

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報(A)

(11)公開番号

特開2024-19811

(P2024-19811A)

(43)公開日 令和6年2月14日(2024.2.14)

(51)国際特許分類

F I

E 0 2 F 5/00 (2006.01)

E 0 2 F 5/00

B

B 6 3 B 35/00 (2020.01)

B 6 3 B 35/00

Z

E 0 2 F 9/00 (2006.01)

E 0 2 F 9/00

C

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全15頁)

(21)出願番号 特願2022-122509(P2022-122509)

(22)出願日 令和4年8月1日(2022.8.1)

(71)出願人 000219406

東亜建設工業株式会社

東京都新宿区西新宿三丁目7番1号

(74)代理人 110001368

清流国際弁理士法人

(74)代理人 100129252

弁理士 昼間 孝良

(74)代理人 100155033

弁理士 境澤 正夫

(72)発明者 飯田 宏

東京都新宿区西新宿三丁目7番1号 東

亜建設工業株式会社内

(72)発明者 米光 柁貴

東京都新宿区西新宿三丁目7番1号 東

亜建設工業株式会社内

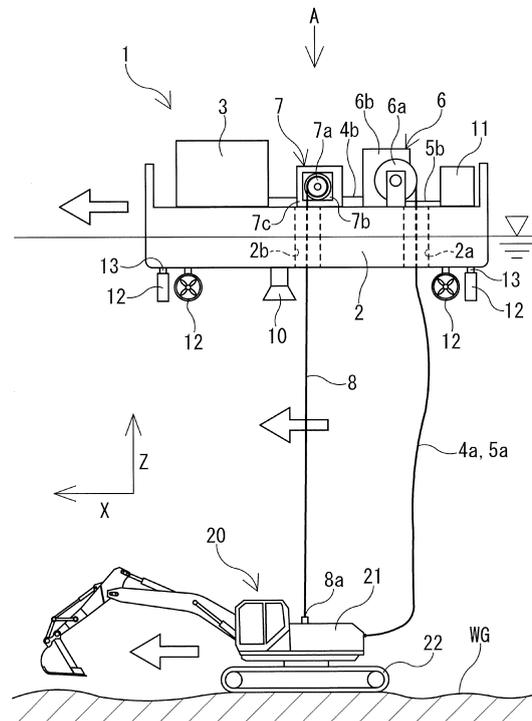
(54)【発明の名称】 水中作業機械の支援システムおよび支援方法

(57)【要約】

【課題】水中作業機械の作業エリアの拡大を図り、水中作業機械の作業効率を向上させることができる水中作業機械の支援システムおよび支援方法を提供する。

【解決手段】水上に浮かぶ浮体2に発電機3とドラム装置6を設置し、ドラム装置6に巻回されている電源ケーブル4aの下端部を水中作業機械20に接続する。浮体2に平面視で互いに間隔をあけて複数のリール装置7を設置して、それぞれのリール装置7に巻回されている紐状体8の下端部8aを、水中作業機械20に対して互いに間隔をあけた位置に接続する。それぞれの紐状体8の張力を予め設定した所定範囲に維持する制御を行うとともに、電源ケーブル4aの弛みを予め設定された許容範囲に維持する制御を行った状態で、水中作業機械20により紐状体8を介して浮体2を牽引することにより、浮体2を水中作業機械20の移動に追尾移動させる。

【選択図】図1



10

20

**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

水底を走行する水中作業機械の支援システムにおいて、

水上に浮かぶ浮体と、前記浮体に設置された発電機と、前記浮体に設置されたドラム装置と、前記ドラム装置に巻回されていて下端部が前記水中作業機械に接続された電源ケーブルと、前記浮体に設置された複数のリール装置と、それぞれの前記リール装置に巻回されていて下端部が前記水中作業機械に接続された紐状体とを備え、

前記発電機によって発電された電力が前記ドラム装置および前記電源ケーブルを介して前記水中作業機械に送電される構成であり、

前記浮体に対して複数の前記リール装置が平面視で互いに間隔をあけて配置されていて、前記水中作業機械に対してそれぞれの前記リール装置から繰り出された前記紐状体の前記下端部どうしが平面視で互いに間隔をあけた位置に接続されており、

それぞれの前記リール装置により、前記水中作業機械が前記水底に接地した状態を維持しつつ、それぞれの前記リール装置から繰り出された前記紐状体が緊張した状態に維持されるように、前記繰り出された紐状体の張力を予め設定された所定範囲に維持する制御が行われるとともに、前記ドラム装置により、前記ドラム装置から繰り出された前記電源ケーブルの弛みが予め設定された許容範囲に維持される制御が行われた状態で、前記水中作業機械により前記紐状体を介して前記浮体が牽引されることにより、前記浮体が前記水中作業機械の移動に追尾移動する構成であることを特徴とする水中作業機械の支援システム

10

20

**【請求項 2】**

平面視での前記リール装置どうしの離間距離が、平面視での前記紐状体の下端部どうしの離間距離よりも長い請求項 1 に記載の水中作業機械の支援システム。

**【請求項 3】**

前記浮体に設けられた推進器と、前記推進器を制御する推進制御部とを備え、平面視における前記水中作業機械に対する前記浮体の相対的な向きに基づいて、前記推進制御部により前記推進器が制御される請求項 1 または 2 に記載の水中作業機械の支援システム。

**【請求項 4】**

前記浮体に設置されて前記水中作業機械を撮影するカメラを備えた請求項 1 または 2 に記載の水中作業機械の支援システム。

30

**【請求項 5】**

水底を走行する水中作業機械の支援方法において、

水上に浮かぶ浮体に発電機とドラム装置とを設置して、前記ドラム装置に巻回されている電源ケーブルの下端部を前記水中作業機械に接続して、前記発電機によって発電された電力が前記ドラム装置および前記電源ケーブルを介して前記水中作業機械に送電される状態とし、前記浮体に平面視で互いに間隔をあけて複数のリール装置を設置して、それぞれの前記リール装置に巻回されている紐状体の下端部を、前記水中作業機械に対して互いに間隔をあけた位置に接続した状態にして、

それぞれの前記リール装置により、前記水中作業機械が前記水底に接地した状態を維持しつつ、それぞれの前記リール装置から繰り出している前記紐状体を緊張した状態に維持するように、前記繰り出している紐状体の張力を予め設定した所定範囲に維持する制御を行うとともに、前記ドラム装置により、前記ドラム装置から繰り出している前記電源ケーブルの弛みを予め設定された許容範囲に維持する制御を行った状態で、前記水中作業機械により前記紐状体を介して前記浮体を牽引することにより、前記浮体を前記水中作業機械の移動に追尾移動させることを特徴とする水中作業機械の支援方法。

40

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

本発明は、水中作業機械の支援システムおよび支援方法に関し、さらに詳しくは、水中作業機械の作業エリアの拡大を図り、水中作業機械の作業効率を向上させることができる

50

水中作業機械の支援システムおよび支援方法に関するものである。

【背景技術】

【0002】

水底を走行可能な水中バックホウなどの水中作業機械を使用した水中工事が行われている。従来では、水中作業機械の水中への投入を行う支援船（クレーン船）に設置した発電機と、水中作業機械とを電源ケーブルで接続することで、水中作業機械に電力を供給している（例えば、特許文献1参照）。そして、水中作業機械は、停止させた状態の支援船と電源ケーブルで接続された状態で、支援船の周辺水域において水中作業を行っていた。

【0003】

従来では、電源ケーブルを水中に長く繰り出すと電源ケーブルが損傷、断線するリスクが高くなるため、水中作業機械の作業エリアは、支援船の近傍の比較的狭い範囲に限定されていた。水中作業機械の作業エリアを変更する際には、その都度、支援船を移動させる必要があるため作業効率が比較的低く、改善の余地があった。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開平11-304482号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

