

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7195582号
(P7195582)

(45)発行日 令和4年12月26日(2022.12.26)

(24)登録日 令和4年12月16日(2022.12.16)

(51)国際特許分類	F I
B 6 3 C 11/00 (2006.01)	B 6 3 C 11/00 C
B 6 3 C 11/48 (2006.01)	B 6 3 C 11/48 D
	B 6 3 C 11/00 A
	B 6 3 C 11/00 B

請求項の数 16 (全21頁)

(21)出願番号	特願2018-188456(P2018-188456)	(73)特許権者	501204525 国立研究開発法人 海上・港湾・航空技術研究所 東京都三鷹市新川6丁目3番1号
(22)出願日	平成30年10月3日(2018.10.3)	(74)代理人	100098545 弁理士 阿部 伸一
(65)公開番号	特開2020-55476(P2020-55476A)	(74)代理人	100087745 弁理士 清水 善廣
(43)公開日	令和2年4月9日(2020.4.9)	(74)代理人	100106611 弁理士 辻田 幸史
審査請求日	令和3年9月15日(2021.9.15)	(74)代理人	100189717 弁理士 太田 貴章
		(72)発明者	金 岡秀 東京都三鷹市新川6丁目3番1号 国立研究開発法人 海上・港湾・航空技術 最終頁に続く

(54)【発明の名称】 複数の水中航走体の揚収方法、及び複数の水中航走体の揚収システム

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

揚収船に水底を探查するための複数の水中航走体を水中から揚収するに当たり、前記揚収船の作業時間に集約して設定された揚収能力と、前記揚収能力に基づいて作成された揚収タイムスケジュールに則り、複数の前記水中航走体の揚収時刻が重ならないように前記水中航走体ごとに異ならせて決定した浮上時刻に従って、複数の前記水中航走体を順次、水面に浮上させ揚収すること、及び前記水中航走体の不要な通信機能及び/又は観測機能を停止させ、必要な前記通信機能及び/又は前記観測機能を作動させることを特徴とする複数の水中航走体の揚収方法。

【請求項2】

複数の前記水中航走体は、前記揚収船による揚収を待機する間、前記水中で待機することを特徴とする請求項1に記載の複数の水中航走体の揚収方法。

【請求項3】

前記水中航走体は、前記水中を回遊して待機することを特徴とする請求項2に記載の複数の水中航走体の揚収方法。

【請求項4】

複数の前記水中航走体を管制する前記水面の近傍を移動可能な水上管制体を、複数の前記水中航走体を全て揚収した後に揚収することを特徴とする請求項1から請求項3のいずれか1項に記載の複数の水中航走体の揚収方法。

【請求項5】

複数の前記水中航走体は、前記揚収船の存在する位置を避けて待機することを特徴とする請求項 2、請求項 3、又は請求項 2 を引用する請求項 4 のいずれか 1 項に記載の複数の水中航走体の揚収方法。

【請求項 6】

複数の前記水中航走体は、前記水上管制体の存在する位置を避けて待機することを特徴とする請求項 2 を引用する請求項 4 に記載の複数の水中航走体の揚収方法。

【請求項 7】

前記水面に浮上する前記水中航走体の航走機能を、前記水面への浮上前に停止させることを特徴とする請求項 1 から請求項 6 のいずれか 1 項に記載の複数の水中航走体の揚収方法。

10

【請求項 8】

複数の水中航走体を前記水中から前記水面に浮上させ揚収するに当り、気象海象を考慮した前記揚収能力及び/又は日照を考慮した前記揚収タイムスケジュールに従って揚収することを特徴とする請求項 1 から請求項 7 のいずれか 1 項に記載の複数の水中航走体の揚収方法。

【請求項 9】

揚収手段を有した揚収船と、水底を探查するための複数の水中航走体と、前記揚収船の作業時間に集約して設定された揚収能力と、前記揚収能力に基づいて作成された揚収タイムスケジュールに則り、複数の前記水中航走体の揚収時刻が重ならないように前記水中航走体ごとに異ならせて決定した浮上時刻に従って、水面に浮上させ揚収する前記水中航走体を設定する揚収設定手段と、前記揚収設定手段による設定に基づいて前記水中航走体の水面への浮上を制御するとともに、前記水中航走体の前記水面への浮上に当り、前記水中航走体の不要な通信機能及び/又は観測機能を停止させ、必要な前記通信機能及び/又は前記観測機能を作動させる浮上制御手段とを備えたことを特徴とする複数の水中航走体の揚収システム。

20

【請求項 10】

複数の前記水中航走体は、前記揚収船による揚収を待機する間、水中で待機する待機モードを有することを特徴とする請求項 9 に記載の複数の水中航走体の揚収システム。

【請求項 11】

複数の前記水中航走体を管制する前記水面の近傍の水中を移動可能な水上管制体をさらに備えたことを特徴とする請求項 9 又は請求項 10 に記載の複数の水中航走体の揚収システム。

30

【請求項 12】

前記揚収設定手段が、複数の前記水中航走体を全て揚収した後、前記水上管制体を前記揚収船へ揚収する手順を設定する機能を有することを特徴とする請求項 11 に記載の複数の水中航走体の揚収システム。

【請求項 13】

前記揚収設定手段が、複数の前記水中航走体が、前記揚収船の存在する位置を避けて待機することを設定する機能を有することを特徴とする請求項 10、請求項 11、又は請求項 10 を引用する請求項 12 のいずれか 1 項に記載の複数の水中航走体の揚収システム。

40

【請求項 14】

前記揚収設定手段が、複数の前記水中航走体が、前記水上管制体の存在する位置を避けて待機することを設定する機能を有することを特徴とする請求項 10 を引用する請求項 11 に記載の複数の水中航走体の揚収システム。

【請求項 15】

前記浮上制御手段が、前記水面に浮上する前記水中航走体の航走機能を、前記水面への浮上前に停止させることを特徴とする請求項 9 から請求項 14 のいずれか 1 項に記載の複数の水中航走体の揚収システム。

【請求項 16】

前記水中航走体を気象海象を考慮した前記揚収能力及び/又は日照を考慮した前記揚収タ

50

イムスケジュールに従って揚収するための気象海象取得手段及び/又は日照取得手段を備えたことを特徴とする請求項 9 から請求項 15 のいずれか 1 項に記載の複数の水中航走体の揚収システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、水底探査等の調査作業を行う複数の水中航走体の揚収方法、及び揚収システムに関する。

【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】

【文献】特開平 3 - 266794 号公報

特開 2003 - 26090 号公報

特開平 5 - 147583 号公報

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の水中航走体を投入することが考えられる。しかし、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揚収作業に時間がかかってしまう。

特許文献 1 は、水中ステーションや複数の無索式無人潜水艇の揚収作業を効率よく安全

10

20

30

40

50

に行うことについて開示するものではない。また、母船と水中ステーションがケーブルで接続されているため、母船や水中ステーションの移動が制限される。

特許文献 2 は、水中ステーションや複数の自律型無人航走体の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。また、水中ステーションが母船から吊り下げられているため、母船や水中ステーションの移動が制限される。

特許文献 3 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、複数の無人潜水機の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 には、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、自走中継器や水中航走体の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。

【 0 0 0 5 】

そこで本発明は、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を行うにあたって、水中航走体の揚収作業を安全かつ効率的に行うことができる複数の水中航走体の揚収方法、及び複数の水中航走体の揚収システム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 】

