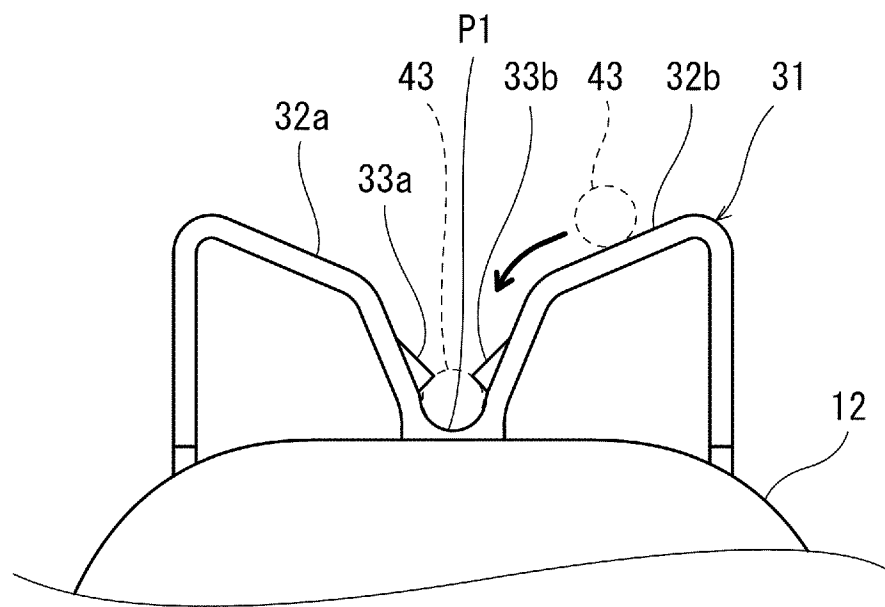
[図6]



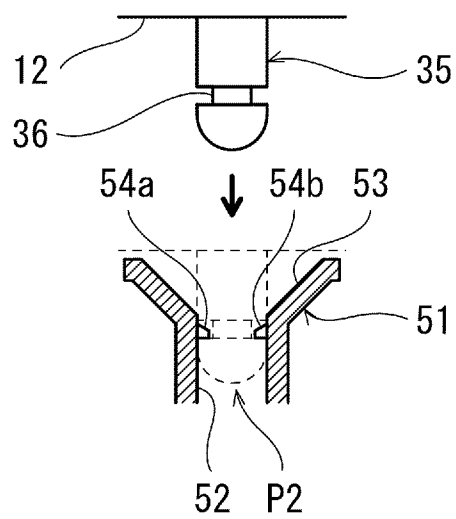
[図7]



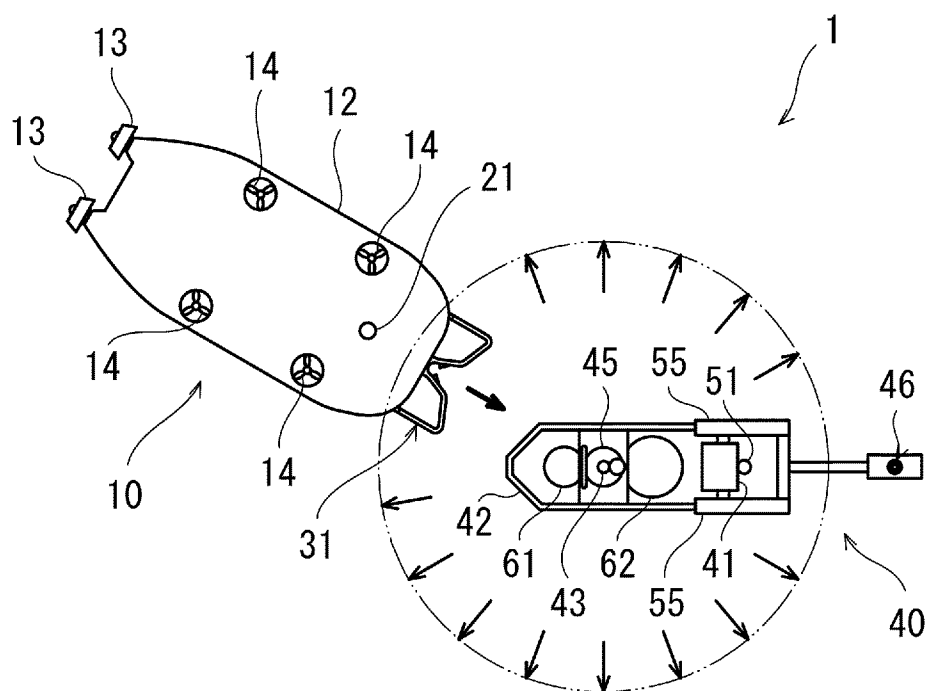
[図8]