本発明の目的は水中作業機械の作業エリアの拡大を図り、水中作業機械の作業効率を向上させることができる水中作業機械の支援システムおよび支援方法を提供することにある。

20

【課題を解決するための手段】

【0006】

上記目的を達成するため、本発明の水中作業機械の支援システムは、水底を走行する水中作業機械の支援システムにおいて、水上に浮かぶ浮体と、前記浮体に設置された発電機と、前記浮体に設置されたドラム装置と、前記ドラム装置に巻回されていて下端部が前記水中作業機械に接続された電源ケーブルと、前記浮体に設置された複数のリール装置と、それぞれの前記リール装置に巻回されていて下端部が前記水中作業機械に接続された紐状体とを備え、前記発電機によって発電された電力が前記ドラム装置および前記電源ケーブルを介して前記水中作業機械に送電される構成であり、前記浮体に対して複数の前記リール装置が平面視で互いに間隔をあけて配置されていて、前記水中作業機械に対してそれぞれの前記リール装置から繰り出された前記紐状体の前記下端部どうしが平面視で互いに間隔をあけた位置に接続されており、それぞれの前記リール装置により、前記水中作業機械が前記水底に接地した状態を維持しつつ、それぞれの前記リール装置から繰り出された前記紐状体が緊張した状態に維持されるように、前記繰り出された紐状体の張力を予め設定された所定範囲に維持する制御が行われるとともに、前記ドラム装置により、前記ドラム装置から繰り出された前記電源ケーブルの弛みが予め設定された許容範囲に維持される制御が行われた状態で、前記水中作業機械により前記紐状体を介して前記浮体が牽引されることにより、前記浮体が前記水中作業機械の移動に追尾移動する構成であることを特徴とする。

30

40

【0007】

本発明の水中作業機械の支援方法は、水底を走行する水中作業機械の支援方法において、水上に浮かぶ浮体に発電機とドラム装置とを設置して、前記ドラム装置に巻回されている電源ケーブルの下端部を前記水中作業機械に接続して、前記発電機によって発電された電力が前記ドラム装置および前記電源ケーブルを介して前記水中作業機械に送電される状態とし、前記浮体に平面視で互いに間隔をあけて複数のリール装置を設置して、それぞれの前記リール装置に巻回されている紐状体の下端部を、前記水中作業機械に対して互いに間隔をあけた位置に接続した状態にして、それぞれの前記リール装置により、前記水中作

50

業機械が前記水底に接地した状態を維持しつつ、それぞれの前記リール装置から繰り出している前記紐状体を緊張した状態に維持するように、前記繰り出している紐状体の張力を予め設定した所定範囲に維持する制御を行うとともに、前記ドラム装置により、前記ドラム装置から繰り出している前記電源ケーブルの弛みを予め設定された許容範囲に維持する制御を行った状態で、前記水中作業機械により前記紐状体を介して前記浮体を牽引することにより、前記浮体を前記水中作業機械の移動に追尾移動させることを特徴とする。

【発明の効果】

【0008】

本発明によれば、支援船（クレーン船）に発電機を設置するのではなく、水面上に浮かべた浮体に発電機とドラム装置とを設置して、ドラム装置から繰り出した電源ケーブルの下端部を水中作業機械に接続することで、支援船に依存せずに水中作業機械に電力を供給できる。さらに、浮体に平面視で互いに間隔をあけて複数のリール装置を設置して、それぞれのリール装置に巻回されている紐状体の下端部を、水中作業機械に対して互いに間隔をあけた位置に接続した状態にして、水中作業機械により複数本の紐状体を介して浮体を牽引する。この際、水中作業機械が水底に接地した状態を維持しつつ、それぞれのリール装置から繰り出している紐状体を緊張した状態（張った状態）に維持するように、紐状体の張力を予め設定した所定範囲に維持する制御を行うとともに、ドラム装置から繰り出される電源ケーブルの弛みを予め設定された許容範囲に維持する制御を行う。これにより、緊張した状態の複数本の紐状体によって浮体をバランスよく牽引し、浮体を水中作業機械の移動にレスポンスよく安定して追尾移動させることが可能になる。さらに、浮体の牽引時に電源ケーブルに大きな張力がかかることを回避することができ、水中に延在するそれぞれの紐状体と電源ケーブルとが絡み合うこともより確実に回避できる。水中作業機械は支援船に依存せずに、より広いエリアで水中作業を行うことが可能になり、水中作業機械の作業効率を向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】本発明の水中作業機械の支援システムの実施形態を模式的に側面視で模式的に例示する説明図である。

【図2】図1のA矢視図である。

【図3】図2のB-B断面矢視図である。

【図4】浮体に設置されているドラム装置およびリール装置と、水中作業機械に接続されている電源ケーブルの下端部および紐状体の下端部の位置関係を平面視で模式的に例示する説明図である。

【図5】図1の支援システムのリール装置および紐状体によって水中作業機械を水底よりも上方に吊り上げている状態を側面視で模式的に例示する説明図である。

【図6】本発明の水中作業機械の支援システムの別の実施形態の浮体に設置されているドラム装置およびリール装置と、水中作業機械に接続されている電源ケーブルの下端部および紐状体の下端部の位置関係を平面視で模式的に例示する説明図である。

【発明を実施するための形態】

【0010】

以下、本発明の水中作業機械の支援システムおよび支援方法を図に示した実施形態に基づいて説明する。

【0011】

図1に例示する本発明の支援システム1は、水底WGを走行する水中作業機械20を支援する。水中作業機械20は、水中において水底WGの整地や掘削作業などを行う重機（建設機械）であり、水中バックホウや水中ブルドーザーなどが例示できる。水中作業機械20のサイズや重量は陸上の施工で使用される重機と概ね同様であるが、水中作業機械20は電力で稼働する。水中作業機械20の重量は六トン～数十トン程度である。水中作業機械20は、潜水士が搭乗して操縦を行うものが一般的であるが、水中作業機械20には潜水士が搭乗せずに支援船上などから遠隔操作するものもある。この実施形態では、水中

10

20

30

40

50

作業機械 20 に潜水士が搭乗して操縦する場合を例示する。

【0012】

本願図中の X 方向は水中作業機械 20 の前後方向（以下、前後方向 X）、Y 方向は水中作業機械 20 の左右方向（以下、左右方向 Y）、Z 方向は上下方向（以下、上下方向 Z）を示している。この実施形態では、水中作業機械 20 として水中バックホウを例示している。水中作業機械 20 は、車体 21 と、左右方向 Y に間隔をあけて配置された一对の走行装置（無限軌道）22 を有している。水中作業機械 20 は、一对の走行装置 22 により水底 W G を自走する。

【0013】

図 1 および図 2 に例示するように、支援システム 1 は、水上に浮かぶ浮体 2 と、浮体 2 に設置された発電機 3 と、浮体 2 に設置されたドラム装置 6 と、ドラム装置 6 に巻回されていて下端部が水中作業機械 20 に接続された電源ケーブル 4 a とを備えている。支援システム 1 はさらに、浮体 2 に設置された複数のリール装置 7 と、それぞれのリール装置 7 に巻回されていて下端部 8 a が水中作業機械 20 に接続された紐状体 8 とを備えている。この実施形態の支援システム 1 は、さらに、位置情報取得装置 9、カメラ 10、通信装置 11、通信ケーブル 5 a、推進器 12 および推進制御部 13 を備えている。