【 0 0 0 6 】

請求項 1 記載に対応した複数の水中航走体の揚収方法においては、揚収船に水底を探査するための複数の水中航走体を水中から揚収するに当たり、揚収船の作業時間に集約して設定された揚収能力と、揚収能力に基づいて作成された揚収タイムスケジュールに則り、複数の水中航走体の揚収時刻が重ならないように水中航走体ごとに異ならせて決定した浮上時刻に従って、複数の水中航走体を順次、水面に浮上させ揚収すること、及び水中航走体の不要な通信機能及び/又は観測機能を停止させ、必要な通信機能及び/又は観測機能を作動させることを特徴とする。

請求項 1 に記載の本発明によれば、安全かつ効率的に水中航走体の揚収作業を行うことができる。また、通信機能と観測機能を必要に応じて作動又は停止させることで、水中航走体の消費電力を削減することができる。なお、探査とは観測、搜索、採取、救援、運搬等およそ水底において水中航走体が行なう行為の全体を含む。また、揚収能力とは、最終的に作業時間に集約される水中航走体の揚収に当たっての少なくとも揚収船の性能を含むものとする。

【 0 0 0 7 】

請求項 2 記載の本発明は、複数の水中航走体は、揚収船による揚収を待機する間、水中で待機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、水中は水上に比べて波浪の漂流力の影響を受けにくいので、待機中に水中航走体が漂流してしまうことを防止できる。

【 0 0 0 8 】

請求項 3 記載の本発明は、水中航走体は、水中を回遊して待機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、一箇所に留まるのが困難な水中航走体を所定の範囲内で待機させやすくなる。

【 0 0 0 9 】

請求項 4 記載の本発明は、複数の水中航走体を管制する水面の近傍を移動可能な水上管制体を、複数の水中航走体を全て揚収した後に揚収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、揚収する全ての水中航走体について、位置や通信状態を水上管制体で把握しながら揚収することができるため、揚収作業の効率及び安全性が向上する。

【 0 0 1 0 】

請求項 5 記載の本発明は、複数の水中航走体は、揚収船の存在する位置を避けて待機することを特徴とする。

10

20

30

40

50

請求項 5 に記載の本発明によれば、待機中の水中航走体が揚収船に衝突することを防止できる。

【 0 0 1 1 】

請求項 6 に記載の本発明は、複数の水中航走体は、水上管制体の存在する位置を避けて待機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、待機中の水中航走体が水上管制体に衝突することを防止できる。

【 0 0 1 2 】

請求項 7 に記載の本発明は、水面に浮上する水中航走体の航走機能を、水面への浮上前に停止させることを特徴とする。

請求項 7 に記載の本発明によれば、水面に存在する浮遊物や海草等が水中航走体のプロペラやスラスタ等に絡まったり損傷すること等を防止できる。

【 0 0 1 3 】

請求項 8 に記載の本発明は、複数の水中航走体を水中から水面に浮上させ揚収するに当たり、気象海象を考慮した揚収能力及び/又は日照を考慮した揚収タイムスケジュールに従って揚収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、水中航走体をより安全かつ効率的に揚収することができる。

【 0 0 1 4 】

請求項 9 に記載に対応した複数の水中航走体の揚収システムは、揚収手段を有した揚収船と、水底を探索するための複数の水中航走体と、揚収船の作業時間に集約して設定された揚収能力と、揚収能力に基づいて作成された揚収タイムスケジュールに則り、複数の水中航走体の揚収時刻が重ならないように水中航走体ごとに異ならせて決定した浮上時刻に従って、水面に浮上させ揚収する水中航走体を設定する揚収設定手段と、揚収設定手段による設定に基づいて水中航走体の水面への浮上を制御するとともに、水中航走体の水面への浮上に当たり、水中航走体の不要な通信機能及び/又は観測機能を停止させ、必要な通信機能及び/又は観測機能を作動させる浮上制御手段とを備えたことを特徴とする。

請求項 9 に記載の本発明によれば、安全かつ効率的に水中航走体の揚収作業を行うことができる。また、通信機能と観測機能を必要に応じて作動又は停止させることで、水中航走体の消費電力を削減することができる。

【 0 0 1 5 】

請求項 10 に記載の本発明は、複数の水中航走体は、揚収船による揚収を待機する間、水中で待機する待機モードを有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、水中は水上に比べて波浪の漂流力の影響を受けにくいいため、待機中に水中航走体が漂流してしまうことを防止できる。

【 0 0 1 6 】

請求項 11 に記載の本発明は、複数の水中航走体を管制する水面の近傍の水中を移動可能な水上管制体をさらに備えたことを特徴とする。

請求項 11 に記載の本発明によれば、水上管制体単独で、或いは揚収船と水上管制体の双方で水中航走体を管制することができるため、より安全かつ効率的に水中航走体の揚収作業を行うことができる。また、揚収を待つ水中航走体の待機位置を揚収船からより遠くに離すことができる。

【 0 0 1 7 】

請求項 12 に記載の本発明は、揚収設定手段が、複数の水中航走体を全て揚収した後、水上管制体を揚収船へ揚収する手順を設定する機能を有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、揚収する全ての水中航走体について、位置や通信状態を水上管制体で把握しながら揚収することができるため、揚収作業の効率及び安全性が向上する。

【 0 0 1 8 】

請求項 13 に記載の本発明は、揚収設定手段が、複数の水中航走体が、揚収船の存在する

10

20

30

40

50

位置を避けて待機することを設定する機能を有す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、待機中の水中航走体が揚収船に衝突することを防止できる。

【 0 0 1 9 】

請求項 1 4 に記載の本発明は、揚収設定手段が、複数の水中航走体が、水上管制体の存在する位置を避けて待機することを設定する機能を有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、待機中の水中航走体が水上管制体に衝突することを防止できる。

【 0 0 2 0 】

請求項 1 5 に記載の本発明は、浮上制御手段が、水面に浮上する水中航走体の航走機能を、水面への浮上前に停止させることを特徴とする。

10

請求項 1 5 に記載の本発明によれば、水面に存在する浮遊物や海草等が水中航走体のプロペラやスラスタ等に絡まったり損傷すること等を防止できる。

【 0 0 2 1 】

請求項 1 6 に記載の本発明は、水中航走体を気象海象を考慮した揚収能力及び/又は日照を考慮した揚収タイムスケジュールに従って揚収するための気象海象取得手段及び/又は日照取得手段を備えたことを特徴とする。

請求項 1 6 に記載の本発明によれば、より安全かつ効率的に水中航走体の揚収作業を行うことができる。

【 発明の効果 】

20

【 0 0 2 2 】

本発明の複数の水中航走体の揚収方法によれば、安全かつ効率的に水中航走体の揚収作業を行うことができる。また、通信機能と観測機能を必要に応じて作動又は停止させることで、水中航走体の消費電力を削減することができる。

【 0 0 2 3 】

また、複数の水中航走体は、揚収船による揚収を待機する間、水中で待機する場合には、水中は水上に比べて波浪の漂流力の影響を受けにくいいため、待機中に水中航走体が漂流してしまうことを防止できる。

【 0 0 2 4 】

また、水中航走体は、水中を回遊して待機する場合には、一箇所に留まるのが困難な水中航走体を所定の範囲内で待機させやすくなる。

30

【 0 0 2 5 】

また、複数の水中航走体を管制する水面の近傍を移動可能な水上管制体を、複数の水中航走体を全て揚収した後に揚収する場合には、揚収する全ての水中航走体について、位置や通信状態を水上管制体で把握しながら揚収することができるため、揚収作業の効率及び安全性が向上する。