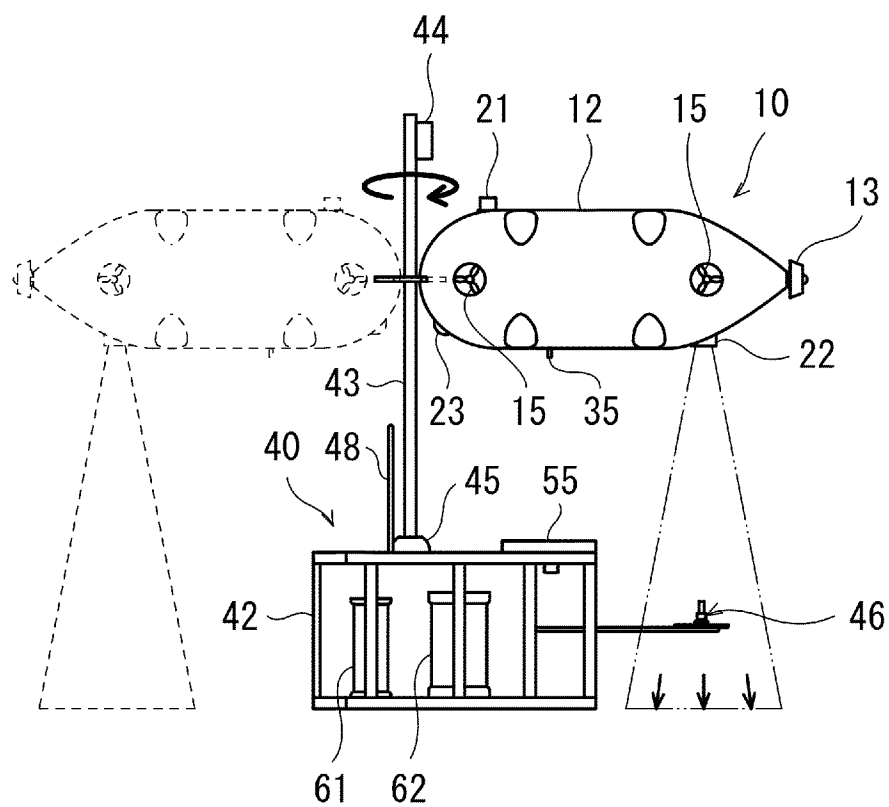
[図9]



