

特許出願明細書 / Patent Specification

深海1万m 水中ドローン (Deep-Sea 10,000m Underwater Drone)

【書類名】 明細書・特許請求の範囲・要約書
Bilingual Japanese / English Specification

【発明の名称】 Title of Invention

【和文】 深海水下ドローン

【English】 Deep-Sea Underwater Drone

【技術分野】 Technical Field

【0001】 本発明は、水中探査装置に関し、特に超高压環境下である1万メートル級の深海において、自律的な姿勢制御、着底制御、および各種観測を遂行する水中ドローンに関する。

The present invention relates to an underwater exploration apparatus, and more particularly to an underwater drone capable of performing autonomous attitude control, landing control, and various observations in the deep sea at a depth class of 10,000 meters under an ultra-high pressure environment.

【背景技術】 Background Art

【0002】 従来の深海探査機においては、耐圧殻や浮力材を備えるものの、海底近傍における姿勢安定性や軟着陸性能が不十分であり、着底時の衝撃に起因する機体の損傷が重大な課題となっていた。また、推進機構の長期耐久性や、極限環境下における高精度な観測能力の面においても、依然として改善の余地が残されていた。

Conventional deep-sea exploration vessels are equipped with pressure hulls and buoyancy materials; however, their attitude stability near the seabed and soft-landing capabilities are insufficient, making damage to the vessel caused by landing impacts a critical problem. Furthermore, there remains room for improvement in terms of the long-term durability of propulsion mechanisms and high-precision observation capabilities in extreme environments.

【先行技術文献】 Prior Art Documents

【0003】 【特許文献1】 特開2015-78598

[Patent Literature 1] JP 2015-78598 A

【発明の概要】 Summary of Invention

【発明が解決しようとする課題】 Technical Problem

【0004】 本発明は、過酷な深海環境下において長期的かつ安定的な探査活動を維持すべく、以下の要素を備えた水中ドローンを提供することを目的とする。

An object of the present invention is to provide an underwater drone equipped with the following elements in order to maintain long-term, stable exploration activities under harsh deep-sea environments:

- 人工知能(AI) による自律的姿勢制御 / Autonomous attitude control using Artificial Intelligence (AI)
- 軟着陸を具現化する錘および浮力体制御 / Weight and buoyancy body control to achieve soft landing
- 高耐久性を有するスクリュー推進機構 / Highly durable screw propulsion mechanism
- 高精度観測装置 / High-precision observation equipment

【課題を解決するための手段】 Solution to Problem

【0005】 本願発明の水中ドローンは、以下に示す構成を特徴とする。

The underwater drone of the present invention is characterized by the following configurations:

(1) 耐圧構造 (Pressure-Resistant Structure)

チタン合金製球体耐圧殻、前記球体耐圧殻の外周を被覆するFRP層およびシンタクチックフォーム、並びに殻内部の複数箇所に配設され、構造応力をAIにより常時監視する歪ゲージ。

A titanium alloy spherical pressure hull, an FRP layer and syntactic foam coating the outer circumference of said spherical pressure hull, and strain gauges arranged at multiple interior locations to constantly monitor structural stress via AI.

(2) 推進機構 (Propulsion Mechanism)

垂直方向4基、左右方向2基、前後方向2基の計8基からなるスクリュー、ダイヤモンドライクカーボン(DLC)コーティングを施したチタン製スクリュー軸、ネオジウム磁石を用いた磁気結合による非接触型の回転伝達構造モーター、および海水と前記DLC層の介在により形成される低摩擦軸受。

A total of 8 screws consisting of 4 vertical, 2 lateral, and 2 longitudinal units; DLC (Diamond-Like Carbon) coated titanium screw shafts; a non-contact rotation transmission motor structure using magnetic coupling with neodymium magnets; and low-friction bearings formed via seawater and the DLC layer.

(3) 着底制御機構 (Landing Control Mechanism)

円錐形錘(600kg)と浮力体(300kg)との協調による着底制御構造、電磁石による吸着解除機構およびロッド機構を組み合わせた錘分離構造、並びにカメラAにより捉えた映像から海底への接近を検知し、スクリュー回転数と錘の落下速度をリアルタイムで制御して軟着陸を実現するAI制御システム。

A landing control structure combining a conical weight (600 kg) and a buoyancy body (300 kg); a weight release mechanism combining electromagnetic release and rod mechanisms; and an AI control system that detects seabed approach from Camera A footage and controls screw RPM and weight descent velocity in real-time to achieve soft landing.

