



(10) **DE 10 2016 111 514 A1** 2017.12.28

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2016 111 514.2**

(22) Anmeldetag: **23.06.2016**

(43) Offenlegungstag: **28.12.2017**

(51) Int Cl.: **F03D 13/10 (2016.01)**

(71) Anmelder:

Wobben Properties GmbH, 26607 Aurich, DE

(74) Vertreter:

**Eisenführ Speiser Patentanwälte Rechtsanwälte
PartGmbH, 28217 Bremen, DE**

(72) Erfinder:

Knoop, Frank, 26607 Aurich, DE

(56) Ermittelter Stand der Technik:

**Auszug aus Prospekt der Firma Ematec,
Rotorblatttraverse**

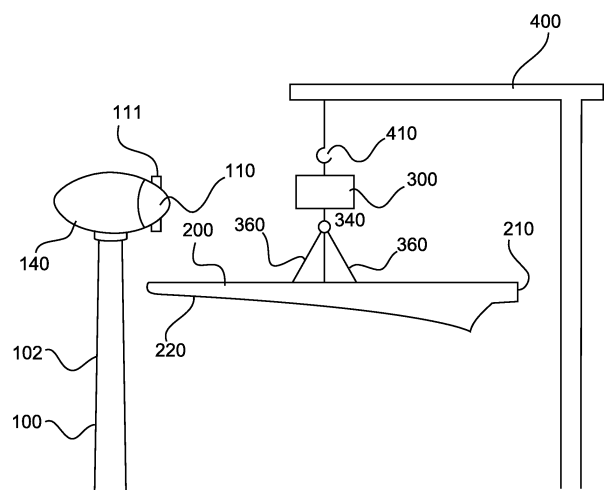
Prospekt Rotorblatttraverse Ematec

Rechercheantrag gemäß § 43 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Verfahren zum Errichten einer Windenergieanlage und Hebetraverse zur Montage eines Rotorblatts einer Windenergieanlage**

(57) Zusammenfassung: Damit wird ein Verfahren zum Errichten einer Windenergieanlage (100) vorgesehen, welche einen aerodynamischen Rotor (110) mit Rotorblattanschlüssen (111) aufweist. Eine Hebetraverse (300) mit einer Ballasteinheit (300) wird an einem Kranhaken (410) eines Krans (400) befestigt. Ein Rotorblatt (200) wird mittels Hebeseile (360) an einem zweiten Kranhaken (340) an einer Unterseite der Ballasteinheit (300) befestigt. Die Hebetraverse (300) und das Rotorblatt (200) werden durch den Kran (400) zur Montage des Rotorblattes (200) an einen der Rotorblattanschlüsse (111) angehoben.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Errichten einer Windenergieanlage sowie eine Hebetraverse zur Montage eines Rotorblatts einer Windenergieanlage.

[0002] Bei der Montage der Rotorblätter einer Windenergieanlage sind die Rotorblätter den Witterungsbedingungen ungeschützt ausgesetzt. Eine Montage von Rotorblättern einer Windenergieanlage ist gemäß EN 13000 nur bis zu einer bestimmten Windgeschwindigkeit zulässig. Sollte diese Windgeschwindigkeit überschritten werden, darf das Rotorblatt nicht montiert werden.

[0003] Es ist somit eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung ein Verfahren zum Errichten einer Windenergieanlage vorzusehen, welche auch bei höheren Windgeschwindigkeiten erfolgen kann.

[0004] Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren zum Errichten einer Windenergieanlage nach Anspruch 1 sowie durch eine Hebetraverse nach Anspruch 4 gelöst.

[0005] Damit wird ein Verfahren zum Errichten einer Windenergieanlage vorgesehen, welche einen aerodynamischen Rotor mit Rotorblattanschlüssen aufweist. Eine Hebetraverse mit einer Ballasteinheit wird an einem Kranhaken eines Krans befestigt. Ein Rotorblatt wird mittels Hebeseile an einem zweiten Kranhaken an einer Unterseite der Ballasteinheit befestigt. Die Hebetraverse und das Rotorblatt werden durch den Kran zur Montage des Rotorblattes an einen der Rotorblattanschlüsse angehoben.