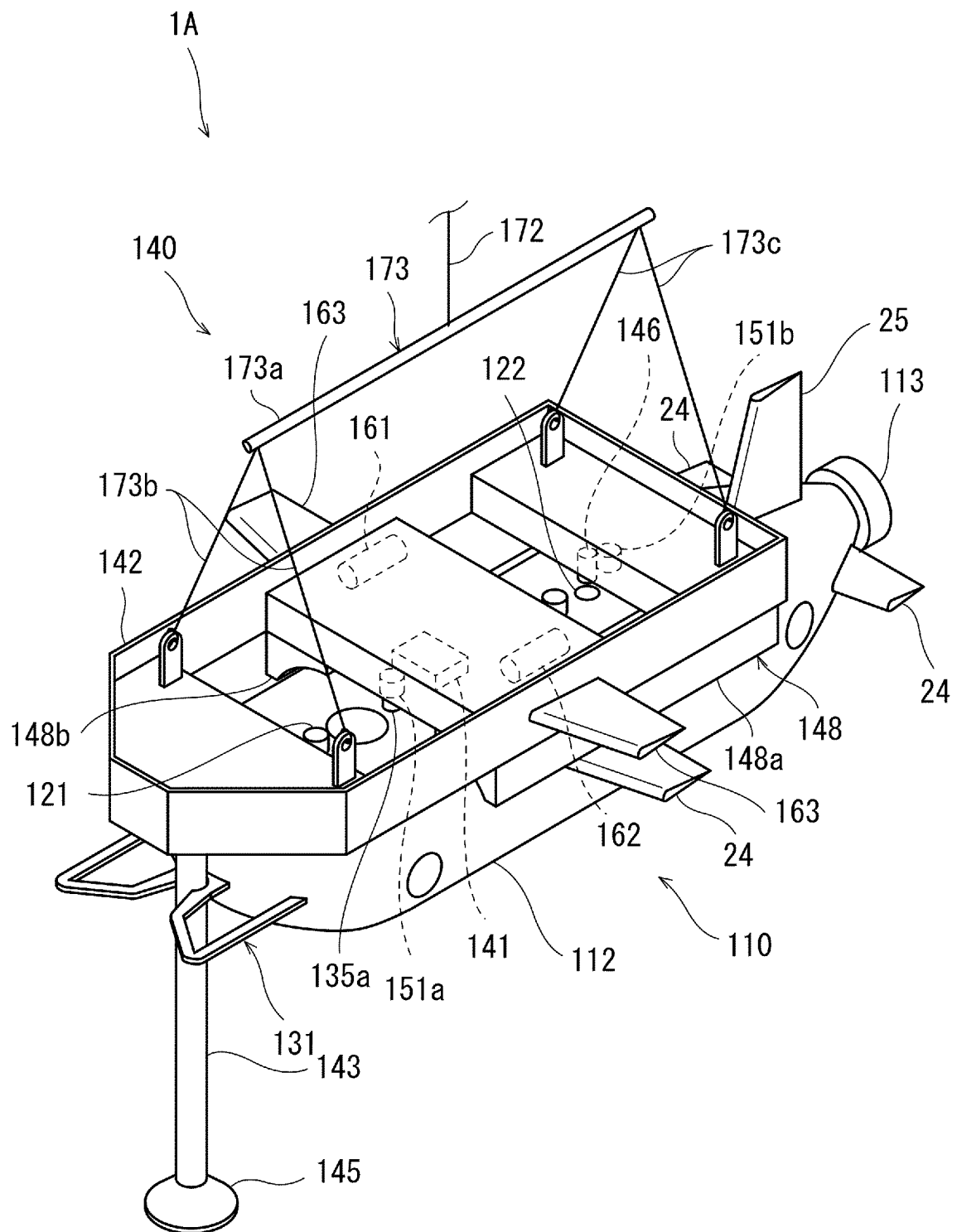
[図10A]



