(19)日本国特許庁(JP)　(12)公開特許公報(A)　(11)特許出願公開番号
特開2007-276609
(P2007-276609A)
(43)公開日　平成19年10月25日(2007.10.25)

(51)Int.Cl.		F I		テーマコード（参考）
B63C 11/48	(2006.01)	B63C 11/48	D	
B63G 8/18	(2006.01)	B63G 8/18		

審査請求 未請求　請求項の数 6　ＯＬ　（全 9 頁）

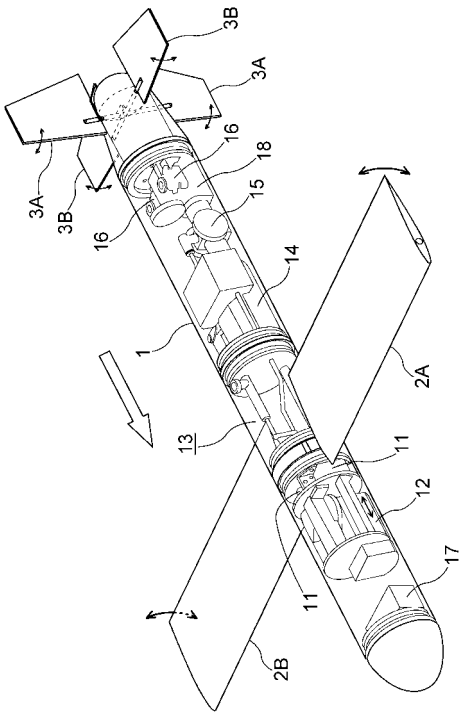
(21)出願番号　特願2006-104923 (P2006-104923)
(22)出願日　平成18年4月6日 (2006.4.6)

特許法第３０条第１項適用申請有り　刊行物　：　朝日新聞（夕刊），第４４６６０号，４版　第１３頁　記事名　：　有人「エイ」で海中散歩　発行年月日　：　２００６年（平成１８年）２月１５日　発行所　：　朝日新聞大阪本社

(71)出願人　505127721
公立大学法人大阪府立大学
大阪府堺市中区学園町１－１
(74)代理人　100090608
弁理士　河▲崎▼　眞樹
(72)発明者　有馬　正和
大阪府堺市中区学園町１－１　公立大学法人大阪府立大学内

(54)【発明の名称】水中グライダー

(57)【要約】
【課題】推進器を持たず、静粛性および安全性と、高い運動性能とを両立することのできる水中グライダーを提供する。
【解決手段】機体の進行方向後部に設けられた尾翼３Ａ，３Ｂと、機体中央部の重心近傍から進行方向左右に突出するとともに、該進行方向に対する仰角を個別に変更することのできる一対の主翼２Ａ，２Ｂとを備え、機体内に設けられたバラストタンク１３に注水または排水することで得られる沈降力または浮力を用いて水中を航走する水中グライダー。この水中グライダーは、左右の主翼２Ａ，２Ｂの角度（仰角）の組み合わせにより、急旋回，急減速や、停止・後退、あるいは現位置での水平を保ったままでの浮上・潜入等、従来の固定翼式水中グライダーでは不可能であった高度な運動を、推進器を用いることなく行なうことができる。
【選択図】図１