[0006] Gemäß einem Aspekt der vorliegenden Erfindung weist die Ballasteinheit mindestens ein Ballastgewicht auf und das Ballastgewicht ist so ausgewählt, dass das Verhältnis zwischen der Fläche des Rotorblattes und der Summe aus dem Ballastgewicht und dem Gewicht des Rotorblattes ≤ 1 ist.

[0007] Gemäß einem Aspekt der vorliegenden Erfindung wird eine Windeneinheit an dem Rotor der Windenergieanlage vorgesehen. An der Rotorblattwurzel des zu montierenden Rotorblattes wird an einem Haken der Windeneinheit befestigt. Das Rotorblatt wird mittels der Windeneinheit und dem Kran angehoben.

[0008] Die vorliegende Erfindung betrifft ebenfalls eine Hebetraverse zur Montage eines Rotorblatts einer Windenergieanlage. Die Hebetraverse weist eine Ballasteinheit und mindestens einen Einhängpunkt zur Aufnahme eines Kranhakens an einer Oberseite der Ballasteinheit auf. Ferner weist die Hebetraverse einen Haken an der Unterseite der Ballasteinheit und ein Ballastgewicht auf.

[0009] Gemäß einem Aspekt der vorliegenden Erfindung wird ein Rotorblatt der Windenergieanlage über eine Hebetraverse an einen Kranhaken befestigt, um das Rotorblatt dann anschließend hochzuziehen. Die Hebetraverse weist eine Ballasteinheit mit mindestens einem Ballastgewicht auf. Die Verwendung von Ballastgewichten in der Hebetraverse bei der Montage der Rotorblätter dient dazu, das Gesamtgewicht (Rotorblätter + Traverse) zu erhöhen. Eine Erhöhung des durch den Kran zu transportierenden Gewichtes erscheint zunächst kontraproduktiv, hat jedoch den Vorteil, dass damit das Verhältnis zwischen der Fläche der Rotorblätter zu der Last der Rotorblätter erhöht wird.

[0010] Die Formel zur Berechnung der maximal zulässigen Windgeschwindigkeiten bei der Montage der Rotorblätter hängt von dem verwendeten Mobilkran ab und wird nach EN13000 ermittelt. Insbesondere ist das Verhältnis Fläche des zu montierenden Bauteils zu der Last des Bauteils von großer Bedeutung. Bei der maximal zulässigen Windgeschwindigkeit darf das Verhältnis von Fläche zu Last nicht größer als 1 sein. Bei den modernen Rotorblättern von Windenergieanlagen kann dieses Verhältnis jedoch deutlich größer als 1 sein.

[0011] Weitere Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

[0012] Vorteile und Ausführungsbeispiele der Erfindung werden nachstehend unter Bezugnahme auf die Zeichnung näher erläutert.

[0013] Fig. 1 zeigt eine schematische Darstellung einer Windenergieanlage gemäß der Erfindung,

[0014] Fig. 2 zeigt eine schematische Darstellung einer Windenergieanlage bei der Montage eines Rotorblatts gemäß einem ersten Ausführungsbeispiels der Erfindung,

[0015] Fig. 3 zeigt eine schematische Darstellung einer Hebetraverse gemäß der Erfindung und

[0016] Fig. 4 zeigt eine schematische Darstellung eines Teils einer Windenergieanlage gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel der Erfindung.

[0017] Fig. 1 zeigt eine schematische Darstellung einer Windenergieanlage. Fig. 1 zeigt eine Windenergieanlage **100** mit einem Turm **102** und einer Gondel **104**. An der Gondel **104** ist ein Rotor **106** mit drei Rotorblättern **200** und einem Spinner **110** angeordnet. Der Rotor **106** wird im Betrieb durch den Wind in eine Drehbewegung versetzt und treibt dadurch einen Generator in der Gondel **104** an.