【 0 0 2 6 】

また、複数の水中航走体は、揚収船の存在する位置を避けて待機する場合には、待機中の水中航走体が揚収船に衝突することを防止できる。

【 0 0 2 7 】

40

また、複数の水中航走体は、水上管制体の存在する位置を避けて待機する場合には、待機中の水中航走体が水上管制体に衝突することを防止できる。

【 0 0 2 8 】

また、水面に浮上する水中航走体の航走機能を、水面への浮上前に停止させる場合には、水面に存在する浮遊物や海草等が水中航走体のプロペラやスラスタ等に絡まったり損傷すること等を防止できる。

【 0 0 2 9 】

また、複数の水中航走体を水中から水面に浮上させ揚収するに当り、気象海象を考慮した揚収能力及び/又は日照を考慮した揚収タイムスケジュールに従って揚収する場合には、水中航走体をより安全かつ効率的に揚収することができる。

50

【 0 0 3 0 】

また、本発明の複数の水中航走体の揚収システムによれば、安全かつ効率的に水中航走体の揚収作業を行うことができる。また、通信機能と観測機能を必要に応じて作動又は停止させることで、水中航走体の消費電力を削減することができる。

【 0 0 3 1 】

また、複数の水中航走体は、揚収船による揚収を待機する間、水中で待機する待機モードを有する場合には、水中は水上に比べて波浪の漂流力の影響を受けにくいため、待機中に水中航走体が漂流してしまうことを防止できる。

【 0 0 3 2 】

また、複数の水中航走体を管制する水面の近傍の水中を移動可能な水上管制体をさらに備えた場合には、水上管制体単独で、或いは揚収船と水上管制体の双方で水中航走体を管制することができるため、より安全かつ効率的に水中航走体の揚収作業を行うことができる。また、揚収を待つ水中航走体の待機位置を揚収船からより遠くに離すことができる。

10

【 0 0 3 3 】

また、揚収設定手段が、複数の水中航走体を全て揚収した後、水上管制体を揚収船へ揚収する手順を設定する機能を有する場合には、揚収する全ての水中航走体について、位置や通信状態を水上管制体で把握しながら揚収することができるため、揚収作業の効率及び安全性が向上する。

【 0 0 3 4 】

また、揚収設定手段が、複数の水中航走体が、揚収船の存在する位置を避けて待機することを設定する機能を有する場合には、待機中の水中航走体が揚収船に衝突することを防止できる。

20

【 0 0 3 5 】

また、揚収設定手段が、複数の水中航走体が、水上管制体の存在する位置を避けて待機することを設定する機能を有する場合には、待機中の水中航走体が水上管制体に衝突することを防止できる。

【 0 0 3 6 】

また、浮上制御手段が、水面に浮上する水中航走体の航走機能を、水面への浮上前に停止させる場合には、水面に存在する浮遊物や海草等が水中航走体のプロペラやスラスタ等に絡まったり損傷すること等を防止できる。

30

【 0 0 3 7 】

また、水中航走体を気象海象を考慮した揚収能力及び/又は日照を考慮した揚収タイムスケジュールに従って揚収するための気象海象取得手段及び/又は日照取得手段を備えた場合には、より安全かつ効率的に水中航走体の揚収作業を行うことができる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 3 8 】

【 図 1 】 本発明の実施形態による複数の水中航走体の揚収システムの概略構成正面図

【 図 2 】 同複数の水中航走体の揚収システムの概略構成平面図

【 図 3 】 同揚収設定手段の構成例を示す図

【 図 4 】 同揚収船に水上管制体及び複数の水中航走体を載置した状態を示す図

40

【 図 5 】 同水中航走体の揚収作業を示す図

【 図 6 】 同揚収システムを用いた運用システムの概略構成図

【 図 7 】 同水中航走体の一例を示す外観斜視図

【 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 1 0 】 同水上管制体の制御ブロック図

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 3 9 】

以下に、本発明の実施形態による複数の水中航走体の揚収方法、及び複数の水中航走体の揚収システムについて説明する。

50

【 0 0 4 0 】

図 1 は複数の水中航走体の揚収システムの概略構成正面図、図 2 は複数の水中航走体の揚収システムの概略構成平面図である。

本実施形態による複数の水中航走体の揚収システムは、揚収船（母船）10と、水底を探查するための複数の水中航走体20と、水面の近傍の水中を移動可能であり水中航走体20を管制する水上管制体30と、揚収船10の揚収能力に基づいて水面に浮上させ揚収する水中航走体20を設定する揚収設定手段40と、揚収設定手段40による設定に基づいて水中航走体20の水面への浮上を制御する浮上制御手段201と、気象海象を考慮して水中航走体20を揚収するための気象海象取得手段50と、日照を考慮して水中航走体20を揚収するための日照取得手段60を備える。

10

揚収設定手段40、気象海象取得手段50、及び日照取得手段60は揚収船10に設けられ、浮上制御手段201は水中航走体20に設けられている。なお、揚収設定手段40は、水上管制体30に設けるなど、揚収船10以外に設けることもできる。また、揚収船（母船）10としては、揚収船と母船をそれぞれ別に構えて構成することもできる。

図 1 では、海洋や湖沼等において、調査（探査）作業を終えた複数の水中航走体20（第1水中航走体20A、第2水中航走体20B、第3水中航走体20C）と1台の水上管制体30を揚収船10に揚収する状態を示している。水中航走体20及び水上管制体30は、揚収船10に積載して調査水域まで運搬し、調査水域に投入されたものである。

水中航走体20及び水上管制体30は無人かつ無索で自律航走するロボットである。

水面の近傍に配置された水上管制体30の下面には、音響測位手段304及び通信手段305が設けられている。水上管制体30は、音響測位手段304を用いて水中航走体20の位置を測定すると共に、通信手段305を用いて水中航走体20と音響信号による双方向通信を行い、電波の届かない水中に在る複数の水中航走体20に対して音響信号を利用した管制を行っている。なお、図 1 において水上管制体30の下部から延びる点線は、水上管制体30から水中に向けて発信される音響信号の拡がりを示している。

20

【 0 0 4 1 】

揚収船10には、揚収手段（投入・揚収設備）70が設けられている。揚収手段70は一般船にも装備又は搭載可能なクレーンを含む設備であり、水中航走体20及び水上管制体30を投入及び揚収する機能を有している。これにより、水中航走体20と水上管制体30を同じ設備を用いて投入及び揚収することができる。

30

なお、揚収船10は、揚収手段70が常設された専用船であっても、揚収手段70を一時的に設置した非専用船であってもよい。

また、揚収船10の下面には、通信手段101が設けられている。揚収船10は通信手段101を用いて水中航走体20と音響信号による双方向通信を行うことができ、例えば、水上管制体30が水中航走体20と水中通信ができなくなった場合の予備的な役割や、水面近くまで浮上した水中航走体20との水中通信等に利用する。なお、図 1 において揚収船10の下部から延びる点線は、揚収船10から水中に向けて発信される音響信号の拡がりを示している。

【 0 0 4 2 】

水中航走体20には、揚収船10に揚収されるために浮上を開始する浮上時刻が揚収設定手段40を用いて水中への投入前に設定されている。各水中航走体20に設けられている浮上制御手段201は、浮上時刻に到達すると自機の浮上を開始させる。