【特許請求の範囲】
【請求項１】
推進器を持たず、機体内に設けられたバラストタンクに注水または排水することで得られる沈降力または浮力を用いて水中を航走する水中グライダーであって、
機体の進行方向後部に設けられた尾翼と、機体中央部の重心近傍から進行方向左右に突出するとともに、該進行方向に対する仰角を個別に変更することのできる一対の主翼とを備えることを特徴とする水中グライダー。
【請求項２】
前記機体内に、各主翼の仰角変更を駆動するモータが、それぞれ１つずつ配設されていることを特徴とする請求項１に記載の水中グライダー。
【請求項３】
前記機体の重心近傍に、進行方向前後に移動することのできるバランスウェイトが配設されていることを特徴とする請求項１または請求項２に記載の水中グライダー。
【請求項４】
前記機体の姿勢を検知する姿勢検知手段と、前記バラストタンクの注排水，前記バランスウェイトの前後位置，前記尾翼の角度および前記各主翼の仰角を制御する姿勢制御手段と、これら姿勢検知手段および姿勢制御手段を駆動するバッテリと、を備えることを特徴とする請求項３に記載の水中グライダー。
【請求項５】
前記主翼の進行方向断面が、該進行方向に対して上下対称な翼型に形成されていることを特徴とする請求項１～４のいずれかに記載の水中グライダー。
【請求項６】
前記機体の進行方向断面が、該進行方向に対して上下対称な翼型に形成されていることを特徴とする請求項１～５のいずれかに記載の水中グライダー。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、推進器を持たない水中航走体（以下、水中グライダーという）に関し、更に詳しくは、水中における運動性能が高く、急激な方向転換や現位置での停止等が可能な水中グライダーに関する。
【背景技術】
【０００２】
一般に、海洋調査や海中作業に用いられる海中ロボット（有人潜水艇，無人潜水機等）は、調査海域における運動性能を必要とするため、スクリューやスラスター等の推進器が装備されている。一方、長期にわたる広範囲な海洋環境調査には、高いエネルギー効率を利点として、推進器を持たない無人水中グライダーが用いられている。
【０００３】
水中グライダーの発想は古く、日本においては、１９９２年に世界に先駆けて、東京大学の浦環らにより、推進器を持たないポップアップ型試験機ＡＬＢＡＣが開発されている（非特許文献１～２等を参照）。また、海外においては、海洋調査用の無人水中グライダーが実用化されており、日本に輸入および市販されている機種もある（非特許文献３～５等を参照）。
【０００４】
【非特許文献１】川口勝義、浦環、他２名，シャトル型海中ロボットの開発と実海域試験，「日本造船学会論文集」，１９９５年１２月，第１７８号，ｐ．６５７－６６５
【非特許文献２】山口勝義、他２名，グライダー型海洋観測ビークルの試設計，「西部造船学会会報」，２００４年，第１０９号，ｐ．１４３－１４９
【非特許文献３】J. Sherman et al., The autonomous underwater glider 'Spray'., IEEE Journal of Oceanic Engineering, Special Issue on Autonomous Ocean Sampling Network, 26(4), p.437-446, 2001

【非特許文献４】D. C. Webb et al., SLOCUM: an underwater glider propelled by environmental energy., IEEE Journal of Oceanic Engineering, Special Issue on Autonomous Ocean Sampling Network, 26(4), p.447-452, 2001
【非特許文献５】C. C. Eriksen et al., Seaglider: A Long range autonomous underwater vehicle for oceanographic reserch., IEEE Journal of Oceanic Engineering, Special Issue on Autonomous Ocean Sampling Network, 26(4), p.424-436, 2001