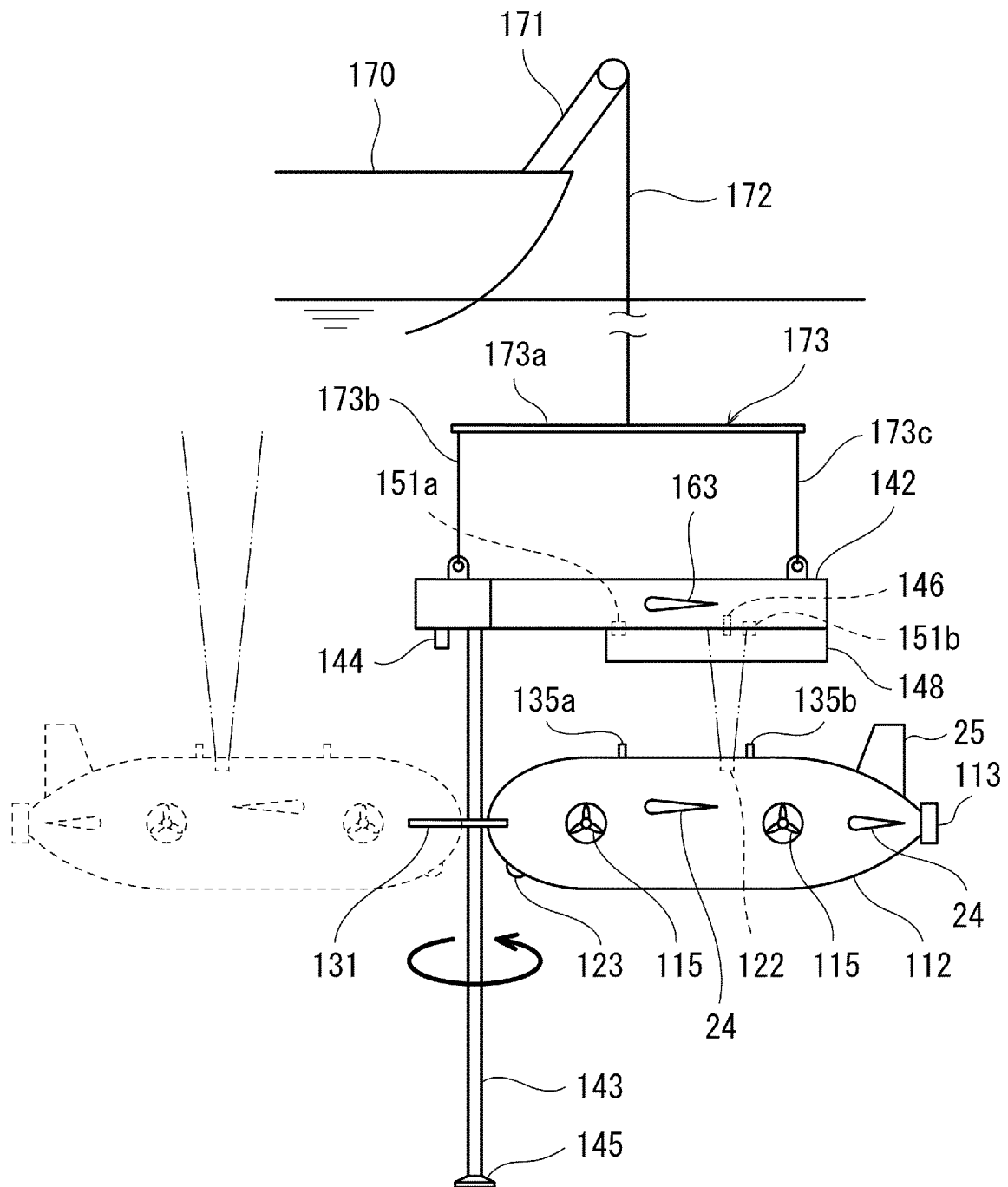
[図10B]



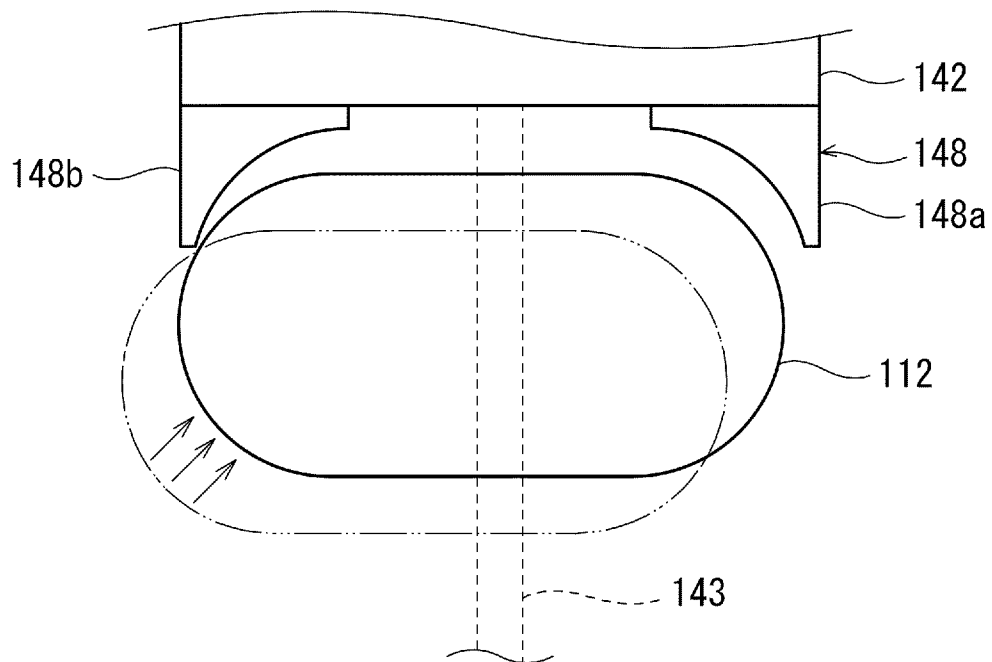
[図12]



