

(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
2018年10月4日(04.10.2018)

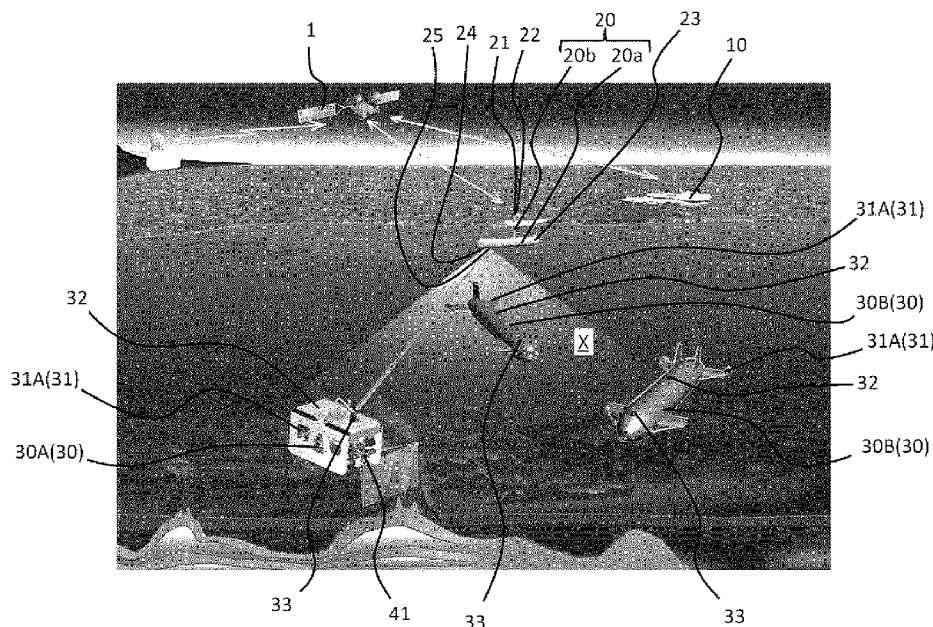


(10) 国際公開番号
WO 2018/181958 A1

- (51) 国際特許分類: **B63C 11/00** (2006.01) **B63C 11/48** (2006.01) **TECHNOLOGY**) [JP/JP]; 〒1810004 東京都三鷹市新川6丁目38番1号 Tokyo (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2018/013772
- (22) 国際出願日: 2018年3月30日(30.03.2018)
- (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 2017-071896 2017年3月31日(31.03.2017) JP
 - 特願 2017-072283 2017年3月31日(31.03.2017) JP
- (71) 出願人: 国立研究開発法人 海上・港湾・航空技術研究所 (NATIONAL INSTITUTE OF MARITIME, PORT AND AVIATION)
- (72) 発明者: 金岡秀(KIM Kangsoo); 〒1810004 東京都三鷹市新川6丁目38番1号 国立研究開発法人 海上・港湾・航空技術研究所内 Tokyo (JP). 大和裕幸(YAMATO Hiroyuki); 〒1810004 東京都三鷹市新川6丁目38番1号 国立研究開発法人 海上・港湾・航空技術研究所内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 阿部伸一, 外 (ABE Shinichi et al.); 〒1710033 東京都豊島区高田3-1-1 2KTビル3階 Tokyo (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: TRAFFIC CONTROL METHOD FOR UNDERWATER CRAFT, LAUNCHING METHOD FOR UNDERWATER CRAFT, RETRIEVAL METHOD FOR UNDERWATER CRAFT, TRAFFIC CONTROL SYSTEM FOR UNDERWATER CRAFT, AND LAUNCHING/RETRIEVAL EQUIPMENT FOR TRAFFIC CONTROL SYSTEM FOR UNDERWATER CRAFT

(54) 発明の名称: 水中航走体の管制方法、水中航走体の投入方法、水中航走体の揚収方法、水中航走体の管制システム、及び水中航走体の管制システムの投入・揚収設備



(57) Abstract: When traffic-controlling a plurality of underwater craft 30 that travel underwater, by using an above-water traffic control means 20 having a traveling means that can travel in the vicinity of the water surface, the present invention uses an acoustic positioning means 24 provided in the above-water traffic control means 20 and moves and controls the above-water traffic control means 20 by using a travel means 23, such that the plurality of underwater craft 30 are positioned in a traffic control zone X in which the above-water traffic control means 20 can find the position of the



WO 2018/181958 A1

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))

plurality of underwater craft 30. As a result, the plurality of underwater craft can be deployed and operated underwater and submarine exploration and other survey work, etc., can be conducted safely and efficiently.

(57) 要約: 水面の近傍を移動可能な移動手段を有した水上管制手段20により、水の中を航走する複数の水中航走体30を管制するにあたり、水上管制手段20に設けた音響測位手段24を利用して、水上管制手段20が複数の水中航走体30を測位できる管制領域Xに複数の水中航走体30が位置するように、移動手段23により水上管制手段20を移動制御する。これにより、複数の水中航走体を水中に展開・運用して水底探査等の調査作業等を安全かつ効率的に行うことができる。

明 細 書

発明の名称：

水中航走体の管制方法、水中航走体の投入方法、水中航走体の揚収方法、水中航走体の管制システム、及び水中航走体の管制システムの投入・揚収設備

技術分野

[0001] 本発明は、水底探査等の調査作業等を行う水中航走体の管制方法、投入方法、揚収方法、管制システム、及び管制システムの投入・揚収設備に関する。

背景技術

[0002] 海洋や湖沼等において、調査水域に水中航走体を投入して水底探査等の調査作業等を行う場合、水上に位置する船舶や水中に配置された装置が水中航走体に対する制御を行っている。

例えば特許文献1には、母船とケーブル接続された水中ステーションを海中に配設し、音響トランスポンダを探査地点近くの海底に配置し、複数の無索式無人潜水艇を水中ステーション及び音響トランスポンダと超音波信号を用いて通信させすることで誘導し、必要に応じて無索式無人潜水艇を水中ステーションにドッキングさせて充電又は電池交換と探査データの吸い上げを行う技術が開示されている。

また、特許文献2には、第1トランスポンダ、第1受波器及び第2受波器を備えた水中ステーションを母船から海中に吊り下げ、海底に第2トランスポンダを設置し、探査用の自律型無人航走体に第3トランスポンダ及び第3受波器を設け、水中ステーションは第2トランスポンダの信号を第1受波器で受信することによって定点保持を図り、自律型無人航走体は、探査中は第2トランスポンダの信号を第3受波器で受信することによって自航し、動力が減少すると第1トランスポンダの信号を第3受波器で受信することによって水中ステーションに向かって航走し、水中ステーションは第3トランスポンダ

ンダの信号を第2受波器で受信することによって自律型無人航走を収容するための姿勢制御を行う技術が開示されている。

また、特許文献3には、水上に位置する母船に送波器を設け、探査用の無人潜水機に受波器を設け、母船から無人潜水機に制御信号を送る水中音響通信において、画素信号のハフ変換を利用して伝送誤りを補正する技術が開示されている。

また、特許文献4には、母船と水中航走体との間における通信を中継する自走中継器を観察領域の水面近傍に配置し、自走中継器と母船との間の通信は電波通信で行い、自走中継器と水中航走体との間の通信は音響通信で行うことによって、水平方向の通信可能距離を向上させる技術が開示されている。

先行技術文献

特許文献

- [0003] 特許文献1：特開平3-266794号公報
特許文献2：特開2003-26090号公報
特許文献3：特開平5-147583号公報
特許文献4：特開2001-308766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、水中航走体は速度が遅いため1台だけでは広い水域を調査するのに時間がかかるが、エネルギー消費の面などから水中航走体の速度を上げるのには限界がある。そこで、広い水域を効率よく調査するために複数台の水中航走体を投入することが考えられる。しかし、水中航走体を複数台投入した場合、水中航走体をしっかりと管制しなければ、水中航走体が行方不明となったり、水中航走体同士の衝突や水中航走体が険しい水底地形等へ衝突する等のおそれがある。また、複数の水中航走体を用いて調査を行う場合は、1台の水中航走体を用いて調査を行う場合に比べて投入及び揚収作業に時

間がかかる。また、水中航走体の投入及び揚収作業は、専用の設備を備えた専用船を用いて行うのが一般的であり、専用船のスケジュールが空くのを待つ必要があるため、調査の計画が希望通りに進まないといった課題がある。

特許文献1記載の発明は、無索式無人潜水艇を誘導する音響トランスポンダが海底に固定されていたり、水中ステーションが母船とケーブルで接続されていたりするため、複数の無索式無人潜水艇の位置に応じて音響トランスポンダ及び水中ステーションを自由に移動させて管制領域を変更することが困難である。従って、誘導可能な領域から無索式無人潜水艇が外れた場合、そのまま見失ってしまう可能性が高い。また、水中ステーションや複数の無索式無人潜水艇の投入・揚収作業を効率よく安全に行うことについて開示するものではない。

特許文献2記載の発明は、第2トランスポンダが海底に固定され、水中ステーションが母船から吊り下げられているため、自律型無人航走体の位置に応じて第2トランスポンダ及び水中ステーションを自由に移動させて管制領域を変更することが困難である。従って、誘導可能な領域から自律型無人航走体が外れた場合、そのまま見失ってしまう可能性が高い。また、水中ステーションや複数の自律型無人航走体の投入・揚収作業を効率よく安全に行うことについて開示するものではない。

特許文献3記載の発明は、水中音響通信が水面や海底の反射音の影響を受けやすいことを考慮し、伝送誤りを含んでいても正しい制御信号を推定することで無人潜水機が無制御状態に陥ることを防止しようとするものである。しかし、無人潜水機が母船を頂点とした略円錐状の水中音響通信可能領域を超えた場合には通信が途絶してしまう。また、複数の無人潜水機を投入した場合の制御等について開示するものではない。また、複数の無人潜水機の投入・揚収作業を効率よく安全に行うことについて開示するものではない。

特許文献4記載の発明は、自走中継器が自己の現在位置情報と水中航走体の現在位置情報とに基づいて水平移動の要否を判断し、水中航走体との通信状態を維持することが記載されている。また、水中航走体を複数投入するこ

とができる旨の記載がある。しかし、水中航走体を複数投入した場合に、自走中継器の移動をどのように制御し、それにより複数の水中航走体に対する管制を維持するののかについては何ら記載されていない。また、自走中継器は水中航走体と通信状態を維持するものであり、測位に基づいて移動するものではない。また、自走中継器や水中航走体の投入・揚収作業を効率よく安全に行うことについて開示するものではない。

[0005] そこで本発明は、複数の水中航走体を水中に展開・運用して水底探査等の調査作業等を安全かつ効率的に行うことができる水中航走体の管制方法、水中航走体の投入方法、水中航走体の揚収方法、水中航走体の管制システム、及び水中航走体の管制システムの投入・揚収設備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

[0006] 請求項1記載に対応した水中航走体の管制方法においては、水面の近傍を移動可能な移動手段を有した水上管制手段により、水の中を航走する複数の水中航走体を管制するにあたり、水上管制手段に設けた音響測位手段を利用して、水上管制手段が複数の水中航走体を測位できる管制領域に複数の水中航走体が位置するように、移動手段により水上管制手段を移動制御することを特徴とする。

請求項1に記載の本発明によれば、水上管制手段が複数の水中航走体を測位できる位置に移動するため、複数の水中航走体を管制領域内に位置させて調査作業等を継続することができる。また、管制領域から外れた水中航走体を管制領域内に戻すことができる。これにより、複数の水中航走体を展開・運用して水底探査等の調査作業等を安全かつ効率的に行うことができる。

なお、調査作業等とは、調査作業そのものに加え、採取作業、救助作業、運搬作業、観測作業、搜索作業等およそ水底において水中航走体が行なう作業行為の全体を含む。

[0007] 請求項2記載の本発明は、水上管制手段と複数の水中航走体にそれぞれ設けた通信手段を利用して、移動手段により水上管制手段を移動制御すること

を特徴とする。

請求項 2 に記載の本発明によれば、水上管制手段を複数の水中航走体との通信が可能な位置に移動させることで、より安全かつ効率的に調査作業等を行うことができる。

[0008] 請求項 3 に記載の本発明は、複数の水中航走体の全てを管制できる位置に、水上管制手段を移動することを特徴とする。

請求項 3 に記載の本発明によれば、全ての水中航走体が水上管制手段の管制下におかれるため、より安全かつ効率的に調査作業等を行うことができる。

[0009] 請求項 4 に記載の本発明は、複数の水中航走体の最大数を管制できる位置に、水上管制手段を移動することを特徴とする。

請求項 4 に記載の本発明によれば、管制領域から外れる水中航走体の数を最小にすることができる。

[0010] 請求項 5 に記載の本発明は、最大数は、複数の水中航走体の数から管制領域を逸脱した水中航走体、故障した水中航走体、緊急浮上した水中航走体のいずれかを含む管制不可能数を減じた数であることを特徴とする。

請求項 5 に記載の本発明によれば、調査可能な複数の水中航走体を管制領域内に位置させて調査作業等を継続することができる。

[0011] 請求項 6 に記載の本発明は、水上管制手段を移動するに当り、移動開始時点での管制領域の中に位置する複数の水中航走体の数が減じない範囲で移動することを特徴とする。

請求項 6 に記載の本発明によれば、管制領域内に位置する水中航走体の数が減少することを防止できる。

[0012] 請求項 7 に記載の本発明は、水上管制手段を移動するに当り、水中航走体が管制領域を外れたことを検出してから、所定時間を待機した後、水上管制手段を移動開始することを特徴とする。