[0018] Fig. 2 zeigt eine schematische Darstellung einer Windenergieanlage bei der Montage eines Rotorblattes gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung. Die Windenergieanlage **100** weist einen Turm **102**, eine Gondel **104** und einen Spinner **110** auf. An dem Spinner sind die Rotorblattanschlüsse **111** vorgesehen. Das Rotorblatt **200** weist eine Rotorblattwurzel **210** und eine Rotorblattspitze **220** auf. Mittels eines Krans **400** und eines ersten Hakens (Kranhaken) **410** wird eine Hebetaverse **300** mit einem zweiten Haken **340** wird ein Rotorblatt **200** angehoben, um das Rotorblatt **200** an dem Spinner **110** der Windenergieanlage **100** zu befestigen. Der Kranhaken **410** ist mit einer Hebetaverse **300** gekoppelt, welche einen zweiten Kranhaken **340** aufweist, über welchen mittels Hebeseile **360** das Rotorblatt **200** angehoben wird. Der Kran **400** muss somit sowohl das Rotorblatt **200** als auch die Belasteinheit bzw. die Hebetaverse **300** anheben.

[0019] Gemäß der Erfindung wird eine Hebetaverse mit einer Belasteinheit **300** verwendet, um das durch den Kran **400** zu hebende Gewicht zu erhöhen. Die Erfindung beruht auf dem Gedanken, durch die Erhöhung des durch den Kran **400** zu hebenden Gewichts auch das Verhältnis zwischen der Fläche des zu montierenden Bauteils (hier ein Rotorblatt) zu dem Gewicht des Bauteils zu senken, in dem das zu hebende Gewicht durch das Belastgewicht der Belasteinheit **300** erhöht wird. Damit kann gewährleistet werden, dass das Rotorblatt auch bei höheren Windgeschwindigkeiten montiert werden kann.

[0020] Fig. 3 zeigt eine schematische Darstellung einer Hebetaverse gemäß der Erfindung. Die Hebetaverse **300** weist an ihrer oberen Seite mindestens ein, vorzugsweise zwei, Einhängpunkte **310** auf, mittels welcher die Hebetaverse an einem Kranhaken **410** zu befestigen ist. Optional kann die Hebetaverse **300** einen Rahmen **320** zur Aufnahme von Ballastgewichten **330** aufweisen. An der Unterseite der Hebetaverse **300** ist ein zweiter Kranhaken **340** vorgesehen, an welchem die Hebeseile **360** für das Rotorblatt **200** befestigt werden können. Dieser zweite Kranhaken **340** kann drehbar ausgestaltet sein. An dem Rahmen **320** können Anschlagpunkte **321** für Führungsseile vorgesehen sein. Gemäß einem Aspekt der vorliegenden Erfindung kann eine Sicherungseinheit **350** vorgesehen sein, welche die Ballastgewichte **330** im montierten Zustand sichert.

[0021] Gemäß einem Aspekt der vorliegenden Erfindung kann eine Abstellmöglichkeit oder bzw. Abstelleinheit **322** vorgesehen sein, mittels welcher die Traverse auch bei montiertem zweiten Kranhaken **340** auf einen Boden abgestellt werden kann.

[0022] Nachfolgend wird die Berechnung der zulässigen Windgeschwindigkeit für den Hub eines Rotorblattes erläutert:

$$A_W = A_P * c_W$$

[Formel für die Berechnung der Windangriffsfläche]

$$A_W = 135m^2 * 1,1$$

$$A_W = 148,5m^2$$

$$V_{max} = V_{max Tab} * \sqrt{\frac{1,2 \frac{m^2}{t} * m_H}{A_W}}$$

[Formel zur Berechnung der zulässigen Windgeschwindigkeit]

$$V_{max 1} = 9 \frac{m}{s} * \sqrt{\frac{1,2 \frac{m^2}{t} * 30t}{148,5m^2}}$$

$$V_{max 1} = 4,43 \frac{m}{s}$$

(Maximal zulässige Windgeschwindigkeit für den Hub eines Rotorblattes)

