

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5813090号
(P5813090)

(45) 発行日 平成27年11月17日(2015.11.17)

(24) 登録日 平成27年10月2日(2015.10.2)

(51) Int.Cl.		F I	
B 6 3 B	22/00	(2006.01)	B 6 3 B 22/00 C
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 G	8/14	(2006.01)	B 6 3 G 8/14
G 0 5 D	1/00	(2006.01)	G 0 5 D 1/00 A

請求項の数 6 (全 18 頁)

(21) 出願番号	特願2013-273201 (P2013-273201)	(73) 特許権者	000006208
(22) 出願日	平成25年12月27日(2013.12.27)		三菱重工業株式会社
(65) 公開番号	特開2015-127178 (P2015-127178A)		東京都港区港南二丁目16番5号
(43) 公開日	平成27年7月9日(2015.7.9)	(74) 代理人	100112737
審査請求日	平成27年2月26日(2015.2.26)		弁理士 藤田 考晴
早期審査対象出願		(74) 代理人	100118913
			弁理士 上田 邦生
		(72) 発明者	浅野 陽一郎
			東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重工業株式会社内
		審査官	川村 健一
		(56) 参考文献	特表2009-527763 (JP, A)
)
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 位置取得装置、水中航走体、位置取得装置の運用方法及び水中航走体の運用方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

G P S用アンテナと、G P S受信機と、第1の音響通信モデムと、浮力体とを有し、ケーブルによって、水中航走体に回収可能な通信パイと、

前記水中航走体に搭載される第2の音響通信モデムを有する本体部と、

を備え、

前記通信パイは、

前記G P S用アンテナと、前記G P S受信機と、前記浮力体とを有するアンテナ部と、

前記第1の音響通信モデムを有する制御部と、

を備え、

前記アンテナ部と前記制御部とが通信ケーブルで結ばれており、

前記G P S用アンテナ及び前記G P S受信機で前記通信パイの現在位置情報を取得し、前記通信パイの前記現在位置情報に関する情報の通信を前記第1の音響通信モデムと前記第2の音響通信モデムとの間で行い、前記水中航走体の位置を取得することを特徴とする位置取得装置。

【請求項2】

前記通信パイは、通信衛星送受信機を備え、前記通信衛星送受信機と通信衛星とが双方向通信することを特徴とする請求項1に記載の位置取得装置。

【請求項3】

請求項1又は2に記載の位置取得装置を具備していることを特徴とする水中航走体。

【請求項 4】

G P S用アンテナと、G P S受信機と、第 1 の音響通信モデムと、浮力体とを有し、ケーブルによって、水中航走体に回収可能な通信プイと、前記水中航走体に搭載される第 2 の音響通信モデムを有する本体部とを備え、前記通信プイは、前記 G P S用アンテナと、前記 G P S受信機と、前記浮力体とを有するアンテナ部と、前記第 1 の音響通信モデムを有する制御部とを備え、前記アンテナ部と前記制御部とが、通信ケーブルで結ばれている位置取得装置の運用方法であって、

前記 G P S用アンテナ及び前記 G P S受信機で前記通信プイの現在位置情報を取得し、前記通信プイの前記現在位置情報に関する情報の通信を前記第 1 の音響通信モデムと前記第 2 の音響通信モデムとの間で行い、前記水中航走体の位置を取得することを特徴とする位置取得装置の運用方法。

10

【請求項 5】

前記通信プイは、通信衛星送受信機を備え、前記通信衛星送受信機と通信衛星とが双向通信することを特徴とする請求項 4 に記載の位置取得装置の運用方法。

【請求項 6】

水中航走体に具備される位置取得装置が、請求項 4 又は 5 に記載の位置取得装置の運用方法で運用されることを特徴とする水中航走体の運用方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、水中航走体に搭載される位置取得装置、水中航走体、位置取得装置の運用方法及び水中航走体の運用方法に関するものである。

20

【背景技術】

【0002】

水中を航走する水中航走体 10 が自己位置を計測する方法としては、I N S（慣性航法装置）、D V L（対地速度計）又は方位計等を用いる方法があり、これにより、航走した経路を算出できる。

なお、水中航走体に搭載される位置取得装置としては、例えば、特許文献 1 に開示されたものが知られている。

【先行技術文献】

30

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開平 5 - 1 3 1 9 7 8 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

I N S は、ジャイロや加速度計で測定しながら、積分によって、水中航走体の速度や移動距離を算出するものであるが、実際の位置と算出された位置との差が時間とともに増大するという問題がある。また、D V L は、海底地形に対して、ドップラー効果によって対地速度を測定するものであるが、時間経過とともに測定誤差が大きくなっていく。さらに、D V L は、音響ビームが海底に届かない深深度海域では用いることができない。方位計は、水中航走体の方位を測定できるが、海潮流によって水中航走体が流されていることまでは測定できない。

40

【0005】

そして、I N S、D V L 及び方位計を組み合わせて使用したとしても、水中航走体の絶対位置を取得して誤差を修正する必要がある。そのため、水中航走体は、G P S 信号によって絶対座標系を計測しなければならない。また、目的まで正確に航走させるためには、頻りに G P S 信号を受信しなければならない。

【0006】

しかし、G P S アンテナを海上に出すため、水中航走体が海面付近まで浮上するとした

50

場合、浮上動作によって、水中航走体のエネルギーと時間を浪費することになる。また、水中航走体の海面付近への浮上は、海面の気象が安定していることが前提となる。荒天の状況下では、水中航走体が大きく動揺し波を被るため、GPSアンテナによってGPS信号を受信することが困難であり、絶対位置を取得できない。

【0007】

なお、上記特許文献1に開示されたものでは、水面上に浮上させたブイ15を水中航走体1で回収することができず使い捨てとなり、また、ブイ15の個数にも限りがある。そのため、運用コストが増大し、経済性に劣るとともに、水中航走体1が想定外の潮流により流されて測位回数が想定外の回数に達してしまった場合にはブイ15の個数が足りなくなり、水中航走体1を目標地点Bに到達させることができなくなってしまうおそれがある。

10

【0008】

本発明は、上記課題を解決するためになされたものであり、運用コストを低減させることができ、水中航走体を確実に目標地点に到達させることができる位置取得装置、水中航走体、位置取得装置の運用方法及び水中航走体の運用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】

【0009】

本発明は、上記課題を解決するため、以下の手段を採用した。

本発明に係る水中航走体に搭載される位置取得装置は、GPS用アンテナと、GPS受信機と、第1の音響通信モデムと、浮力体とを有し、ケーブルによって、水中航走体に回収可能な通信ブイと、前記水中航走体に搭載される第2の音響通信モデムを有する本体部とを備え、前記GPS用アンテナ及び前記GPS受信機で前記通信ブイの現在位置情報を取得し、前記通信ブイの前記現在位置情報に関する情報の通信を前記第1の音響通信モデムと前記第2の音響通信モデムとの間で行い、前記水中航走体の位置を取得することを特徴とする。

20

【0010】

この構成によれば、例えば、リールを正回転させることによりリールからケーブルを繰り出して、通信ブイを水面に浮上させることができ、リールを逆回転させることによりリールにケーブルを巻き取って、通信ブイを回収することができる。すなわち、1つの通信ブイを何度でも水面に浮上させ、かつ、回収することができる。これにより、運用コストを低減させることができ、水中航走体を確実に目標地点に到達させることができる。

30

【0011】

また、水面には、水中航走体に比べて慣性質量及び容積が非常に小さく、波浪の影響を受けにくい（波浪の動きに追従しやすい）通信ブイのみが漂うことになるので、通信衛星、GPS衛星や航空機、艦船等との通信時における通信の安定化を図ることができる。