請求項 7 に記載の本発明によれば、管制領域を外れた水中航走体が自ら管制領域内に戻ってくる可能性や、実際には管制領域内に位置する水中航走体

が一時的な測位・通信障害により管制領域を外れたと検出された可能性があるため、所定時間待機させることで、水上管制手段が無用に動くことを低減できる。これにより、水上管制手段のエネルギーの浪費や、管制領域内に位置する水中航走体が管制領域から外れることを防止できる。

[0013] 請求項 8 記載の本発明は、水上管制手段における複数の水中航走体の航走の記録に基づいて、水上管制手段を移動することを特徴とする。

請求項 8 に記載の本発明によれば、水上管制手段の管制精度や移動効率を向上させることができる。

[0014] 請求項 9 記載の本発明は、複数の水中航走体のうちの管制領域を外れた水中航走体の航走の記録に基づいて、管制領域を外れた水中航走体が存在すると推定される方向に水上管制手段を移動することを特徴とする。

請求項 9 に記載の本発明によれば、水上管制手段の移動効率を向上させ、管制領域から外れた水中航走体を管制領域内により早く戻すことができる。

[0015] 請求項 10 記載の本発明は、管制領域から外れたことを水中航走体が検出した場合に、水中航走体は、今まで航走して来た経路を逆に戻る、又は水中における深度を大きくする方向に航走することを特徴とする。

請求項 10 に記載の本発明によれば、水中航走体自ら管制領域内に戻ることができる。

[0016] 請求項 11 記載に対応した水中航走体の投入方法においては、複数の水中航走体を水中に投入するに当たり、水上管制手段を先に進水させ、その後、複数の水中航走体を順次水中に投入することを特徴とする。

請求項 11 に記載の本発明によれば、先に水上管制手段が進水されるため、水上管制手段による水中航走体の管制を、水中航走体の投入後速やかに開始することができる。これにより、投入作業の効率及び安全性が向上する。

[0017] 請求項 12 記載の本発明は、先に進水した水上管制手段は、進水後、母船から所定距離離れるように移動することを特徴とする。

請求項 12 に記載の本発明によれば、水上管制手段は、後から投入される水中航走体が衝突したり、投入作業の邪魔となることがなく、投入された複

数の水中航走体の管制を行うことができる。これにより、投入作業の効率及び安全性がさらに向上する。

[0018] 請求項 1 3 記載の本発明は、複数の水中航走体の投入順序は、水中航走体の沈降速度及び/又は潜航速度を考慮して定められることを特徴とする。

請求項 1 3 に記載の本発明によれば、例えば沈降速度や潜航速度が他よりも遅い水中航走体を先に投入することなどにより、調査作業開始までの時間を短縮でき、調査作業全体の効率を向上させることができる。また、各水中航走体間の沈降速度や潜航速度の差を考慮した投入順序とすることで、投入した水中航走体同士の衝突を防止することができ、安全性が向上する。

[0019] 請求項 1 4 記載の本発明は、母船の上で複数の水中航走体の探査深度を水中航走体に設定し、かつ水上管制手段に探査深度を入力することを特徴とする。

請求項 1 4 に記載の本発明によれば、複数の水中航走体に、予め設定した探査深度において、水上管制手段の管制を受けながら調査作業を行わせることができる。また、作業スペースの広く取れる母船の上で、かつ水に触れることなく探査深度を入力できる。

[0020] 請求項 1 5 記載に対応した水中航走体の揚収方法においては、複数の水中航走体を水中から揚収するに当たり、複数の水中航走体を順次水中から揚収した後に、水上管制手段を揚収することを特徴とする。

請求項 1 5 に記載の本発明によれば、水中航走体の位置や通信状態を水上管制手段で把握しながら揚収することができる。これにより、揚収作業の効率及び安全性が向上する。

[0021] 請求項 1 6 記載の本発明は、後から揚収する水上管制手段は、複数の水中航走体を揚収している間は、母船から所定距離離れた位置で待機することを特徴とする。

請求項 1 6 に記載の本発明によれば、水上管制手段は、浮上して来る水中航走体が衝突したり、揚収作業の邪魔となることがなく、揚収を待つ複数の水中航走体の管制を最後まで行うことができる。これにより、揚収作業の効

率及び安全性がさらに向上する。

[0022] 請求項 17 記載の本発明は、複数の水中航走体の揚収する順序は、浮上した順であることを特徴とする。

請求項 17 に記載の本発明によれば、先に浮上した水中航走体に後から浮上した水中航走体が衝突することを防止できる。また、浮上した水中航走体が水に流されて見失うことを防止できる。

[0023] 請求項 18 記載の本発明は、複数の水中航走体の揚収が完了するまで、水上管制手段は管制を行うことを特徴とする。

請求項 18 に記載の本発明によれば、全ての水中航走体が揚収されるまで水上管制手段による水中航走体の管制が継続されるので、揚収作業の効率及び安全性が向上する。

[0024] 請求項 19 記載に対応した水中航走体の管制システムにおいては、水面の近傍を航走可能な移動手段を有した水上管制手段と、水の中を航走する複数の水中航走体と、水上管制手段に設けた音響測位手段とを備え、水上管制手段が複数の水中航走体を音響測位手段により測位できる管制領域に複数の水中航走体が位置するように、移動手段により水上管制手段を移動制御する移動制御手段を水上管制手段に備えたことを特徴とする。

請求項 19 に記載の本発明によれば、水上管制手段が複数の水中航走体を測位できる位置に移動するため、複数の水中航走体を管制領域内に位置させて調査作業等を継続することができる。また、管制領域から外れた水上管制手段を管制領域内に戻すことができる。これにより、複数の水中航走体を見失うことなく広い水域を安全かつ効率的に調査することができる。

[0025] 請求項 20 記載の本発明は、水上管制手段と複数の水中航走体にそれぞれ通信手段をさらに備え、移動制御手段が複数の水中航走体と通信手段が通信できる管制領域に複数の水中航走体が位置するように移動制御することを特徴とする。

請求項 20 に記載の本発明によれば、水上管制手段を複数の水中航走体との通信が可能な位置に移動させることで、より安全かつ効率的に調査作業等

を行うことができる。

[0026] 請求項 2 1 記載の本発明は、移動制御手段は、複数の水中航走体の数を管理する数管理部を有することを特徴とする。

請求項 2 1 に記載の本発明によれば、水上管制手段の移動を、水中航走体の数に基づいて制御することができる。

[0027] 請求項 2 2 記載の本発明は、数管理部は、複数の水中航走体の数から管制領域を逸脱した水中航走体、故障した水中航走体、緊急浮上した水中航走体のいずれかを含む管制不可能数を考慮して水中航走体の数を管理することを特徴とする。

請求項 2 2 に記載の本発明によれば、調査可能な複数の水中航走体を管制領域内に位置させて調査作業等を継続することができる。

[0028] 請求項 2 3 記載の本発明は、移動制御手段は、水上管制手段を移動するに当り、移動開始時点での管制領域の中に位置する複数の水中航走体の数が減じない範囲で移動するように制御することを特徴とする。

請求項 2 3 に記載の本発明によれば、管制領域内に位置する水中航走体の数が減少することを防止できる。

[0029] 請求項 2 4 記載の本発明は、移動制御手段は、水中航走体が管制領域を外れたことを検出してから、所定時間を待機した後、水上管制手段を移動開始するように指示する待機制御部を有することを特徴とする。

請求項 2 4 に記載の本発明によれば、管制領域を外れた水中航走体が自ら管制領域内に戻ってくる可能性や、実際には管制領域内に位置する水中航走体が一時的な測位・通信障害により管制領域を外れたと検出された可能性があるため、所定時間待機させることで、水上管制手段が無用に動くことを低減できる。これにより、水上管制手段のエネルギーの浪費や、管制領域内に位置する水中航走体が管制領域から外れることを防止できる。

[0030] 請求項 2 5 記載の本発明は、移動制御手段は、複数の水中航走体の航走を記録する航走記録部を有することを特徴とする。

請求項 2 5 に記載の本発明によれば、水上管制手段の管制精度や移動効率

を向上させることができる。

[0031] 請求項 2 6 記載の本発明は、航走記録部における複数の水中航走体の航走の記録に基づいて、移動制御手段が、管制領域を外れた水中航走体が存在すると推定される方向に水上管制手段を移動するように制御することを特徴とする。

請求項 2 6 に記載の本発明によれば、水上管制手段の移動効率を向上させ、管制領域から外れた水中航走体を管制領域内により早く戻すことができる。

[0032] 請求項 2 7 記載の本発明は、水中航走体に航走制御手段と自機測位手段を有し、航走制御手段は、水中航走体が管制領域から外れたことを検出した場合に、自機測位手段により自機の位置を推定し、今まで航走して来た経路を逆に戻る、又は水中における深度を大きくする方向に水中航走体の航走させることを特徴とする。

請求項 2 7 に記載の本発明によれば、水中航走体自ら管制領域内に戻ることができる。

[0033] 請求項 2 8 記載に対応した水中航走体の管制システムの投入・揚収設備においては、投入・揚収設備と、水上管制手段を載置する水上管制手段用載置台と、複数の水中航走体を載置する水中航走体用載置台と、水上管制手段用載置台と水中航走体用載置台の投入・揚収設備との位置関係を入れ替える入替手段とを備えたことを特徴とする。

請求項 2 8 に記載の本発明によれば、水上管制手段及び複数の水中航走体を安定して載置、入れ替え、投入及び揚収作業をスムーズに行うことができる。

[0034] 請求項 2 9 記載の本発明は、複数の水中航走体の探査深度を設定する設定手段をさらに備えたことを特徴とする。

請求項 2 9 に記載の本発明によれば、複数の水中航走体の探査深度をオペレーター又は設定手段により設定することができる。

[0035] 請求項 3 0 記載の本発明は、設定された複数の水中航走体の投入順序及び/

又は揚収順序を表示する表示手段をさらに備えたことを特徴とする。

請求項 30 に記載の本発明によれば、複数の水中航走体の投入順序又は揚収順序の間違いを防止できる。これにより作業の効率及び安全性が向上する。

[0036] 請求項 31 に記載の本発明は、投入・揚収設備は、水上管制手段を進水・揚収する機能を有していることを特徴とする。

請求項 31 に記載の本発明によれば、水中航走体と水上管制手段を同じ設備を用いて進水、投入及び揚収することができる。

[0037] 請求項 32 に記載の本発明は、母船は一般船であり、投入・揚収設備は一般船に装備されているクレーンを含む設備であることを特徴とする。

請求項 32 に記載の本発明によれば、母船に専用船のみならず一般船を用いて水中航走体による調査作業等を行うことができるため、専用船のスケジュールに左右されることなく調査作業等を行うことができる。

発明の効果

[0038] 本発明の水中航走体の管制方法によれば、水上管制手段が複数の水中航走体を測位できる位置に移動するため、複数の水中航走体を管制領域内に位置させて調査作業等を継続することができる。また、管制領域から外れた水中航走体を管制領域内に戻すことができる。これにより、複数の水中航走体を展開・運用して水底探査等の調査作業等を安全かつ効率的に行うことができる。

[0039] また、水上管制手段と複数の水中航走体にそれぞれ設けた通信手段を利用して、移動手段により水上管制手段を移動制御する場合には、水上管制手段を複数の水中航走体との通信が可能な位置に移動させることで、より安全かつ効率的に調査作業等を行うことができる。

[0040] また、複数の水中航走体の全てを管制できる位置に、水上管制手段を移動する場合には、全ての水中航走体が水上管制手段の管制下におかれるため、より安全かつ効率的に調査作業等を行うことができる。

[0041] また、複数の水中航走体の最大数を管制できる位置に、水上管制手段を移

動する場合には、管制領域から外れる水中航走体の数を最小にすることができる。

[0042] また、最大数は、複数の水中航走体の数から管制領域を逸脱した水中航走体、故障した水中航走体、緊急浮上した水中航走体のいずれかを含む管制不可能数を減じた数である場合には、調査可能な複数の水中航走体を管制領域内に位置させて調査作業等を継続することができる。

[0043] また、水上管制手段を移動するに当たり、移動開始時点での管制領域の中に位置する複数の水中航走体の数が減じない範囲で移動する場合には、管制領域内に位置する水中航走体の数が減少することを防止できる。

[0044] また、水上管制手段を移動するに当たり、水中航走体が管制領域を外れたことを検出してから、所定時間を待機した後、水上管制手段を移動開始する場合には、所定時間待機させることで、水上管制手段が無用に動くことを低減できる。これにより、水上管制手段のエネルギーの浪費や、管制領域内に位置する水中航走体が管制領域から外れることを防止できる。

[0045] また、水上管制手段における複数の水中航走体の航走の記録に基づいて、水上管制手段を移動する場合には、水上管制手段の管制精度や移動効率を向上させることができる。

[0046] また、複数の水中航走体のうちの管制領域を外れた水中航走体の航走の記録に基づいて、管制領域を外れた水中航走体が存在すると推定される方向に水上管制手段を移動する場合には、水上管制手段の移動効率を向上させ、管制領域から外れた水中航走体を管制領域内により早く戻すことができる。

[0047] また、管制領域から外れたことを水中航走体が検出した場合に、水中航走体は、今まで航走して来た経路を逆に戻る、又は水中における深度を大きくする方向に航走する場合には、水中航走体自ら管制領域内に戻ることができる。

[0048] また、本発明の水中航走体の投入方法によれば、先に水上管制手段が進水されるため、水上管制手段による水中航走体の管制を、水中航走体の投入後速やかに開始することができる。これにより、投入作業の効率及び安全性が