10

【0014】

発電機 3、ドラム装置 6、複数のリール装置 7、位置情報取得装置 9 および通信装置 11 はそれぞれ浮体 2 上に設置されている。カメラ 10、推進器 12 および推進制御部 13 はそれぞれ浮体 2 の底部に設置されている。この実施形態では、電源ケーブル 4 a に通信ケーブル 5 a が一体化されていて、その一体化した電源ケーブル 4 a および通信ケーブル 5 a（以下、ケーブル 4 a、5 a）がドラム装置 6 に巻回されている。そして、ドラム装置 6 から繰り出されているケーブル 4 a、5 a の下端部が、水中作業機械 20 に接続されている。

20

【0015】

浮体 2 は、例えば、繊維強化プラスチック（FRP）などで作製される。この実施形態では、平面視で略正方形の浮体 2 を例示しているが、浮体 2 の形状やサイズは、浮体 2 に設置する前述した各設備（発電機 3 やドラム装置 6 等）のサイズや重量などに応じて適宜決定できる。浮体 2 は、水中作業機械 20 の水上搬送や投入作業、揚収作業を行う支援船（クレーン船）よりも小さく、支援船で揚重、搬送可能なサイズであることが好ましい。

30

【0016】

浮体 2 の前後方向 X の寸法は例えば 5 m ~ 15 m 程度、浮体 2 の左右方向 Y の寸法は例えば 2.5 m ~ 5 m 程度である。浮体 2 の重量は例えば、3 ~ 20 t 程度である。浮体 2 は、水上で前後左右に移動方向を円滑に変更できる形状、具体的には例えば、平面視で多角形状（正方形や長方形など）、円形状、楕円形状などの左右対称な形状であることが好ましい。

【0017】

この実施形態の浮体 2 は、発電機 3、ドラム装置 6、複数のリール装置 7、位置情報取得装置 9 および通信装置 11 が設置される設置面部の外周に、その設置面部よりも上方に突出して設置面部に水が進入することを抑制する周縁部が設けられている。浮体 2 は、例えば、複数の浮力部材とフレームと設置台とを組み合わせることもできる。浮体 2 として、例えば、既製の小型ボートの船体などを使用することもできる。

40

【0018】

発電機 3 は、水中作業機械 20 を稼働させる電力（例えば、100 ~ 400 kVA 程度）を発電可能なディーゼル発電機やガソリン発電機などで構成される。発電機 3 の長さ寸法は例えば 3 ~ 5 m 程度であり、幅寸法は例えば 1 ~ 2 m 程度である。発電機 3 の重量は例えば 2 ~ 6 t 程度である。

【0019】

ドラム装置 6 は、ケーブル 4 a、5 a が巻回されたドラム部 6 a と、ドラム部 6 a の回

50

転駆動を制御するドラム制御部 6 b とを有して構成されている。ドラム装置 6 と発電機 3 は電源ケーブル 4 b で接続されている。発電機 3 によって発電された電力が、電源ケーブル 4 b、ドラム装置 6 および電源ケーブル 4 a を介して水中作業機械 2 0 に送電される構成になっている。

**【 0 0 2 0 】**

この実施形態では、ドラム部 6 a から水中作業機械 2 0 に向かってケーブル 4 a、5 a が繰り出されていて、ケーブル 4 a、5 a の下端部が水中作業機械 2 0 に接続されている。ケーブル 4 a、5 a の下端部を水中作業機械 2 0 の車体 2 1 の後部に接続する場合を例示しているが、水中作業機械 2 0 に対するケーブル 4 a、5 a の下端部の接続位置は、水中作業機械 2 0 の仕様に応じて適宜決定できる。また、この実施形態では、浮体 2 に上下

10

**【 0 0 2 1 】**

リール装置 7 は、紐状体 8 が巻回されたリール部 7 a と、リール部 7 a から繰り出された紐状体 8 の張力を検知する張力検知器 7 b と、張力検知器 7 b が取得した検知データに基づいてリール部 7 a の回転駆動を制御するリール制御部 7 c とを有して構成されている。紐状体 8 は、例えば、ワイヤーロープや樹脂製のロープ等で構成される。紐状体 8 の材質や太さは水中作業機械 2 0 の重量等に応じて適宜決定できる。紐状体 8 は伸縮し難い部材で構成することが好ましい。張力検知器 7 b は、例えば、紐状体 8 が掛け回される荷重ローラと、この荷重ローラに生じる荷重を検知する荷重検知器（例えば、ロードセル）と

20

**【 0 0 2 2 】**

図 2 ~ 図 4 に例示するように、浮体 2 に対して複数のリール装置 7 が平面視で互いに間隔をあけて配置されていて、水中作業機械 2 0 に対してそれぞれのリール装置 7 から繰り出された紐状体 8 の下端部 8 a どうしが平面視で互いに間隔をあけた位置に接続されている。この実施形態では、浮体 2 の左右方向 Y に互いに間隔（離間距離 D 1）をあけて 2 台のリール装置 7 が設置されている。そして、車体 2 1 の左右方向 Y に互いに間隔（離間距離 D 2）をあけて 2 本の紐状体 8 の下端部 8 a がそれぞれ接続されている。

**【 0 0 2 3 】**

より具体的には、浮体 2 の右側に配置されたリール装置 7 から繰り出された紐状体 8 の下端部 8 a は水中作業機械 2 0 の車体 2 1 の上面の右側に接続され、浮体 2 の左側に配置されたリール装置 7 から繰り出された紐状体 8 の下端部 8 a は水中作業機械 2 0 の車体 2 1 の上面の左側に接続されている。それぞれのリール装置 7 から繰り出されている紐状体 8 が緊張した状態では、紐状体 8 どうしが水中で互いに絡み合わない配置になっている。さらに、複数のリール装置 7 とドラム装置 6 との相対的な配置と、水中作業機械 2 0 に対する紐状体 8 の下端部 8 a の接続位置とケーブル 4 a、5 a の下端部の接続位置との相対的な配置は、それぞれの紐状体 8 が緊張した状態であり、ドラム装置 6 から繰り出されたケーブル 4 a、5 a の弛みが予め設定された許容範囲である状態（弛みが小さい状態）で、それぞれの紐状体 8 とケーブル 4 a、5 a とが互いに絡み合わない配置になっている。

30

40

**【 0 0 2 4 】**

この実施形態では、それぞれのリール装置 7 に対して、浮体 2 に上下方向 Z に貫通する貫通孔 2 b が設けられていて、リール部 7 a から繰り出された紐状体 8 が貫通孔 2 b を挿通して水中へ延在する構成になっている。なお、浮体 2 に設ける貫通孔 2 a、2 b は必須の構成ではなく、例えば、ドラム部 6 a やリール部 7 a を浮体 2 の外側に張り出すように配置して、浮体 2 の外側でドラム部 6 a からケーブル 4 a、5 a を水中に向かって延在させる構成や、浮体 2 の外側でリール部 7 a から紐状体 8 を水中に向かって延在させる構成にすることもできる。

**【 0 0 2 5 】**

平面視でのリール装置 7（より具体的にはリール部 7 a の紐状体 8 の繰り出し位置）ど

50

うしの離間距離  $D_1$  と、車体 21 に接続される紐状体 8 の下端部 8 a どうしの離間距離  $D_2$  は、水中作業機械 20 のサイズなどに応じて適宜決定できる。好ましくは、図 3 に例示するように、平面視でのリール装置 7 どうしの離間距離  $D_1$  を、車体 21 に接続される紐状体 8 の下端部 8 a どうしの離間距離  $D_2$  よりも長く設定するとよい。そして、それぞれの紐状体 8 が下端部 8 a からリール部 7 a の繰り出し位置に外側に向かって延在するように、それぞれのリール装置 7 の設置位置とそれぞれの紐状体 8 の下端部 8 a の接続位置を設定するとよい。上下方向  $Z$  と紐状体 8 の延在方向とのなす角度  $\theta$  は水中作業機械 20 が位置する水深によって変化するが、前述した角度  $\theta$  が例えば、0 度以上 20 度以下、より好ましくは 5 度以上 15 度以下の範囲内になるようにそれぞれのリール装置 7 の設置位置とそれぞれの紐状体 8 の下端部 8 a の接続位置を設定するとよい。