40

浮上時刻は、各水中航走体20の揚収に要する時間を揚収船10の揚収能力から勘案して作成した揚収タイムスケジュールに則り、水中航走体20の揚収時間が重ならないように水中航走体20ごとに異ならせて決定する。これにより、浮上時刻に到達した水中航走体20から順に浮上させ、揚収船10に揚収手段70を用いて揚収することができる。

このように、水中航走体20を水中から揚収するにあたり、揚収船10の揚収能力に基づいて水中航走体20を順次水面に浮上させ揚収することで、安全かつ効率的に水中航走体20の揚収作業を行うことができる。

【 0 0 4 3 】

50

揚収船 10 に設けられた気象海象取得手段 50 は、水中航走体 20 の揚収が予定されている時間帯の気象海象情報を取得する。これにより、例えば、取得した気象海象情報を用いて揚収時における有義波高等を予測し、通常よりも波が高いことが予想される場合には 1 台あたりの水中航走体 20 の揚収予想時間を通常よりも長くした揚収タイムスケジュールとするなど、気象海象による影響を各水中航走体 20 の浮上時刻の設定に反映して揚収を行うことができる。

また、揚収船 10 に設けられた日照取得手段 60 は、水中航走体 20 の揚収が予定されている時間帯の日照情報を取得する。日照情報は天候等の影響も加味することが好ましいが、時間帯のみによって推定しても良い。また、気象海象取得手段 50 で取得した気象予報や雨雲等のレーダ情報を用いて日照情報を修正してもよい。また、浮上指示を直接する場合等には、日照取得手段 60 で日照を計測して日照情報としてもよい。これにより、例えば、取得した日照情報を用いて揚収時の外界の明るさを予測し、薄暗いなかでの作業が予想される場合には 1 台あたりの水中航走体 20 の揚収予想時間を通常よりも長くした揚収スケジュールとするなど、日照による影響を各水中航走体 20 の浮上時刻の設定に反映して揚収を行うことができる。

このように、複数の水中航走体を水中から水面に浮上させ揚収するにあたり、気象海象と日照の少なくとも一方を考慮して揚収することで、より安全かつ効率的に水中航走体 20 の揚収作業を行うことができる。

なお、気象海象取得手段 50 及び日照取得手段 60 は、本実施形態では揚収船 10 に設けているが、水上管制体 30 に設けるなど、揚収船 10 以外に設けることもできる。

【0044】

水中航走体 20 は、揚収船 10 による揚収を待機する間、水中で待機する待機モードを有する。

水中は水上に比べて波浪の漂流力の影響を受けにくいいため、水中航走体 20 を水中で待機させることにより、待機中に水中航走体 20 が漂流してしまうことを防止できる。なお、波浪の影響は深度が深くなるに従って、その影響度は低下して行く。

水中で待機する水中航走体 20 は、基本的にはより波浪の漂流力の影響を受けにくい水底近傍が待機位置となるが、地形や水中航走体 20 の性能等によっては水面近傍が待機位置となる場合もあり得る。

【0045】

また、水中航走体 20 は、水中における所定の回遊域 X で回遊しながら待機させることができる。これにより、航走型の水中航走体 20 など、一箇所に留まるのが困難な水中航走体 20 を所定の範囲内で待機させやすくなる。なお、回遊には、旋回や連続的又は不連続的な移動も含む。

図 1 では、水底近くに設定された回遊域 X を回遊しながら待機する第 2 水中航走体 20 B 及び第 3 水中航走体 20 C と、浮上時刻が到来したため回遊域 X を離れ水面の揚収位置へ向けて浮上する第 1 水中航走体 20 A を示している。

回遊域 X は基本的には水底近傍に設定されるが、地形や水中航走体 20 の性能等に応じて任意に設定が可能である。また、水中航走体 20 ごとに回遊域 X を異ならせて設定してもよい。

【0046】

また、揚収設定手段 40 は、水中航走体 20 に対して、揚収船 10 と水上管制体 30 の少なくとも一方が存在する位置を避けて待機するように設定する機能を有している。

これにより、待機中の水中航走体 20 が揚収船 10 又は水上管制体 30 に衝突することを防止できる。

【0047】

また、浮上制御手段 201 は、水面に浮上する水中航走体 20 の航走機能を、水中航走体 20 が水面に浮上する手前で停止させる。

水中航走体 20 は、浮上の際は浮上速度を高めるために航走機能をオンにしてプロペラやスラスタ等を駆動することが多いが、航走体 20 が水面に浮上する手前で航走機能を

10

20

30

40

50

オフにすることにより、水面に存在する浮遊物や海草等が水中航走体 20 のプロペラやスラスタ等に絡まったり、損傷すること等を防止できる。

【0048】

また、浮上制御手段 201 は、水中航走体 20 が水面へ浮上するにあたり、水中航走体 10 の不要な通信機能や観測機能を停止させ、必要な通信機能や観測機能を作動させる。

水中航走体 20 が揚収のために浮上するときには、観測ソナー等の水底探査のための観測機能は不要である。また、水面への浮上後は音響通信機能は機能できなくなるため不要である。そこで、不要になった時点で観測機能及び音響通信機能を停止させることで、水中航走体 20 の消費電力を削減することができる。特に観測ソナー等は消費電力が大きいため、観測機能の停止による消費電力の削減は効果的である。

また、水面に浮上した水中航走体 20 は、電波の送受信機能を有するアンテナを作動させ、通信機能を作動させることで、揚収船 10 や水上管制体 30 との電波通信が可能となる。なお、音響通信機能や電波通信機能は、常にオンの状態にしておいた場合でも水中航走体 20 の浮上や潜航に伴って自然に作動したり停止したりするが、必要に応じて通信機能をオンオフすることで、より一層消費電力を削減することができる。

【0049】

図 2 に示すように、揚収船 10 には、表示手段 701 が設けられている。表示手段 701 は、水中航走体 20 の揚収順序を表示するものであり、例えば電光掲示板、パソコンのモニター、又は水中航走体 20 に付された番号などである。なお、表示手段 701 が投入順序も表示するようにしてもよい。表示手段 701 を備えることにより、複数の水中航走体 20 の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。

【0050】

また、水上管制体 30 は、複数の水中航走体 20 を揚収している間は、揚収船 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 20 が衝突したり、水中航走体 20 の揚収作業の邪魔となったりすることがなく、かつ、揚収されていない水中航走体 20 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 20 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。

【0051】

図 3 は揚収設定手段の構成例を示す図である。

水中航走体 20 に対する揚収条件設定は、揚収設定手段 40 のモニター画面 80 に表示されたアイコンを選択すること等により行う。

図 3 には、設定対象とする水中航走体 20 の選択等に用いる水中航走体選択アイコン 801 と、水上管制体 30 の選択等に用いる水上管制体選択アイコン 802 と、揚収船 10 の揚収能力の設定等に用いる揚収能力設定アイコン 803 と、水中航走体 20 の揚収順位の設定に用いる揚収順位設定アイコン 804 と、水中航走体 20 の探査領域の設定に用いる探査領域設定アイコン 805 と、水中航走体 20 に対する直接的な浮上指示に用いる浮上指示アイコン 806 と、揚収設定手段 40 の作動状況や警告等を表示する表示アイコン 807 と、設定の初期化等に用いるリセットアイコン 808 が表示された状態を示している。