【0012】

さらに、通信ブイを水面に浮上させるだけで、水中航走体は一定の深度で航走させたまま通信ブイ（すなわち、水中航走体）の現在位置情報を取得することができる。これにより、水中航走体を水面あるいは水面近くまで浮上させる必要がなくなり、浮上のためのエネルギー、時間ロスが必要なくなる。その結果、水中航走体の航続距離を増大させることができる。

40

なお、リアルタイムかつ時系列的に取得された通信ブイの現在位置情報、及び、通信ブイと水中航走体との距離に基づいて、水中航走体や海潮流の速度を算出できる。その結果、実際の経路と計画経路との差が分かるため、次の通過経路点（WAY POINT）等の目標地点までの経路を修正できる。

【0013】

上記発明において、前記通信ブイは、前記GPS用アンテナと、前記GPS受信機と、前記浮力体とを有するアンテナ部と、前記第1の音響通信モデムを有する制御部とを備え、前記アンテナ部と前記制御部とが通信ケーブルで結ばれてもよい。

【0014】

50

この構成によれば、通信ブイ（すなわち、アンテナ部及び制御部）を浮上させた後、制御部を数m～10m程度吊下させることで、通信ブイのアンテナ部のみを水面に浮上させられることになる。

すなわち、通信ケーブルを繰り出すことで、水面には、通信ブイに比べて慣性質量及び容積が小さく、通信ブイよりも波浪の影響を受けにくい（波浪の動きに追従しやすい）通信ブイのアンテナ部のみが漂うことになるので、水中航走体と制御部との音響通信時に発生する周波数変調を低減させることができ、通信衛星、GPS衛星や航空機、艦船等との通信時における通信の安定化をさらに図ることができる。

【0015】

上記構成において、前記通信ブイは、通信衛星送受信機を備えてもよく、前記通信衛星送受信機と通信衛星とが双方向通信してもよい。

10

【0016】

この構成によれば、収集・蓄積されたステータスデータや観測データなどを本体部の第2の音響通信モデムから、通信ブイに搭載された第1の音響通信モデムへ送信し、通信衛星用送受信機から、通信衛星を経由して陸上施設や艦船、航空機等へデータを伝送することも可能である。

【0017】

本発明に係る水中航走体は、上記いずれかの水中航走体に搭載される位置取得装置を具備している。

【0018】

20

本発明に係る水中航走体に搭載される位置取得装置の運用方法は、GPS用アンテナと、GPS受信機と、第1の音響通信モデムと、浮力体とを有し、ケーブルによって、水中航走体に回収可能な通信ブイと、前記水中航走体に搭載される第2の音響通信モデムを有する本体部とを備える位置取得装置の運用方法であって、前記GPS用アンテナ及び前記GPS受信機で前記通信ブイの現在位置情報を取得し、前記通信ブイの前記現在位置情報に関する情報の通信を前記第1の音響通信モデムと前記第2の音響通信モデムとの間で行い、前記水中航走体の位置を取得することを特徴とする。

【0019】

上記発明において、前記通信ブイは、前記GPS用アンテナと、前記GPS受信機と、前記浮力体とを有するアンテナ部と、前記第1の音響通信モデムを有する制御部とを備え、前記アンテナ部と前記制御部とが通信ケーブルで結ばれてもよい。

30

【発明の効果】

【0020】

本発明によれば、運用コストを低減させることができ、水中航走体を確実に目標地点に到達させることができるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【0021】

【図1】本発明の第1実施形態に係る、水中航走体に搭載される位置取得装置の概略の構成を示す図であって、通信ブイが本体部から離れている状態を示す図である。

【図2】本発明の第1実施形態に係る、水中航走体に搭載される位置取得装置の概略の電気系統を示す図である。

40

【図3】本発明の第1実施形態に係る通信ブイが浮上を開始した状態を示す概念図である。

【図4】本発明の第1実施形態に係る通信ブイが海面に浮上し、海面において通信衛星等と通信している状態を示す概念図である。

【図5】本発明の第1実施形態に係る通信ブイに收容された音響通信モデムと、本体部に收容された音響通信モデムとの間で、通信ブイに收容されたGPS用アンテナ及びGPS受信機で取得した通信ブイの現在位置情報のやりとりを行っている状態を示す概念図である。

【図6】本発明の第1実施形態に係る通信ブイを回収している状態を示す概念図である。

50

【図 7】本発明の第 1 実施形態に係る通信ブイが海面に浮上していく際、及び海面において通信衛星等と通信する際の状態（姿勢）を示す概念図である。

【図 8】本発明の第 1 実施形態に係る通信ブイが海面に浮上し、海面において通信衛星等と通信している状態を示す概念図である。

【図 9】本発明の第 2 実施形態に係る、水中航走体に搭載される位置取得装置の概略の構成を示す図であって、通信ブイが本体部から離れ、かつ、通信ブイのアンテナ部が制御部から離れている状態を示す図である。

【図 10】本発明の第 2 実施形態に係る、水中航走体に搭載される位置取得装置の概略の構成を示す図であって、通信ブイが本体部から離れている状態を示す図である。

【図 11】本発明の第 2 実施形態に係る、水中航走体に搭載される位置取得装置の概略の電気系統を示す図である。

【図 12】本発明の第 2 実施形態に係る通信ブイが浮上を開始した状態を示す概念図である。

【図 13】本発明の第 2 実施形態に係る通信ブイが浮上した状態を示す概念図である。

【図 14】本発明の第 2 実施形態に係る通信ブイのアンテナ部が海面に浮上し、制御部を吊下させた状態であり、海面においてアンテナ部が通信衛星等と通信している状態を示す概念図である。

【図 15】本発明の第 2 実施形態に係る通信ブイの制御部に收容された音響通信モデムと、本体部に收容された音響通信モデムとの間で、通信ブイアンテナ部に收容された GPS 用アンテナ及び GPS 受信機で取得した通信ブイの現在位置情報のやりとりを行っている状態を示す概念図である。

【図 16】本発明の第 2 実施形態に係る通信ブイを回収している状態を示す概念図である。

【図 17】本発明の第 2 実施形態に係る通信ブイが海面に浮上し、海面において通信衛星等と通信している状態を示す概念図である。

【図 18】通信ブイの現在位置情報から水中航走体の現在位置を取得する代表的な算出方法を説明するための図である。

【図 19】アンテナ部の現在位置情報から水中航走体の現在位置を取得する代表的な算出方法を説明するための図である。

【図 20】アンテナ部又は通信ブイの現在位置情報と海潮流の方向、速度から水中航走体の（現在）位置、速度、進路方位を求める代表的な算出方法を説明するための図である。

【発明を実施するための形態】

【0022】

〔第 1 実施形態〕

以下、本発明の第 1 実施形態に係る水中航走体 10 に搭載される位置取得装置 20 及びその運用方法について、図 1 から図 8 を参照しながら説明する。

図 3 から図 6、及び図 8 に示すように、本実施形態に係る位置取得装置 20 が搭載される水中航走体 10 は、後部にフィン 11 及びプロペラ 12 を備えている。

また、水中航走体 10 の内部には、プロペラ 12 を回転駆動する電動モータ、フィン 11 を駆動制御する操舵装置、慣性航法装置、対地速度計、方位計 23、深度計 24、各種電気機器へ電力を供給する電池等が搭載されている。

【0023】

図 1 又は図 2 に示すように、位置取得装置 20 は、通信ブイ 21 と、本体部 22 と、を備えている。

通信ブイ 21 は、通信衛星用アンテナ 31 と、通信衛星送受信機 32 と、管制器 33 と、2 次電池 34 と、非接触充電器 35 と、GPS 用アンテナ 36 と、GPS 受信機 37 と、記録器 38 と、光（電磁波）通信機（光（電磁波）通信モデム）39 等を有する第 1 通信手段と、浮上検出器 40 と、音響通信モデム（音響通信機）41 等を有する第 2 通信手段と、浮力体 42 と、耐圧殻 43 と、を備えている。