【発明の開示】
【発明が解決しようとする課題】
【０００５】
ところで、水中グライダーは、簡素な構造であるため、比較的低コストで建造・運用することができる上、推進器を持たないために、海棲生物に対する騒音等の影響が小さく、スクリューなどへの巻きこみ事故もないという特徴を有する。そのため、この水中グライダーを大型・有人化して、浅海域での海洋環境モニタリングや海洋牧場の監視、あるいは、水圧下に直接身体を晒すことなく、気軽かつ安全に水中を調査・観察する手段として用いる研究開発が行なわれている。
【０００６】
しかしながら、従来の水中グライダーは、航続距離や航続時間等の航走性能が重視されているため、その運動性能は、推進器を有する水中ロボット等に比べ遥かに低く、急旋回や停止あるいは急激な潜航や浮上など、有人で航走できるに足る操縦性を備えていなかった。
【０００７】
本発明は、上記する課題に対処するためになされたものであり、従来からの静粛性および安全性と、高い運動性能とを両立することのできる水中グライダーを提供することを目的としている。
【課題を解決するための手段】
【０００８】
前記の目的を達成するために、請求項１に記載の発明は、推進器を持たず、機体内に設けられたバラストタンクに注水または排水することで得られる沈降力または浮力を用いて水中を航走する水中グライダーであって、機体の進行方向後部に設けられた尾翼と、機体中央部の重心近傍から進行方向左右に突出するとともに、該進行方向に対する仰角を個別に変更することのできる一対の主翼とを備えることを特徴とする。
【０００９】
本発明は、静粛性や航走性能に優れる水中グライダーにおいて、従来の固定式主翼に代えて、翼の取付け角度（迎角）を独立して制御することのできる左右一対の主翼を装備することによって、所期の目的を達成しようとするものである。
【００１０】
すなわち、請求項１に記載の発明によれば、この水中グライダーは、機体中央部の重心近傍から進行方向左右に突出した各主翼の仰角を個別に変更することが可能なことから、これら左右の主翼の角度（仰角）の組み合わせにより、急旋回，急減速や、停止・後退、あるいは現位置での水平を保ったままでの浮上・潜入等、従来の固定翼式水中グライダーでは不可能であった高度な運動を行なうことができるようになる。また、各主翼の仰角の変更により、その航行速度の調整も容易に行なうことができる。従って、本発明の水中グライダーは、その運動性能を従来の水中グライダーに比して飛躍的に向上させることができる。
【００１１】
ここで、各主翼の仰角を独立して制御する具体的方法として、仰角の変更を駆動する電動モータを、各主翼毎にそれぞれ１つずつ配設する構成を好適に採用することができる（請求項２）。なお、使用する電動モータとしては、位置（角度）決めの容易なサーボモータやステッピング（パルス）モータ等が望ましい。
【００１２】

また、前記機体の重心近傍に、進行方向前後に移動することのできるバランスウェイトを配設しても良い（請求項３）。

【００１３】

この構成により、水中グライダーは、その航行速度に関わらず、機首（機体）の上下角（ピッチ角）を制御することができるようになる。従って、本発明の水中グライダーは、停止状態からの機首上げまたは機首下げが容易で、水中での静止状態からの素早い動き出しが可能になる。また、機首を上または下に向けたままでの航行も可能となるため、水中動物や地形を連続して観察しながら移動できるというメリットもある。

【００１４】

また、請求項４に記載の発明は、前記機体の姿勢を検知する姿勢検知手段と、前記バラストタンクの注排水，前記バランスウェイトの前後位置，前記尾翼の角度および前記各主翼の仰角を制御する姿勢制御手段と、これら姿勢検知手段および姿勢制御手段を駆動するバッテリと、を備えることを特徴とする。

【００１５】

以上の構成により、本発明の水中グライダーは、推進器を装備することなく、静粛性および安全性を維持したまま、水中における飛躍的な運動性能向上を実現することができる。また、従来の有人調査に用いられていた潜水艇等に比べ、操縦が容易で、かつ、低コストで建造・運用することができる。従って、本発明の水中グライダーは、高額な費用と専門的な知識あるいは事前の操縦操作の習熟が必要であった用途以外、例えば海中レジャーやスポーツ等へも利用することが可能となる。

【００１６】

なお、この水中グライダーは、その主翼を左右独立して制御するだけではなく、これら左右の主翼の仰角を同調させて制御することも可能である。例えば、通常の航行の場合、これら両翼を機体の潜航・浮上角度に対して所定の迎え角を持つように制御すれば、主翼により発生する揚力により、沈降力または浮力を従来の固定翼機に比べて高効率で変換することができる。従って、本発明の水中グライダーは、一回の潜航・浮上動作による滑空（滑水）距離が向上するとともに、従来の固定翼機と同じエネルギーで、より長い距離を航行することができる。

【００１７】

また、前記主翼の進行方向断面を、該進行方向に対して上下対称な翼型に形成（請求項５）するか、あるいは前記機体の進行方向断面を、該進行方向に対して上下対称な翼型に形成（請求項６）しても良い。

【００１８】

これらの構成により、潜入時および浮上時のどちらにおいても、機体の抵抗（抗力）を低減することができる。従って、本発明の水中グライダーは、長距離の移動が必要な通常航行時においては、更に航続距離を延ばすことができるとともに、観測時等、素早い動きが要求される時には、その移動速度を向上させることができる。