【0052】

揚収能力設定アイコン 803 にタッチすると別画面が開き、揚収能力の設定が可能となる。揚収能力とは、揚収船 10 が水中航走体 20 を揚収する能力であり、揚収手段 70 の動作時間、水中航走体 20 を捕捉するのに要する時間、揚収船 10 の移動速度等の揚収船 10 の性能、また、揚収に携わる人員数、気象海象状況等を基に作業時間に集約して設定する。または、動作時間や捕捉するのに要する時間以外の移動速度、人員数、気象海象状況等は、揚収設定手段 40 に予め保有した時間変換機能を利用して作業時間に集約して設定する。

揚収能力の設定後、各水中航走体 20 の浮上後の揚収に要する時間が揚収能力に基づい

10

20

30

40

50

て導出され、各水中航走体 20 の揚収順位と浮上時間が割り振られた揚収タイムスケジュールが作成される。この作成された揚収タイムスケジュールに従って、各水中航走体 20 に対して揚収順位と浮上時刻が設定される。

なお、水中航走体 20 の揚収順位は、揚収順位設定アイコン 804 を用いて任意に設定することも可能である。

【0053】

水中航走体選択アイコン 801 は、調査水域に投入する水中航走体 20 の数と対応し、本実施形態では、第 1 水中航走体 20 A を選択する第 1 水中航走体選択アイコン 801 A、第 2 水中航走体 20 B を選択する第 2 水中航走体選択アイコン 801 B、及び第 3 水中航走体 20 C を選択する第 3 水中航走体選択アイコン 801 C からなる。

いずれかの水中航走体選択アイコン 801 がタッチされると、探査領域設定アイコン 805 が機能可能となり、選択した水中航走体 20 に対する探査領域の設定として、複数のウェイポイント（深度・位置）の設定（待機モード時に通過するウェイポイントの設定も含む）が可能となる。ウェイポイントの設定は、手動入力も、読込手段を介した一括した読み込みでの入力も可能である。

また、次に設定を行う別の水中航走体 20 の探査領域は、先に探査領域が設定された水中航走体 20 のウェイポイントと時刻が重ならないように、また近付いても所定の距離を保てるように、ウェイポイントと時刻に幅を持たせて設定される。仮にウェイポイントが手動入力で危うい設定がされた場合は、表示アイコン 807 に警告が表示される（待機モード時も同様）。

なお、水中航走体 20 の探査領域は、後述の探査条件設定手段 206 を用いて設定することも可能である。また、所定の距離は水中航走体 20 のそれぞれの航走速度や寸法等に基づいて決められる。

【0054】

水上管制体 30 は、水中航走体 20 を管制する役割を果たすため、投入順位は最初に、揚収順位は最後になるように自動設定される。

このように、揚収設定手段 40 が、複数の水中航走体 20 が全て揚収された後に水上管制体 30 が揚収される手順を設定する機能を有することで、揚収する全ての水中航走体 20 について、位置や通信状態を水上管制体 30 で把握しながら揚収することができるため、揚収作業の効率及び安全性が向上する。

【0055】

水中航走体 20 に対しては、待機モード時も含めたウェイポイントの設定の後、浮上時刻の設定により自動的に順次浮上を指示することができるが、水中航走体選択アイコン 801 と浮上指示アイコン 806 を操作することにより、任意の水中航走体 20 に対して浮上を直接指示することも可能である。

但し、任意の水中航走体 20 に対して浮上を直接指示した場合も、次の水中航走体 20 の浮上時刻は、自動的に順次浮上を指示する場合と同様に、揚収能力設定アイコン 803 を用いて設定した揚収能力に基づいて決定される。

【0056】

また、誤入力等により設定を部分的に間違えた場合は、リセットアイコン 808 を操作することにより、修正及び再入力が可能となる。また、リセットアイコン 808 を長押しすることで、全ての設定をリセットすることができる。

【0057】

図 4 は揚収船に水上管制体及び複数の水中航走体を載置した状態を示す図、図 5 は水中航走体の揚収作業を示す図である。

揚収船 10 は、水中航走体 20 を載置する水中航走体用載置台 702 と、水上管制体 30 を載置する水上管制体用載置台 703 を備える。水中航走体用載置台 702 の下部には入替手段 704 が設けられ、水上管制体用載置台 703 の下部には入替手段 705 が設けられている。

本実施形態では、入替手段 704、705 をキャスターとしている。水中航走体 20 及

10

20

30

40

50

び水上管制体 30 の揚収順序に従って、入替手段 704、705 により、水中航走体用載置台 702 と水上管制体用載置台 703 との揚収手段 70 に対する位置関係を入れ替えることができる。これにより、複数の水中航走体 20 及び水上管制体 30 を安定して載置及び入れ替えし、揚収作業をスムーズに行うことができる。図 5 では、第 2 水中航走体 20 B の揚収作業を行うにあたり、揚収船 10 上の所定位置に水中航走体用載置台 702 が配置された状態を示している。

なお、入替手段 704、705 は、水中航走体用載置台 702 と水上管制体用載置台 703 を移動させて揚収手段 70 に対する位置関係を入れ替えるロボットアームやコンベヤ等であってもよい。

【0058】

図 6 は揚収システムを用いた運用システムの概略構成図、図 7 は水中航走体の一例を示す外観斜視図である。

図 6 では、海洋や湖沼等において、調査水域に 1 台の水上管制体 30 を進水させ、複数の水中航走体 20 を投入し、水底を探查することにより鉱物資源やエネルギー資源、熱水鉱床等の調査作業を行う状態を示している。

【0059】

水上管制体 30 には、洋上中継器 (ASV: Autonomous Surface Vehicle) を用いている。水上管制体 30 は、端部が半球面となった筒型の本体 30a と、本体 30a の上面に延設された垂直翼 30b とを備える。揚収船 10 から調査水域に進水させた水上管制体 30 は、本体 30a が水中に没して垂直翼 30b の上部を水面上に突き出した状態で用いられる。垂直翼 30b の上部には、GPS 等の自己位置把握手段 301 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 302 が搭載されている。水上管制体 30 は、自己位置把握手段 301 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 302 を用いて揚収船 10 との通信を行うことができる。

また、本体 30a の後部には舵及びプロペラを有する移動手段 303 が設けられており、水上管制体 30 は移動手段 303 によって水面の近傍を移動することができる。

また、本体 30a の下面には、音響測位手段 304 及び通信手段 305 が設けられている。通信手段 305 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。水上管制体 30 は、音響測位手段 304 を用いて水中航走体 20 の位置を測定すると共に、通信手段 305 を用いて水中航走体 20 と音響信号による双方向通信を行い、水中航走体 20 を管制している。水上管制体 30 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、水上管制体 30 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体 30 が管制する管制領域 Y としている。

揚収船 10 が水中航走体 20 を管制することもできるが、水上管制体 30 を用いることで、水上管制体 30 単独で、或いは揚収船 10 と水上管制体 30 の双方で水中航走体 20 を管制することができるため、より安全かつ効率的に水中航走体 20 の揚収作業を行うことができる。また、揚収を待つ水中航走体 20 の待機位置を揚収船 10 からより遠くに離すことができる。

【0060】

水中航走体 20 には、水上管制体 30 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。水上管制体 30 は複数の水中航走体 20 に対して音響信号を用いて管制するので、水上管制体 30 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体 30 の移動が制限されたりすることがない。

水中航走体 20 は、舵や推進器などの航走手段 202 とバラスト (重り) 203 を備えており、水中を航走及び潜航することができる。

水中航走体 20 には、自機の位置の測定に用いる自機測位手段 204 と、揚収船 10 又は水上管制体 30 との音響信号又は電波信号による双方向通信を行う通信手段 205 と、