本体部 22 は、非接触充電器 51 と、2 次電池 52 と、管制器 53 と、光（電磁波）通

10

20

30

40

50

信機（光（電磁波）通信モデム）54と、リール55と、記録器56と、音響通信モデム（音響通信機）57と、収納筒58と、筐体59を備えている。

なお、本実施形態において、通信ブイ21及び本体部22に備えられた通信機として光（電磁波）通信機39、54を一具体例として挙げて説明したが、本発明はこれに限定されるものではなく、無線通信機又は赤外線通信機等の適用も可能である。また、2次電池52、管制器53、記録器56、音響通信モデム57は、水中航走体10側に設けられてもよい。

【0024】

浮力体42は、シタクチックフォーム等の浮力材を流体力学形状に成形したものであり、その頂部には、通信衛星用アンテナ31及びGPS用アンテナ36が取り付けられている。

10

なお、GPS用アンテナ36を通信衛星用アンテナ31と兼用とし、通信衛星用アンテナ31のみを浮力体42の頂部に取り付けるようにしてもよい。

【0025】

耐圧殻43は、耐圧性を有する格納容器（圧力容器）であり、その内部には、通信衛星送受信機32、管制器33、2次電池34、非接触充電器35、GPS受信機37、記録器38、光（電磁波）通信機39等を有する第1通信手段、圧力計、加速度計等の浮上検出器40、音響通信モデム（音響通信機）41等を有する第2通信手段の他、図示しない光・信号変換機等が収容されている。

そして、通信ブイ21の外形は、浮力体42の外形と、耐圧殻43の外形とで形成されることになる。

20

【0026】

収納筒58は、その内部に通信ブイ21を収容する筒状の部材であり、その頂部には、通信ブイ21を収容する際に通信ブイ21を収容筒58内に案内するガイド60が設けられており、その内部における下端部には、通信ブイ21を収容する際に通信ブイ21の非接触充電器35を、収容筒58の下端部に設けられた非接触充電器51に案内し、光通信機39、54が互いに近接するように案内するとともに、通信ブイ21の下面（底面）が着座する座61が設けられている。

筐体59には、リール55、モータ兼テンショナー62が収容されている。

【0027】

30

リール55には、ケブラーや炭素繊維等で作られた高張力ケーブル63が所定の長さ巻き付けられている。高張力ケーブル63の一端は、スイベル64に固定されており、高張力ケーブル63の他端は、リール55に固定されている。

なお、通信ブイ21を海面（又は水面）65に浮上させる際、及び通信ブイ21が海面65にて通信衛星66、GPS衛星67（図8参照）や図示しない航空機、艦船等にデータを送信したり、通信衛星66、GPS衛星67や図示しない航空機、艦船等から送信されてきたデータを受信したりする際に、高張力ケーブル63が絡まぬよう海流（水流）等から受けるテンションに応じて、又は通信ブイ21の浮力により受けるテンションが通信ブイの浮力以上加わらないようにリール55が回転されて、フリーもしくは適度なテンションで高張力ケーブル63を繰り出せる設定になっている。ここで、高張力ケーブル63のテンションとは、通信ブイ21の浮力より十分小さい値で、かつ、高張力ケーブル63が弛まない値である。また、高張力ケーブル63は、電力線を伴わない直径数mm（例えば、1mm程度）の細線であり、このような細線を用いることで、仮に捻りが生じても、電力線より許容性が高く、また、高張力ケーブル63に生じる水中抗力を低減でき、通信ブイ21に高張力ケーブル63を介して大きなテンションが作用しない。この結果、通信ブイ21を小型化することができる。

40

【0028】

また、図1及び図2中の符号62は、リール55を回転駆動させる（回転数計、ラチェット付きの）モータ兼テンショナーであり、高張力ケーブル63のテンションを計測しながらモータ回転数を適切に制御できる。もしくは、ラチェットを開放することで、通信ブ

50

イの浮力や海流から作用する、高張力ケーブル 63 に生じるテンションをフリーな状態にして、高張力ケーブル 63 を繰り出すことができる。

さらに、本体部 22 の内部に收容された管制器 53 には、水中航走体 10 が所定時間航走する毎あるいは所定距離航走する毎に、すなわち、定期的に通信ブイ 21 を海面 65 に浮上させた後、通信ブイ 21 を回収するプログラムが組み込まれており、水中航走体 10 が所定時間航走する毎あるいは所定距離航走する毎に、すなわち、定期的に通信ブイ 21 が海面 65 に浮上し、その後、通信ブイ 21 が回収されるようになっている。

【0029】

通信ブイ 21 が收容筒 58 内に收容された状態において、本体部 22 内に收容された 2 次電池 52 から、耐圧殻 43 内に收容された 2 次電池 34 に、非接触充電器 35, 51 を介して充電されるとともに、通信ブイ 21 の下端部に取り付けられた光（電磁波）通信機 39 と、收容筒 58 の下端に設けられた光（電磁波）通信機 54 との間でデータの通信が行われる。

10

なお、電池 34, 52 としては、2 次電池の他、1 次電池や燃料電池等を用いることもできる。

【0030】

つぎに、水中航走体 10 が所定時間航走する毎あるいは所定距離航走する毎に、すなわち、定期的に、図 3 に示すように通信ブイ 21 の浮上を開始される。

つづいて、図 4 に示すように、通信ブイ 21 が海面 65 に浮上したら、通信衛星 66、GPS 衛星 67 や図示しない航空機、艦船等との通信を開始する。

20

【0031】

つぎに、図 5 に示すように、通信衛星 66、GPS 衛星 67 や図示しない航空機、艦船等との通信が終了したら、GPS 衛星 67 から得られた通信ブイ 21 の現在位置情報を、通信ブイ 21 内に收容された音響通信モデム 41 から本体部 22 内に收容された音響通信モデム 57 へ送信する。なお、水中航走体 10 で収集・蓄積されたステータスデータや観測データなどを本体部 22 の音響通信モデム 57 から送信することもできる。このとき、通信ブイ 21 に搭載された音響通信モデム 41 が各データを受信し、通信衛星用アンテナ 31 から、通信衛星 66 を経由して陸上施設や艦船、航空機等へデータを伝送することも可能である。

【0032】

30

つづいて、図 6 に示すように、GPS 衛星 67 から得られた通信ブイ 21 の（現在）位置情報が本体部 22 内に收容された音響通信モデム 57 により受信されたら、あるいは高張力ケーブル 63 が最大限繰り出されて（伸びきって）高張力ケーブル 63 にテンション（張力）が加わるようになったら（加わり始めたら）、モータ兼テンショナー 62（図 1 及び図 2 参照）を逆回転させ、通信ブイ 21 を回収する。

また、通信ブイ 21 が海面 65 に浮上した際には、浮上検出器 40 で海面浮上したことを確認する。この他、浮上が停止することからテンションが大きく変化することが予想されるため、モータ兼テンショナー 62 で計測しておき、浮上のタイミング並びに通信ブイ 21 の浮遊時間を設定しておき、設定時間に達したらリールを駆動し通信ブイ 21 を回収してもよい。

40

【0033】

なお、通信ブイ 21 が海面 65 に浮上していく際、及び海面 65 において通信衛星 66、GPS 衛星 67 や図示しない航空機、艦船等と通信する際、モータ兼テンショナー 62 は、通信ブイ 21 が、図 7 に示すような姿勢、すなわち、通信ブイ 21 の浮力中心と重心とが、（略）同一の鉛直線上に位置するような状態を保ち、かつ、高張力ケーブル 63 が絡まぬよう潮流等の外乱から受けるテンションに応じて、また、通信ブイ 21 の浮力以上のテンションが加わらないよう回転させられることができるようにケーブルを繰り出している。

