

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges
Eigentum

Internationales Büro

(43) Internationales
Veröffentlichungsdatum
14. November 2013 (14.11.2013)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2013/167652 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation:
F03D 11/04 (2006.01) *F03D 1/06* (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2013/059583
- (22) Internationales Anmeldedatum:
8. Mai 2013 (08.05.2013)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
10 2012 009 145.1 8. Mai 2012 (08.05.2012) DE
- (71) Anmelder: **SIEMAG TECBERG GROUP GMBH**
[DE/DE]; Kalteiche-Ring 28-32, 35708 Haiger (DE).
- (72) Erfinder: **BENDIX, Horst**; Liebensteiner Weg 37, 04205 Leipzig (DE). **HOFMANN, Klaus**; Zum Rademächen 9, 57250 Netphen (DE). **PESCHKE, Jürgen**; c/o Siemens Tecberg Group GmbH, Kalteiche-Ring 28-32, 35708 Haiger (DE).
- (74) Anwalt: **SONNENBERG, Fred**; 24IP Law Group, Sonnenberg Fortmann, Herzogspitalstraße 10a, 80331 München (DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: WIND TURBINE WITH A HORIZONTAL ROTOR SHAFT AND WITH A ROTATABLE TOWER

(54) Bezeichnung : WINDENERGIEANLAGE MIT HORIZONTALER ROTORWELLE UND MIT DREHBAREN TURM

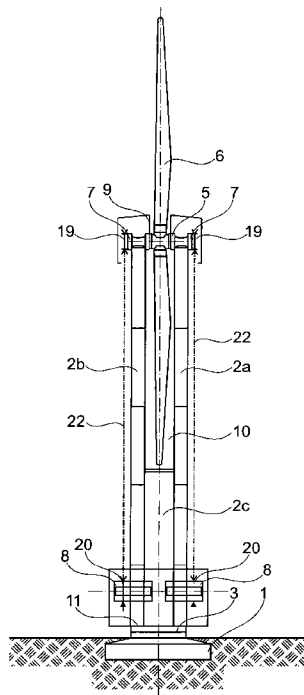


Fig. 1b

(57) Abstract: The invention relates to a wind turbine which does not have a rotatable nacelle at hub level but has a rotatable tower (2), on a circular ring path and/or an anti-tip live ring (3), said tower being optimized aerodynamically on the windward side. The tower (2), which can be in the form of a single tower or in the form of a double tower formed by two tower parts (2a and 2b), is designed such that, at the hub level and either on one side or on both sides of the rotor hub (5), one drive unit (8) each comprising a generator or a drive in the form of a traction sheave drive with an integrated Koepe drive for transmitting the torque of the rotor hub downwards can be connected. The generator components, in addition to the conventional lateral arrangement, can also be arranged within the lower traction sheave.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Windenergieanlage ohne drehbare Gondel in Nabenhöhe und mit drehbarem luvseitig aerodynamisch optimiertem Turm (2) auf einer Kreisringbahn und/oder einer kippssicheren Kugeldrehverbindung (3), wobei der Turm (2) insgesamt oder als Doppelturm mit den beiden Turmteilen (2a und 2b) ausgeführt ist, um in Nabenhöhe einseitig oder auf beiden Seiten der Rotornabe (5) je eine Antriebseinheit (8) mit Generator oder einen als Treibscheibentrieb mit integriertem Koepetrieb zur Übertragung des Drehmomentes der Rotornabe nach unten anschließen zu können, wobei die dortigen Generatorkomponenten neben der konventionellen seitlichen Anordnung auch innerhalb der unteren Treibscheibe angeordnet sein können.

WO 2013/167652 A1



RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

-1-

BeschreibungTitel: Windenergieanlage mit horizontaler Rotorwelle und mit drehbarem Turm

5 [0001] Die Erfindung betrifft eine Windenergieanlage für große Bauhöhen und Leistungen über 5 Megawatt nach dem Oberbegriff des 1. Patentanspruchs. Mit solchen Anlagen können bei Nabenhöhen von über 150 m und Rotordurchmesser bis 200 m erreicht werden. Die Gesamthöhen dieser Anlagen können damit über 200 m bei Eigenmassen von mehr als 1000 t betragen.

10 [0002] Windenergieanlagen, die in den letzten beiden Jahrzehnten entwickelt und hergestellt wurden, zeichnen sich durch weitgehend übereinstimmende Bauweise aus. Über einem vom Standort und Boden abhängig ausgebildeten Fundament ist der darauf befestigte Turm entsprechend der beabsichtigten Nabenhöhe als ruhender, nicht drehbarer Turm errichtet und oberhalb des Turmes in Nabenhöhe die mit dem Rotor und Antrieb versehene Gondel drehbar aufgebaut.

15 [0003] Eine solche Windenergieanlage ist beispielsweise aus der Druckschrift DE 10 2008 023 109 A1 bekannt. Sie besteht im Wesentlichen aus dem Turm, der feststehend auf einem Fundament angeordnet ist. Das obere Ende dieses Turmes ist mit einer kipp-sicheren Drehverbindung und einem Drehantrieb versehen. Die Drehverbindung nimmt die Gondel mit dem Rotornabenlager, der Rotornabe und den Rotorblättern auf. Weiterhin sind auf der Gondel noch alle notwendigen Funktionsbauteile des Antriebs- und
20 Kontrollsystems untergebracht. Eine Schutzkonstruktion umhaust die Gondel komplett.