10

20

30

40

50

水上管制体 30 の音響測位手段 304 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 205 は、音波の送受波器と、電波の送受波器（アンテナ）を有する。

水中航走体 20 は、水上管制体 30 による測位が所定回数失敗した場合や、水上管制体 30 との通信に所定回数失敗した場合などは、緊急浮上させて揚収船 10 に回収することができる。

第 1 水中航走体 20A はホバリング型であり、第 2 水中航走体 20B 及び第 3 水中航走体 20C よりも航走速度を遅くすることができる。また、第 1 水中航走体 20A は垂直スラスタや水平スラスタを有し、第 2 水中航走体 20B 及び第 3 水中航走体 20C 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を担う。第 1 水中航走体 20A には、観測手段 213 として、水底の映像撮影を行うための撮像手段 213A が設けられている。撮像手段 213A は、例えば照明を備えたカメラである。

10

図 7(a) は第 2 水中航走体 20B の上方斜視図、図 7(b) は第 2 水中航走体 20B の下方斜視図である。第 2 水中航走体 20B は航走型であり、第 1 水中航走体 20A 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を担う。

第 2 水中航走体 20B には、観測手段 213 として、水底の地形の調査を行う地形調査手段 213B と水底下の地層の調査を行う地層調査手段 213C が設けられている。地形調査手段 213B 及び地層調査手段 213C は、例えばソナーである。

20

また、第 2 水中航走体 20B は、舵や推進器などの航走手段 202 と、バラスト 203 を備えている。バラスト 203 は、第 2 水中航走体 20B から切り離し可能に取り付けられている。

なお、第 3 水中航走体 20C も基本的には第 2 水中航走体 20B と同様の構成である。

【0061】

次に、水中航走体 20 の制御について、図 8 及び図 9 を用いて説明する。

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

水中航走体 20 は、浮上制御手段 201、航走手段 202、バラスト 203、自機測位手段 204、通信手段 205、探査条件設定手段 206、深度計 207、探査ミッション遂行手段 208、伝送手段 209、記録手段 210、航走速度設定部 211、航走制御部 212、観測手段 213、揚収条件記憶部 214、及び回遊域判断部 215 を備える。

30

通信手段 205 は、音響通信のための音波送受波器 205A と、電波通信のための電波送受波器（アンテナ）205B を有する。

探査ミッション遂行手段 208 は、深度制御部 208A、潜航制御部 208B、位置推定部 208C、時刻管理部 208D、ミッション制御部 208E を有する。

航走制御部 212 は、管制領域判断部 212A を有する。

【0062】

揚収船 10 に乗船しているオペレーターは、水中航走体 20 を揚収船 10 から探査水域に投入する前に、揚収設定手段 40 を用いて、水中航走体 20 に対して、浮上時刻及び揚収順位を入力することにより揚収条件の設定を行うと共に、探査ミッション、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い、また、航走速度設定部 211 を用いて、水中航走体 20 に対して航走速度を設定する（ステップ 1）。設定した揚収条件は、揚収条件記憶部 214 に記憶される。

40

なお、水中航走体 20 に設けられている探査条件設定手段 206 を用いて、探査条件設定に必要な情報を入力することもできる。また、複数の水中航走体 20 に対して揚収設定手段 40 又は探査条件設定手段 206 を用いて設定される揚収条件等は、揚収船 10 からの指示を水上管制体 20 を介して、又は水上管制体 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。

【0063】

ステップ 1 の後、揚収手段（投入・揚収設備）70 を用いて、複数の水中航走体 20 を

50

投入順序に従って水中に投入する（ステップ２）。

水中航走体２０の投入に先立って進水させていた水上管制体３０は、投入された水中航走体２０の管制を開始する。

【００６４】

ステップ２の後、投入された水中航走体２０は、ステップ１で設定された探査領域の深度まで潜航する（ステップ３）。

潜航は航走手段２０２及びバラスト２０３を用いて行うが、航走手段２０２を停止してバラスト２０３の重さのみによって潜航した場合には、燃料を節約することができる。

潜航にあたって各水中航走体２０は、深度計２０７及び自機測位手段２０４を用いて自機の深度及び位置を測定し、深度制御部２０８Ａ、潜航制御部２０８Ｂ及び位置推定部２０８Ｃを有する探査ミッション遂行手段２０８が、設定された探査領域の深度等に従って航走制御部２１２を制御する。航走制御部２１２は、探査ミッション遂行手段２０８による制御と航走速度設定部２１１で設定された航走速度に従って航走手段２０２を制御する。

自機測位手段２０４による自機位置の測定は、例えば、速度センサ及びジャイロセンサを搭載し、自機の速度及び加速度を検出して算出することにより行う。

【００６５】

ステップ３の後、設定された探査深度に達した水中航走体２０は航走を開始する（ステップ４）。

設定された探査深度で航走を開始した各水中航走体２０は、自機測位手段２０４を用いて自機の位置を測定し、探査ミッション遂行手段２０８に送信する。探査ミッション遂行手段２０８は、ステップ１で設定された探査領域を水中航走体２０が航走するように航走制御部２１２を制御する。航走制御部２１２は、探査ミッション遂行手段２０８による制御と航走速度設定部２１１で設定された航走速度に従って航走手段２０２を制御する。これにより、水中航走体２０は探査領域を航走する（ステップ５）。

時刻を管理する時刻管理部２０８Ｄを有する探査ミッション遂行手段２０８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２０と航走軌跡が同時刻に重ならないように航走制御部２１２を制御する。

【００６６】

航走制御部２１２は、探査ミッション遂行手段２０８から受信した自機の推定位置、深度及び水上管制体３０との通信状態に基づいて、航走手段２０２を制御して水上管制体３０の管制領域Ｙ内で水中航走体２０を航走させる（ステップ６）。通信状態は、通信手段２０５を用いて水上管制体３０との通信状態を測定し、測定結果を探査ミッション遂行手段２０８に送信し、探査ミッション遂行手段２０８が例えばシグナル/ノイズ比（Ｓ/Ｎ比）で把握する。

また、航走制御部２１２は、管制領域判断部２１２Ａを有し、自機の推定位置及び水上管制体３０との通信状態に基づいて、自機が管制領域Ｙ内に位置するか否かを定期的に判断する（ステップ７）。

【００６７】

ステップ７において、自機が管制領域Ｙ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８）。

ステップ８では、探査ミッション遂行手段２０８のミッション制御部２０８Ｅが、第１水中航走体２０Ａに設けられた撮像手段２１３Ａ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２０８Ｅが、第２水中航走体２０Ｂに設けられた地形調査手段２１３Ｂ及び地層調査手段２１３Ｃ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２１０に記録される。また、伝送手段２０９で符号化等の処理が行われた後に通信手段２０５を用いて水上管制体３０へ送信される（ステップ９）。

【００６８】

10

20

30

40

50

ステップ9の後、探査ミッション遂行手段208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する(ステップ10)。

【0069】

ステップ10の後、浮上制御手段201は、設定された浮上時刻に到達したか否かを判断する(ステップ11)。

【0070】

ステップ11において、浮上時刻に到達したと判断した場合には、浮上制御手段201は、自機を浮上させる(ステップ12)。

浮上制御手段201は、水中航走体20が水面へ浮上するにあたり、観測手段213の観測機能と音波送受波器205Aの通信機能を停止させ、電波送受波器205Bの通信機能を作動させる。