(4) 観測装置 (Observation Equipment)

カメラA: オートフォーカス機構付超望遠ズームレンズ、高感度カラーカメラ、およびスポットLED照明。カメラB: 広角レンズ、カラーカメラ、およびLED照明。ならびにサファイアガラス製の耐圧光学窓。

Camera A: Super-telephoto zoom lens with auto-focus, high-sensitivity color camera, and spot LED illumination. Camera B: Wide-angle lens, color camera, and LED illumination. Pressure-resistant optical windows made of sapphire glass.

(5) センシング・通信 (Sensing & Communication)

アクティブソナーによる自己位置検出、およびAIによる圧力・歪・姿勢データのリアルタイム解析。

Self-position detection via active sonar, and real-time analysis of pressure, strain, and attitude data via AI.

【発明の効果】 Advantageous Effects of Invention

【0006】 本発明によれば、以下の優れた効果を奏する。

According to the present invention, the following advantageous effects are achieved:

- 深海1万メートル級の超高水圧環境下においても、極めて安定した姿勢制御が可能となる。
Extremely stable attitude control is rendered possible even in ultra-high water pressure environments at the 10,000-meter deep-sea class.
- AI駆動による軟着陸制御により、着底時の衝撃を緩和し、機体の損傷を確実に防止する。
AI-driven soft-landing control mitigates impact upon seabed contact, reliably preventing damage to the vessel.
- DLCコーティングを施した軸受構造により、海水環境下での長期耐久性が確保される。
The DLC-coated bearing structure ensures long-term durability in seawater environments.
- サファイア製耐圧窓と高感度カメラの駆動により、極限環境下での高精度な観測、およびAIによる深海底の3次元(3D)マップ構築が可能となる。
Operation of sapphire pressure windows and high-sensitivity cameras enables high-precision observations in extreme environments and AI-driven 3D mapping of the deep seabed.

【発明を実施するための形態】 Description of Embodiments

【0009】 図1は、本実施形態に係る深海中ドローンの詳細な構成を示している。二系統の冗長性を持たせたバッテリー、AI処理用PCおよびメモリ装置、並びに配電盤等を、1万メートル深海の超高水圧から防護するため、直径1m、肉厚5cmのチタン合金製球体耐圧殻を配設している。また、探査に必要な浮力(300kg)を担保するため、前記球体耐圧殻の外周にはシントクチックフォーム層を形成し、さらにその外層をFRP(繊維強化プラスチック)製の保護カバー(厚さ2cm)で被覆している。

FIG. 1 shows the detailed structure of the deep-sea underwater drone according to this embodiment. To protect a redundant dual-system battery, an AI processing PC and memory device, and a power distribution board from the ultra-high water pressure at a 10,000-meter depth, a titanium alloy spherical pressure hull with a diameter of 1 m and a wall thickness of 5 cm is arranged. Furthermore, to secure the buoyancy (300 kg) required for exploration, a syntactic foam layer is formed around the outer circumference of the pressure hull, coated further with an outer FRP protective cover (2 cm thick).

チタン合金製球体耐圧殻が超高水圧下において健全な状態を維持しているかを監視するため、該球体耐圧殻の内壁面には複数の歪ゲージが随所に貼付されている。搭載されたAIは、これら全ての歪ゲージの出力を常時監視し、局所的な歪の増大等により危険水準に達したと判断した場合には、電磁石により保持されていた円錐形錘を即座に離脱させ、緊急浮上シーケンスに移行する。

To monitor whether the titanium alloy spherical pressure hull maintains structural integrity under ultra-high pressure, multiple strain gauges are affixed across the inner wall surface. The onboard AI constantly monitors output from all strain gauges; if it determines a critical risk level due to localized strain increases, it immediately releases the conical weight held by electromagnets to initiate an emergency ascent sequence.

当該水中ドローンは、前記錘が分離された状態においては約300kgの正の浮力を生じるよう設計されている。これに対し、質量600kgの円錐形錘を装着することにより、負の浮力を得て海底へと急行する。なお、前記錘の形状を円錐形(下方に向け尖鋭化した形状)とすることにより、流体抵抗を低減し、迅速な潜航を可能としている。

The underwater drone is designed to produce a positive buoyancy of approx. 300 kg when the weight is detached. Conversely, attaching the 600 kg conical weight provides negative buoyancy to rapidly dive toward the seabed. Shaping the weight into a downward-pointing cone reduces hydrodynamic drag, enabling swift descent.