【発明の効果】

【００１９】

以上のように、本発明の水中グライダーは、浅海での有人運用を考えた場合、推進器を用いることなく高度な運動性能を実現しているため、スクリュー等への巻き込みの危険がなく、低コストで建造・維持・管理することができる。また、海棲生物・植物等に悪影響を与える騒音や有害な排気等の発生がなく、周囲の雰囲気水のかく乱も最小限ですむため、海洋環境への負荷が小さい。

【００２０】

また、本発明の水中グライダーは、外洋での無人運用を考えた場合、従来の固定翼式水中グライダーに比べ、高効率でかつ潜航・浮上角度の調整幅が広いため、潜航・浮上動作一回あたりの移動距離と、航続距離および航続時間を向上させることができる。また、行動の自由度が高いことから、航続速度の調整も容易で、狭い範囲内での往復によるきめ細かな調査を行なうことも可能である。

【発明を実施するための最良の形態】
【００２１】
以下、図面を参照しつつこの発明を実施するための形態について説明する。
図１は、本発明の第１実施形態における水中グライダーの内部構成を表す斜視図であり、図２は、この水中グライダーの概略構成図である。
【００２２】
本実施形態における水中グライダーは、長期にわたる広範囲な無人海洋環境調査に用いる小型機や、浅海での有人海洋環境調査等に利用できる大型機の性能を実証するために作製したものであり、略円筒状の胴体１と、この胴体１から左右に突出する主翼２Ａ，２Ｂと、胴体１の一端部に配設された垂直尾翼３Ａ，３Ａおよび水平尾翼３Ｂ，３Ｂとからなる。なお、胴体１の長手方向を機体の進行方向（尾翼３Ａ，３Ｂが形成された一端側が後）として説明する。また、この水中グライダーは、外部からの無線信号により制御（Ｒａｄｉｏ－Ｃｏｎｔｒｏｌｌｅｄ）される。
【００２３】
胴体１の内部には、図１の透視図に示すように、各主翼２Ａ，２Ｂに対応するモータ（サーボモータ）１１，１１と、胴体長手方向（機体の前後方向）にスライドすることのできるバランスウェイト１２と、機体の重心（図示省略）近傍に配置されたバラストタンク１３と、このバラストタンク１３に加圧気体を供給するボンベ１４およびレギュレータ１５とが配設されている。なお、図中の符号１６は各尾翼３Ａ，３Ｂを駆動するモータ、１７は制御信号（電波）を受信するレシーバを含むコントローラ、１８はバッテリである。
【００２４】
本実施形態における水中グライダーの特徴は、機体中央部から左右に突出する主翼２Ａ，２Ｂが、これらの根元部に個別に配設されたモータ１１，１１により、機体の進行方向に対する仰角を独立して変更できるように構成されている点である。また、これら主翼２Ａ，２Ｂの進行方向断面は、この進行方向（停止時における機体前方）に対して上下対称な翼型に形成されている。
【００２５】
この構成により、本実施形態における水中グライダーは、これら左右の主翼２Ａ，２Ｂの角度（仰角）の組み合わせにより、急旋回，急減速や、停止・後退、あるいは現位置での水平を保ったままでの浮上・沈降等、従来の固定翼式水中グライダーでは不可能であった高度な運動を行なうことが可能になる。また、潜入時または浮上時のどちらであっても、各主翼２Ａ，２Ｂの仰角の変更により、その航行速度の調整を容易に行なうことができる。
【００２６】
次に、本実施形態における水中グライダーの潜入から浮上までの動作を説明する。
図３は、本発明の第１実施形態における水中グライダーの水中での航行状態を説明する図であり、図４および図５は、潜入時および浮上時に水中グライダーに働く力を説明する図である。
【００２７】
この水中グライダーの潜入は、先ずバラストタンク１３内の気体を排出し、その内部に周囲の水（海水等）を取り込むことにより開始する（図３－イ）。この時、バランスウェイト１２を機体前方に移動させることにより、素早く潜入姿勢（ダウントリム）をとることができる。なお、水平尾翼３Ｂ，３Ｂを機体のピッチ角制御に用いても良い。
【００２８】
潜入開始後は、各主翼２Ａ，２Ｂの仰角を同調させ、機体の潜入速度を制御する（図３－ロ）。この時、これら主翼には、図４のように、上向き（浮上方向）の揚力が発生する。なお、主翼の仰角は、機体の航続距離を優先させるか、あるいは、航行速度を優先させるかにより決定される。
【００２９】
目標深度に近づいたら、主翼２Ａ，２Ｂの仰角を変更することにより、その潜入（沈降