[0023] Die Berechnung der zulässigen Windgeschwindigkeit für den Hub eines Rotorblattes und der Erhöhung der Masse durch Verwendung einer zusätzlichen Traverse mit Ballastgewichten des Montagekrans erfolgt wie folgt:

$$A_W = 148,5m^2$$

(Annahme, dass sich die Windangriffsfläche nicht ändert, obwohl sich eine Aufteilung zwischen Hilfswinde und Montagekran ergibt)

$$V_{max 2} = 9 \frac{m}{s} * \sqrt{\frac{1,2 \frac{m^2}{t} * 80t}{148,5m^2}}$$

(Annahme, dass der Montagekran über eine Hubkraft von 80t verfügt, die auch für die Montage der Gondelkomponenten notwendig ist)

$$V_{max 2} = 7,24 \frac{m}{s}$$

(Maximal zulässige Windgeschwindigkeit für den Hub eines Rotorblattes durch Nutzung von Zusatzballast)

[0024] Fig. 4 zeigt eine schematische Darstellung eines Teils einer Windenergieanlage gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel der Erfindung. In Fig. 4 ist ein Spinner **110** der Windenergieanlage **100** zusammen mit einer Windeneinheit **500** gezeigt. Die Windeneinheit **500** kann an dem Spinner **110** befestigt und weist einen Rahmen **510**, eine Winde **520** sowie zwei Umlenkrollen **531**, **532** auf. Ferner weist die Windeneinheit **500** einen Haken **540** auf. An diesem Haken **540** kann eine Rotorblattwurzel **210** eines zu montierenden Rotorblattes **200**, beispielsweise mittels einer Schlinge **550** befestigt werden. Ein Kran mit seinem Kranhaken **410** kann eine Hebetrasse **300** gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel anheben, welche wiederum über ein Hebeseil mit dem Rotorblatt **200** und insbesondere einem Anpickpunkt **201** verbunden ist. Das Rotorblatt **200** wird somit mittels des Krans und der Windeneinheit **500** angehoben. Dies ist vorteilhaft, weil damit auf eine Führung mit Seilwinden verzichtet werden kann. Dies erweist sich insbesondere als vorteilhaft für Waldstandorte.

[0025] Die Berechnung der zulässigen Windgeschwindigkeit für den Hub eines Rotorblattes und der Erhöhung der Masse durch Verwendung einer zusätzlichen Traverse mit Ballastgewichten des Montagekrans und der Berücksichtigung der Lastaufteilung zwischen Hilfsvorrichtung und Montagekran erfolgt wie folgt:

$$V_{max3} = 9 \frac{m}{s} * \sqrt{\frac{1,2 \frac{m^2}{t} * 80t}{107m^2}}$$

$$V_{max3} = 8,5 \frac{m}{s}$$

[0026] Gemäß der Erfindung kann unter Zuhilfenahme der Hebetaverse bei der Montage der Rotorblätter die zulässige Maximalgeschwindigkeit erheblich gesteigert werden. Durch Verwendung der Hebetaverse mit der Ballasteinheit kann die maximal zulässige Windgeschwindigkeit von 4,4m/s auf 7,2m/s gesteigert werden. Wenn die Windeneinheit gemäß einem Aspekt der vorliegenden Erfindung verwendet wird, dann kann die zulässige Windgeschwindigkeit auf 8,5m/s gesteigert werden. Dies ist insbesondere vorteilhaft, weil somit das Rotorblatt auch bei höheren Windgeschwindigkeiten montiert werden kann.

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Nicht-Patentliteratur

- EN 13000 [0002]
- EN13000 [0010]

Patentansprüche

1. Verfahren zum Errichten einer Windenergieanlage (**100**), welche einen aerodynamischen Rotor (**110**) mit Rotorblattanschlüssen (**111**) aufweist, mit den Schritten:
Befestigen einer Hebetraverse (**300**) mit einer Ballasteinheit (**300**) an einem Kranhaken (**410**) eines Krans (**400**),
Befestigen eines Rotorblattes (**200**) mittels Hebeseile (**360**) an einem zweiten Kranhaken (**340**) an einer Unterseite der Ballasteinheit (**300**), und
Anheben der Hebetraverse (**300**) und des Rotorblattes (**200**) durch den Kran (**400**) zur Montage des Rotorblattes (**200**) an einen der Rotorblattanschlüsse (**111**).