【0034】

リール 55 を正回転させることによりリール 55 から高張力ケーブル 63 を繰り出して

50

、通信ブイ21を海面65に浮上させることができ、リール55を逆回転させることによりリール55に高張力ケーブル63を巻き取って、通信ブイ21を回収することができる。

従って、1つの通信ブイ21を何度でも海面65に浮上させ、かつ、回収することができる。

これにより、運用コストを低減させることができ、水中航走体10を確実に目標地点に到達させることができる。

【0035】

また、海面65には、水中航走体10に比べて慣性質量及び容積が非常に小さく、波浪の影響を受けにくい(波浪の動きに追従しやすい)通信ブイ21のみが漂うことになるので、通信衛星66、GPS衛星67や航空機、艦船等との通信時における通信の安定化を図ることができる。

10

【0036】

さらに、通信ブイ21を海面に浮上させるだけで、水中航走体10は一定の深度で航走させたまま通信ブイ21(すなわち、水中航走体10)の現在位置情報を取得することができる。

これにより、水中航走体10を海面65あるいは海面65近くまで浮上させるためのエネルギー、時間ロスが必要なくなる。その結果、水中航走体10の航続距離を増大させることができる。

【0037】

20

ここで、通信ブイ21の現在位置情報から水中航走体10の現在位置を求める算出方法について、図18及び図20を参照しながら説明する。

まず、図18に示すように、水中航走体10の深度Dは、水中航走体10に搭載されている深度計24で求めることができる。

【0038】

また、水中航走体10と通信ブイ21との通信距離Rは、音響通信モデム41と、音響通信モデム57との音響伝達時間から求めることができる。そして、式 $R^2 = L^2 + D^2$ から水中航走体10と通信ブイ21との水平移動距離Lを求めることができる。

そして、これら計測値をリアルタイムかつ時系列的に取得しながら、時間整合をとることで、水中航走体10の対水速度も求めることができる。

30

また、通信ブイ21からみた水中航走体10の方位は、水中航走体10の方位と同じになるので、水中航走体10に搭載されている方位計23で求めることができる。

【0039】

図20に示すように、通信ブイ21は海潮流の影響で一定方向(図20において上方向)に流されることになる。通信ブイ21の現在位置をリアルタイムかつ時系列的に取得しながら、時間整合をとることで、海潮流の速度及び向きを求めることができる。そして、水中航走体10の対水速度及び方位と海潮流の速度及び向きとを考慮して導かれる実際の水中航走体10の経路や速度を、計画された水中航走体10の経路や速度と比較することで、水中航走体10が適切な対水速度と方位で航走しているかどうか判断できる。その結果、水中航走体10が計画経路に基づいて航行するよう、水中航走体10の針路角や速度等を補正できる。このように、本実施形態によれば、水中航走体10を確実に目標地点に到達させることができる。

40

【0040】

〔第2実施形態〕

本発明の第2実施形態に係る水中航走体10に搭載される位置取得装置70について、図9から図17を参照しながら説明する。

本実施形態に係る位置取得装置70は、通信ブイ21の代わりに通信ブイ71を備えているという点で上述した第1実施形態のものと異なる。

なお、上述した第1実施形態と同一の部材には同一の符号を付し、ここではそれら構成要素についての説明は省略する。

50

【0041】

図9又は図11に示すように、通信ブイ71は、アンテナ部81と、制御部82と、を備えている。

アンテナ部81は、通信衛星用アンテナ31と、通信衛星送受信機32と、GPS用アンテナ36と、GPS受信機37と、浮力体42と、を備えている。

【0042】

制御部82は、管制器33と、2次電池34と、非接触充電器35と、記録器38と、光通信機39等を有する第1通信手段と、浮上検出器40と、音響通信モデム41等を有する第2通信手段と、耐压殻43と、リール83、モータ兼テンショナー84を備えている。

10

ここで、本実施形態における耐压殻43の内部には、管制器33、2次電池34、非接触充電器35、記録器38、光通信機39等を有する第1通信手段、圧力計、加速度計等の浮上検出器40、音響通信モデム41等を有する第2通信手段の他、リール83、モータ兼テンショナー84、図示しない光・信号変換機等が収容されている。

【0043】

リール83には、通信・電力線85が所定の長さ(数m~数10m程度)巻き付けられている。通信・電力線85の一端は、浮力体42の下端部に固定されており、通信・電力線85の他端は、リール83に固定されている。

なお、通信・電力線85は、リール83の回転数を計測することで適度な吊下長さとなるように繰り出される。通信・電力線85は、アンテナ部81を海面65に浮上させる際、アンテナ部81が海面65にて通信衛星66、GPS衛星67(図17参照)や図示しない航空機、艦船等にデータを送信する際、通信衛星66、GPS衛星67や図示しない航空機、艦船等から送信されてきたデータを受信する際に繰り出される。通信・電力線85は、通信線及び電力線からなる直径数mm(例えば、1~5mm程度)の細線である。

20

【0044】

また、図9及び図11中の符号84は、リール83を回転駆動させ、回転数計、ラチェット、スリップリング等を備えたモータ兼テンショナーであり、リール83の回転数を計測しながら通信・電力線85の繰出し長さを適切に制御できる。

さらに、制御部82の内部に収容された管制器33には、通信ブイ71が海面65に浮上したことを浮上検出器40で検出し、制御部82を吊下するようプログラムが組み込まれている。通信ブイ71(すなわち、アンテナ部81及び制御部82)を浮上させた後、制御部82を数m~10m程度吊下させることで、海面と水中での通信を行い、その後、通信・電力線85を巻き取り、アンテナ部81と制御部82を接続させ、通信ブイ71として回収されるようになっている。

30

【0045】

なお、本実施形態において、本体部22の内部に収容された管制器53には、水中航走体10が所定時間航走する毎あるいは所定距離航走する毎に、すなわち、定期的に通信ブイ71(すなわち、アンテナ部81及び制御部82)を海面65に浮上させた後、制御部82を海面65から下方へ数m~10m程度吊下させることで、通信を行い、その後、通信ブイ71を回収するプログラムが組み込まれている。また、耐压殻43の頂部には、アンテナ部81の下面(底面)が着座する座86が設けられている。

40

【0046】

つぎに、水中航走体10が所定時間航走する毎あるいは所定距離航走する毎に、すなわち、定期的に、図12に示すように通信ブイ71の浮上を開始される。

つづいて、図13に示すように、通信ブイ71が海面65まで浮上したら、図14に示すように、アンテナ部81のみを海面65に浮上させて、制御部82を海面65から下方へ吊下させる。その後、アンテナ部81で通信衛星66、GPS衛星67や図示しない航空機、艦船等との通信を開始する。

【0047】

50

つぎに、図15に示すように、通信衛星66、GPS衛星67や図示しない航空機、艦船等との通信が終了したら、GPS衛星67から得られた通信ブイ71（より詳しくは、アンテナ部81）の現在位置情報を、制御部82内に收容された音響通信モデム41から本体部22内に收容された音響通信モデム57へ送信する。なお、水中航走体10で収集・蓄積されたステータスデータや観測データなどを本体部22の音響通信モデム57から送信することもできる。このとき、通信ブイ71の制御部82に搭載された音響通信モデム41が各データを受信し、通信衛星用アンテナ31から、通信衛星を經由して陸上施設や艦船、航空機等へデータを伝送することも可能である。

【0048】

つづいて、図16に示すように、GPS衛星67から得られた通信ブイ71の現在位置情報が本体部22内に收容された音響通信モデム57により受信され、通信が終了したとき、あるいは、モータ兼テンショナー62の計測結果に応じて、高張力ケーブル63が最大限繰り出されて（伸びきって）高張力ケーブル63にテンション（張力）が加わるようになったとき（加わり始めたとき）、モータ兼テンショナー84（図9及び図11参照）を逆回転させ、アンテナ部81を回収し、その後、モータ兼テンショナー62（図9及び図11参照）を逆回転させ、通信ブイ71を回収する。