10

**【0026】**

この実施形態では、発電機 3 とそれぞれのリール装置 7 が図示しない電源ケーブルで接続されていて、発電機 3 によって発電された電力がそれぞれのリール装置 7 に送電される構成になっている。後に別の実施形態として例示するが、本発明の支援システム 1 では、リール装置 7 と紐状体 8 を 3 組以上設けた構成にすることもできる。

**【0027】**

位置情報取得装置 9 は、浮体 2 の位置情報を取得する。位置情報取得装置 9 としては、例えば、全地球測位システム情報 (GNSS) を取得する GNSS 受信装置などを使用する。カメラ 10 は浮体 2 の底部に撮影方向を下向きにして設置されている。カメラ 10 は、水中作業機械 20 とその周辺領域を撮影する。カメラ 10 としては、静止画と動画の両方を撮影できるものが好ましいが、いずれか一方のみを撮影するカメラ 10 でもよく、防水性のカメラ 10 を採用するとよい。ライト等の光源をカメラ 10 と共に設けることもできる。カメラ 10 として音響カメラや 3D カメラ等を採用することもできる。例えば、カメラ 10 の代わりにソナーを設けることもできるし、カメラ 10 とともにソナーを設けることもできる。

20

**【0028】**

推進器 12 は、例えば、スラスタやジェット噴射器などによって構成され、浮体 2 に対して推力を発生させる。推進制御部 13 は、推進器 12 を制御する。図 2 に例示するように、この実施形態では、浮体 2 の前方左側の角部に、推力を発生させる方向を浮体 2 の前後方向  $X$  とする推進器 12 と、推力を発生させる方向を浮体 2 の左右方向  $Y$  とする推進器 12 を設けている。さらに、浮体 2 の後方右側の角部に、推力を発生させる方向を浮体 2 の前後方向  $X$  とする推進器 12 と、推力を発生させる方向を浮体 2 の左右方向  $Y$  とする推進器 12 を設けている。推進器 12 の設置数や配置は特に限定されず、他にも様々な構成にすることができる。例えば、推力を発生させる方向を変更可能な推進器 12 を設けることもできる。この実施形態では、それぞれの推進器 12 にそれぞれ推進制御部 13 を設けているが、例えば、複数の推進器 12 を制御する推進制御部 13 を設けることもできる。

30

**【0029】**

通信装置 11 は、通信ケーブル 5 a を介した水中作業機械 20 との間のデータ通信を行う。通信装置 11 はさらに、支援船などに設けられた外部の管理装置とのデータ通信を無線通信で行う。通信装置 11 とドラム装置 6 は通信ケーブル 5 b で接続されていて、通信装置 11 から通信ケーブル 5 b を介してドラム装置 6 に送信したデータが、通信ケーブル 5 a を介して水中作業機械 20 に送信される構成になっている。また、水中作業機械 20 から通信ケーブル 5 a を介してドラム装置 6 に送信したデータが、通信ケーブル 5 b を介して通信装置 11 に送信される構成になっている。

40

**【0030】**

位置情報取得装置 9 とカメラ 10 はそれぞれ、図示しない通信ケーブルを介して通信装置 11 に通信可能に接続されている。また、この実施形態では、それぞれのリール制御部 7 c が図示しない通信ケーブルを介してドラム制御部 6 b とそれぞれの推進制御部 13 に通信可能に接続されている。

50

## 【0031】

この実施形態では、位置情報取得装置9、カメラ10、通信装置11および推進制御部13と、発電機3とがそれぞれ図示しない電源ケーブルで接続されていて、発電機3によって発電された電力が前述したそれぞれの設備に送電される構成になっている。即ち、この実施形態では、支援システム1を構成する各設備と水中作業機械20は、発電機3が発電する電力を利用して稼働する構成になっている。

## 【0032】

次に、この支援システム1を使用した水中作業機械20の支援方法を以下に説明する。

## 【0033】

支援船（クレーン船）に水中作業機械20と支援システム1を構成する各設備を搭載した状態で、支援船により施工対象水域まで移動する。そして、施工対象水域で支援船のクレーンを使用して、水中作業機械20を水中に投入し、浮体2と浮体2に設置される各設備を水上に浮かべた状態にする。水中作業機械20の投入作業工程では、それぞれのリール装置7から繰り出す紐状体8の繰り出し長さとはドラム装置6から繰り出すケーブル4a、5aの繰り出し長さを、水中作業機械20を接地させる水底WGの水深よりも長くした状態で、水中作業機械20を徐々に水中に沈めていき、水中作業機械20の走行装置22を水底WGに接地させる。投入作業工程を完了した段階では、水中に延在するそれぞれの紐状体8とケーブル4a、5aは弛緩した状態であるため、それぞれの紐状体8とケーブル4a、5aには張力がほとんど生じていない状態である。

## 【0034】

次に、水中作業機械20を静止させた状態で、それぞれのリール装置7（リール部7a）によって紐状体8を巻き取ることで、浮体2と水中作業機械20との水平距離を近づけていき、水中作業機械20の真上に浮体2が位置した時点で紐状体8の巻き取りを停止する。そして、水中作業機械20が水底WGに接地し、紐状体8が緊張した状態で、水中作業機械20の真上に浮体2が位置しているときの紐状体8の張力の大きさを張力検知器7bにより検知し、その検知データをリール制御部7cに記録する。

## 【0035】

紐状体8が緊張した状態になり、浮体2が水中作業機械20の真上に位置するまでは、紐状体8には常に張力が生じた状態になっているが、紐状体8とともに、浮体2と水中作業機械20との間の距離も短くなるため、紐状体8の張力の大きさは急激には変化しない。しかし、水中作業機械20の真上に浮体2が位置し、紐状体8の繰り出し長さとは水中作業機械20が位置する水深が概ね一致した後に、さらに紐状体8を巻き取ると水中作業機械20が紐状体8によって上方に引っ張られた状態になるので、紐状体8に生じる張力は急激に大きく増加する。

## 【0036】

それ故、この紐状体8の張力が急激に大きく増加し始めたことを張力検知器7bによって検知することにより、水中作業機械20の真上に浮体2が位置したことを把握することができる。この水中作業機械20の真上に浮体2が位置した時の紐状体8の張力（急激に大きく増加する直前の張力）の大きさの検知データを張力検知器7bからリール制御部7cに送信して、リール制御部7cにその検知データを記録する。さらに、リール制御部7cは、水中作業機械20の真上に浮体2が位置した時の紐状体8の繰り出し長さを記録し、その記録した紐状体8の繰り出し長さのデータを、ドラム制御部6bに送信する。

## 【0037】

ドラム制御部6bは、リール制御部7cから入力された、水中作業機械20の真上に浮体2が位置した時の紐状体8の繰り出し長さのデータに基づいて、ドラム部6aから繰り出すケーブル4a、5aの弛みが予め設定した許容範囲内になるように、ケーブル4a、5aの繰り出し長さを調整する制御を行う。ケーブル4a、5aの弛みの許容範囲は水中作業機械20が作業を行う水底WGの深度に応じて適宜設定できるが、例えば、ケーブル4a、5aが緊張した状態となる繰り出し長さに対して増長させる付加長さが、1m以上5m以下、より好ましくは1.5m以上4m以下、さらに好ましくは2m以上3m以下と

10

20

30

40

50

なる範囲に設定する。

【 0 0 3 8 】

即ち、ケーブル 4 a、5 a が緊張した状態になりケーブル 4 a、5 a に強い張力がかかるとケーブル 4 a、5 a が断線するリスクが高くなり、ケーブル 4 a、5 a の弛みが過大になるとケーブル 4 a、5 a が紐状体 8 に絡むリスクが高くなる。そのため、そのような不具合を回避するようにケーブル 4 a、5 a の弛みを許容範囲内にする。以上により、水中作業機械 2 0 により水中作業を開始するまでの準備作業が完了する。