）速度を容易に低下させることができる。なお、この時、バランスウェイト１２や水平尾翼３Ｂ，３Ｂを効果的に用いれば、姿勢を保持したまま機体を失速させて停止したり、航空機におけるエアブレーキのように、主翼２Ａ，２Ｂを進行方向に対する抵抗とした急停止も可能である。

【００３０】

次に、この水中グライダーの浮上は、潜入時とは逆に、ボンベ１４のガスをバラストタンク１３内に注入し、その内部の水（海水等）を排出することにより開始する（図３－ハ）。なお、バランスウェイト１２を機体後方に移動させることにより、素早く浮上姿勢（アップトリム）をとることができる。また、水平尾翼３Ｂ，３Ｂを機体のピッチ角制御に用いても良い。

【００３１】

浮上開始後は、各主翼２Ａ，２Ｂの仰角を同調させ、機体の浮上速度を制御する（図３－ニ）。この時、これら主翼には、図５のように、下向き（沈降方向）の揚力が発生する。なお、主翼の仰角は、潜入時と同様、機体の航続距離を優先させるか、あるいは、航行速度を優先させるかにより決定される。

【００３２】

以上の潜入・浮上動作を繰り返すことにより、本実施形態における水中グライダーは、無人海洋環境調査等において、低エネルギー（高効率）での長距離航行を行なうことができる。

【００３３】

また、本実施形態における水中グライダーは、各主翼２Ａ，２Ｂの仰角を独立して制御できることから、前述した潜入，浮上，停止運動の他にも、機体の姿勢（ピッチ角）を保持したままでの深度変更や垂直降下／浮上、逆方向への後退や、各主翼２Ａ，２Ｂを逆位相にした急旋回・方向転換、スパイラルを描くような回転運動、あるいは、左右の主翼２Ａ，２Ｂを同調または交互に上下（振動）させて推力を得て前進・後退する運動等、従来の固定翼機ではなし得なかったような、推進器を備える有人潜水艇と同等の高度な運動を行なうことができる。

【００３４】

なお、本実施形態においては、水中グライダーの航行を、外部からの無線信号により制御する例を示したが、外洋における広範囲な探査等に用いる場合は、センサを用いた姿勢検知手段と、ＧＰＳ等を用いた位置検出手段、母船との通信手段およびプログラム可能なコンピュータを含む制御手段などを搭載することにより、独立して航行することのできる無人水中グライダー（無人潜水機）とすることもできる。

【００３５】

次に、より具体的な有人水中グライダーについて説明する。

図６は、本発明の第２実施形態における水中グライダーの構成を表す斜視図である。なお、第１実施形態と同様の機能を有する構成部材には、同じ符号を付記する。また、説明が煩雑になるのを防ぐため、各主翼２Ａ，２Ｂに対応するモータ（サーボモータ）、尾翼３Ａを駆動するモータ、バランスウェイト、バラストタンク、コントローラやバッテリ等は、図示を省略している。

【００３６】

この水中グライダーも、基本的な構成は第１実施形態における水中グライダーと同様であり、胴体１と、この胴体１から左右に突出する、幅広で大型の主翼２Ａ，２Ｂと、胴体１の一端部に配設された垂直尾翼３Ａ，３Ａとからなる。なお、本実施形態における水中グライダーも、胴体１の長手方向を機体の進行方向（尾翼３Ａが形成された一端側が後）として説明する。また、この水中グライダーは、有人（二人乗り）での運用を考慮したものであり、その制御（操縦）は、内部に乗り込んだ操縦者が行なうものとする。