また、アンテナ部81が海面65に浮上した際には、浮上検出器40で海面に浮上したことを確認する。アンテナ部81が海面65に浮上した際、浮上が停止することからテンションが大きく変化することが予想されるため、浮上のタイミング並びに通信ブイ71の浮遊時間を設定しておき、設定時間に達したらリールを駆動し通信ブイ71を回収してもよい。

【0049】

なお、通信ブイ71が海面65において通信衛星66、GPS衛星67や図示しない航空機、艦船等と通信する際、リール55は、通信ブイ71が、通信ブイ71の浮力中心と重心とが、（略）同一の鉛直線上に位置するような状態を保ち、かつ、高張力ケーブル63が絡まぬよう潮流等の外乱から受けるテンションに応じて、また、通信ブイ71の浮力以上のテンションが加わらないよう回転させられることができるようにケーブルを繰り出している。

【0050】

通信ブイ71（すなわち、アンテナ部81及び制御部82）を浮上させた後、制御部82を数m～10m程度吊下させることで、海面65ではアンテナ部81で通信を行う。

すなわち、海面65には、通信ブイ71に比べて慣性質量及び容積が小さく、通信ブイ71よりも波浪の影響を受けにくい（波浪の動きに追従しやすい）通信ブイ71のアンテナ部81のみが漂うことになるので、通信衛星66、GPS衛星67や航空機、艦船等との通信時における通信の安定化をさらに図ることができる。

また、一方、吊下されている制御部82は、海面65の波浪による動揺の影響を受けにくくなるため、音響通信モデム41の通信も安定し、周波数変調が生じにくく、通信が安定する。更に、荒天時の波浪高さよりも深く吊下することで、水中通信の見通しが確保できるため、水中航走体10が離隔しながらも音響通信ラインを確保できるという効果もある。

その他の作用効果は、上述した第1実施形態のものと同じであるので、ここではその説明を省略する。

【0051】

ここで、アンテナ部81（あるいは通信ブイ71）の現在位置情報から水中航走体10の現在位置を取得する代表的な算出方法について、図19及び図20を参照しながら説明する。

まず、図19に示すように、水中航走体10の深度Dは、水中航走体10に搭載されている深度計24で求めることができ、制御部82の深度d0は、予め設定されている通信・電力線85の長さから求めることができるため、音響通信モデム41と水中航走体との高度差 $d1 = D - d0$ で求めることができる。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 2 】

また、水中航走体 1 0 と制御部 8 2 との通信距離 R は、音響通信モデム 4 1 と、音響通信モデム 5 7 との音響伝達時間から求めることができる。そして、式 $R^2 = L^2 + d 1^2$ から水中航走体 1 0 と制御部 8 2 との水平距離 L を求めることができる。

そして、これら計測値をリアルタイムかつ時系列的に取得しながら、時間整合をとることで、水中航走体 1 0 の対水速度も求めることができる。

また、通信ブイ 7 1 からみた水中航走体 1 0 の方位は、水中航走体 1 0 の方位と同じになるので、水中航走体 1 0 に搭載されている方位計 2 3 で求めることができる。

【 0 0 5 3 】

図 2 0 に示すように、通信ブイ 7 1 は海潮流の影響で一定方向（図 2 0 において上方向）に流されることになる。通信ブイ 7 1 の現在位置をリアルタイムかつ時系列的に取得しながら、時間整合をとることで、海潮流の速度及び向きを求めることができる。そして、水中航走体 1 0 の対水速度及び方位と海潮流の速度及び向きとを考慮して導かれる実際の水中航走体 1 0 の経路や速度を、計画された水中航走体 1 0 の経路や速度と比較することで、水中航走体 1 0 が適切な対水速度と方位で航走しているかどうか判断できる。その結果、水中航走体 1 0 が計画経路に基づいて航行するよう、水中航走体 1 0 の針路角や速度等を補正できる。このように、本実施形態によれば、水中航走体 1 0 を確実に目標地点に到達させることができる。

【 0 0 5 4 】

なお、本発明は上述した実施形態に限定されるものではなく、適宜必要に応じて変形・変更して実施することもできる。

例えば、上述した実施形態では、水中航走体 1 0 を航行させた状態で水中航走体 1 0 の現在位置を取得して、水中航走体 1 0 の針路角や速度等を補正するようにしたものを一具体例として挙げて説明したが、本発明はこれに限定されるものではなく、水中航走体 1 0 を停止させて（ホバリングあるいは浮遊させて）通信ブイ 2 1 , 7 1 の直下に位置させて水中航走体 1 0 の現在位置を取得して、水中航走体 1 0 の針路角や速度等を補正するようにしてもよい。

通信可能時間は、水中航走体 1 0 が航走する速度と搭載する高張力ケーブル 6 3 の長さに依存するが、水中航走体 1 0 の対水速度が 0（ホバリング又は浮流状態）の場合には、通信時間の延長を図ることができる。また、高張力ケーブル 6 3 の繰り出し長さを短くすることができ、高張力ケーブル 6 3 の巻き取り時間を短縮することができ、リール 5 5 を駆動するのに要する電力量を低減させることができ、省エネルギー化を図ることができる。

【 符号の説明 】

【 0 0 5 5 】

- 1 0 水中航走体
- 2 0 位置取得装置
- 2 1 通信ブイ
- 2 2 本体部
- 2 3 方位計
- 2 4 深度計
- 3 6 GPS 用アンテナ
- 3 7 GPS 受信機
- 4 1 音響通信モデム（第 1 の音響通信モデム）
- 4 2 浮力体
- 5 5 リール
- 5 7 音響通信モデム（第 2 の音響通信モデム）
- 5 8 収納筒
- 6 3 高張力ケーブル
- 6 4 スイベル