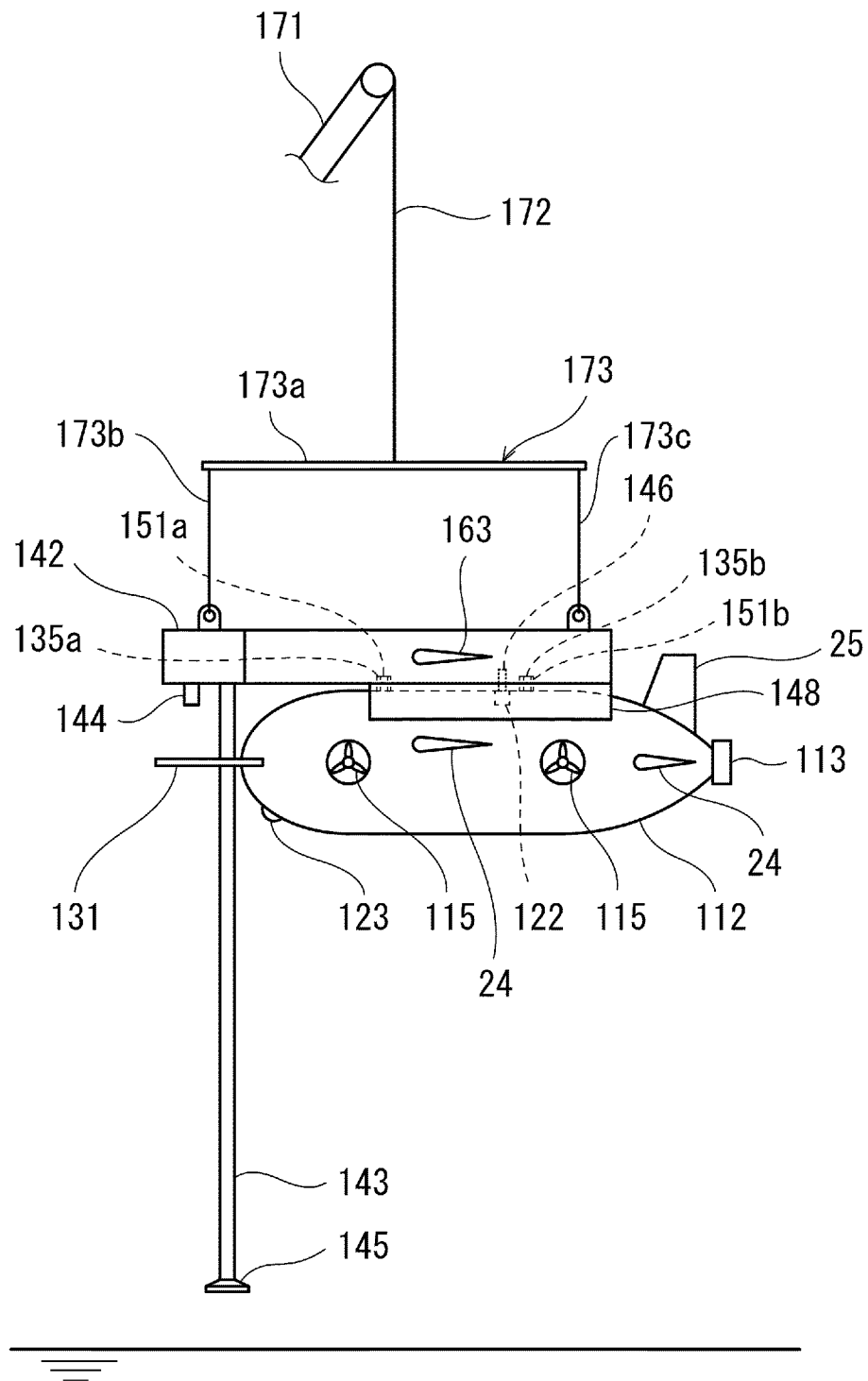
[図13]