向上する。

- [0049] また、先に進水した水上管制手段が、進水後、母船から所定距離離れるように移動する場合には、水上管制手段は、後から投入される水中航走体が衝突したり、投入作業の邪魔となることがなく、投入された複数の水中航走体の管制を行うことができる。これにより、投入作業の効率及び安全性がさらに向上する。
- [0050] また、複数の水中航走体の投入順序は、水中航走体の沈降速度及び/又は潜航速度を考慮して定められる場合には、例えば沈降速度や潜航速度が他よりも遅い水中航走体を先に投入することなどにより、調査作業開始までの時間を短縮でき、調査作業全体の効率を向上させることができる。また、各水中航走体間の沈降速度や潜航速度の差を考慮した投入順序とすることで、投入した水中航走体同士の衝突を防止することができ、安全性が向上する。
- [0051] また、母船の上で複数の水中航走体の探査深度を水中航走体に設定し、かつ水上管制手段に探査深度を入力する場合には、複数の水中航走体に、予め設定した探査深度において、水上管制手段の管制を受けながら調査作業を行わせることができる。また、作業スペースの広く取れる母船の上で、かつ水に触れることなく探査深度を入力できる。
- [0052] また、本発明の水中航走体の揚収方法によれば、水中航走体の位置や通信状態を水上管制手段で把握しながら揚収することができる。これにより、揚収作業の効率及び安全性が向上する。
- [0053] また、後から揚収する水上管制手段が、複数の水中航走体を揚収している間は、母船から所定距離離れた位置で待機する場合には、水上管制手段は、浮上して来る水中航走体が衝突したり、揚収作業の邪魔となることがなく、揚収を待つ複数の水中航走体の管制を最後まで行うことができる。これにより、揚収作業の効率及び安全性がさらに向上する。
- [0054] また、複数の水中航走体の揚収する順序が、浮上した順である場合には、先に浮上した水中航走体に後から浮上した水中航走体が衝突することを防止できる。また、浮上した水中航走体が水に流されて見失うことを防止できる

- 。
- [0055] また、複数の水中航走体の揚収が完了するまで、水上管制手段が管制を行う場合には、全ての水中航走体が揚収されるまで水上管制手段による水中航走体の管制が継続されるので、揚収作業の効率及び安全性が向上する。
- [0056] また、本発明の水中航走体の管制システムによれば、水上管制手段が複数の水中航走体を測位できる位置に移動するため、複数の水中航走体を管制領域内に位置させて調査作業等を継続することができる。また、管制領域から外れた水上管制手段を管制領域内に戻すことができる。これにより、複数の水中航走体を見失うことなく広い水域を安全かつ効率的に調査することができる。
- [0057] また、水上管制手段と複数の水中航走体にそれぞれ通信手段をさらに備え、移動制御手段が複数の水中航走体と通信手段が通信できる管制領域に複数の水中航走体が位置するように移動制御する場合には、水上管制手段を複数の水中航走体との通信が可能な位置に移動させることで、より安全かつ効率的に調査作業等を行うことができる。
- [0058] また、移動制御手段は、複数の水中航走体の数を管理する数管理部を有する場合には、水上管制手段の移動を、水中航走体の数に基づいて制御することができる。
- [0059] また、数管理部は、複数の水中航走体の数から管制領域を逸脱した水中航走体、故障した水中航走体、緊急浮上した水中航走体のいずれかを含む管制不可能数を考慮して水中航走体の数を管理する場合には、調査可能な複数の水中航走体を管制領域内に位置させて調査作業等を継続することができる。
- [0060] また、移動制御手段は、水上管制手段を移動するに当り、移動開始時点での管制領域の中に位置する複数の水中航走体の数が減じない範囲で移動するように制御する場合には、管制領域内に位置する水中航走体の数が減少することを防止できる。
- [0061] また、移動制御手段は、水中航走体が管制領域を外れたことを検出してから、所定時間を待機した後、水上管制手段を移動開始するように指示する待

機制御部を有する場合には、管制領域を外れた水中航走体が自ら管制領域内に戻ってくる可能性や、実際には管制領域内に位置する水中航走体が一時的な測位・通信障害により管制領域を外れたと検出された可能性があるため、所定時間待機させることで、水上管制手段が無用に動くことを低減できる。これにより、水上管制手段のエネルギーの浪費や、管制領域内に位置する水中航走体が管制領域から外れることを防止できる。

[0062] また、移動制御手段は、複数の水中航走体の航走を記録する航走記録部を有する場合には、水上管制手段の管制精度や移動効率を向上させることができる。

[0063] また、航走記録部における複数の水中航走体の航走の記録に基づいて、移動制御手段が、管制領域を外れた水中航走体が存在すると推定される方向に水上管制手段を移動するように制御する場合には、水上管制手段の移動効率を向上させ、管制領域から外れた水中航走体を管制領域内により早く戻すことができる。

[0064] また、水中航走体に航走制御手段と自機測位手段を有し、航走制御手段は、水中航走体が管制領域から外れたことを検出した場合に、自機測位手段により自機の位置を推定し、今まで航走して来た経路を逆に戻る、又は水中における深度を大きくする方向に水中航走体の航走させる場合には、水中航走体自ら管制領域内に戻ることができる。

[0065] また、本発明の水中航走体の管制システムの投入・揚収設備によれば、水上管制手段及び複数の水中航走体を安定して載置、入れ替え、投入及び揚収作業をスムーズに行うことができる。

[0066] また、複数の水中航走体の探査深度を設定する設定手段をさらに備えた場合には、複数の水中航走体の探査深度をオペレーター又は設定手段により設定することができる。

[0067] また、設定された複数の水中航走体の投入順序及び/又は揚収順序を表示する表示手段をさらに備えた場合には、複数の水中航走体の投入順序又は揚収順序の間違いを防止できる。これにより作業の効率及び安全性が向上する。

[0068] また、投入・揚収設備が、水上管制手段を進水・揚収する機能を有している場合には、水中航走体と水上管制手段を同じ設備を用いて進水、投入及び揚収することができる。

[0069] また、母船は一般船であり、投入・揚収設備は一般船に装備されているクレーンを含む設備である場合には、母船に専用船のみならず一般船を用いて水中航走体による調査作業等を行うことができるため、専用船のスケジュールに左右されることなく調査作業等を行うことができる。

図面の簡単な説明

[0070] [図1]本発明の実施形態による水中航走体の管制システムの概略構成図

[図2]同水中航走体の外観斜視図

[図3]同水上管制手段の制御ブロック図

[図4]同水上管制手段の制御フロー図

[図5]同水上管制手段及び複数の水中航走体の載置状態を示す図

[図6]同水中航走体の揚収作業を示す図

[図7]同投入・揚収設備の概略構成図

[図8]同水中航走体の制御ブロック図

[図9]同水中航走体の制御フロー図

[図10]同水中航走体の他の例による制御ブロック図

[図11]同水中航走体の他の例による制御フロー図

発明を実施するための形態

[0071] 以下に、本発明の実施形態による水中航走体の管制方法、水中航走体の投入方法、水中航走体の揚収方法、水中航走体の管制システム、及び水中航走体の管制システムの投入・揚収設備について説明する。

[0072] 図1は本実施形態による水中航走体の管制システムの概略構成図、図2は水中航走体の外観斜視図である。

図1では、海洋や湖沼等において、調査水域に1台の水上管制手段20を進水させ、複数の水中航走体30を投入し、水底を探索することにより水底の鉱物資源やエネルギー資源等の調査作業等を行う状態を示している。水上

管制手段20及び水中航走体30は、母船（支援船）10に積載して調査水域まで運搬してきたものである。

水上管制手段20及び水中航走体30は無人がつ無索で自律航走するロボットであり、水面の近傍に配置された水上管制手段20が、電波の届かない水中で調査作業等を行う複数の水中航走体30に対して音響信号を利用した管制を行っている。

[0073] 水上管制手段20には、洋上中継器（ASV：Autonomous Surface Vehicle）を用いている。水上管制手段20は、端部が半球面となった筒型の本体20aと、本体20aの上面に延設された垂直翼20bとを備える。母船10から調査水域に進水させた水上管制手段20は、本体20aが水中に没して垂直翼20bの上部が水面上に突き出た半潜水状態で用いられる。垂直翼20bの上部には、GPS等の自己位置把握手段21と、衛星通信アンテナ及び無線LANアンテナ等の海上通信手段22が搭載されている。水上管制手段20は、自己位置把握手段21を用いてGNSS（全地球航法衛星システム）衛星1からのGNSS信号を受信することにより、自己の位置を把握できる。また、海上通信手段22を用いて母船10との通信を行うことができる。

また、本体20aの後部には舵及びプロペラを有する移動手段23が設けられており、移動手段23によって水面の近傍を移動することができる。

また、本体20aの下面には、音響測位手段24及び通信手段25が設けられている。通信手段25は、音波を送信する送波器と音波を受信する受波器とを有する。水上管制手段20は、音響測位手段24を用いて水中航走体30の位置を測定すると共に、通信手段25を用いて水中航走体30と音響信号による双方向通信を行い、水中航走体30を管制している。水上管制手段20から水中に向けて発信される音響信号が到達し易いのは、水上管制手段20を頂点とした略円錐状の範囲であるため、この略円錐状の範囲を水上管制手段20が管制する管制領域Xとしている。

[0074] 水中航走体30には、水上管制手段20との接続にケーブルを用いずに水

中を自律的に航走する無索自律無人型の航走体（AUV：Autonomous Underwater Vehicle）を用いている。水上管制手段20は複数の水中航走体30を音響信号を用いて管制するため、水上管制手段20にケーブル用の設備を設ける必要が無く、また、ケーブルが絡んだり、ケーブルによって水上管制手段20の移動が制限されたりすることがない。

図1では、複数の水中航走体30を、1台の第1水中航走体30Aと、2台の第2水中航走体30Bとした場合を示している。第1水中航走体30A及び第2水中航走体30Bには、舵、推進器及びバラスト（重り）などの航走手段（潜航手段）31が設けられており、この航走手段31によって水中を航走及び潜航することができる。また、水中航走体30には、自機の位置の測定に用いる自機測位手段32と、水上管制手段20との音響信号による双方向通信に用いる通信手段33と、水上管制手段20の音響測位手段24から発せられる信号に対して返答を行う音響トランスポンダ（図示無し）が設けられている。通信手段33は、音波を送信する送波器と音波を受信する受波器とを有する。水中航走体30は、水上管制手段20による測位が所定回数失敗した場合や、水上管制手段20との通信に所定回数失敗した場合などは、緊急浮上させて母船10に回収することができる。

ホバリング型の第1水中航走体30Aは、第2水中航走体30Bよりも航走速度を遅くすることができる。また、垂直スラストや水平スラストを有し、第2水中航走体30Bよりも動きの自由度が高く、水流等がある場所においても位置を保持することができるため、主に水底近くでの精密な調査作業等を担う。第1水中航走体30Aには、水底の映像撮影を行うための撮像手段41が設けられている。撮像手段41は、例えば照明を備えたカメラである。

図2（a）は第2水中航走体30Bの上方斜視図、図2（b）は第2水中航走体30Bの下方斜視図である。航走型の第2水中航走体30Bは、第1水中航走体30Aよりも機敏かつ高速に動くことができるため、主に水底か

ら離れた位置でより広い範囲における調査作業等を担う。第2水中航走体30Bには、水底の地形の調査を行う地形調査手段42と水底下の地層の調査を行う地層調査手段43が設けられている。地形調査手段42及び地層調査手段43は、例えばソナーである。また、第2水中航走体30Bは、航走手段（潜航手段）31として、後部に推進器31Aを備え、下部にバラスト（重り）31Bを備えている。バラスト31Bは、第2水中航走体30Bから切り離し可能に取り付けられている。

[0075] 次に、水上管制手段20の制御について、図3及び図4を用いて説明する。

図3は水上管制手段20の制御ブロック図、図4は水上管制手段20の制御フロー図である。

水上管制手段20は、自己位置把握手段21、海上通信手段22、移動手段23、音響測位手段24、通信手段25、管制設定部26及び移動制御手段27を備える。

移動制御手段27は、数管理部27A、待機制御部27B、位置推定部27C、航走記録部27D及び管制判断部27Eを有する。

[0076] 母船10に乗船しているオペレーターは、水上管制手段20を母船10から調査水域に進水させる前に、管制設定部26を用いて、水上管制手段20に対して、水上管制手段20の移動範囲、管制すべき水中航走体30の数や性能、深度などといった管制に必要な情報を入力することにより管制設定を行う（ステップ1）。

ステップ1の後、調査水域に進水した水上管制手段20は、ステップ1で設定された管制設定に従って、後から投入された水中航走体30の管制を開始する。まず、音響測位手段24を用いて複数の水中航走体30のそれぞれの位置を測定し、測位結果を移動制御手段27に送信する（ステップ2）。

ステップ2の後、通信手段25を用いて複数の水中航走体30のそれぞれの通信状態を測定し、測定結果を移動制御手段27に送信する（ステップ3）。通信状態は、例えばシグナル／ノイズ比（S／N比）で把握する。

移動制御手段 27 は、受信したステップ 2 における測位結果とステップ 3 における測定結果に基づいて、複数の水中航走体 30 のそれぞれの航走経路を時刻とともに航走記録部 27 D に記録する（ステップ 4）。

[0077] ステップ 4 の後、数管理部 27 A は、ステップ 1 における管制設定で入力された水中航走体 30 の数と、ステップ 4 で航走経路が記録された水中航走体 30 の数とを比較し、管制すべき水中航走体 30 の全数が管制領域 X 内に位置するか否かを判断する（ステップ 5）。