【 0 0 3 9 】

水中作業機械 2 0 により水中作業を行う際には、それぞれのリール制御部 7 c により、水中作業機械 2 0 が水底 W G に接地した状態を維持しつつ、それぞれのリール部 7 a から繰り出している紐状体 8 を緊張した状態に維持するように、リール部 7 a から繰り出している紐状体 8 の張力を予め設定した所定範囲に維持する制御を行う。さらに、ドラム制御部 6 b により、ドラム部 6 a から繰り出しているケーブル 4 a、5 a の弛みを予め設定された許容範囲に維持する制御を行う。そして、前述したリール装置 7 による制御とドラム装置 6 による制御を並行して継続した状態で、水中作業機械 2 0 により、緊張した状態の紐状体 8 を介して浮体 2 を牽引することにより、浮体 2 を水中作業機械 2 0 の移動に追尾移動させる。

10

【 0 0 4 0 】

なお、図中では、リール部 7 a から繰り出される紐状体 8 の全長が直線状になっている場合を例示しているが、水中作業機械 2 0 が位置する水深が深い場合には、紐状体 8 が緊張した状態であっても、リール部 7 a から繰り出される紐状体 8 の全長が直線状になるとは限らず、繰り出している紐状体 8 が水流などの影響を受けて、紐状体 8 の一部がある程度湾曲した状態になる場合がある。それ故、本発明でいう紐状体 8 を緊張した状態は、リール部 7 a から繰り出される紐状体 8 の全長が直線状になる場合に限らず、繰り出している紐状体 8 の一部が湾曲した状態である場合も含んでいる。

20

【 0 0 4 1 】

より詳しく説明すると、それぞれのリール装置 7 による制御では、張力検知器 7 b によって、リール部 7 a から繰り出されている紐状体 8 の張力を逐次検知する。そして、リール制御部 7 c は、張力検知器 7 b から入力される紐状体 8 の張力の検知データに基づいて、リール部 7 a から繰り出されている紐状体 8 にかかる張力の大きさを、前述した準備作業で水中作業機械 2 0 の真上に浮体 2 が位置した時の張力（例えば、急激に大きく増加する直前の張力）の例えば、90%以上150%以下、より好ましくは100%以上150%以下、さらに好ましくは、100%以上130%以下の所定範囲に維持するように、リール部 7 a から繰り出す紐状体 8 の繰り出し長さを逐次調整する制御を行う。リール制御部 7 c は、さらに、紐状体 8 の繰り出し長さのデータを、ドラム制御部 6 b に逐次送信する。なお、前述した紐状体 8 の張力の所定範囲は、事前に試験やシミュレーション等を行うことで設定できる。

30

【 0 0 4 2 】

ドラム制御部 6 b は、リール制御部 7 c から入力された紐状体 8 の繰り出し長さのデータに基づいて、ドラム部 6 a から繰り出すケーブル 4 a、5 a の弛みが予め設定した許容範囲内になるように、ドラム部 6 a から繰り出すケーブル 4 a、5 a の繰り出し長さを逐次調整する制御を行う。水中作業機械 2 0 により水中作業を行う際のケーブル 4 a、5 a の弛みの許容範囲の条件は、前述した準備作業での許容範囲の条件と同じである。

40

【 0 0 4 3 】

即ち、例えば、水中作業機械 2 0 が下り坂などを走行して、水中作業機械 2 0 と浮体 2 との上下方向 Z の離間距離が増長する際には、リール制御部 7 c が、紐状体 8 の張力を予め設定された所定範囲に維持するように、紐状体 8 の繰り出し長さを増長させる制御を行うことで、紐状体 8 が緊張した状態に維持しつつ、紐状体 8 に過大な張力がかかることを回避する。そして、紐状体 8 の繰り出し長さの変化量に基づいて、ドラム制御部 6 b が、ドラム部 6 a から繰り出されるケーブル 4 a、5 a の弛みを予め設定された許容範囲に維

50

持するように、ケーブル 4 a、5 a の繰り出し長さを増長させる制御を行う。

【0044】

一方で、水中作業機械 20 が上り坂などを走行して、水中作業機械 20 と浮体 2 との上下方向 Z の離間距離が短縮する際には、リール制御部 7 c が、紐状体 8 の張力を予め設定された所定範囲に維持するように、紐状体 8 の繰り出し長さを短縮させる制御を行うことで、紐状体 8 を緊張した状態に維持する。そして、紐状体 8 の繰り出し長さの変化量に基づいて、ドラム制御部 6 b が、ドラム部 6 a から繰り出されるケーブル 4 a、5 a の弛みを予め設定された許容範囲に維持するように、ケーブル 4 a、5 a の繰り出し長さを短縮させる制御を行う。

【0045】

この実施形態では、さらに、それぞれの張力検知器 7 b が紐状体 8 の張力がかかっている向きを逐次検知し、その検知データをそれぞれの推進制御部 13 に逐次入力する。この実施形態では、それぞれの張力検知器 7 b から通信装置 11 を介してそれぞれの推進制御部 13 に検知データを送信する構成にしているが、例えば、それぞれの張力検知器 7 b からそれぞれの推進制御部 13 に直接検知データを入力する構成にすることもできる。

【0046】

平面視における水中作業機械 20 に対する浮体の相対的な向きに応じて、紐状体 8 にかかる張力の向きは変化する。そこで、この実施形態では、それぞれの推進制御部 13 が、張力検知器 7 b によって取得された紐状体 8 の張力がかかっている向きの検知データに基づいて、浮体 2 を水中作業機械 20 の進行方向と同じ方向に推進させるように、推進器 12 によって推力を発生させる制御を行う。具体的には例えば、図 4 に例示するように、水中作業機械 20 が平面視で右方向に曲がって進行する場合には、浮体 2 を平面視で右回転させる方向に推力を発生させる推進器 12 を推進制御部 13 によって駆動させる。図 4 では、水中作業機械 20 の進行方向を白抜き矢印で示し、推進器 12 による推力の方向を黒塗りの矢印で示している。

【0047】

位置情報取得装置 9 は、浮体 2 の位置情報を逐次取得し、その取得した位置情報を、通信装置 11 を介して外部の管理装置に送信する。カメラ 10 は、水中作業機械 20 の上方から水中作業機械 20 とその周辺領域を撮影し、その取得した撮影データを、通信装置 11 を介して外部の管理装置に送信する。

【0048】

このように、本発明によれば、支援船に発電機 3 を設置するのではなく、水上に浮かべた浮体 2 に発電機 3 とドラム装置 6 とを設置して、ドラム装置 6 から繰り出した電源ケーブル 4 a の下端部を水中作業機械 20 に接続することで、支援船に依存せずに水中作業機械 20 に電力を供給できる。さらに、浮体 2 に平面視で互いに間隔をあけて複数のリール装置 7 を設置して、それぞれのリール装置 7 に巻回されている紐状体 8 の下端部 8 a を、水中作業機械 20 に対して互いに間隔をあけた位置に接続した状態にしている。そして、水中作業機械 20 により複数本の紐状体 8 を介して浮体 2 を牽引する際には、それぞれのリール装置 7 により、水中作業機械 20 が水底 W G に接地した状態を維持しつつ、それぞれのリール装置 7 から繰り出している紐状体 8 を緊張した状態に維持するように、紐状体 8 の張力を予め設定した所定範囲に維持する制御を行う。さらには、ドラム装置 6 により、ドラム装置 6 から繰り出されるケーブル 4 a、5 a の弛みを予め設定した許容範囲内に維持する制御を行う。