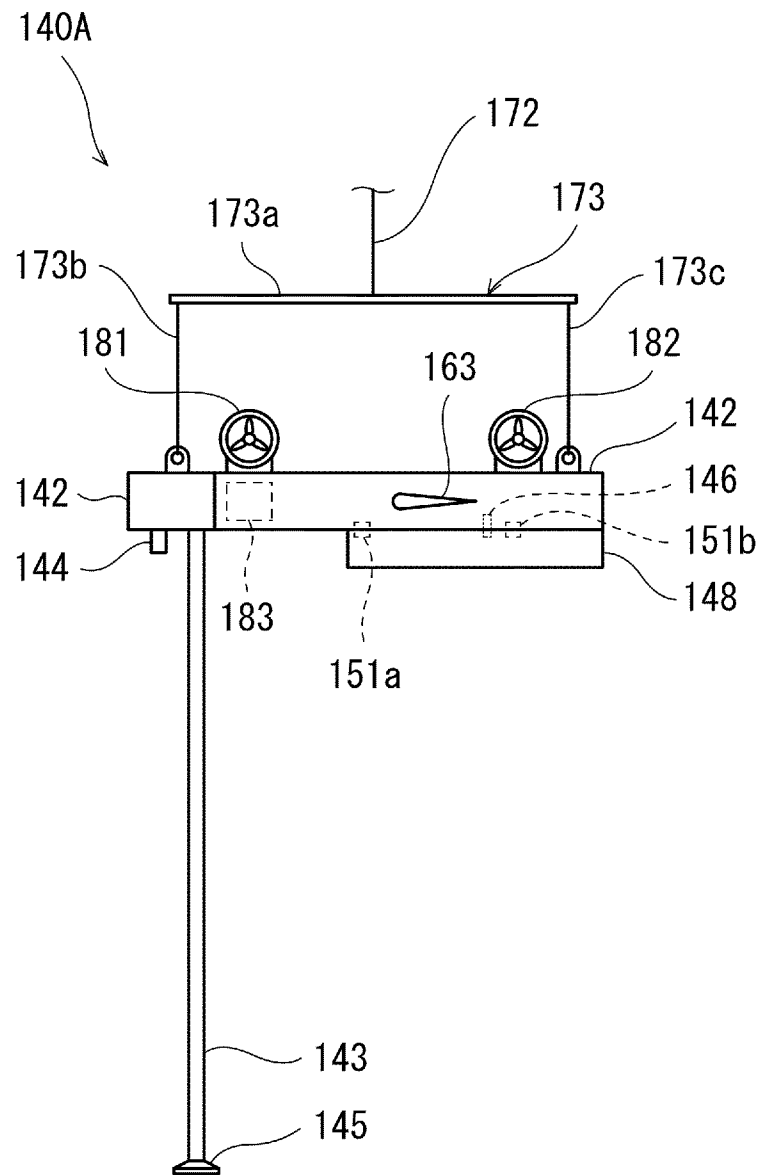
[図14]