10

20

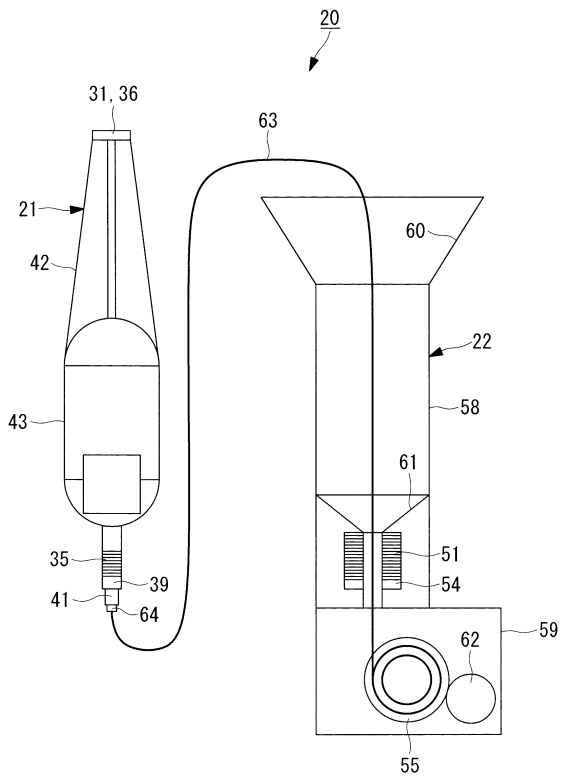
30

40

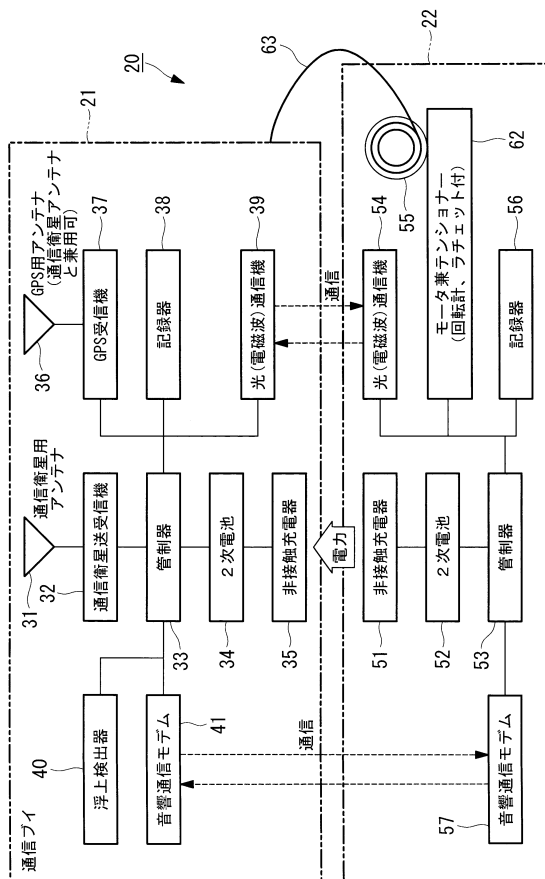
50

- 7 0 位置取得装置
- 7 1 通信パイ
- 8 1 アンテナ部
- 8 2 制御部
- 8 3 リール
- 8 5 通信・電力線

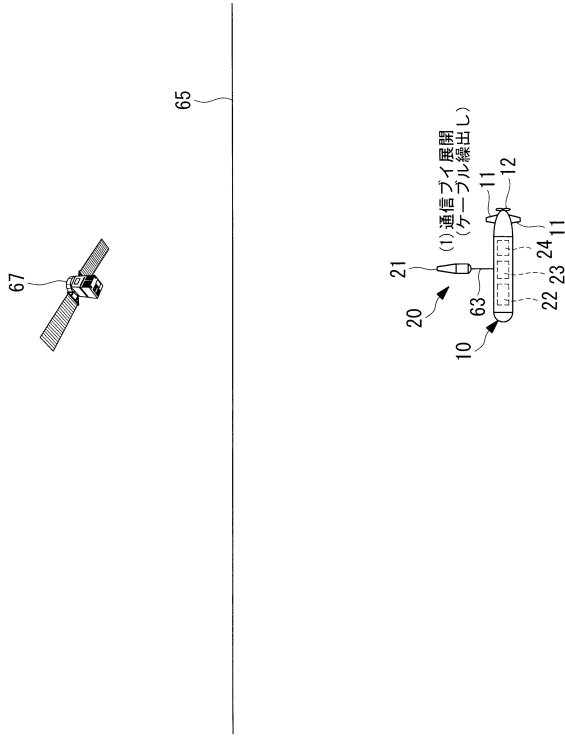
【図 1】



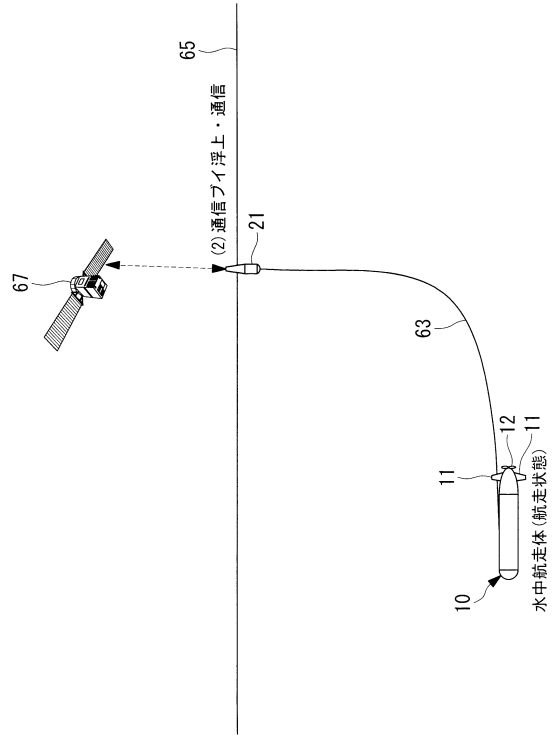
【図 2】



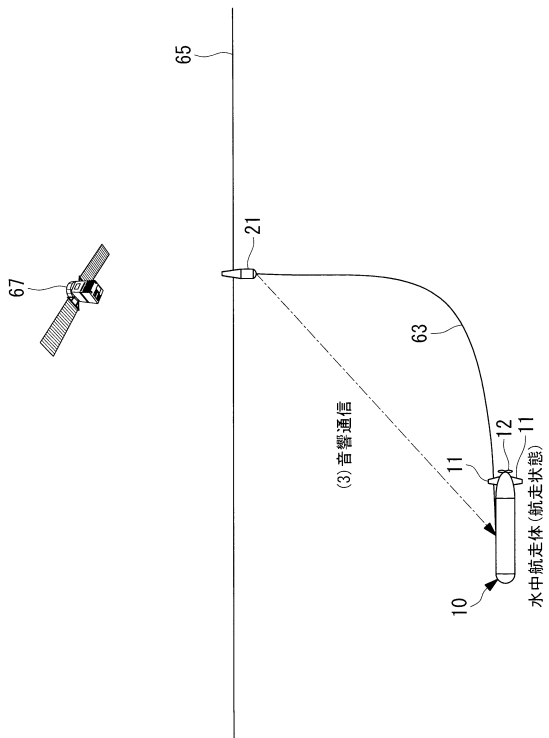
【図3】



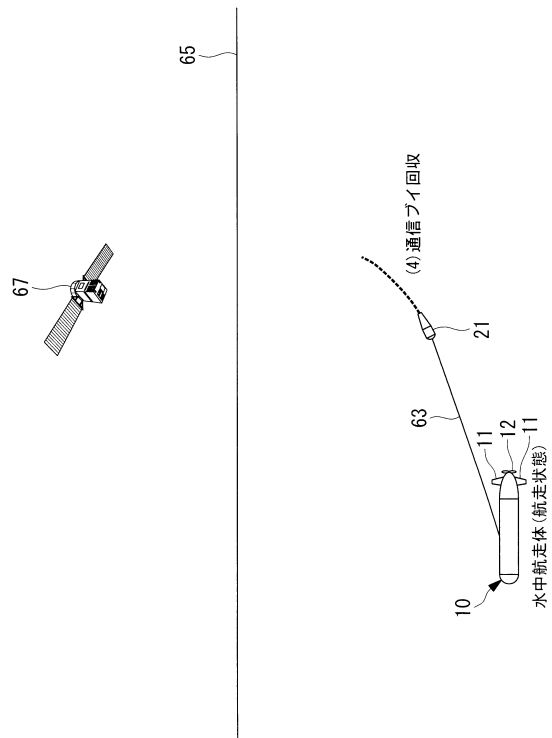
【図4】



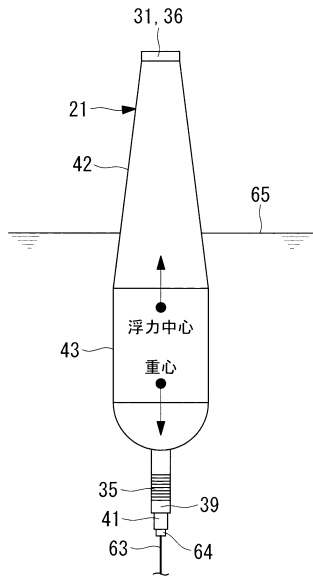