【００３７】

本実施形態における水中グライダーの特徴は、第１実施形態と同様、機体中央部から左右に突出する主翼２Ａ，２Ｂの進行方向断面が、この進行方向（停止時における機体前方

）に対して上下対称な翼型に形成されているとともに、これら各主翼２Ａ，２Ｂが、機体の進行方向に対する仰角を独立して変更できるように構成されている点である。

【００３８】

また、これらの特徴に加え、操縦者が乗り込むキャビン（胴体１）の進行方向断面も、この進行方向に対して上下対称な翼型（いわゆるリフティング・ボディ形状）に形成されており、その機体内には、スキューバ・ダイビングに用いるのと同等の空気ボンベ１９が複数本搭載されている。

【００３９】

以上の構成により、この実施形態における水中グライダーも、第１実施形態と同様、推進器を用いることなく、急旋回，急減速や、停止・後退等、従来の固定翼式水中グライダーでは不可能であった高度な運動を行なうことが可能になる。

【００４０】

また、潜入時または浮上時のどちらであっても、その航行速度の調整を容易に行なうことができるとともに、各主翼２Ａ，２Ｂの仰角を独立して個別に制御することにより、機首を上方または下方に向けたままでの深度変更やスパイラルを描くような回転運動、あるいは、左右の主翼２Ａ，２Ｂを同調または交互に上下（振動）させて前進・後退する運動等、海棲生物や地形を連続して観察する場合に不可欠な姿勢を保持しながら移動（航行）することができる。

【００４１】

なお、機体内に搭載された空気ボンベ１９は、浮上時のバラストタンクの排水に用いられるとともに、操縦者等の搭乗するキャビンにも供給され、呼吸維持用に使用される。この構成により、水中グライダーの更なる装備の簡素化およびコストダウンと、維持運用費の低減を図ることが可能である。

【００４２】

以上の実施形態においては、広範囲な海洋環境調査等に用いられる無人水中グライダーと、浅海域での海洋環境モニタリング等に用いられる有人水中グライダーを例に挙げたが、本発明の水中グライダーの構成は、これらの例に限定されるものではなく、推進器を持たない水中航走体に広く適用することができる。