【0049】

これにより、それぞれの紐状体 8 とケーブル 4 a、5 a とが水中で絡み合うことを回避しつつ、複数本の紐状体 8 によって浮体 2 をバランスよく牽引し、浮体 2 を水中作業機械 20 の移動（進行方向の変更や旋回）にレスポンスよく安定して追尾移動させることが可能になる。水中作業機械 20 は支援船に依存せずに、より広いエリアで水中作業を行うことが可能になるので、水中作業機械 20 の作業効率を向上させることができる。

【0050】

10

20

30

40

50

より詳しく説明すると、浮体 2 を水中作業機械 20 の進行方向の変更や旋回に追尾移動させるには、互いに離間した少なくとも 2 本以上の紐状体 8 によって浮体 2 を牽引する必要がある。そのため、浮体 2 と水中作業機械 20 との間に複数本の紐状体 8 とケーブル 4 a、5 a とが水中で延在した状態となる。リール装置 7 から繰り出されている紐状体 8 が緩んでいる場合や、ドラム装置 6 から繰り出されているケーブル 4 a、5 a が大きく弛んでいる場合には、水中作業機械 20 の移動中や停止した時に紐状体 8 やケーブル 4 a、5 a が大きく動揺する。

#### 【0051】

また、リール部 7 a から繰り出されている紐状体 8 が緩んだ状態であると、水中作業機械 20 が進行方向を変更したときに、水中作業機械 20 から浮体 2 に水中作業機械 20 が進行する方向への力が効果的に伝わらないため、水中作業機械 20 が進行方向を変更してから浮体 2 の向きが水中作業機械 20 の進行方向に変わるまでのタイムラグが大きくなる。そのような状況になると、紐状体 8 どうしや紐状体 8 とケーブル 4 a、5 a とが水中で絡み合ってしまうリスクが高くなる。

10

#### 【0052】

それに対して、本発明では、それぞれのリール装置 7 から繰り出している紐状体 8 を緊張した状態に維持する制御を行うことで、水中作業機械 20 から浮体 2 に水中作業機械 20 が進行する方向への力を効果的に伝えることができる。さらに、ドラム装置 6 から繰り出しているケーブル 4 a、5 a の弛みを予め設定した許容範囲に維持する制御を行うことで、浮体 2 の牽引時にケーブル 4 a、5 a に大きな張力がかかることを回避でき、紐状体 8 どうしや紐状体 8 とケーブル 4 a、5 a とが絡み合ってしまうリスクも大幅に低減できる。そのため、この支援システム 1 は、浮体 2 を水中作業機械 20 の移動に安定してレスポンスよく追尾移動させるには非常に優れた構成になっている。

20

#### 【0053】

さらに、それぞれのリール装置 7 から繰り出される紐状体 8 を緊張した状態に維持する制御を行うことで、水中作業機械 20 と浮体 2 との水平方向のずれを小さくできるため、位置情報取得装置 9 により浮体 2 の位置情報を取得することで、水中作業機械 20 の位置を非常に精度よく把握することが可能になる。また、リール装置 7 による紐状体 8 の繰り出し長さから、水中作業機械 20 が位置する水深を把握できる。それ故、その水深のデータと位置情報取得装置 9 が取得した位置情報データとを組み合わせることで、水中作業機械 20 の 3 次元の位置情報を精度よく把握することが可能になる。

30

#### 【0054】

この実施形態のように、平面視でのリール装置 7 どうしの離間距離 D1 を、車体 21 に接続される紐状体 8 の下端部 8 a どうしの離間距離 D2 よりも長く設定すると、水中作業機械 20 から浮体 2 に水中作業機械 20 が進行する方向への力をより効果的に伝えることができる。それ故、浮体 2 を水中作業機械 20 の移動に安定してレスポンスよく追尾移動させるには有利になる。図 3 に例示するように、上下方向 Z と紐状体 8 の延在方向とのなす角度  $\theta$  が、0 度以上 20 度以下、より好ましくは 5 度以上 15 度以下の範囲内になるように、それぞれのリール装置 7 の設置位置とそれぞれの紐状体 8 の下端部 8 a の接続位置を設定すると、前述した作用効果を奏するにはより有利になる。

40

#### 【0055】

通信装置 11 および通信ケーブル 5 a を備えた構成にすると、支援船などに設けられた外部の管理装置と、水中作業機械 20 との間でデータ通信を行うことが可能になる。具体的には、例えば、施工計画書や図面などのデータを外部の管理装置から通信装置 11 に送信することで、そのデータを水中作業機械 20 に搭載されているモニタなどに表示することも可能になる。また、水中作業機械 20 の操縦データ（移動方向や移動速度の情報）を、通信装置 11 を介して、外部の管理装置に送信することで、外部の管理装置から水中作業機械 20 の作業状況を把握できるようになる。例えば、操縦者が搭乗しない水中作業機械 20 を使用する場合には、外部の管理装置から通信装置 11 に操縦データを入力することで、水中作業機械 20 を遠隔操作することも可能になる。

50

## 【 0 0 5 6 】

さらに、浮体 2 に水中作業機械 2 0 を撮影するカメラ 1 0 を設置すると、カメラ 1 0 によって取得された撮影データを、通信装置 1 1 を介して外部の管理装置に送信することで、外部の管理装置から水中作業機械 2 0 の作業状況を画像や映像で確認することが可能になる。

## 【 0 0 5 7 】

浮体 2 に推進器 1 2 および推進制御部 1 3 を設けて、平面視における水中作業機械 2 0 に対する浮体 2 の相対的な向きに基づいて、推進制御部 1 3 により推進器 1 2 を制御する構成にすると、浮体 2 を水中作業機械 2 0 の進行方向と同じ方向に推進させるように、推進器 1 2 によって推力を発生させることで、浮体 2 の向きをより迅速に精度よく変更することが可能になる。それ故、浮体 2 を水中作業機械 2 0 の移動にレスポンスよく追尾移動させるにはより一層有利になる。

10

## 【 0 0 5 8 】

この実施形態では、平面視における水中作業機械 2 0 に対する浮体 2 の相対的な向きを、張力検知器 7 b によって取得した紐状体 8 の張力が掛かっている向きの検知データに基づいて把握する場合を例示したが、平面視における水中作業機械 2 0 に対する浮体 2 の相対的な向きはその他の方法で把握することも可能である。平面視における水中作業機械 2 0 に対する浮体 2 の相対的な向きは、例えば、水中作業機械 2 0 の操縦データから把握することも可能である。この場合には、例えば、水中作業機械 2 0 の操縦データを、通信装置 1 1 を介して推進制御部 1 3 に送信し、その操縦データに基づいて、推進制御部 1 3 が推進器 1 2 を制御する構成にする。水中作業機械 2 0 の操縦データから把握できる水中作業機械 2 0 の移動方向と移動速度に基づいて、推進制御部 1 3 により推進器 1 2 によって発生させる推力の方向と推力の大きさを制御することで、浮体 2 を水中作業機械 2 0 によりレスポンスよく追尾移動させることが可能になる。

20

## 【 0 0 5 9 】

支援システム 1 は、例えば、外部の管理装置や水中作業機械 2 0 から通信装置 1 1 を介してリール装置 7 に指示データを入力することで、リール装置 7 による紐状体 8 の張力を予め設定された所定範囲に維持する自動制御モードと、自動制御を解除してリール装置 7 を人為的に操作する操作モードとを切り換えられる構成にすることもできる。