10

【0071】

ステップ11において、浮上時刻に到達していないと判断した場合には、浮上制御手段201は自機を水中で待機させる待機モードに移行する(ステップ13)。

【0072】

ステップ13の後、浮上制御手段201は、自機を予め設定されている回遊域Xへ移動させ、自機が回遊域X内に存在するか否かを判断する回遊域判断部217の判断に従って回遊域X内を回遊させる(ステップ14)。なお、自機が予め設定されている回遊域Xに存在している場合は、回遊に移行する。

また、航走制御部212は、探査ミッション遂行手段208から受信した自機の推定位置、深度及び水上管制体30との通信状態に基づいて航走手段202を制御し、回遊域X内を回遊する水中航走体20を水上管制体30の管制領域Y内で航走させる(ステップ15)

20

【0073】

また、ステップ7において、自機が管制領域Y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208は、所定の待ち時間が経過しても管制領域Y内にいないことが継続した場合は、探査続行不可能と判断し、ステップ12に移行して自機を浮上させる。

なお、浮上させる前に、自機測位手段204による測位結果等に基づいて、位置推定部208Cによる自機の位置推定を行い、管制領域Y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。

30

また、ステップ10の後、浮上時刻に到達していない場合であっても、揚収設定手段40の浮上指示アイコン806を用いて浮上指示がなされた場合は、ステップ12に移行して自機を浮上させる。

【0074】

図10は水上管制体の制御ブロック図である。

水上管制体30は、自己位置把握手段301、海上通信手段302、移動手段303、音響測位手段304、通信手段305、管制設定部306及び移動制御手段307を備える。

移動制御手段307は、数管理部307A、待機制御部307B、位置推定部307C、航走記録部307D及び管制判断部307Eを有する。

40

【0075】

揚収船10に乗船しているオペレーターは、水上管制体30を揚収船10から調査水域に進水させる前に、管制設定部306を用いて、水上管制体30に対して、水上管制体30の移動範囲、管制すべき水中航走体20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。

調査水域に進水した水上管制体30は、後から投入された水中航走体20に対する管制を開始する。まず、音響測位手段304を用いて複数の水中航走体20のそれぞれの位置を測定し、測位結果を移動制御手段307に送信する。

また、通信手段305を用いて複数の水中航走体20のそれぞれとの通信状態を測定し、測定結果を移動制御手段307に送信する。通信状態は、例えばシグナル/ノイズ比(S

50

/N比)で把握する。

移動制御手段307は、受信した測位結果と通信状態の測定結果に基づいて、複数の水中航走体20のそれぞれの航走経路を時刻とともに航走記録部307Dに記録する。

【0076】

数管理部307Aは、管制設定で入力された水中航走体20の数と、航走経路が記録された水中航走体20の数とを比較し、管制すべき水中航走体20の全数が管制領域Y内に位置するか否かを判断する。

管制すべき水中航走体20の数と航走経路が記録された水中航走体20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20の全数が管制領域Y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307Eに送信する。

10

【0077】

一方で、数管理部307Aが、管制すべき水中航走体20の数よりも航走経路が記録された水中航走体20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20の一部又は全数が管制領域Yを外れたと判断した場合には、位置推定部307Cは、航走記録部307Dに記録された水中航走体20の航走経路に基づいて、管制領域Yを外れた水中航走体20が存在する方向を推定する。

また、待機制御部307Bは、水中航走体20が管制領域Y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。

所定時間経過していないと判断した場合には、管制すべき水中航走体20の全てが管制領域Y内にいるか否かを再度判断する。

20

また、所定時間経過したと判断した場合には、待機制御部307Bは、判断結果を管制判断部307Eに送信すると共に、水上管制体30の移動を開始するように指示する。これにより移動手段303が動作して水上管制体30が移動する。

管制すべき水中航走体20の一部又は全数が管制領域Yを外れたと判断した場合であっても、管制領域Yを外れた水中航走体20が自ら管制領域Y内に戻ってくる可能性や、実際には管制領域Y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Y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、水上管制体30を移動するに当り、水中航走体20が管制領域Yを外れたことを検出してから所定時間待機し、その間に判断を所定回数繰り返すことで、水上管制体30が無用に動くことを低減できる。これにより、水上管制体30のエネルギーの浪費や、管制領域Y内に位置する水中航走体20が管制領域Yから外れてしまうことを防止できる。

30

また、位置推定部307Cが、航走記録部307Dに記録された水中航走体20の航走経路に基づいて、管制領域Yを外れた水中航走体20が存在する方向を推定し、移動制御手段307がこの推定結果に基づいて移動手段303を制御することで、水上管制体30の管制精度や移動効率を向上させ、管制領域Yから外れた水中航走体20を管制領域Y内により早く戻すことができる。

【0078】

管制判断部307Eは、数管理部307A又は待機制御部307B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。

この際、数管理部307A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20の数と航走経路が記録された水中航走体20の数が同じ場合には、管制設定を変更しない。

40

また、数管理部307A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20の数よりも航走経路が記録された水中航走体20の数が多い場合には、管制設定部306は、管制領域Yに戻った水中航走体20を含めた管制設定に変更する。これにより、管制領域Yに戻った水中航走体20を含めて管制を継続することができる。

また、待機制御部307Bから判断結果を受信した場合、すなわち管制領域Yを外れた水中航走体20があるとの判断結果を受信した場合には、管制設定部306は、管制領域Yを外れた水中航走体20を除いた管制設定に変更する。これにより、管制領域Yを外れた水中航走体20を除いて管制を継続することができる。

50

【産業上の利用可能性】

【0079】

本発明の複数の水中航走体の揚収方法、及び複数の水中航走体の揚収システムは、複数の水中航走体を用いた水底探査において、水中航走体の揚収作業を安全かつ効率的に行うことができる。

【符号の説明】

【0080】

- 10 揚収船
- 20 水中航走体
- 201 浮上制御手段 10
- 30 水上管制体
- 40 揚収設定手段
- 50 気象海象取得手段
- 60 日照取得手段
- 70 揚収手段（投入・揚収設備）