【図面の簡単な説明】

【００４３】

【図１】本発明の第１実施形態における水中グライダーの内部構成を示す斜視図である。

【図２】本発明の第１実施形態における水中グライダーの概略構成図である。

【図３】本発明の第１実施形態における水中グライダーの水中での航行状態を説明する図である。

【図４】本発明の水中グライダーにおける潜入時の揚力と抗力の関係を示す図である。

【図５】本発明の水中グライダーにおける浮上時の揚力と抗力の関係を示す図である。

【図６】本発明の第２実施形態における水中グライダーの構成を示す斜視図である。

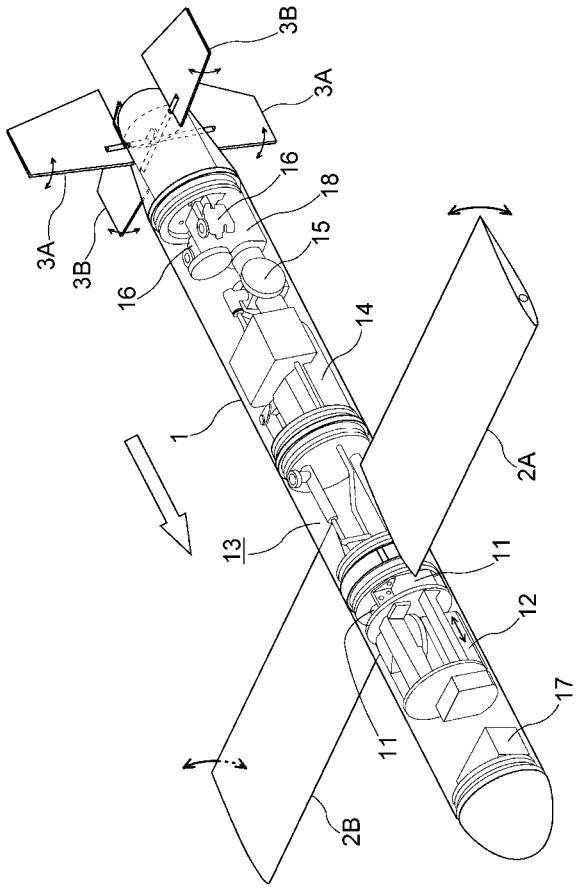
【符号の説明】

【００４４】

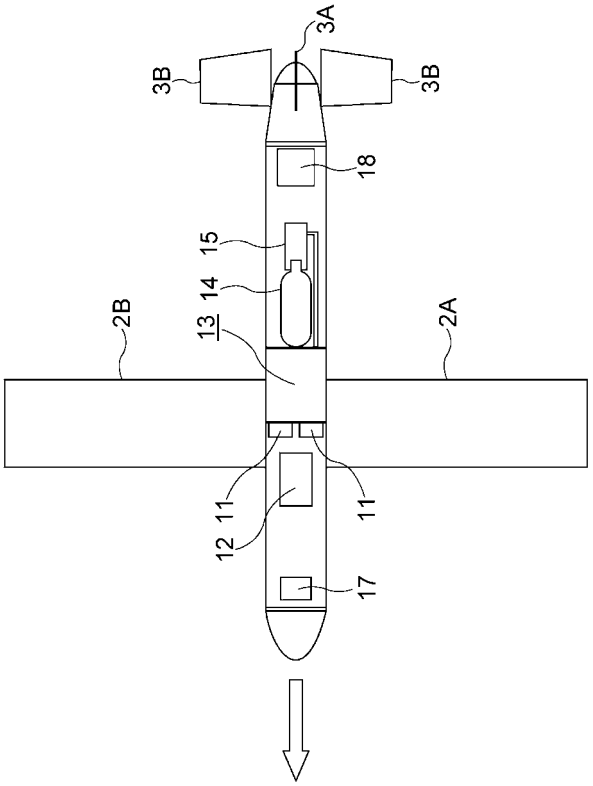
１　胴体
２Ａ，２Ｂ　主翼
３Ａ　垂直尾翼
３Ｂ　水平尾翼
１１　モータ
１２　バランスウェイト
１３　バラストタンク
１４　ボンベ
１５　レギュレータ
１６　モータ
１７　コントローラ