## 【 0 0 6 0 】

水中作業機械 2 0 は重量が大きいいため、水中作業機械 2 0 が走行する水底 W G が軟弱な地盤である場合には、水中作業機械 2 0 の走行装置 2 2 が土中に沈み込んで、水中作業機械 2 0 が移動し難い状況になる場合がある。そのような場合には、図 5 に例示するように、リール装置 7 を操作モードに切り替えて、水中作業機械 2 0 を水底 W G よりも上方に吊り上げた状態になるまで、リール装置 7 により紐状体 8 を巻き取る。これにより、水中作業機械 2 0 の走行装置 2 2 が水底 W G に沈み込んでいる状況を解消できる。その後は、リール装置 7 により紐状体 8 を繰り出して、水中作業機械 2 0 を水底 W G に接地させ、リール装置 7 を自動制御モードに切り替えて水中作業機械 2 0 による水中作業を再開する。このような構成にすると、水中作業機械 2 0 を支援するシステムとしてより利便性が高くなる。

30

40

## 【 0 0 6 1 】

また、例えば、リール装置 7 を操作モードに切り替えて、リール装置 7 により紐状体 8 を巻き取り、水中作業機械 2 0 を水底 W G よりも上方に吊り上げた状態にする。そして、推進器 1 2 によって推力を発生させて浮体 2 を自走させ、浮体 2 により紐状体 8 を介して水中作業機械 2 0 を曳行することで、水中作業機械 2 0 を接地させる位置を変更することや、水中作業機械 2 0 を揚収位置まで移動させることも可能である。また、水中作業後に水中作業機械 2 0 を支援船上に揚収する際には、リール装置 7 により紐状体 8 を巻き取り、水中作業機械 2 0 を浮体 2 の近傍まで上昇させた状態で、浮体 2 と水中作業機械 2 0 とを支援船のクレーンを使用して揚収することもできる。

## 【 0 0 6 2 】

50

図 6 に例示する別の実施形態のように、支援システム 1 は、リール装置 7 および紐状体 8 を 3 組以上有する構成にすることもできる。紐状体 8 を 3 本以上有する構成にする場合にも、同様に、浮体 2 にそれぞれのリール装置 7 を平面視で互いに間隔をあけて設置して、それぞれのリール装置 7 に巻回されている紐状体 8 の下端部 8 a を、水中作業機械 2 0 に対して互いに間隔をあけた位置に接続した状態にする。それぞれのリール装置 7 とドラム装置 6 との相対的な配置と、水中作業機械 2 0 に対する紐状体 8 の下端部 8 a の接続位置とケーブル 4 a、5 a の下端部の接続位置との相対的な配置は、それぞれの紐状体 8 とケーブル 4 a、5 a とが互いに絡み合わない配置にする。

#### 【 0 0 6 3 】

この実施形態では、平面視で浮体 2 の右側と左側にそれぞれ 1 台ずつリール装置 7 を設置し、その 2 台のリール装置 7 よりも後方の浮体 2 の中央にもう 1 台のリール装置 7 を設置している。そして、浮体 2 の右側に設置したリール装置 7 から繰り出している紐状体 8 の下端部 8 a を水中作業機械 2 0 の車体 2 1 の右側に接続し、浮体 2 の左側に設置したリール装置 7 から繰り出している紐状体 8 の下端部 8 a を車体 2 1 の左側に接続している。そして、2 台のリール装置 7 よりも後方の浮体 2 の中央に設置したリール装置 7 から繰り出している紐状体 8 の下端部 8 a を、車体 2 1 の後部の中央に接続している。ドラム装置 6 は、浮体 2 の後方の中央に設置したリール装置 7 から側方に離間した位置に設置し、ドラム装置 6 から繰り出しているケーブル 4 a、5 a の下端部を、車体 2 1 の後部の中央に接続されている紐状体 8 から側方に離間した位置に接続している。

#### 【 0 0 6 4 】

この実施形態のように、リール装置 7 および紐状体 8 を 3 組以上設けた構成にすると、浮体 2 をよりバランスよく牽引することができ、水中作業機械 2 0 から浮体 2 に水中作業機械 2 0 が進行する方向への力をより効果的に伝えることができる。それ故、浮体 2 を水中作業機械 2 0 の移動にレスポンスよく安定して追尾移動させるにはより一層有利になる。

#### 【 0 0 6 5 】

なお、位置情報取得装置 9、カメラ 1 0、通信装置 1 1、推進器 1 2 および推進制御部 1 3 は、支援システム 1 の必須の構成ではなくそれぞれ任意に設けることができる。また、支援システム 1 を構成するそれぞれの設備は、例えば、それぞれの設備が備えるバッテリーなどで稼働する構成にすることもできる。

#### 【 0 0 6 6 】

また、浮体 2 に対するドラム装置 6 やリール装置 7 の設置数や配置、水中作業機械 2 0 に対するケーブル 4 a、5 a の下端部の接続位置や紐状体 8 の下端部 8 a の接続位置は、上述した実施形態に限定されず、他にも様々な構成にすることもできる。例えば、平面視で浮体 2 の中央の前部と後部にそれぞれリール装置 7 を設置して、浮体 2 の中央の前部に設置したリール装置 7 から繰り出される紐状体 8 の下端部を水中作業機械 2 0 の車体 2 1 の中央の前部に接続して、浮体 2 の中央の後部に設置したリール装置 7 から繰り出される紐状体 8 の下端部を車体 2 1 の中央の後部に接続した構成にすることもできる。

#### 【 符号の説明 】

#### 【 0 0 6 7 】

- 1 支援システム
- 2 浮体
- 2 a、2 b 貫通孔
- 3 発電機
- 4 a、4 b 電源ケーブル
- 5 a、5 b 通信ケーブル
- 6 ドラム装置
- 6 a ドラム部
- 6 b ドラム制御部
- 7 リール装置

10

20

30

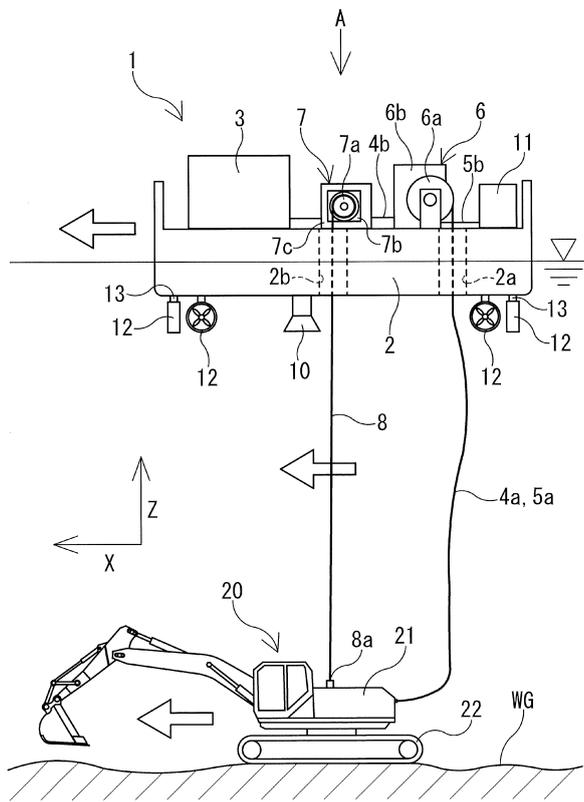
40

50

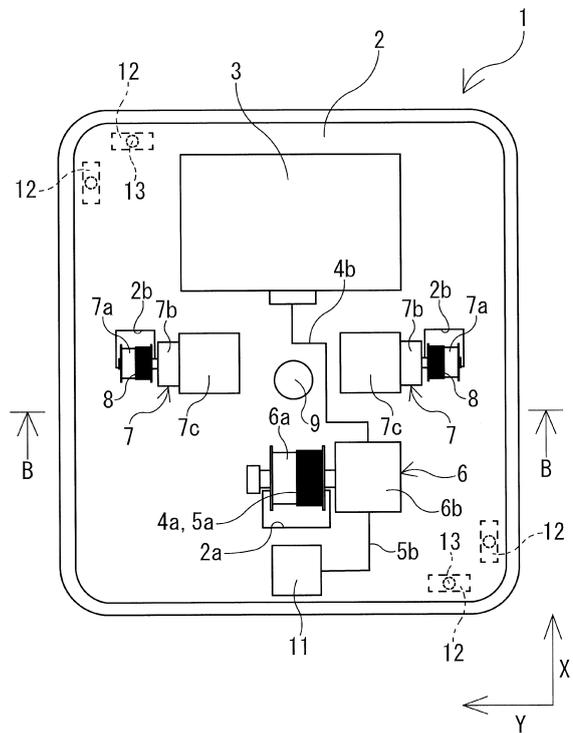
- 7 a リール部
- 7 b 張力検知器
- 7 c リール制御部
- 8 紐状体
- 8 a 下端部
- 9 位置情報取得装置
- 10 カメラ
- 11 通信装置
- 12 推進器
- 13 推進制御部
- 20 水中作業機械
- 21 車体
- 22 走行装置
- WG 水底