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die Ballasteinheit (**300**) mindestens ein Ballastgewicht (**330**) aufweist und das Ballastgewicht so gewählt ist, dass das Verhältnis zwischen der Fläche des Rotorblattes (**200**) und der Summe aus dem Ballastgewicht (**330**) und dem Gewicht des Rotorblattes (**200**) ≤ 1 ist.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, ferner mit den Schritten:
Vorsehen einer Windeneinheit (**500**) an dem Rotor (**110**) der Windenergieanlage (**100**),
Befestigen einer Rotorblattwurzel (**210**) des zu montierenden Rotorblattes (**200**) an einem Haken (**540**) der Windeneinheit (**500**) und
Anheben des Rotorblattes (**200**) mittels der Windeneinheit (**500**) und dem Kran (**400**).

4. Hebetraverse (**300**) zur Montage eines Rotorblattes (**200**) einer Windenergieanlage (**100**), mit einer Ballasteinheit (**300**), mit mindestens einem Einhängepunkt (**310**) zur Aufnahme eines Kranhakens (**410**) an einer Oberseite der Ballasteinheit (**300**);
einem Haken (**340**) an der Unterseite der Ballasteinheit (**300**) und
einem Ballastgewicht (**330**).

Es folgen 4 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

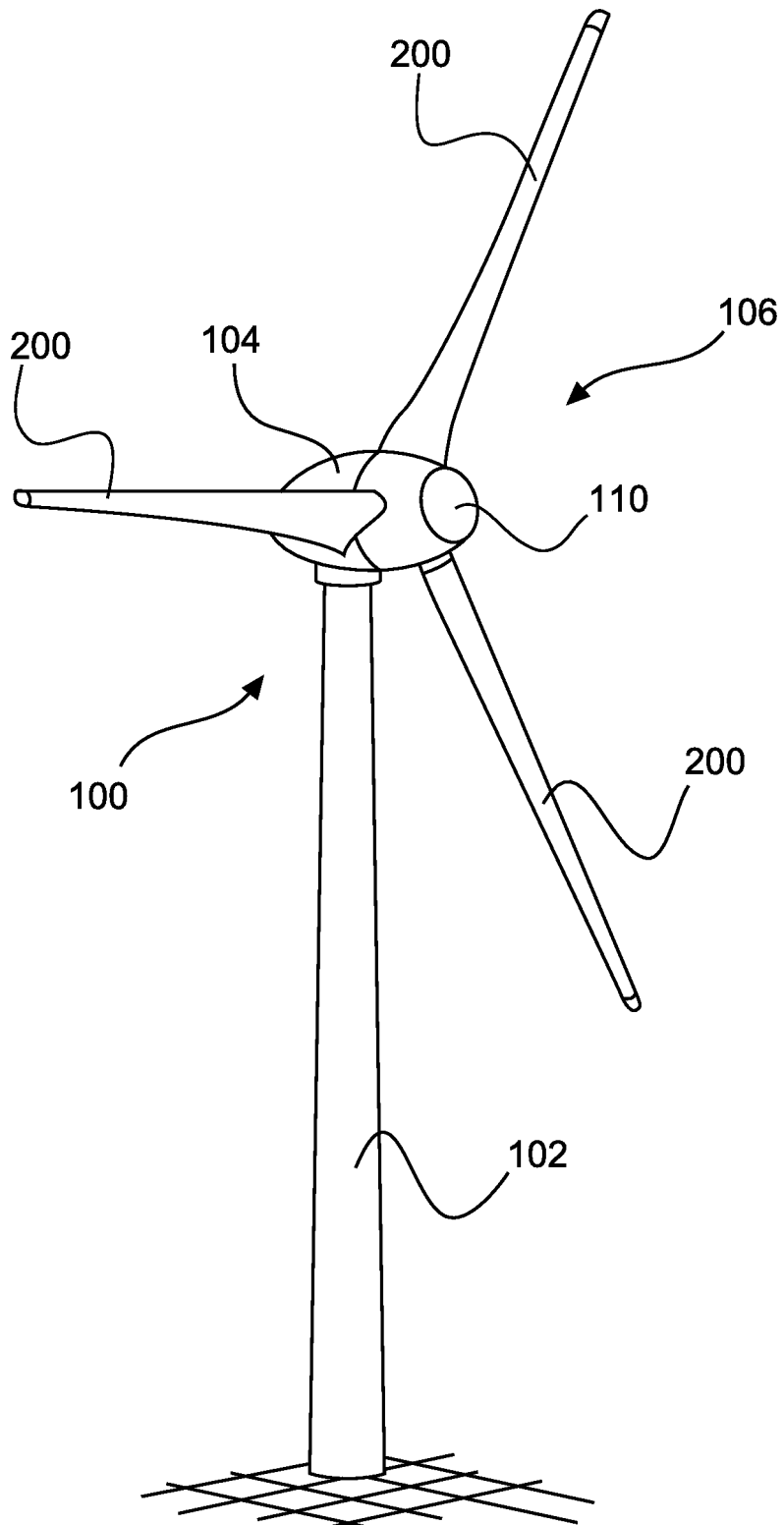


Fig. 1

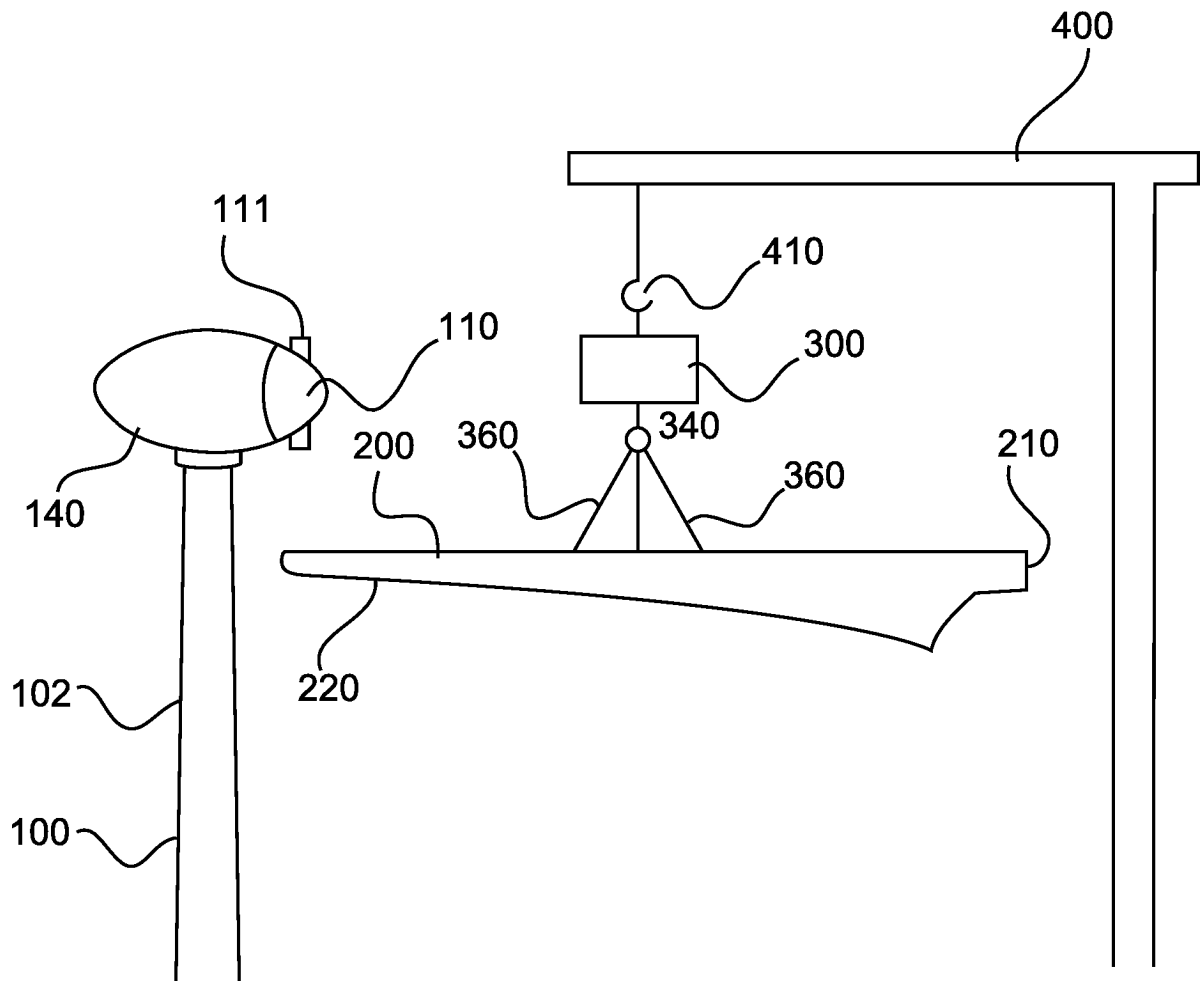


Fig. 2

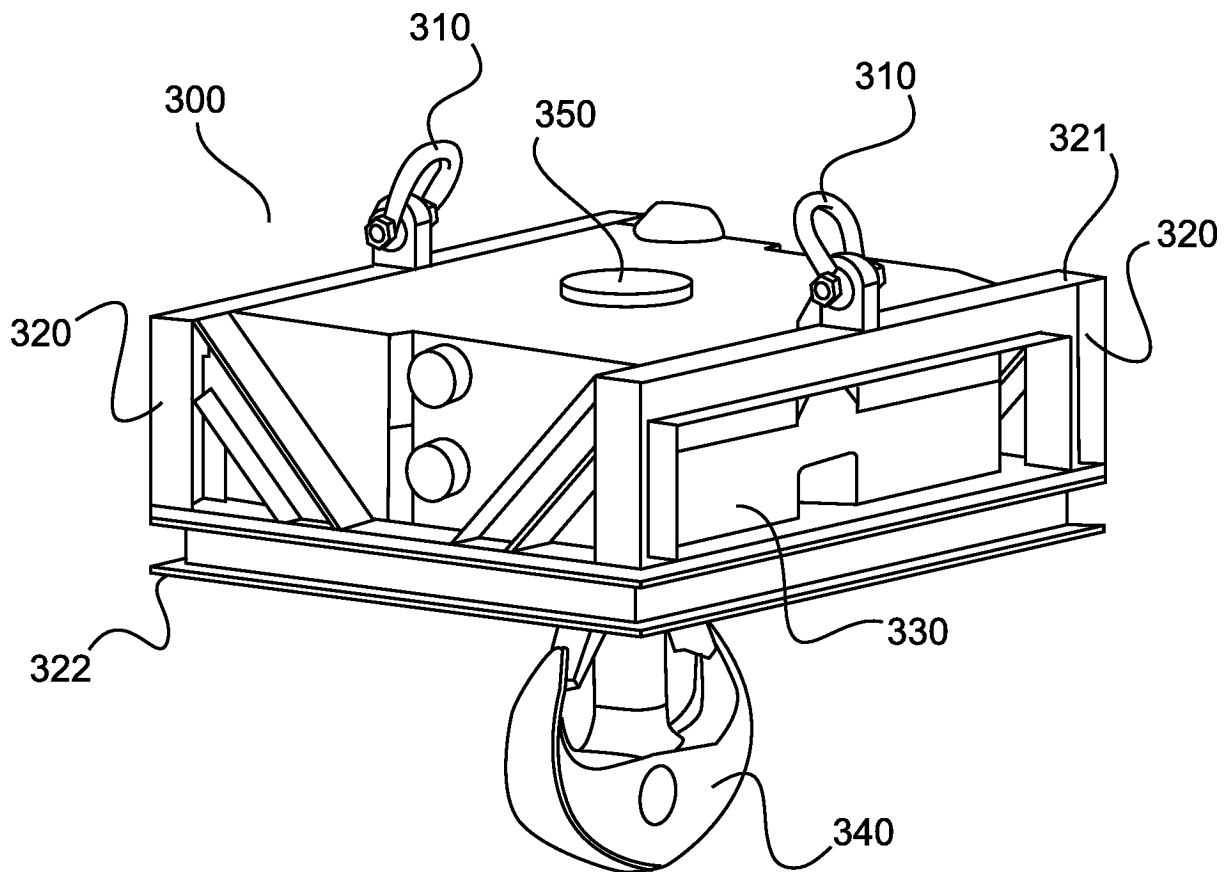


Fig. 3

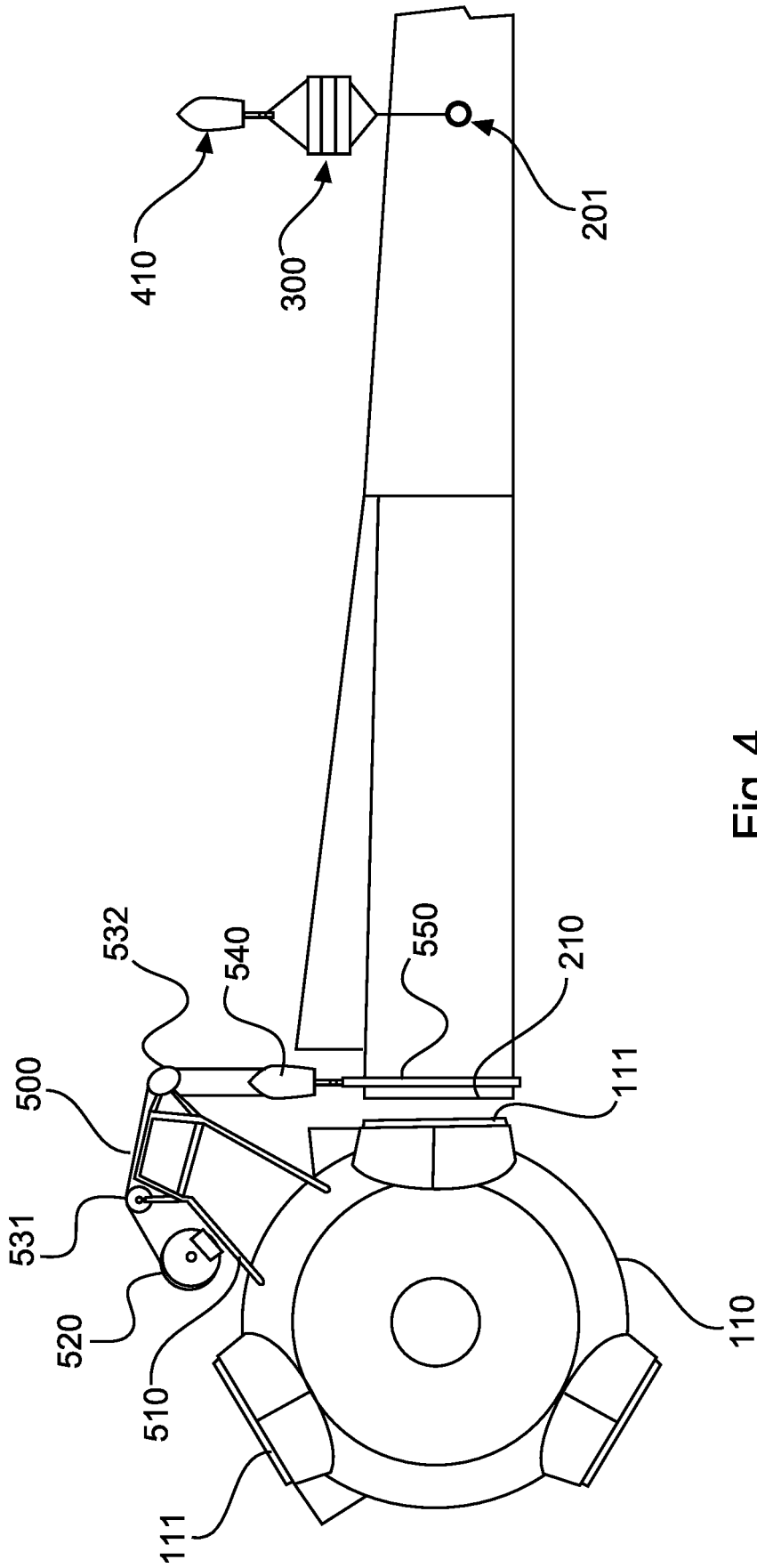


Fig. 4