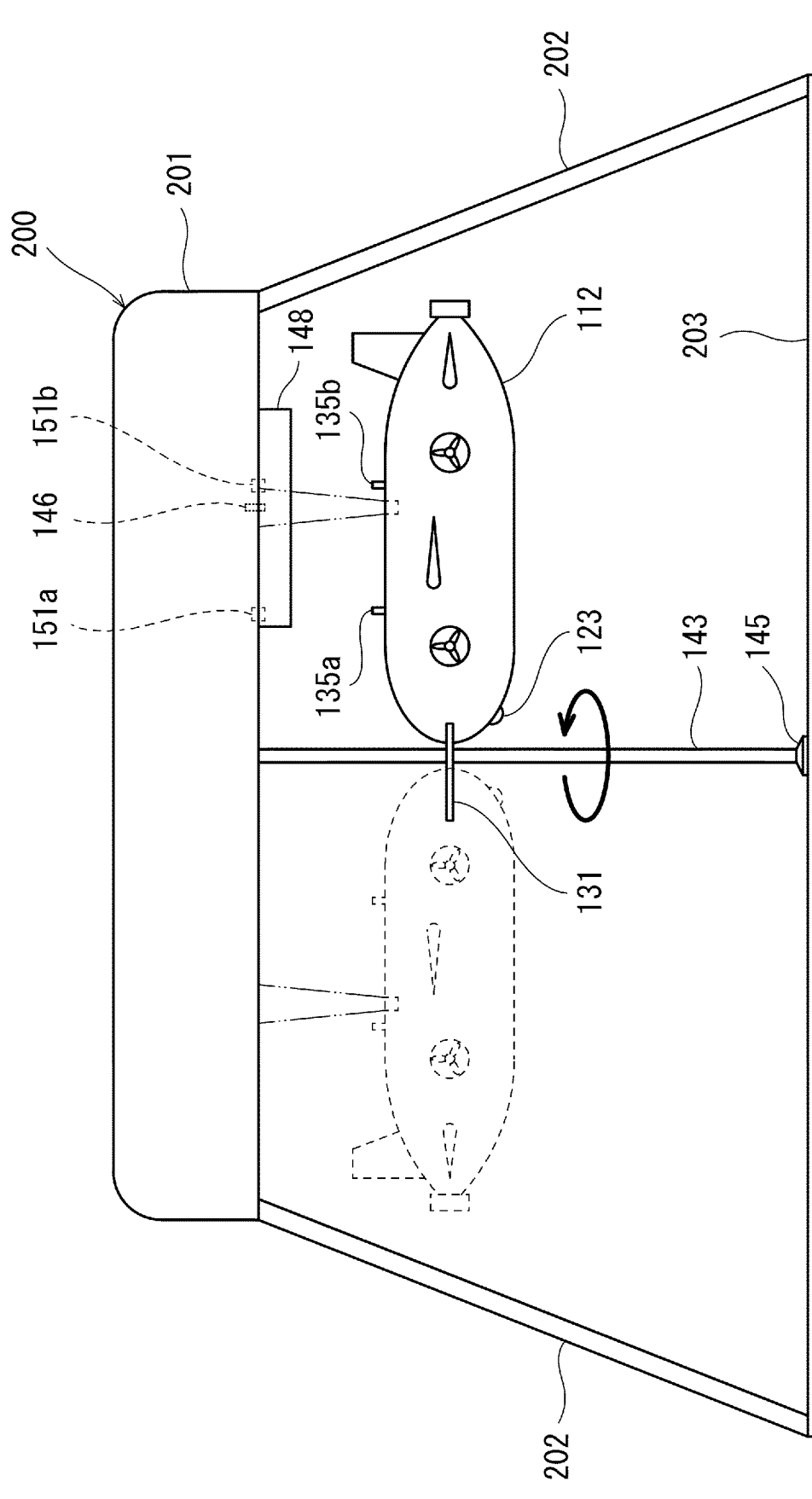
[図15]



[図16]



[図17]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/032640

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. B63C11/00 (2006.01) i, B63G8/00 (2006.01) i, B63G8/08 (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, B63G8/00, B63G8/08

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	1971-2018
Registered utility model specifications of Japan	1996-2018
Published registered utility model applications of Japan	1994-2018

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	WIRTZ, Marius, HILDEBRANDT, Marc and GAUDIG, Christopher, "Design and Test of a Robust Docking System for Hovering AUVs", OCEANS 2012, October 2012, pp. 1-6, <DOI:10.1109/OCEANS.2012.2012.6404975>	1-10
Y	SINGH, Hanumant et al., "Docking for an Autonomous Ocean Sampling Network", IEEE Journal of Oceanic Engineering, October 2001, vol. 26, no. 4, pp. 498-514, ISSN:0364-9059	1-10



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

23 October 2018 (23.10.2018)

Date of mailing of the international search report

13 November 2018 (13.11.2018)

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/JP2018/032640

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 2016-515060 A (THALES) 26 May 2016, paragraphs [0104]-[0107], fig. 3 & US 2016/0009344 A1, paragraphs [0121]-[0124], fig. 3 & WO 2014/135522 A1 & EP 2964515 A1 & FR 3002916 A1 & AU 2014224703 A1 & CA 2904109 A1 & BR 112015021686 A2	11 1-10, 12
Y	WO 2017/061427 A1 (KAWASAKI HEAVY INDUSTRIES, LTD.) 13 April 2017, paragraphs [0017]-[0051], fig. 1-4 & JP 2017-71266 A & EP 3360775 A1, paragraphs [0017]-[0051], fig. 1-4C & AU 2016334659 A1	3-10
X Y	JP 8-282588 A (TECH RES & DEV INST OF JAPAN DEF AGENCY) 29 October 1996, paragraphs [0019]-[0027], fig. 1-2 (Family: none)	11-12 4, 9-10, 12
Y	US 2016/0176487 A1 (STONE, William C.) 23 June 2016, paragraphs [0057]-[0064], fig. 1-5 & US 2018/0154994 A1	4, 9-10
Y	JP 2000-272583 A (KAWASAKI HEAVY INDUSTRIES, LTD.) 03 October 2000, paragraphs [0020]-[0029], fig. 1-5 & JP 3044217 B1	7-10
Y	JP 7-223589 A (MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD.) 22 August 1995, paragraphs [0007]-[0010], fig. 1-2 (Family: none)	10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/032640