【 図 面 】

【 図 1 】



【 図 2 】



10

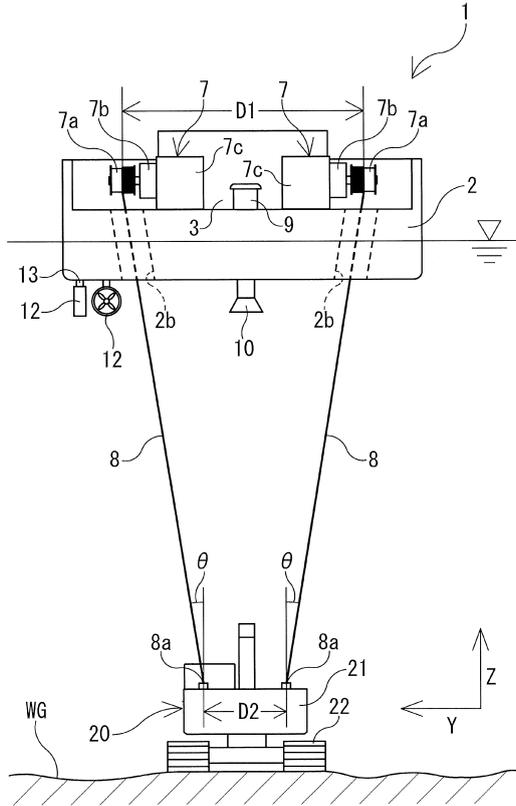
20

30

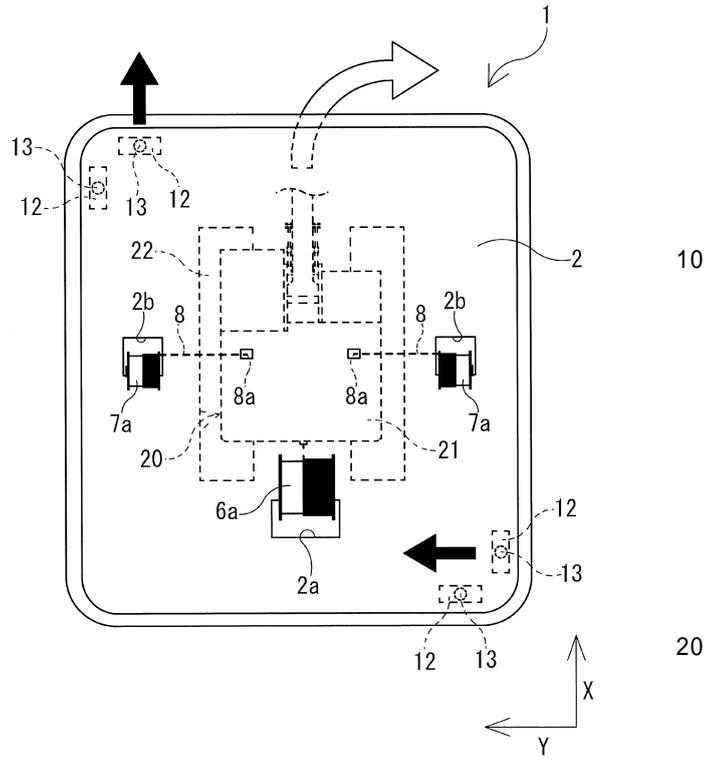
40

50

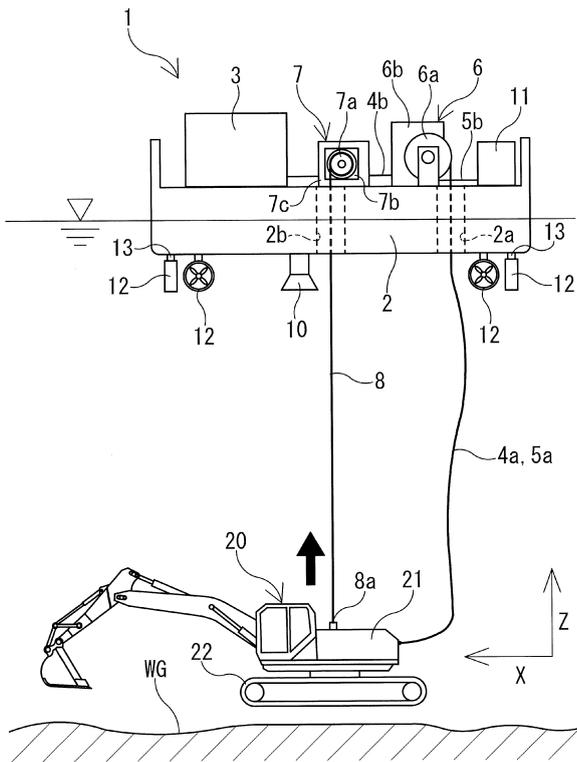
【 図 3 】



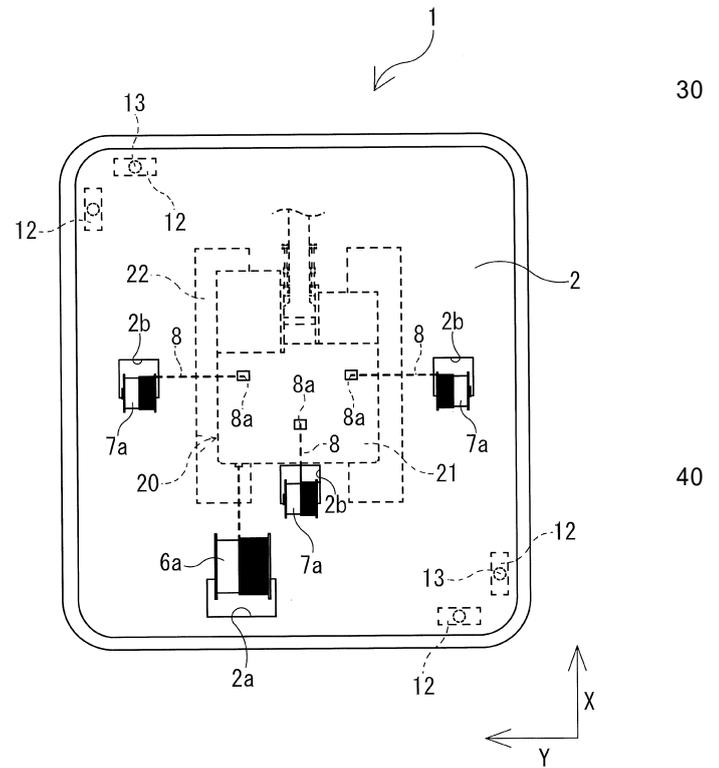
【 図 4 】



【 図 5 】



【 図 6 】



10

20

30

40

50