ステップ 5 において、管制すべき水中航走体 30 の数と航走経路が記録された水中航走体 30 の数が同じか多いと判断した場合、すなわち管制すべき水中航走体 30 の全数が管制領域 X 内に位置すると判断した場合には、その結果を管制判断部 27 E に送信する。

この場合において、移動制御手段 27 は、航走記録部 27 D に記録された航走経路等に基づいて複数の水中航走体 30 の行動を予測し、その予測結果に基づいて水中航走体 30 が管制領域 X から外れないように水上管制手段 20 を移動するように制御してもよい。これにより、水中航走体 30 が管制領域 X から外れることを未然に防ぐことができる。

なお、水上管制手段 20 を移動するに当たり、移動開始時点での管制領域 X の中に位置する複数の水中航走体 30 の数が減じない範囲で移動することが好ましい。これにより、管制領域 X 内に位置する水中航走体 30 の数が減少することを防止できる。

[0078] ステップ 5 において、管制すべき水中航走体 30 の数よりも航走経路が記録された水中航走体 30 の数が少ないと判断した場合、すなわち管制すべき水中航走体 30 の一部又は全数が管制領域 X を外れたと判断した場合には、位置推定部 27 C は、航走記録部 27 D に記録された水中航走体 30 の航走経路に基づいて、管制領域 X を外れた水中航走体 30 が存在する方向を推定する（ステップ 6）。

ステップ 6 の後、待機制御部 27 B は、ステップ 5 において水中航走体 30 が管制領域 X を外れたことが最初に検出されたときから所定時間経過した

か否かを判断する（ステップ7）。

ステップ7において、所定時間経過していないと判断した場合には、ステップ5に戻り、管制すべき水中航走体30の全てが管制領域X内にいるか否かを再度判断する。

ステップ7において、所定時間経過したと判断した場合には、待機制御部27Bは、ステップ5の判断結果を管制判断部27Eに送信すると共に、水上管制手段20の移動を開始するように指示する（ステップ8）。これにより移動手段23が動作して水上管制手段20が移動する。

管制すべき水中航走体30の一部又は全数が管制領域Xを外れたと判断した場合であっても、管制領域Xを外れた水中航走体30が自ら管制領域X内に戻ってくる可能性や、実際には管制領域X内に位置しているものの一時的な測位・通信障害により管制領域Xを外れたと誤って検出された可能性等があるため、本実施形態のように、水上管制手段20を移動するに当り、水中航走体30が管制領域Xを外れたことを検出してから所定時間待機し、その間にステップ5の判断を所定回数繰り返すことで、水上管制手段20が無用に動くことを低減できる。これにより、水上管制手段20のエネルギーの浪費や、管制領域X内に位置する水中航走体30が管制領域Xから外れてしまうことを防止できる。

また、位置推定部27Cが、航走記録部27Dに記録された水中航走体30の航走経路に基づいて、管制領域Xを外れた水中航走体30が存在する方向を推定し、移動制御手段27がこの推定結果に基づいて移動手段23を制御することで、水上管制手段20の管制精度や移動効率を向上させ、管制領域Xから外れた水中航走体30を管制領域X内により早く戻すことができる。

[0079] 移動制御手段27は、水上管制手段20を移動させる場合、複数の水中航走体30の全てを管制できる位置に水上管制手段20が移動するように移動手段23を制御することが好ましい。これにより、全ての水中航走体30を水上管制手段20の管制下におくことができるため、より安全かつ効率的に

調査作業等を行うことができる。

また、複数の水中航走体 30 の全数を管制できない場合は、移動制御手段 27 は、複数の水中航走体 30 の最大数を管制できる位置に水上管制手段 20 が移動するように移動手段 23 を制御することが好ましい。これにより、管制領域 X から外れる水中航走体 30 の数を最小にすることができる。この場合、最大数は、複数の水中航走体 30 の数から管制領域 X を逸脱した水中航走体 30、故障した水中航走体 30、浮上した水中航走体 30 のいずれかを含む管制不可能数を減じた数であることが好ましい。これにより、調査可能な複数の水中航走体 30 を管制領域 X 内に位置させて調査作業等を継続することができる。

なお、音響信号は周波数が高いと集中し、低いと拡大する傾向にあるため、音響測位手段 24 や通信手段 25 の音響周波数を変えることにより、管制領域 X を変更することが可能である。また、音響信号の発信方向を変更し管制領域 X を変えることも可能である。なお、音響測位手段 24 と通信手段 25 の音響周波数は混信を避けるため互いの周波数帯を変えることが好ましい。

水上管制手段 20 が複数の水中航走体 30 を管制領域 X に位置するように管制するに当り、移動手段 23 により水上管制手段 20 を移動制御することに加えて、音響周波数を変更することや発信方向を変更して管制領域 X を制御することができる。また、音響周波数を連続的に変更する可変周波数制御を行い、管制領域 X を広げるとともに精度よく音響測位や通信を行なうこともできる。水中航走体 30 の管制領域 X からの逸脱が軽微な場合は、これらの方法で対応することも可能である。

[0080] 管制判断部 27 E は、数管理部 27 A 又は待機制御部 27 B から送信された判断結果に基づいて、管制設定を変更するか否かを判断する（ステップ 9）。

ステップ 9 では、数管理部 27 A から判断結果を受信した場合であって、管制すべき水中航走体 30 の数と航走経路が記録された水中航走体 30 の数

が同じ場合には、管制設定を変更せず、ステップ2となる。

また、数管理部27Aから判断結果を受信した場合であって、管制すべき水中航走体30の数よりも航走経路が記録された水中航走体30の数が多い場合には、ステップ1となり、管制設定部26は、管制領域Xに戻った水中航走体30を含めた管制設定に変更する。これにより、管制領域Xに戻った水中航走体30を含めて管制を継続することができる。

また、待機制御部27Bから判断結果を受信した場合、すなわち管制領域Xを外れた水中航走体30があるとの判断結果を受信した場合には、ステップ1となり、管制設定部26は、管制領域Xを外れた水中航走体30を除いた管制設定に変更する。これにより、管制領域Xを外れた水中航走体30を除いて管制を継続することができる。

[0081] このように本実施形態によれば、複数の水中航走体30の数を管理する数管理部27Aを有することで、水上管制手段20の移動を、水中航走体30の数に基づいて制御することができる。

また、水上管制手段20が複数の水中航走体30を測位できる位置に移動するため、複数の水中航走体30を管制領域X内に位置させて調査作業等を継続することができる。

また、水上管制手段20を複数の水中航走体30との通信が可能な位置に移動させることで、より安全かつ効率的に調査作業等を行うことができる。

これらにより、複数の水中航走体30を見失うことなく広い水域を安全かつ効率的に調査することができる。

なお、水中航走体30の管制においては、水上管制手段20の機能を母船10に備え、母船10が水上管制手段20の機能を兼ねることもできる。

[0082] 次に、水中航走体30の管制システムの投入・揚収設備について、図5から図7を用いて説明する。

[0083] 図5は水上管制手段20及び複数の水中航走体30の載置状態を示す図、図6は水中航走体30の揚収作業を示す図である。

本実施形態の投入・揚収設備は、母船10に搭載されている。母船10は

水中航走体 30 の管制システムの投入・揚収作業用の専用設備が設けられた専用船ではなく、一般船である。

図 5 に示すように、投入・揚収設備は、水上管制手段 20 を載置する水上管制手段用載置台 50 と、水中航走 30 を載置する水中航走体用載置台 60 を備える。水上管制手段用載置台 50 の下部には入替手段 51 が設けられ、水中航走体用載置台 60 の下部には入替手段 61 が設けられている。

また、図 6 に示すように、投入・揚収設備は、投入・揚収設備 70 を備える。投入・揚収設備 70 は一般船に装備又は搭載可能なクレーンを含む設備であり、水上管制手段 20 を進水及び揚収する機能と、水中航走体 30 を投入及び揚収する機能を有している。これにより、水上管制手段 20 と水中航走体 30 を同じ設備を用いて進水、投入及び揚収することができる。また、母船 10 に一般船を用いることができるため、専用船のスケジュールに左右されることなく調査作業等を行うことができる。

本実施形態では、入替手段 51、61 をキャスターとしている。水上管制手段 20 及び水中航走体 30 の投入・揚収順序に従って、入替手段 51、61 により、水上管制手段用載置台 50 と水中航走体用載置台 60 の投入・揚収設備 70 との位置関係を入れ替えることができる。これにより、水上管制手段 20 及び複数の水中航走体 30 を安定して載置、入れ替え、投入及び揚収作業をスムーズに行うことができる。図 6 では、第 2 水中航走体 30 B の揚収作業を行うにあたり、母船 10 上の所定位置に水中航走体用載置台 60 が配置された状態を示している。

なお、入替手段 51、61 は、水上管制手段用載置台 50 と水中航走体用載置台 60 を移動させて投入・揚収設備 70 との位置関係を入れ替えるロボットアームやコンベヤー等であってもよい。

[0084] 図 7 は投入・揚収設備の概略構成図である。

投入・揚収設備は、表示手段 80 を備える。表示手段 80 は、水中航走体 30 の投入順序又は揚収順序を表示するものであり、例えば電光掲示板、パソコンの画面、水中航走体 30 に付された番号などである。本実施形態では

、表示手段80を、投入・揚収作業を行う作業指揮者から視認可能な位置に設けられた電光掲示板81と、各水中航走体30に付した識別番号82としている。表示手段80を備えることにより、複数の水中航走体30の投入順序又は揚収順序の間違いを防止して、作業の効率及び安全性を向上させることができる。

[0085] 母船10から複数の水中航走体30を投入するに当たっては、母船10から複数の水中航走体30を投入する前に、水上管制手段20を進水させる。水上管制手段20を進水させた後に水中航走体30を投入することで、水上管制手段20による水中航走体30の管制を、水中航走体30の投入後速やかに開始することができる。また、寸法的に水中航走体30よりも大きい水上管制手段20を先に進水させることにより、複数の水中航走体30の母船10上における作業スペースも広く確保できる。これにより、投入作業の効率及び安全性が向上する。

先に進水した水中航走体30よりも寸法的にも大きい水上管制手段20は、進水後、母船10から所定距離H離れるように移動する。所定距離Hは、後から投入される水中航走体30が衝突したり、投入作業の邪魔となることがなく、かつ、後から投入される複数の水中航走体30の管制を行うことができる範囲内とする。これにより、投入作業の効率及び安全性がさらに向上する。なお、所定距離Hは、水中航走体30の投入位置からの所定距離H1として設定してもよいし、船舶の側面からの所定距離H2として設定してもよい。

[0086] 複数の水中航走体30の投入順序は、水中航走体30の沈降速度又は潜航速度の少なくとも一方を考慮して定めることが好ましい。

例えば沈降速度や潜航速度が第2水中航走体30Bよりも遅く、探査深度も大きい第1水中航走体30Aを先に投入することなどにより、調査開始までの時間を短縮でき、調査作業全体の効率を向上させることができる。また、各水中航走体30間の沈降速度や潜航速度の差を考慮した投入順序とすることで、投入した水中航走体30同士の衝突を防止することができ、安全性

が向上する。

[0087] また、母船10の上で複数の水中航走体30の探査深度を水中航走体30に設定し、かつ水上管制手段20に水中航走体30に設定した探査深度を入力することが好ましい。これにより、予め設定した探査深度において、複数の水中航走体30が水上管制手段20の管制を受けながら調査作業等を行うことができる。また、作業スペースを広く取れる母船10の上で、かつ水に触れることなく探査深度を入力できる。

なお、探査深度以外に、探査ミッション、探査領域、航走経路などといった探査に必要な情報を入力することにより探査条件として設定することも可能である。

[0088] 母船10に複数の水中航走体30を揚収するに当たっては、複数の水中航走体30を順次水中から揚収した後に、水上管制手段20を揚収する。最後に水上管制手段20を揚収することで、水中航走体30の位置や通信状態を水上管制手段20で把握しながら揚収することができる。これにより、揚収作業の効率及び安全性が向上する。

水上管制手段20は、複数の水中航走体30を揚収している間は、母船10から所定距離H離れた位置で待機する。所定距離Hは、浮上してくる水中航走体30が衝突したり、水中航走体30の揚収作業の邪魔となることなく、かつ、揚収されていない水中航走体30の管制を行うことができる範囲内とする。これにより、揚収作業の効率及び安全性がさらに向上する。なお、所定距離Hは、水中航走体30の揚収位置からの所定距離H1として設定してもよいし、船舶の側面からの所定距離H2として設定してもよい。

[0089] 複数の水中航走体30の揚収順序は、浮上した順であることが好ましい。浮上した順に揚収することで、先に浮上した水中航走体30に後から浮上した水中航走体30が衝突することを防止できる。また、浮上した水中航走体30が水に流されて見失うことを防止できる。

[0090] また、複数の水中航走体30の揚収が完了するまで、水上管制手段20は、母船10から所定距離H離れた位置で水中航走体30の管制を行うことが

好ましい。全ての水中航走体 30 が揚収されるまで水上管制手段 20 による水中航走体 30 の管制を継続することにより、揚収作業の効率及び安全性が向上する。

[0091] 次に、水中航走体 30 の制御について、図 8 及び図 9 を用いて説明する。

図 8 は水中航走体 30 の制御ブロック図、図 9 は水中航走体 30 の制御フロー図である。

水中航走体 30 は、航走手段 31、自機測位手段 32、通信手段 33、深度計 34、航走制御手段 35 及び航走設定部 36 を備える。

航走制御手段 35 は、深度制御部 35 A、緊急制御部 35 B、位置推定部 35 C、経路記録部 35 D、管制領域判断部 35 E を有する。

[0092] 母船 10 に乗船しているオペレーターは、水中航走体 30 を母船 10 から調査水域に投入する前に、航走設定部 36 を用いて、水中航走体 30 に対して、水中航走体 30 の調査範囲や調査対象などといった調査に必要な情報を入力することにより航走条件設定を行う（ステップ 11）。