【図5】



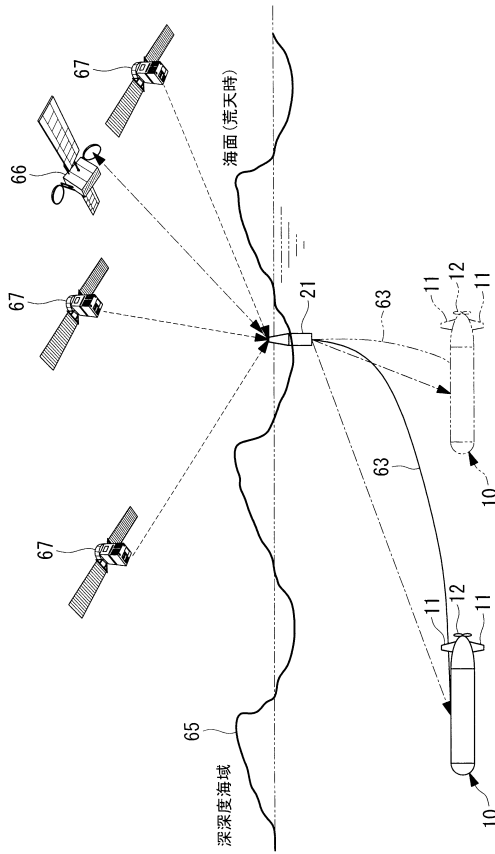
【図6】



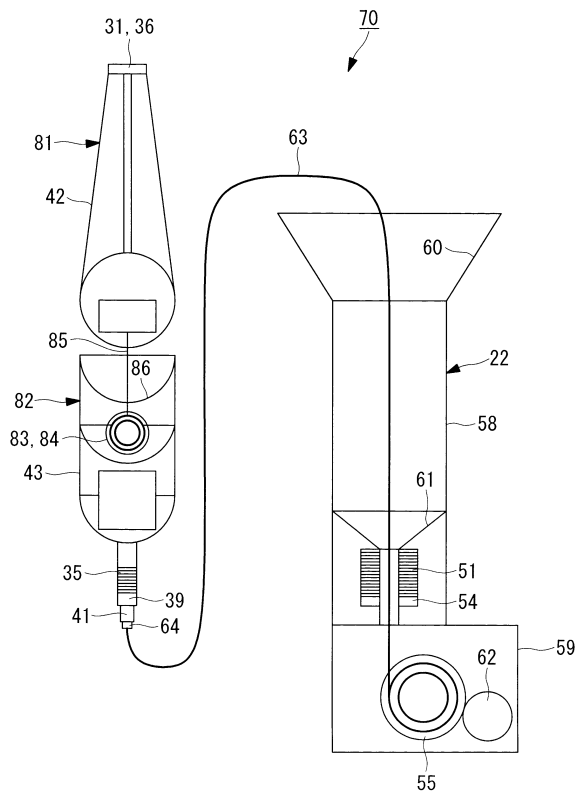
【図7】



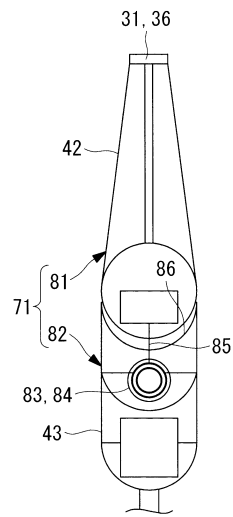
【図8】



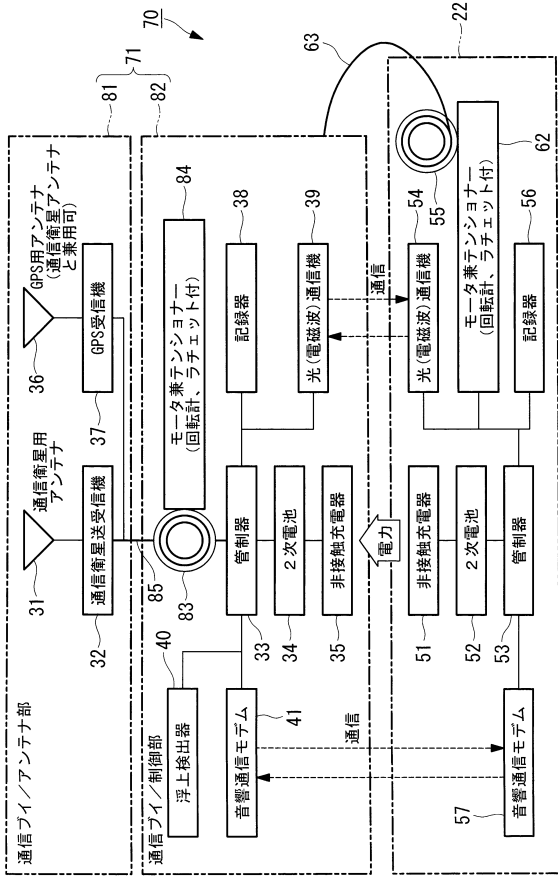
【図9】



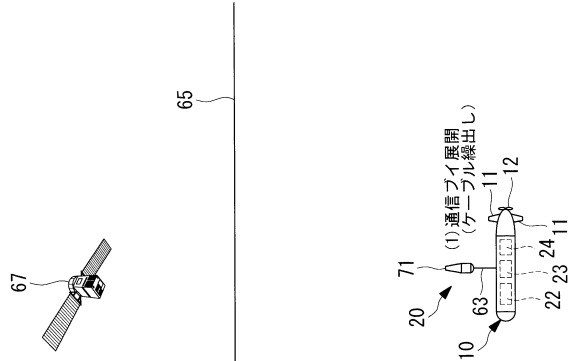
【図10】



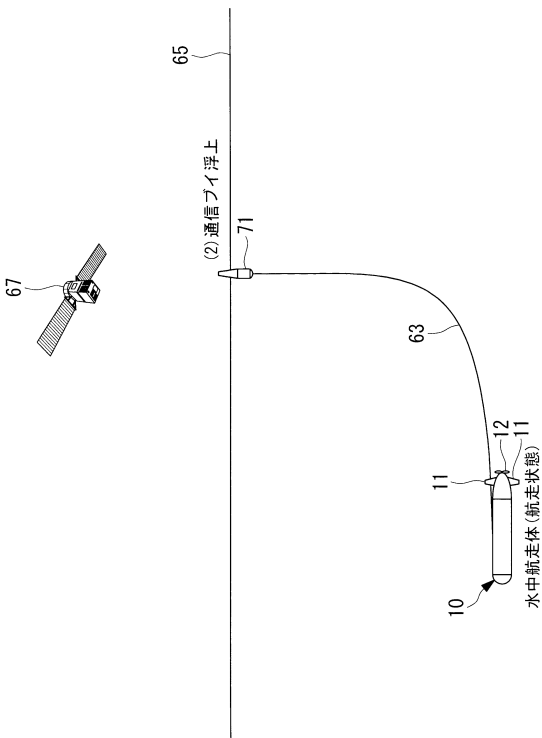
【図 1 1】



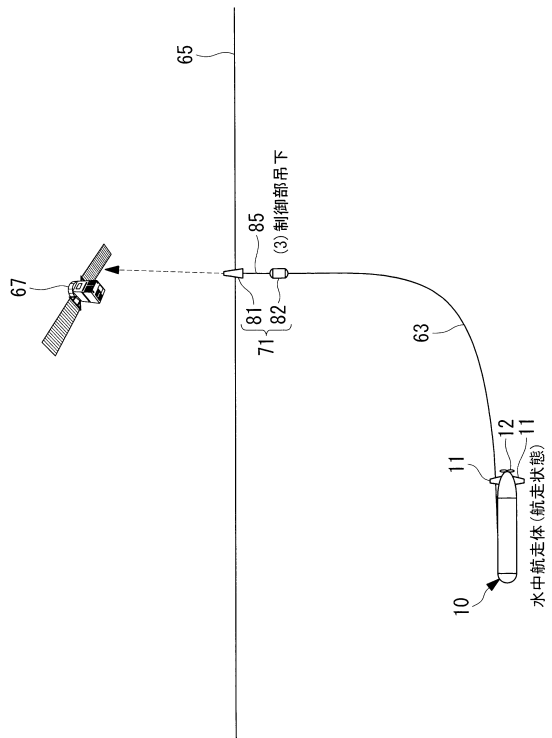
【図 1 2】



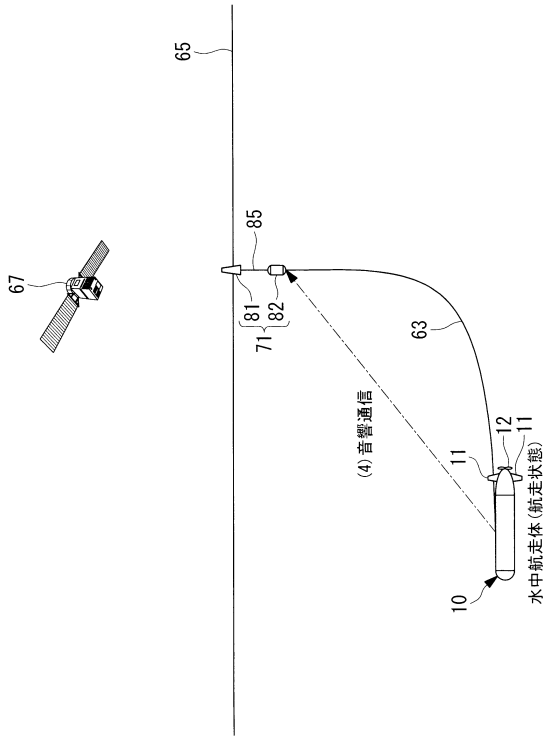