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

Claims 1-10 relate to a charging system provided with a charging station and an autonomous unmanned submarine, but claims 11-12 are a method for docking an autonomous unmanned submarine to a station suspended in water and lifting and storing the autonomous unmanned submarine in a water floating body. Therefore, two inventions are included in the claims.

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☒ As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- ☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

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, B63G8/00(2006.01)i, B63G8/08(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, B63G8/00, B63G8/08

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	1971-2018年
日本国実用新案登録公報	1996-2018年
日本国登録実用新案公報	1994-2018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	WIRTZ, Marius, HILDEBRANDT, Marc and GAUDIG, Christopher, “Design and Test of a Robust Docking System for Hovering AUVs”, OCEANS 2012, 2012.10, pp.1-6, <DOI:10.1109/OCEANS.2012.2012.6404975>	1-10
Y	SINGH, Hanumant et al., “Docking for an Autonomous Ocean Sampling Network”, IEEE Journal of Oceanic Engineering, 2001.10, Vol.26, No.4, pp.498-514, ISSN:0364-9059	1-10

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

23.10.2018

国際調査報告の発送日

13.11.2018

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）

結城 健太郎

3D

3024

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
X Y	JP 2016-515060 A (タレス) 2016.05.26, 段落【0104】－【0107】, 図3 & US 2016/0009344 A1, 段落[0121]-[0124], 図3 & WO 2014/135522 A1 & EP 2964515 A1 & FR 3002916 A1 & AU 2014224703 A1 & CA 2904109 A1 & BR 112015021686 A2	11 1-10, 12
Y	WO 2017/061427 A1 (川崎重工業株式会社) 2017.04.13, 段落[0017]-[0051], 図1-4 & JP 2017-71266 A & EP 3360775 A1, 段落[0017]-[0051], 図1-4C & AU 2016334659 A1	3-10
X Y	JP 8-282588 A (防衛庁技術研究本部長) 1996.10.29, 段落【0019】－【0027】, 図1－2 (ファミリーなし)	11-12 4, 9-10, 12
Y	US 2016/0176487 A1 (STONE, William C.) 2016.06.23, 段落[0057]-[0064], 図1-5 & US 2018/0154994 A1	4, 9-10
Y	JP 2000-272583 A (川崎重工業株式会社) 2000.10.03, 段落【0020】－【0029】, 図1－5 & JP 3044217 B1	7-10
Y	JP 7-223589 A (三菱重工業株式会社) 1995.08.22, 段落【0007】－【0010】, 図1－2 (ファミリーなし)	10

第Ⅱ欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見（第1ページの2の続き）

法第8条第3項（P C T 17条(2)(a)）の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. ☐ 請求項 _____ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。
つまり、
2. ☐ 請求項 _____ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
3. ☐ 請求項 _____ は、従属請求の範囲であってP C T 規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

第Ⅲ欄 発明の単一性が欠如しているときの意見（第1ページの3の続き）

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるところの国際調査機関は認めた。

請求項1-10は、充電ステーションと自律型無人潜水機を備えた充電システムに関するものであるのに対し、請求項11-12は、水中に吊下げたステーションに自律型無人潜水機をドッキングして水上浮体に揚収する方法であるから、請求の範囲には、二つの発明が含まれる。

1. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求項について作成した。
2. ☒ 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求項について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求項のみについて作成した。
4. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求項について作成した。

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- ☐ 追加調査手数料及び、該当する場合には、異議申立手数料の納付と共に、出願人から異議申立てがあった。
- ☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあったが、異議申立手数料が納付命令書に示した期間内に支払われなかった。
- ☐ 追加調査手数料の納付はあったが、異議申立てはなかった。