20

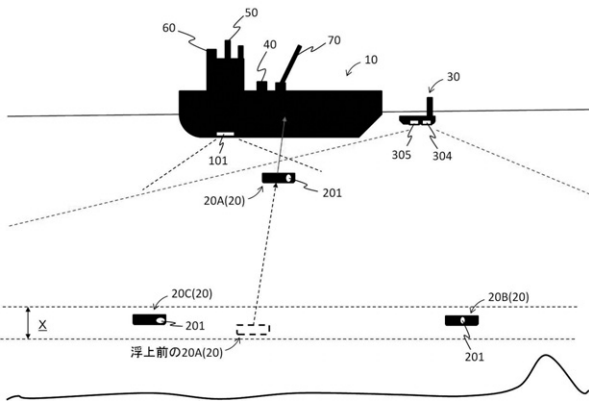
30

40

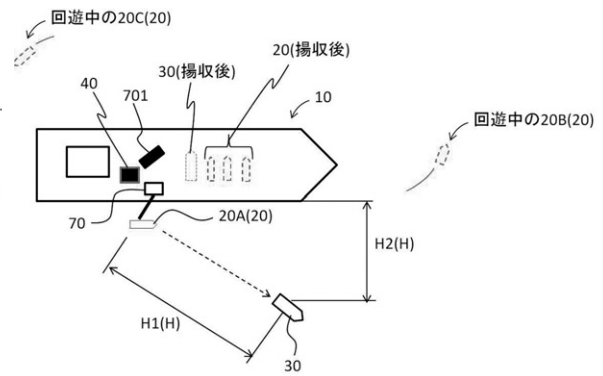
50

【図面】

【図 1】

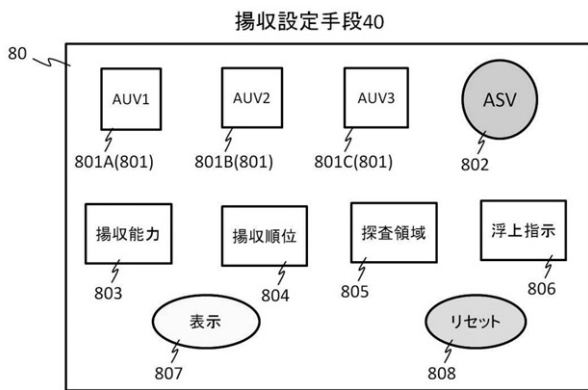


【図 2】

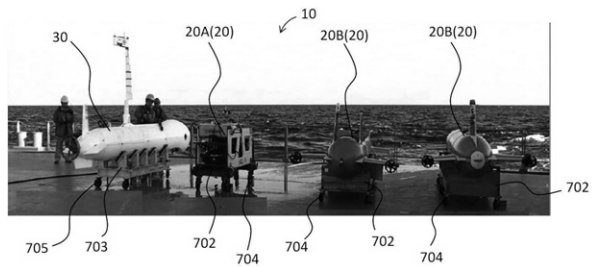


10

【図 3】



【図 4】



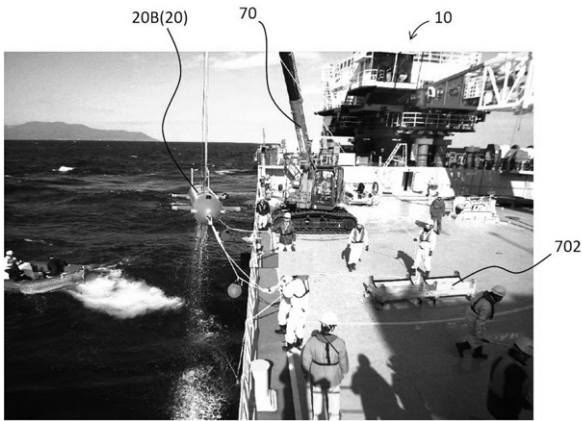
20

30

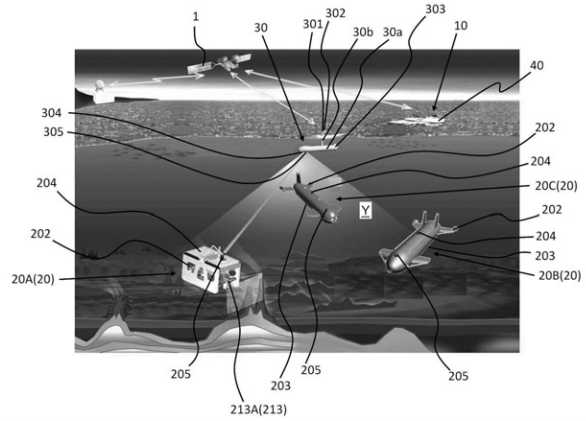
40

50

【 図 5 】

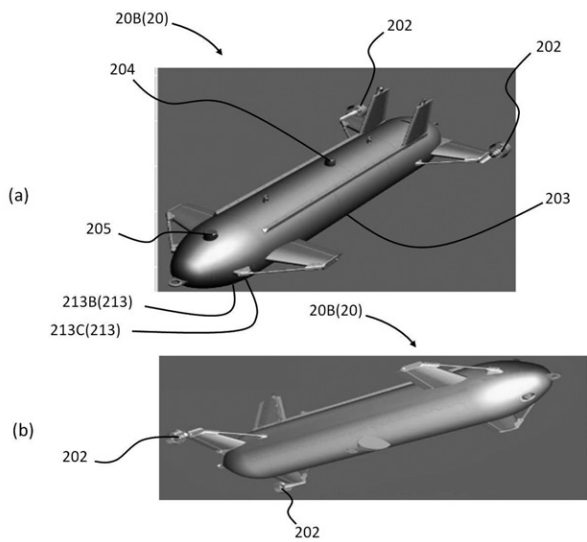


【 図 6 】

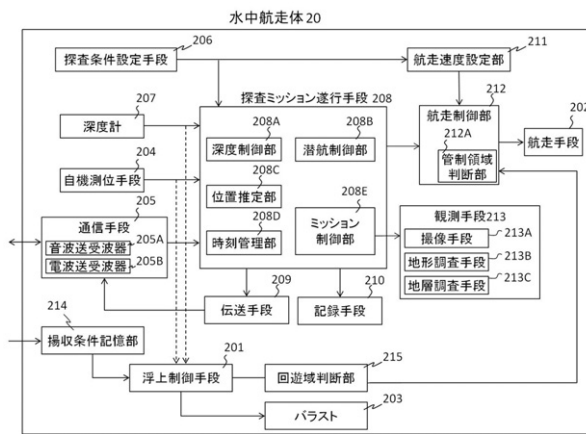


10

【 図 7 】



【 図 8 】



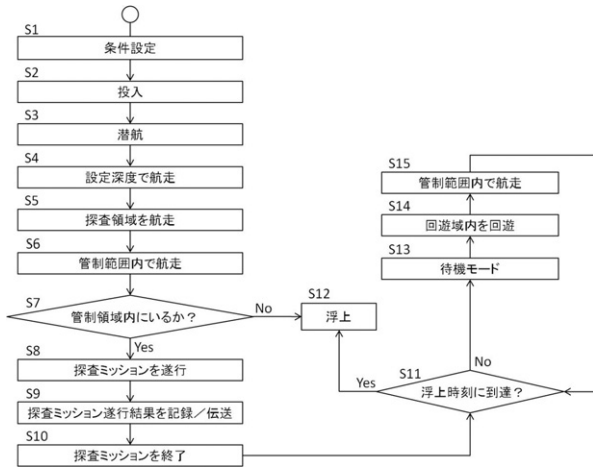
20

30

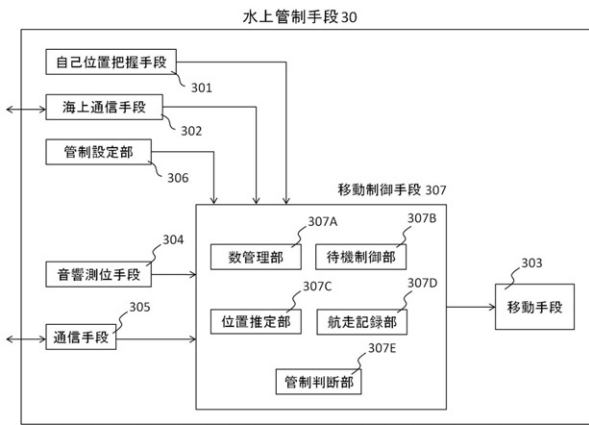
40

50

【 図 9 】



【 図 10 】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

研究所内

(72)発明者 大和 裕幸

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

審査官 渡邊 義之

(56)参考文献 特開2007-1565(JP,A)

特開2001-308766(JP,A)

特開2009-208511(JP,A)

特開2002-145187(JP,A)

(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)

B63C 11/00

B63C 11/48

B63B 49/00