【図 1 3】



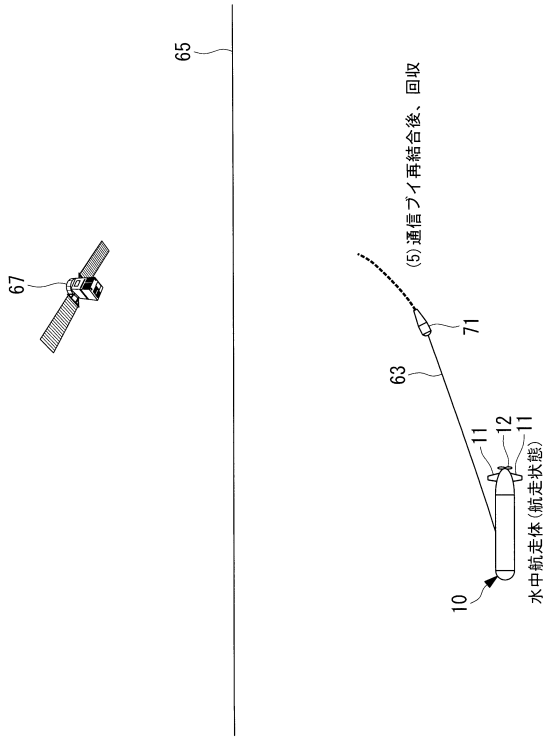
【図 1 4】



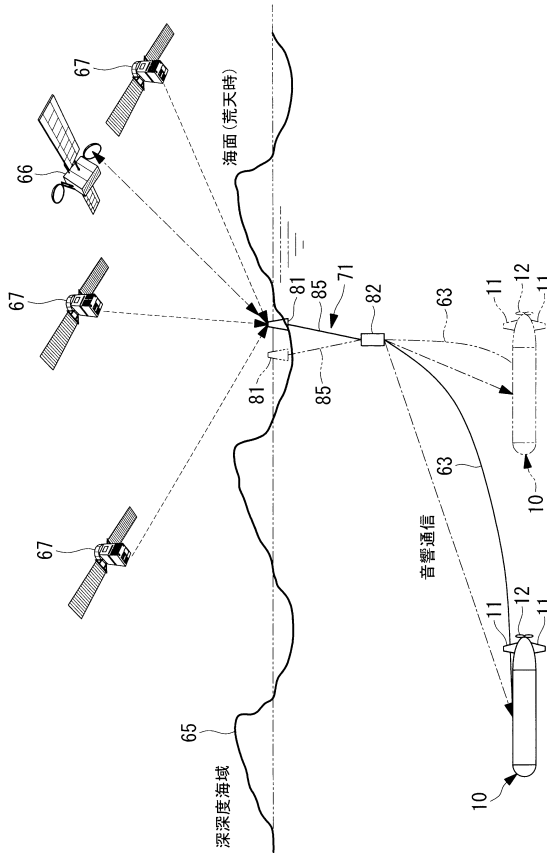
【 図 1 5 】



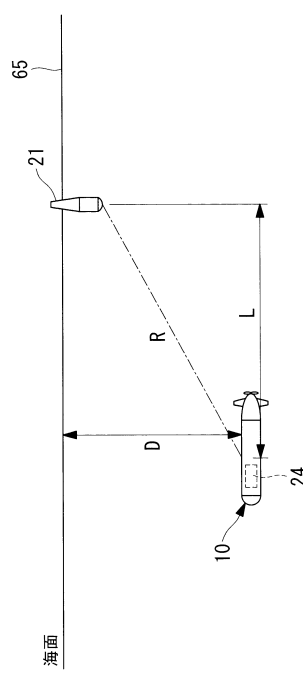
【 図 1 6 】



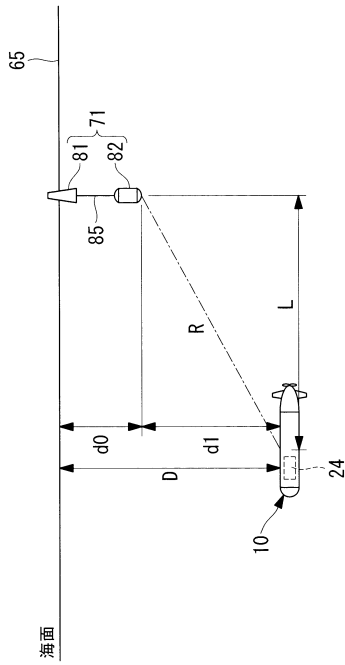
【 図 1 7 】



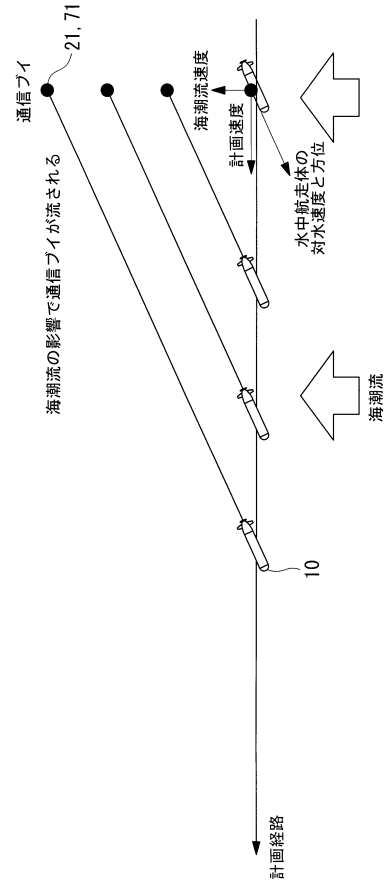
【 図 1 8 】



【図19】



【図20】



フロントページの続き

(58)調査した分野(Int.Cl. , DB名)

B 6 3 C 1 1 / 4 8

G 0 1 S 1 9 / 0 0 - 1 9 / 5 5

G 0 5 D 1 / 0 0 - 1 / 1 2