当該水中ドローンには、垂直方向に4基、左右方向に2基、前後方向に2基の計8基のスクリーが配設されている。各スクリー軸はチタン製であり、その表面にはDLCコーティングが蒸着されている。駆動モーターはチタン製の密閉筐体内部に隔離され、スクリー軸との間に強力なネオジウム磁石を対向配置した磁気結合(マグネットカップリング)構造を採用している。

The drone features 8 screws in total: 4 vertical, 2 lateral, and 2 longitudinal. Each screw shaft is made of titanium deposited with a DLC coating. Drive motors are isolated inside sealed titanium housings, employing a magnetic coupling structure with powerful neodymium magnets arranged oppositely with the external screw shaft.

潜航時、AIはカメラAから得られるリアルタイム映像に基づいて海底への接近を自動検知し、スクリーの回転数および錘の落下速度を協調制御することで、衝撃のない軟着陸を具現化する。着底の際、先行して海底に衝突した円錐形錘からの反力により、ロッド機構が機体側へ押し込まれることで、機械的にフック部の結合が解除され、錘が分離される構造となっている。また、AIからの電氣的指令により電磁石の励磁を遮断する二重の錘離脱機構(冗長設計)を備えている。

During descent, the AI automatically detects seabed approach based on real-time video from Camera A, cooperatively controlling screw RPM and weight descent velocity to achieve an impact-free soft landing. Upon touchdown, reaction force from the conical weight pushing into the seabed drives a rod mechanism into the hull, mechanically disengaging the hook and releasing the weight. An electrical override disengages the electromagnet upon AI command as a redundant backup.

【特許請求の範囲】 Claims

【請求項1】 Claim 1

人工知能(AI)制御ユニットを備え、海底接近時に浮力体および錘の動作を協調制御して軟着陸を行う水中ドローンであって、

前記水中ドローンは、チタン合金製の球体耐圧殻、および該球体耐圧殻の外周を被覆するFRP層を有し、前記球体耐圧殻の内部に配設された歪ゲージを介して構造応力を常時監視するよう構成され、

さらに、表面にダイヤモンドライクカーボン(DLC)コーティングを施したチタン製スクリー軸、およびネオジウム磁石を用いた磁気結合による回転伝達構造を備えたスクリー推進機構を有し、

かつ、サファイアガラス製の耐圧光学窓を介して配置された高感度カメラおよび照明装置を備え、深海環境下での高精度観測、並びに深海底の3次元マップの生成および記録を行うことを特徴とする、水中ドローン。

An underwater drone comprising an Artificial Intelligence (AI) control unit configured to perform soft landing by cooperatively controlling operations of a buoyancy body and a weight upon approaching the seabed, wherein said underwater drone comprises a titanium alloy spherical pressure hull and an FRP layer coating an outer circumference of said spherical pressure hull, configured to constantly monitor structural stress via strain gauges disposed inside said spherical pressure hull;

further comprising a screw propulsion mechanism having titanium screw shafts coated with Diamond-Like Carbon (DLC) and a rotational transmission structure utilizing magnetic coupling via neodymium magnets; and

comprising high-sensitivity cameras and lighting devices arranged through sapphire glass pressure-resistant optical windows, configured to execute high-precision observation under deep-sea environments and generate and record three-dimensional maps of the deep seabed.

【要約書】 Abstract

【課題】 従来の深海探査機は姿勢安定性や軟着陸性能が不十分であり、着底時の衝撃による機体損傷が課題であった。

[Problem] Conventional deep-sea exploration vessels suffer from insufficient attitude stability and soft-landing performance, leading to damage caused by impact during seabed contact.

【解決手段】 本発明の水中ドローンは、(1)チタン合金球体耐圧殻と歪ゲージによるAIストレス監視構造、(2)DLCコーティングチタン軸とネオジウム磁気結合を備えた8基のスクリュー推進機構、(3)円錐形錘とAI制御による軟着陸・離脱機構、(4)サファイア耐圧窓と高感度カメラによる3Dマップ構築機能を備える。

[Solution] The underwater drone comprises: (1) a titanium alloy pressure hull with AI strain monitoring via internal gauges, (2) an 8-screw propulsion system featuring DLC-coated titanium shafts and neodymium magnetic couplings, (3) a conical weight soft-landing/release mechanism managed by AI, and (4) 3D mapping capabilities utilizing high-sensitivity cameras behind sapphire optical windows.