１８　バッテリ
１９　空気ボンベ
Ｆ　浮力
Ｇ　重力
Ｌ　揚力
Ｄ　抗力
θ　潜入・浮上角

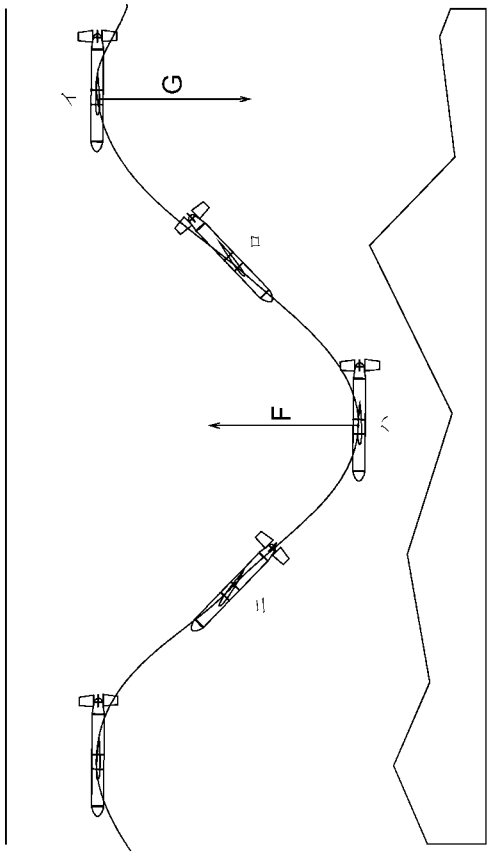
【図１】



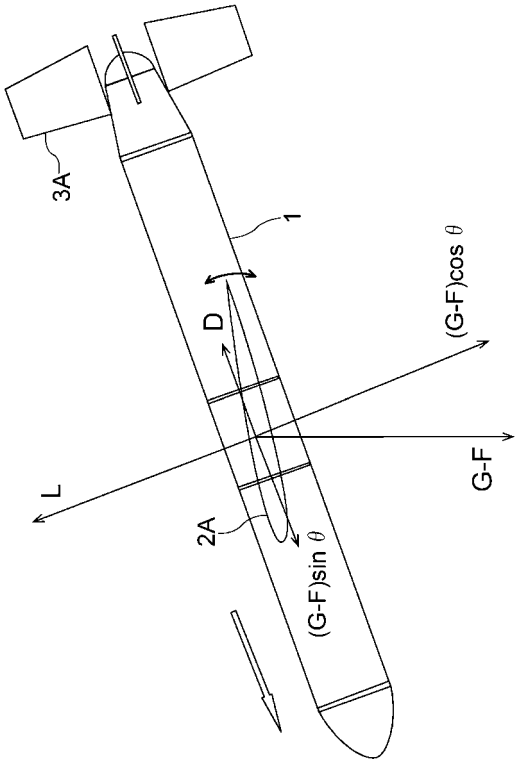
【図２】



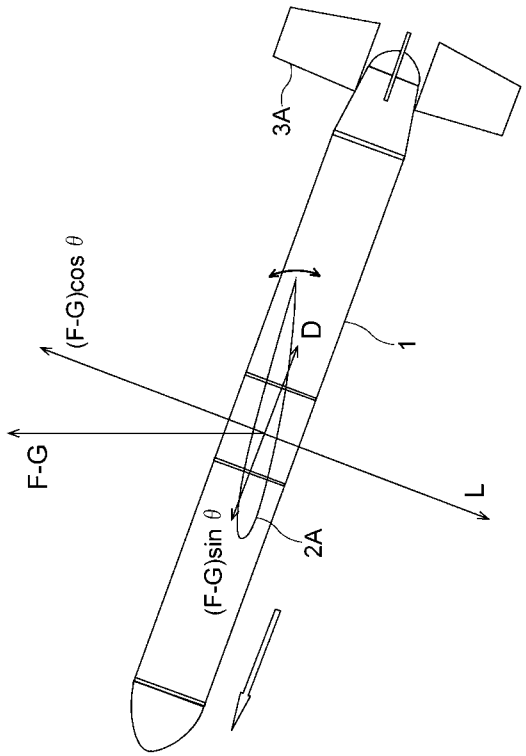
【図３】


G
F

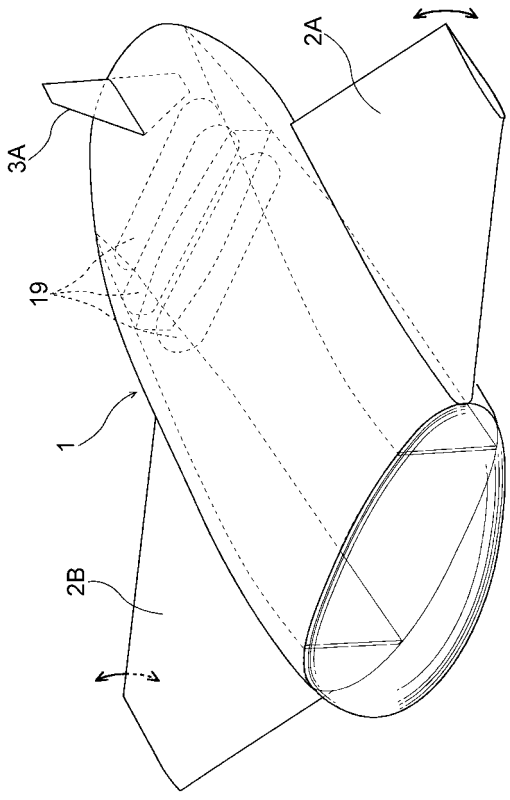
【図４】


3A
1
D
(G-F)cos θ
G-F
L
2A
(G-F)sin θ

【図５】


3A
(F-G)cos θ
D
1
F-G
L
(F-G)sin θ
2A

【図６】


2A
3A
19
1
2B