ステップ 11 の後、調査水域に投入された複数の水中航走体 30 は、ステップ 11 で設定された航走条件に従って潜航及び航走を開始する（ステップ 12）。

ステップ 12 の後、水中航走体 30 は、自機測位手段 32 を用いて自機的位置を測定し、航走制御手段 35 に送信する（ステップ 13）。自機位置の測定は、例えば、速度センサ及びジャイロセンサを搭載し、自機速度及び加速度を検出して算出することにより行う。

ステップ 13 の後、通信手段 33 を用いて水上管制手段 20 との通信状態を測定し、測定結果を航走制御手段 35 に送信する（ステップ 14）。通信状態は、例えばシグナル／ノイズ比（S/N 比）で把握する。

航走制御手段 35 は、受信したステップ 13 における測位結果とステップ 14 における測定結果に基づいて、自機の航走経路を時刻と共に経路記録部 35 D に記録する（ステップ 15）。

なお、水中航走体 30 は、通信手段 33 を用いて水上管制手段 20 と通信

を行い、ステップ13で測定した自機の位置を水上管制手段20に伝え、水上管制手段20が、水中航走体30で得られた位置を、移動制御手段27における位置推定や管制判断、また移動制御に補完的に役立てることもできる。

ステップ15の後、管制領域判断部35Eは、経路記録部35Dに記録された航走経路に基づいて、自機が管制領域X内にいるか否かを判断する（ステップ16）。

ステップ16において、自機が管制領域X内にいると判断した場合には、ステップ13に戻る。

ステップ16において、自機が管制領域X内にいないと判断した場合には、位置推定部35Cは、自機測位手段32による測位結果と、深度計34による測定結果と、経路記録部35Dに記録された航走経路に基づいて、自機の位置を推定し、管制領域Xに戻る経路を選択する（ステップ17）。

ステップ17において、記録された航走経路を逆に航走して管制領域Xに戻る経路を選択した場合には、緊急制御部35Bが、今まで航走して来た経路を逆に戻るように航走手段31の制御を行う。また、管制領域Xは傘状に広がっているため、ステップ17において、深度を大きくして管制領域Xに至る経路を選択した場合には、深度制御部35Aが、自機の深度を大きくするように航走手段31の制御を行う（ステップ18）。これにより、水中航走体30が自ら管制領域Xに戻り、水上管制手段20の管制を再び受けながら作業を継続することができる。

[0093] 次に、水中航走体30の制御の他の例について、図10及び図11を用いて説明する。

図10は水中航走体30の他の例による制御ブロック図、図11は水中航走体30の他の例による制御フロー図である。

水中航走体30は、航走手段31、自機測位手段32、通信手段33、深度計34、伝送手段37、記録手段38、航走速度設定部39、航走制御部40、撮像手段41、地形調査手段42、地層調査手段43、設定手段44

及び探査ミッション遂行手段45を備える。

探査ミッション遂行手段45は、深度制御部45A、潜航制御部45B、位置推定部45C、時刻管理部45D、ミッション制御部45Eを有する。

航走制御部40は、管制領域判断部40Aを有する。

[0094] 母船10に乗船しているオペレーターは、水中航走体30を母船10から探査水域に投入する前に、設定手段44を用いて、水中航走体30に対して、水中航走体30の探査ミッション、探査深度、探査領域及び航走経路などといった探査に必要な情報を入力することにより探査条件設定を行うと共に、航走速度設定部39を用いて、水中航走体30に対して、航走速度を設定する（ステップ21）。探査ミッション、探査深度、探査領域及び航走経路は、水中航走体30ごとに異ならせて設定する。

設定した探査深度などの探査条件及び航走速度は、水上管制手段20に入力する。

探査領域は、設定された各々の探査深度において、複数の水中航走体30が各々の探査領域を有するように設定することが好ましい。これにより、一層効率よく探査を行うことができる。

また、航走経路は、各々の探査領域を航走する水中航走体30の航走軌跡が、同時刻に重ならないように、航走経路を設定することが好ましい。これにより、探査深度が近接した水中航走体30同士の衝突を防止して安全性を高めることができる。また、水中航走体30が上下に重ならないようにすることで、水中航走体30が誤観測を起こしたり観測不能に陥ったりすることを低減できる。

また、水中航走体30ごとに異ならせて設定する探査深度は、探査深度が水底に近い低高度探査深度と、探査深度が水底から遠い高高度探査深度を有することが好ましく、低高度探査深度は水底からの高度（距離）が1m以上50m未満とし、高高度探査深度は水底からの高度（距離）が10m以上200m未満とすることがより好ましい。これにより、水底に近い領域と、水底から遠い領域を効率よく探査することができる。本実施形態では、ホバリ

ング型の第1水中航走体30Aが低高度探査深度の領域の探査を担い、航走型の第2水中航走体30Bが高高度探査深度の領域の探査を担っている。第1水中航走体30Aの航走速度は第2水中航走体30Bの航走速度よりも遅いため、水底近くでの探査をより精密なものとすることができる。

[0095] ステップ21の後、複数の水中航走体30を投入順序に従って水中に投入する（ステップ22）。

先に進水させた水上管制手段20は、投入された水中航走体30の管制を開始する。

[0096] ステップ22の後、複数の水中航走体30は潜航及び沈降を開始する（ステップ23）。

潜航は推進器31A及びバラスト31Bを用いて行い、沈降は推進器31を停止してバラスト31Bの重さのみによって行う。

潜航及び沈降にあたって複数の水中航走体30の各々は、深度計34及び自機測位手段32を用いて自機の深度及び位置を測定し、深度制御部45A、潜航制御部45B及び位置推定部45Cを有する探査ミッション遂行手段45が、ステップ21で設定された探査深度に従って航走制御部40を制御する。航走制御部40は、探査ミッション遂行手段45による制御と航走速度設定部39で設定された航走速度に従って航走手段31を制御する。

自機測位手段32による自機の位置の測定は、例えば、速度センサ及びジャイロセンサを搭載し、自機の速度及び加速度を検出して算出することにより行う。

[0097] ステップ23の後、設定された探査深度に達した水中航走体30は航走を開始する（ステップ24）。

設定された探査深度で航走を開始した各水中航走体30は、自機測位手段32を用いて自機の位置を測定し、探査ミッション遂行手段45に送信する。位置推定部45Cを有する探査ミッション遂行手段45は、ステップ21で設定された探査領域を水中航走体30が航走するように航走制御部40を制御する。航走制御部40は、探査ミッション遂行手段45による制御と航

走速度設定部 39 で設定された航走速度に従って航走手段 31 を制御する。
これにより、水中航走体 30 は探査領域を航走する（ステップ 25）。

時刻を管理する時刻管理部 45D を有する探査ミッション遂行手段 45 は、ステップ 1 で設定された航走経路に従って、他の水中航走体 30 と航走軌跡が同時刻に重ならないように航走制御部 40 を制御する。

[0098] 航走制御部 40 は、探査ミッション遂行手段 45 から受信した自機の推定位置、深度及び水上管制手段 20 との通信状態に基づいて、水上管制手段 20 の管制領域 X 内で航走する（ステップ 26）。通信状態は、例えばシグナル／ノイズ比（S／N 比）で把握する。

また、航走制御部 40 は、管制領域判断部 40A を有し、自機の推定位置及び水上管制手段 20 との通信状態に基づいて、自機が管制領域 X 内に位置するか否かを定期的に判断する（ステップ 27）。

[0099] ステップ 27 において、自機が管制領域 X 内にいると判断した場合には、探査ミッションを遂行する（ステップ 28）。

探査ミッション遂行手段 45 のミッション制御部 45E が、第 1 水中航走体 30A に設けられた撮像手段 41 を制御することにより、水底の映像撮影を行うことができる。また、ミッション制御部 45E が、第 2 水中航走体 30B に設けられた地形調査手段 42 及び地層調査手段 43 を制御することにより、水底の地形及び水底下の地層の情報を得ることができる。

得られた撮影画像、水底の地形及び水底下の地層の情報といった探査ミッション遂行結果は、ハードディスクや磁気テープ等の記録手段 38 に記録される。また、伝送手段 37 で符号化等の処理が行われた後に通信手段 33 を用いて水上管制手段 20 へ送信される（ステップ 29）。

[0100] ステップ 29 の後、探査ミッション遂行手段 45 は、設定された探査ミッションを完了したと判断した場合は、探査ミッションを終了し（ステップ 30）、自機を浮上させる（ステップ 31）。

[0101] ステップ 27 において、自機が管制領域 X 内にいないと判断した場合には、探査ミッション遂行手段は、探査続行不可能と判断し、自機を浮上させる

(ステップ31)。

なお、浮上させる前に、自機測位手段32による測位結果等に基づいて、位置推定部45Cによる自機の位置推定を行い、管制領域Xに戻れるか否かを判断し、戻れないと判断した場合に浮上させるようにしてもよい。

[0102] なお、複数の水中航走体30の設定手段44で設定される探査深度等の探査条件は、母船10における探査条件設定以外にも、母船10からの指示を水上管制手段20を介して、又は水上管制手段20にプログラムされたスケジュールに基づいて、自動的に更新することも可能である。

産業上の利用可能性

[0103] 本発明の水中航走体の管制方法、水中航走体の投入方法、水中航走体の揚収方法、水中航走体の管制システム、及び水中航走体の管制システムの投入・揚収設備は、複数の水中航走体を調査水域に展開・運用して水底探査等の調査作業等を安全かつ効率的に行うことができる。

符号の説明

[0104] 10 母船
20 水上管制手段
23 移動手段
24 音響測位手段
25 通信手段
27 移動制御手段
27A 数管理部
27B 待機制御部
27D 航走記録部
30 水中航走体
33 通信手段
35 航走制御手段
44 設定手段
50 水上管制手段用載置台

- 5 1 入替手段
- 6 0 水中航走体用載置台
- 6 1 入替手段
- 7 0 投入・揚収設備
- 8 0 表示手段
- H 所定距離
- X 管制領域

請求の範囲

- [請求項1] 水面の近傍を移動可能な移動手段を有した水上管制手段により、水の中を航走する複数の水中航走体を管制するにあたり、前記水上管制手段に設けた音響測位手段を利用して、前記水上管制手段が複数の前記水中航走体を測位できる管制領域に複数の前記水中航走体が位置するように、前記移動手段により前記水上管制手段を移動制御することを特徴とする水中航走体の管制方法。
- [請求項2] 前記水上管制手段と複数の前記水中航走体にそれぞれ設けた通信手段を利用して、前記移動手段により前記水上管制手段を移動制御することを特徴とする請求項1に記載の水中航走体の管制方法。
- [請求項3] 複数の前記水中航走体の全てを管制できる位置に、前記水上管制手段を移動することを特徴とする請求項1又は請求項2に記載の水中航走体の管制方法。
- [請求項4] 複数の前記水中航走体の最大数を管制できる位置に、前記水上管制手段を移動することを特徴とする請求項1又は請求項2に記載の水中航走体の管制方法。
- [請求項5] 前記最大数は、複数の前記水中航走体の数から前記管制領域を逸脱した前記水中航走体、故障した前記水中航走体、緊急浮上した前記水中航走体のいずれかを含む管制不可能数を減じた数であることを特徴とする請求項4に記載の水中航走体の管制方法。
- [請求項6] 前記水上管制手段を移動するに当り、移動開始時点での前記管制領域の中に位置する複数の前記水中航走体の数が減じない範囲で移動することを特徴とする請求項1から請求項5のうちの1項に記載の水中航走体の管制方法。
- [請求項7] 前記水上管制手段を移動するに当り、前記水中航走体が前記管制領域を外れたことを検出してから、所定時間を待機した後、前記水上管制手段を移動開始することを特徴とする請求項1から請求項6のうちの1項に記載の水中航走体の管制方法。

- [請求項8] 前記水上管制手段における複数の前記水中航走体の航走の記録に基づいて、前記水上管制手段を移動することを特徴とする請求項1から請求項7うちの1項に記載の水中航走体の管制方法。
- [請求項9] 複数の前記水中航走体のうちの前記管制領域を外れた前記水中航走体の前記航走の記録に基づいて、前記管制領域を外れた前記水中航走体が存在すると推定される方向に前記水上管制手段を移動することを特徴とする請求項8に記載の水中航走体の管制方法。
- [請求項10] 前記管制領域から外れたことを前記水中航走体が検出した場合に、前記水中航走体は、今まで航走して来た経路を逆に戻る、又は前記水中における深度を大きくする方向に航走することを特徴とする請求項1から請求項9のうちの1項に記載の水中航走体の管制方法。
- [請求項11] 請求項1から請求項10のうちの1項に記載の水中航走体の管制方法に用いる水中航走体の投入方法であって、複数の前記水中航走体を水中に投入するに当たり、前記水上管制手段を先に進水させ、その後、複数の前記水中航走体を順次水中に投入することを特徴とする水中航走体の投入方法。
- [請求項12] 先に進水した前記水上管制手段は、進水後、前記母船から所定距離離れるように移動することを特徴とする請求項11に記載の水中航走体の投入方法。
- [請求項13] 複数の前記水中航走体の投入順序は、前記水中航走体の沈降速度及び/又は潜航速度を考慮して定められることを特徴とする請求項11又は請求項12に記載の水中航走体の投入方法。
- [請求項14] 前記母船の上で複数の前記水中航走体の探査深度を前記水中航走体に設定し、かつ前記水上管制手段に前記探査深度を入力することを特徴とする請求項11から請求項13のうちの1項に記載の水中航走体の投入方法。
- [請求項15] 請求項1から請求項10のうちの1項に記載の水中航走体の管制方法に用いる水中航走体の揚収方法であって、複数の前記水中航走体を

水中から揚収するに当たり、複数の前記水中航走体を順次水中から揚収した後に、前記水上管制手段を揚収することを特徴とする水中航走体の揚収方法。

[請求項16] 後から揚収する前記水上管制手段は、複数の前記水中航走体を揚収している間は、前記母船から所定距離離れた位置で待機することを特徴とする請求項15に記載の水中航走体の揚収方法。

[請求項17] 複数の前記水中航走体の揚収する順序は、浮上した順であることを特徴とする請求項15又は請求項16に記載の水中航走体の揚収方法。

[請求項18] 複数の前記水中航走体の揚収が完了するまで、前記水上管制手段は管制を行うことを特徴とする請求項15から請求項17のうちの1項に記載の水中航走体の揚収方法。

[請求項19] 水面の近傍を航走可能な移動手段を有した水上管制手段と、水中を航走する複数の水中航走体と、前記水上管制手段に設けた音響測位手段とを備え、前記水上管制手段が複数の前記水中航走体を前記音響測位手段により測位できる管制領域に複数の前記水中航走体が位置するように、前記移動手段により前記水上管制手段を移動制御する移動制御手段を前記水上管制手段に備えたことを特徴とする水中航走体の管制システム。

[請求項20] 前記水上管制手段と複数の前記水中航走体にそれぞれ通信手段をさらに備え、前記移動制御手段が複数の前記水中航走体と前記通信手段が通信できる管制領域に複数の前記水中航走体が位置するように移動制御することを特徴とする請求項19に記載の水中航走体の管制システム。

[請求項21] 前記移動制御手段は、複数の前記水中航走体の数を管理する数管理部を有することを特徴とする請求項19又は請求項20に記載の水中航走体の管制システム。

[請求項22] 前記数管理部は、複数の前記水中航走体の数から前記管制領域を逸

脱した前記水中航走体、故障した前記水中航走体、緊急浮上した前記水中航走体のいずれかを含む管制不可能数を考慮して前記水中航走体の数を管理することを特徴とする請求項 2 1 に記載の水中航走体の管制システム。

[請求項23] 前記移動制御手段は、前記水上管制手段を移動するに当り、移動開始時点での前記管制領域の中に位置する複数の前記水中航走体の数が減じない範囲で移動するように制御することを特徴とする請求項 2 1 又は請求項 2 2 に記載の水中航走体の管制システム。

[請求項24] 前記移動制御手段は、前記水中航走体が前記管制領域を外れたことを検出してから、所定時間を待機した後、前記水上管制手段を移動開始するように指示する待機制御部を有することを特徴とする請求項 1 9 から請求項 2 3 のうちの 1 項に記載の水中航走体の管制システム。

[請求項25] 前記移動制御手段は、複数の前記水中航走体の航走を記録する航走記録部を有することを特徴とする請求項 1 9 から請求項 2 4 のうちの 1 項に記載の水中航走体の管制システム。

[請求項26] 前記航走記録部における複数の前記水中航走体の前記航走の記録に基づいて、前記移動制御手段が、前記管制領域を外れた前記水中航走体が存在すると推定される方向に前記水上管制手段を移動するように制御することを特徴とする請求項 2 5 に記載の水中航走体の管制システム。

[請求項27] 前記水中航走体に航走制御手段と自機測位手段を有し、前記航走制御手段は、前記水中航走体が前記管制領域から外れたことを検出した場合に、前記自機測位手段により自機の位置を推定し、今まで航走して来た経路を逆に戻る、又は前記水中における深度を大きくする方向に前記水中航走体の航走させることを特徴とする請求項 1 9 から請求項 2 6 のうちの 1 項に記載の水中航走体の管制システム。

[請求項28] 請求項 1 9 から請求項 2 7 のうちの 1 項に記載の水中航走体の管制システムの投入・揚収設備であって、投入・揚収設備と、前記水上管

制手段を載置する水上管制手段用載置台と、複数の前記水中航走体を載置する水中航走体用載置台と、前記水上管制手段用載置台と前記水中航走体用載置台の前記投入・揚収設備との位置関係を入れ替える入替手段とを備えたことを特徴とする水中航走体の管制システムの投入・揚収設備。

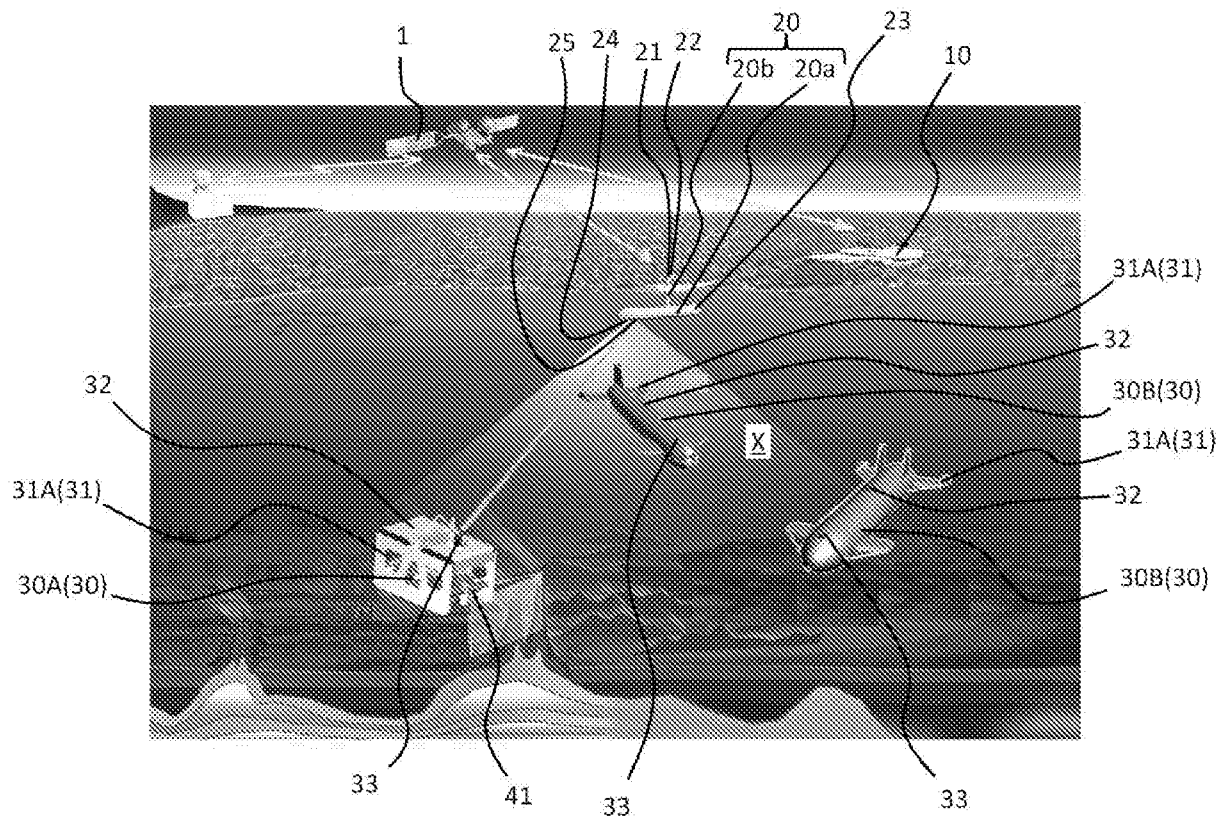
[請求項29] 複数の前記水中航走体の探査深度を設定する設定手段をさらに備えたことを特徴とする請求項28に記載の水中航走体の管制システムの投入・揚収設備。

[請求項30] 設定された複数の前記水中航走体の投入順序及び/又は揚収順序を表示する表示手段をさらに備えたことを特徴とする請求項28又は請求項29に記載の水中航走体の管制システムの投入・揚収設備。

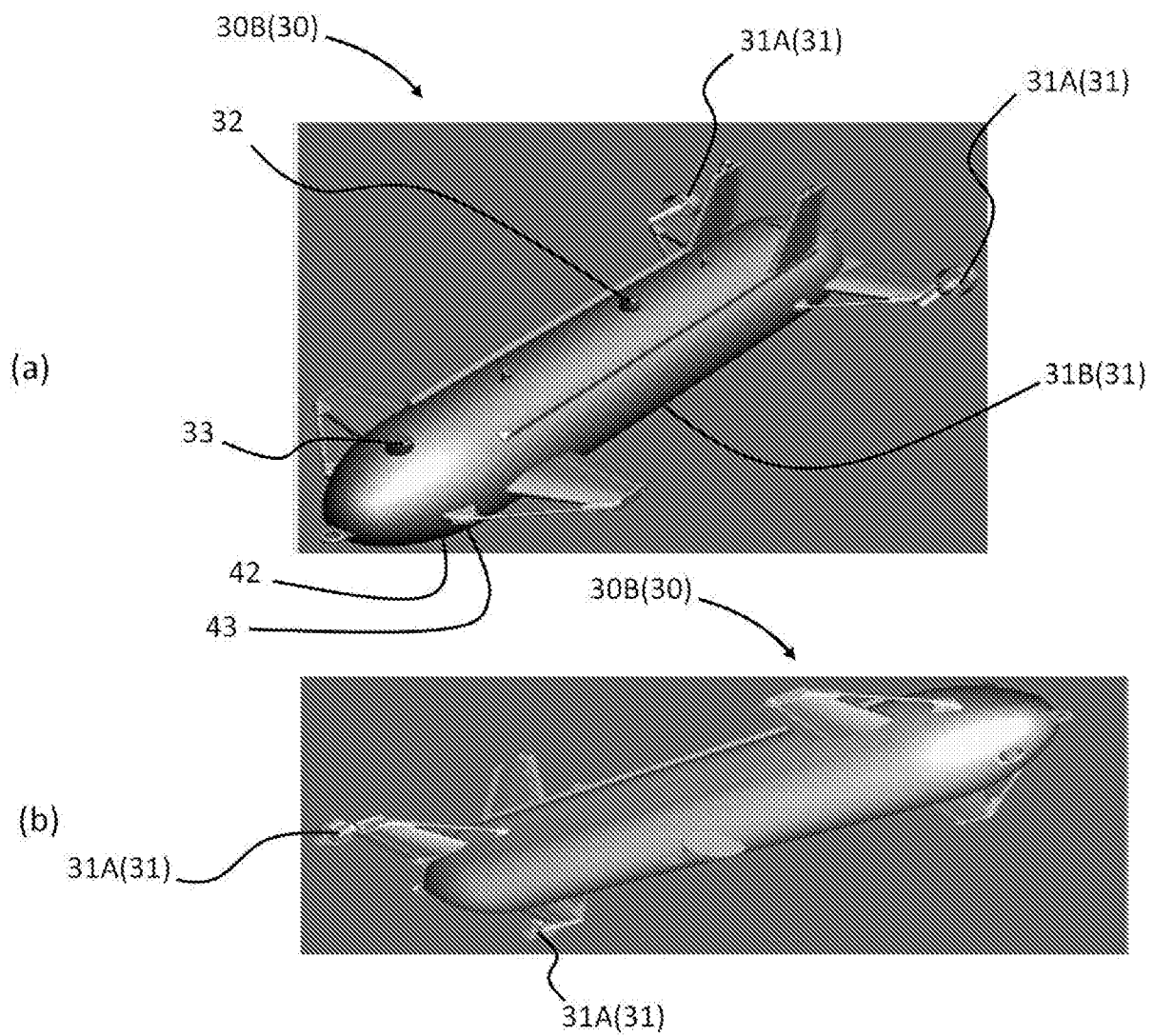
[請求項31] 前記投入・揚収設備は、前記水上管制手段を進水・揚収する機能を有していることを特徴とする請求項28から請求項30のうちの1項に記載の水中航走体の管制システムの投入・揚収設備。

[請求項32] 前記母船は一般船であり、前記投入・揚収設備は前記一般船に装備されているクレーンを含む設備であることを特徴とする請求項28から請求項31のうちの1項に記載の水中航走体の管制システムの投入・揚収設備。

[図1]

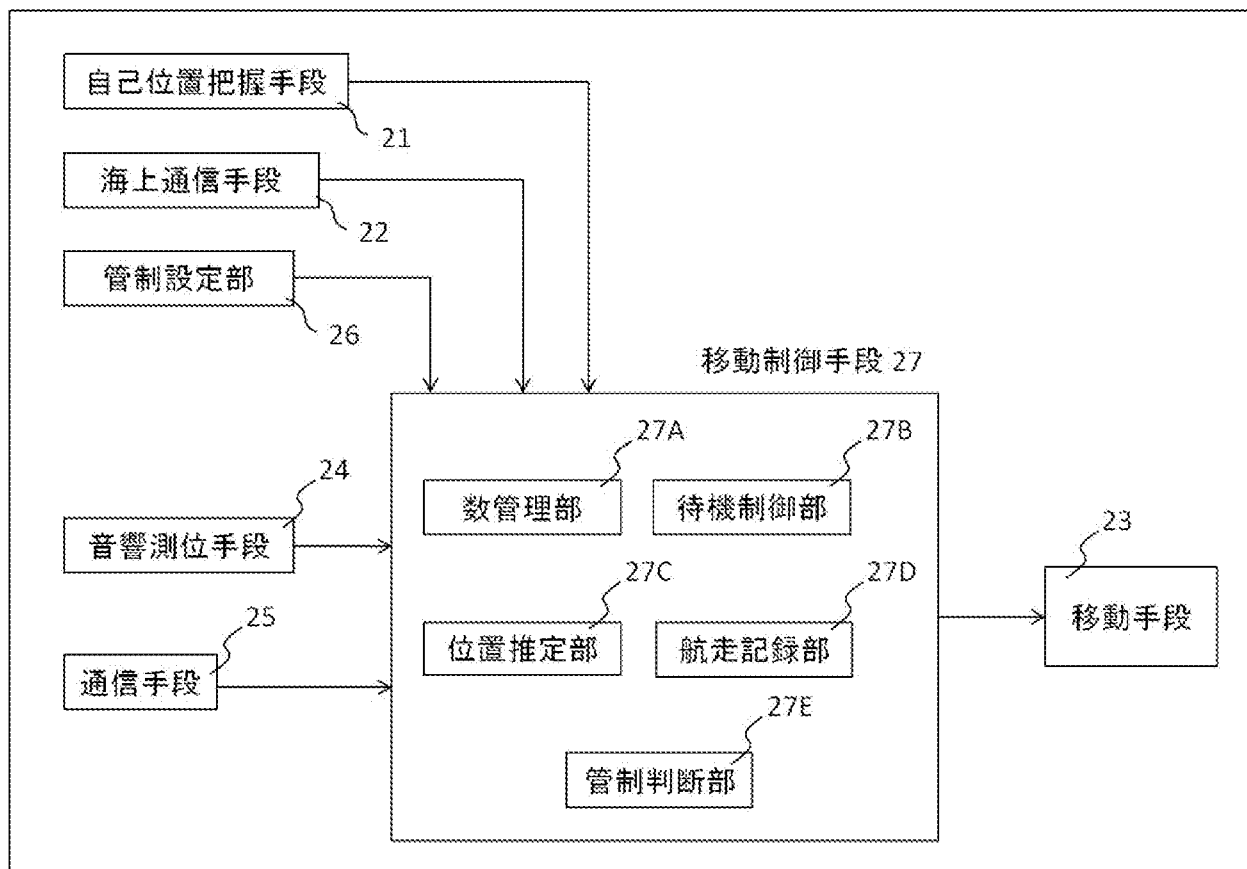


[図2]

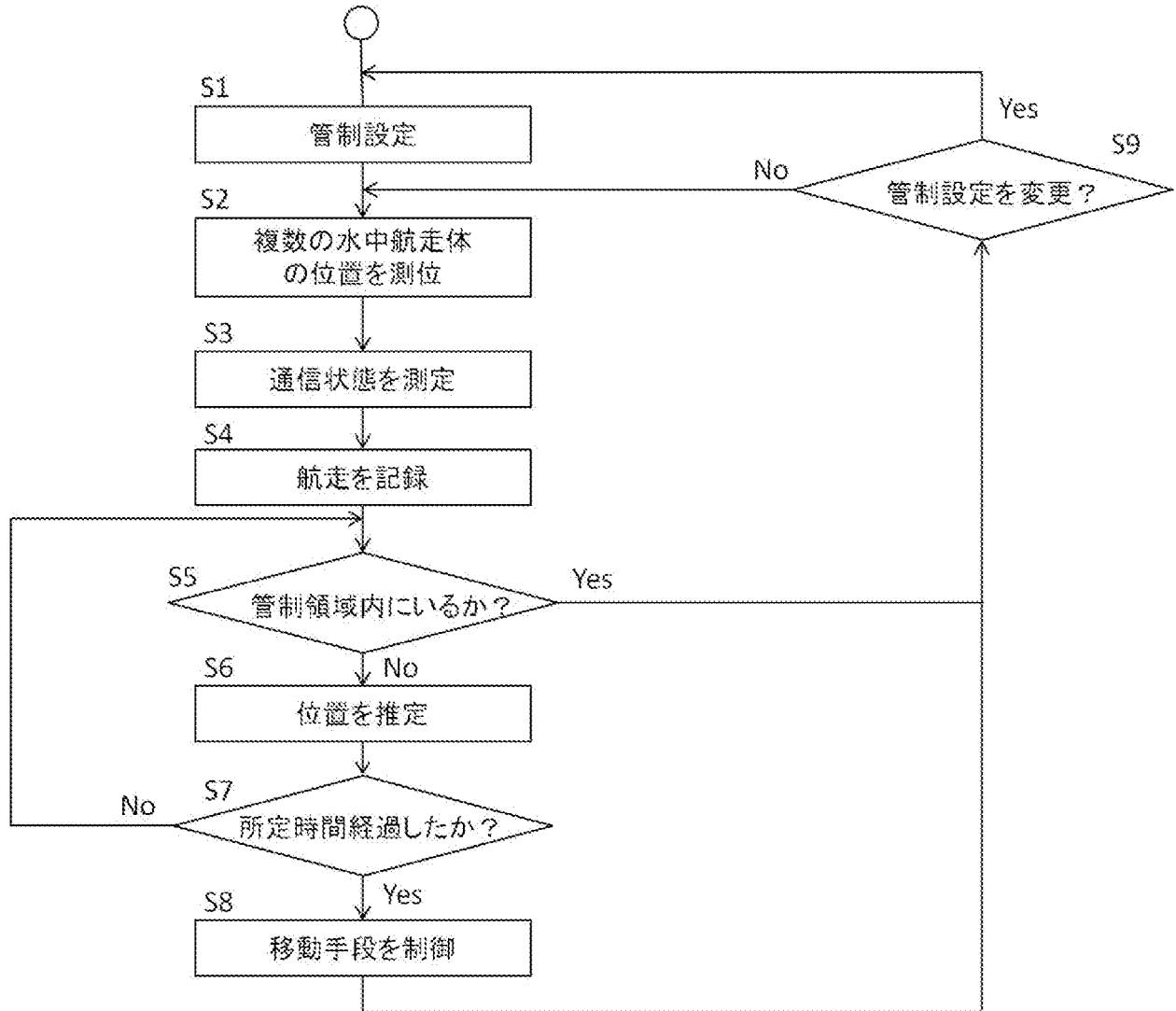


[図3]

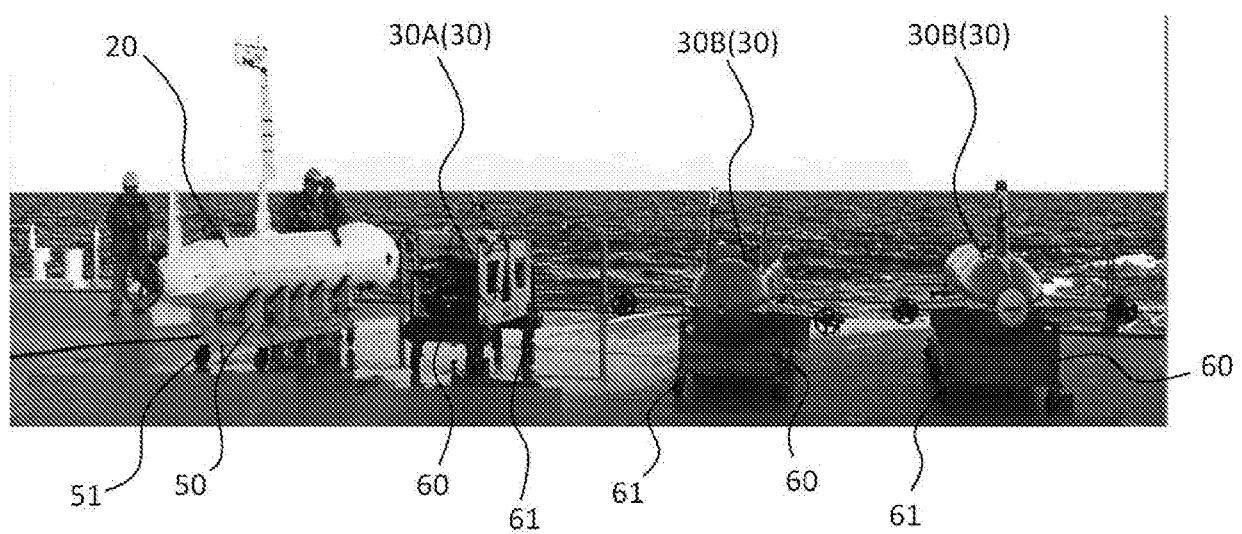
水上管制手段 20



[図4]



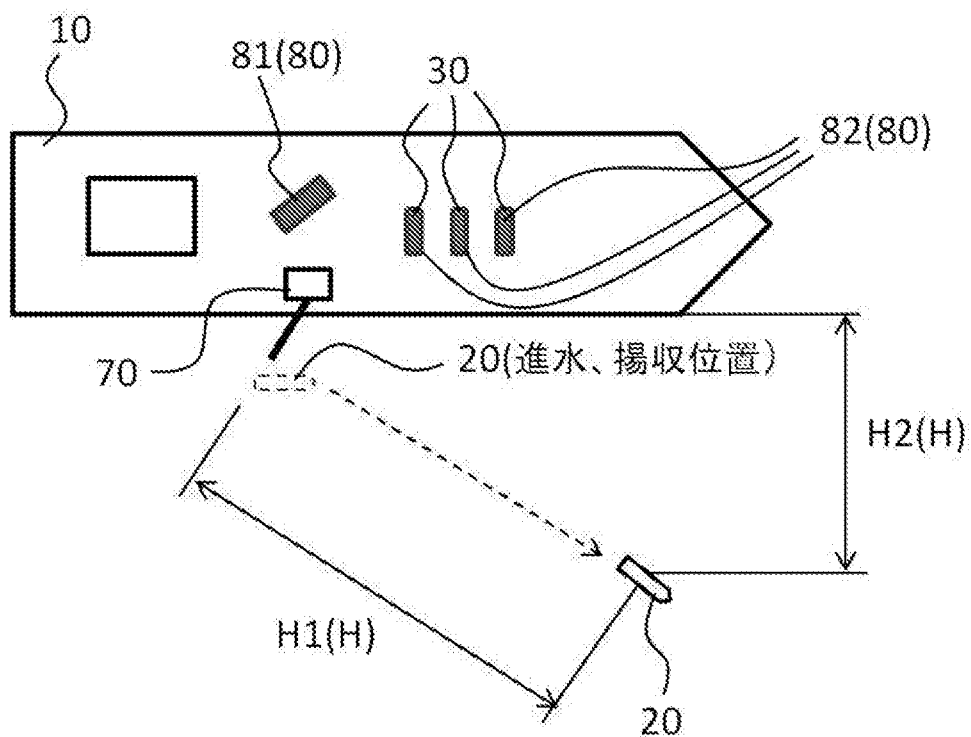
[図5]



[図6]

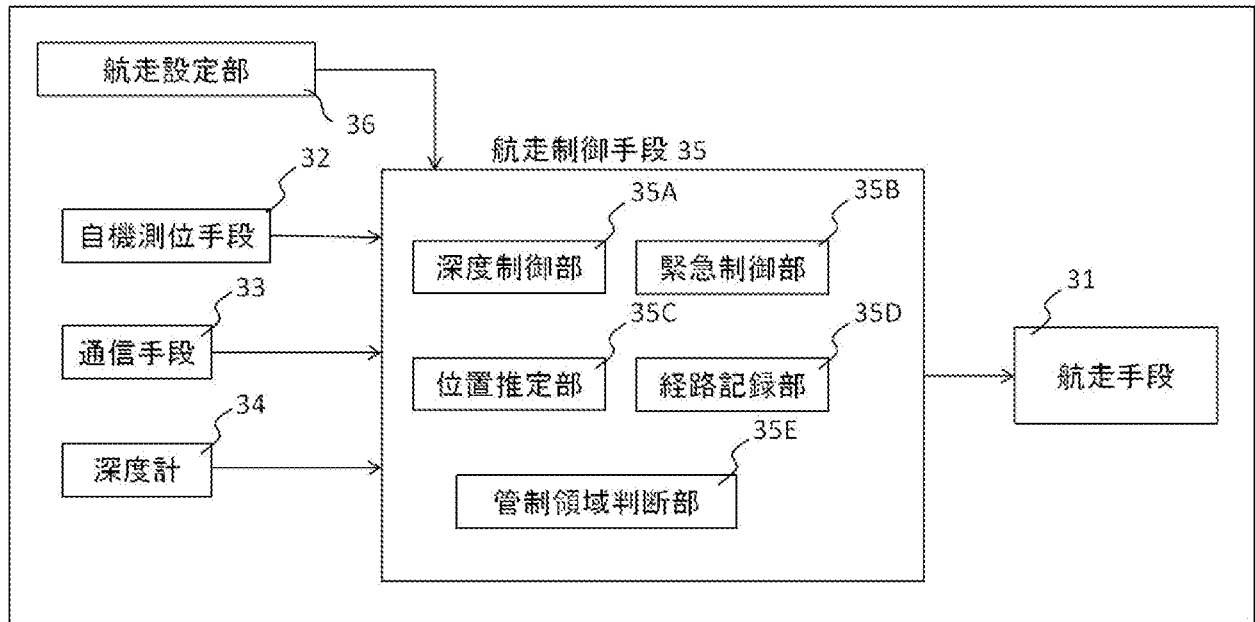


[図7]

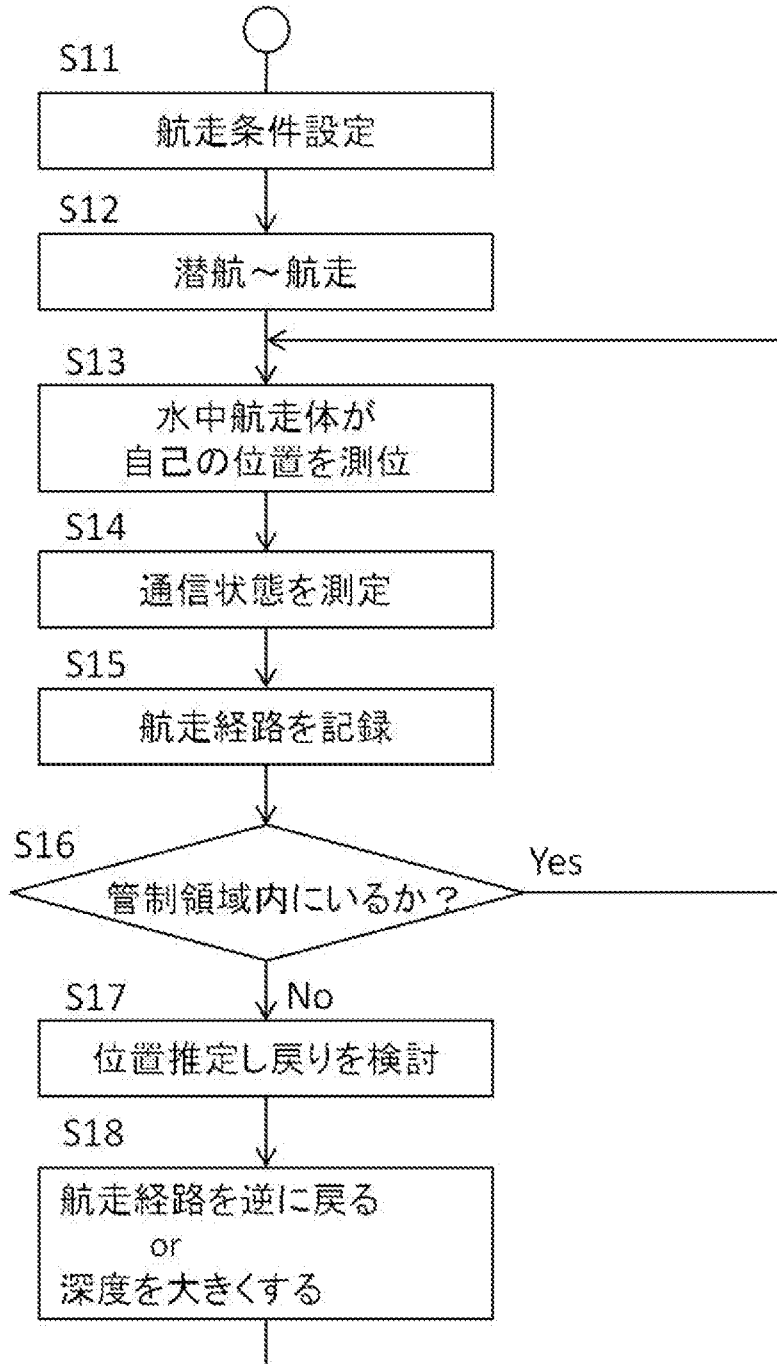


[図8]

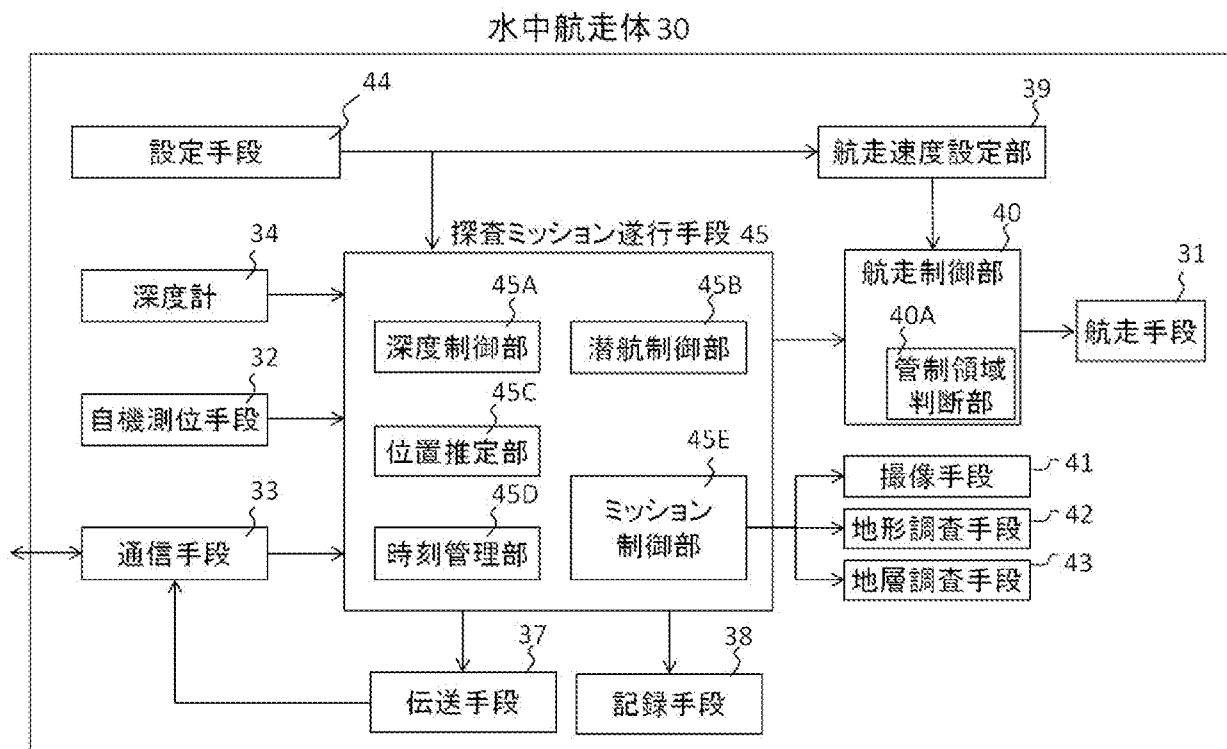
水中航走体 30



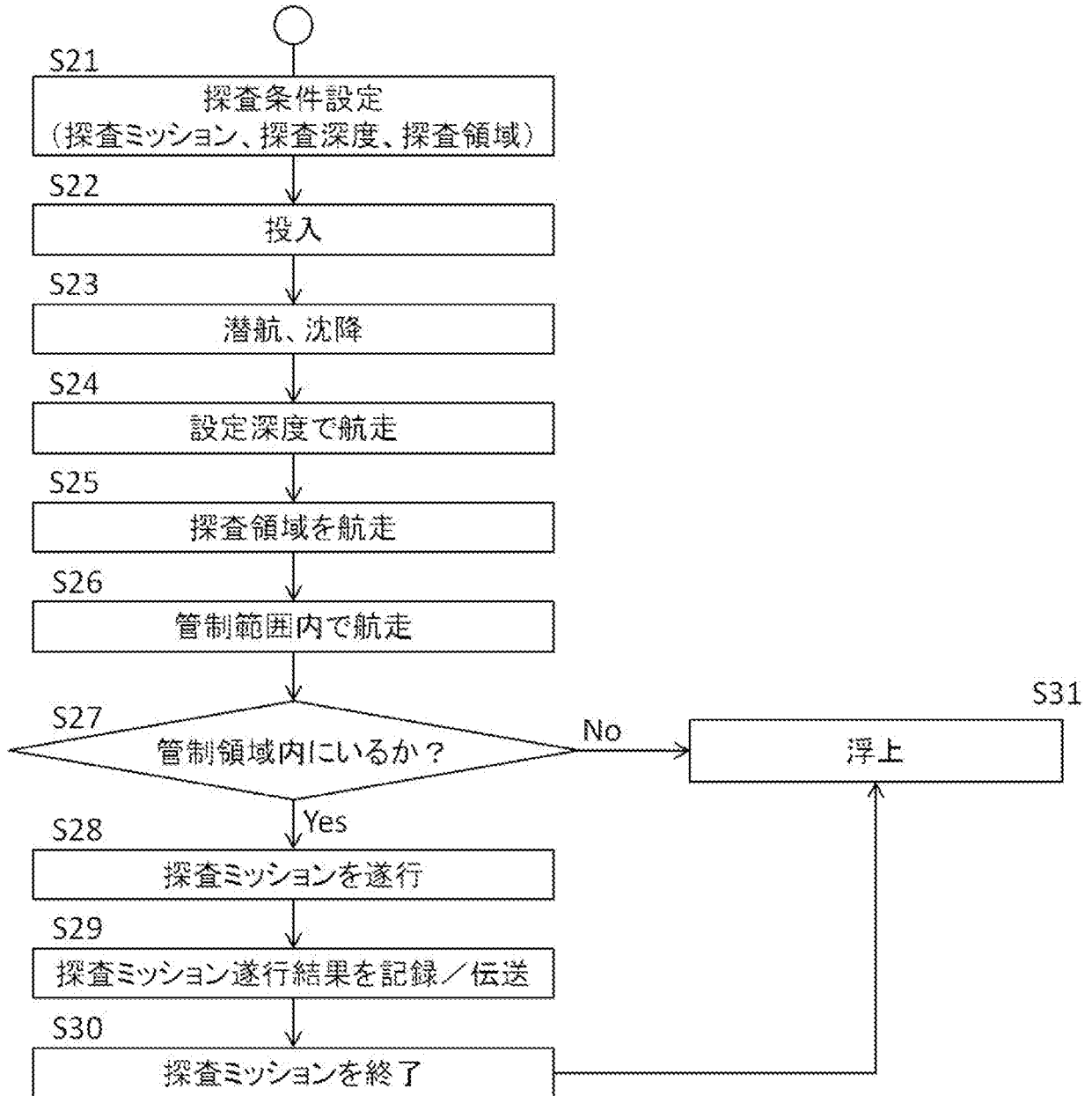
[図9]



[図10]



[図11]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/013772

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. B63C11/00 (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, B63C11/48, B63G8/00, G05D1/00-1/12, G01S15/00-15/96, G01V1/00

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 A	JP 2001-308766 A (MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD.) 02 November 2001, paragraphs [0005], [0008], [0018]-[0025], [0038]-[0041], fig. 1, 6 (Family: none)	1-6, 8, 10-23, 25, 27 7, 9, 24, 26, 28-32
Y	JP 2009-227086 A (MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD.) 08 October 2009, paragraphs [0039]-[0042], fig. 2 (Family: none)	1-6, 8, 10-23, 25, 27

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

“I” 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
06 June 2018 (06.06.2018)

Date of mailing of the international search report
19 June 2018 (19.06.2018)

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/JP2018/013772

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 10-81297 A (MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD.) 31 March 1998, paragraphs [0030]-[0032], fig. 1-3 (Family: none)	8, 25
Y	JP 2016-144956 A (IHI CORPORATION) 12 August 2016, paragraphs [0027], [0035]-[0038], fig. 1 (Family: none)	10, 27
Y	JP 2002-145187 A (MITSUI ENGINEERING & SHIPBUILDING CO., LTD.) 22 May 2002, paragraphs [0020], [0027], [0031], fig. 3, 6 (Family: none)	11-18
A	US 2011/0144836 A1 (LOCKHEED MARTIN CORPORATION) 16 June 2011, paragraphs [0022]-[0029], fig. 1-5 (Family: none)	1-32
A	WO 2016/038453 A1 (CGG SERVICES SA) 17 March 2016, paragraphs [0034]-[0039], fig. 2-3 & US 2017/0242144 A1	1-32

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, 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, B63C11/48, B63G8/00, G05D1/00-1/12, G01S15/00-15/96, G01V1/00										
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 <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922-1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971-2018年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2018年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2018年</td> </tr> </table>			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
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 A Y	JP 2001-308766 A（三菱重工業株式会社）2001.11.02, 段落 0005, 0008, 0018-0025, 0038-0041, 図 1, 6（ファミリーなし） JP 2009-227086 A（三菱重工業株式会社）2009.10.08, 段落 0039-0042, 図 2（ファミリーなし）	1-6, 8, 10-23, 25, 27 7, 9, 24, 26, 28-32 1-6, 8, 10-23, 25, 27								
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> 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 06.06.2018	国際調査報告の発送日 19.06.2018									
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） 葛原 怜士郎 電話番号 03-3581-1101 内線 3341	3D 5073								

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	JP 10-81297 A (三菱重工業株式会社) 1998. 03. 31, 段落 0030-0032, 図 1-3 (ファミリーなし)	8, 25
Y	JP 2016-144956 A (株式会社 I H I) 2016. 08. 12, 段落 0027, 0035-0038, 図 1 (ファミリーなし)	10, 27
Y	JP 2002-145187 A (三井造船株式会社) 2002. 05. 22, 段落 0020, 0027, 0031, 図 3, 6 (ファミリーなし)	11-18
A	US 2011/0144836 A1 (LOCKHEED MARTIN CORPORATION) 2011. 06. 16, 段落 0022-0029, 図 1-5 (ファミリーなし)	1-32
A	WO 2016/038453 A1 (CGG SERVICES SA) 2016. 03. 17, 段落 0034-0039, 図 2-3 & US 2017/0242144 A1	1-32