[0004] Die Gesamtmasse der Bauteile mit der Gondel beträgt gegenwärtig bei 5 bis 6 MW Leistung ca. 250 - 300 t, im Spitzenfall über 600 t. Für Windenergieanlagen mit noch größerer Leistung werden diese Bauteilmassen und -größen mit den bekannten
25 Spezialhebezeugen kaum noch beherrschbar sein und zu erheblichen Kosten und großer Zeitdauer bei der Errichtung, aber auch bei der Unterhaltung der Anlagen führen.

[0005] Mit der zunehmenden Erfahrung und stärkeren wissenschaftlich-theoretischen Durchdringung des Entwicklungsprozesses sowie durch den steigenden Druck zum verstärkten Einsatz regenerativer Energien werden immer größere Anlagen entwickelt.

30 [0006] Die Nabenhöhen betragen inzwischen mehr als 125 m. Die Rotoren entwickelten sich bis über 130 m Durchmesser. Die Leistungsgrößen der Anlagen stiegen bis in die unteren Bereiche der Megawattklasse.

-2-

[0007] Das gegenwärtige Jahrzehnt ist gekennzeichnet von Entwicklungen über 5 MW, von Rotordurchmessern bis 160 m und zunehmenden Einsatz getriebeloser Generatoren.

5 [0008] Die damit einhergehende Vergrößerung der Bauteile und zunehmende Eigenmassen stellen ständig höhere Anforderungen an die zur Montage der Anlagen erforderlichen Hebezeuge. Auch immer wieder infrage kommende Reparaturen oder Teiletausch benötigen leistungsstarke Hebezeuge. Man versucht, neue Bauweisen einzuführen, die schwere Antriebsteile in Nabenhöhe vermeiden oder schwere Antriebsteile leichter montierbar gestalten, z.B. statt einem 6 MW-Generator zwei 3 MW-Generatoren einzusetzen.

10 [0009] Aus der Druckschrift DE 20 2011 108 484 U „Windenergieanlage mit horizontaler Rotorachse und mit unten liegendem Antrieb“ ist eine solche neue Bauweise bekannt geworden, indem der gesamte Turm mit seinen Rotorblättern in den Wind gestellt wird und das aus dem Wind gewonnene Drehmoment über die Rotornabe und einen Koepe-Seiltrieb über eine obere Seiltreibeischiibe zur unteren Seiltreibeischiibe am Turmfuß und dort auf die Antriebseinheit mit Generator weitergeführt wird. Durch diese Anordnung der Antriebseinheit am Turmfuß werden gegenüber der Anordnung auf der Gondel günstigere statische Verhältnisse erreicht und es werden zur Montage und

15
20
25

Wartung einer so ausgerüsteten Windenergieanlage keine so große und für hohe Lasten ausgelegte Hebezeuge benötigt. Mit solchen werden hohe Leistungen zur Energiegewinnung im Bereich großer Megawattleistungen möglich. Solche Windenergieanlagen werden Nabenhöhen von über 150 m und Rotordurchmesser von 200 m erreichen und damit Gesamthöhen von über 200 m bei Eigenmassen von über 1000 t besitzen. Diese so großen Windenergieanlagen sollen an den für sie typischen Einsatzorten mit bekannten Hebezeugen montierbar sein.

30 [0010] Die feststehenden Türme der bisherigen Bauweise werden durch die auf den Rotor von vorn wirkende Windkraft und durch die hinter der Drehmitte auf dem Turm angeordneten Gondel wirkenden vertikalen Belastungen durch die Bauteilmassen der die Energie gewinnenden mechanischen und elektrischen Antriebseinheit gleichgerichtet summarisch belastet. Da sich die Windrichtung und damit die Gondel ringsum den Turm drehen, wird dieser statisch und dynamisch ebenso ringsum belastet.

-3-

[0011] Die angestrebte Vervielfachung der jetzt erreichten Leistungsgrößen der Windenergieanlagen verlangt größere Rotordurchmesser, gleichzeitig höhere Nabenhöhen und schwerere und größere Antriebseinheiten.

5 [0012] Aufgabe der Erfindung ist es, ein Lösungskonzept für Windenergieanlagen mit gegenüber ihrer Standfläche drehbarem Turm zu schaffen, das die bisherige Belastungsart der Turmkonstruktion entscheidend günstiger und insgesamt die über 200 m hohen Anlagen gegen alle extremen Witterungsunbilden standsicher gestaltet.

10 [0013] Diese Aufgabe wird durch die Merkmale des unabhängigen Patentanspruches 1 gelöst, wobei zweckmäßige Ausführungsformen durch die Merkmale der abhängigen Ansprüche beschrieben sind.

[0014] Vorgesehen ist dabei eine Windenergieanlage, mit einem Turm, einer an einem Ende des Turmes gelagerten und mit Rotorblättern versehenen Rotorwelle, einem mit der Rotorwelle gekoppelten Antrieb sowie einem am anderen Ende des Turmes angeordneten Drehlager zur drehbaren Lagerung des Turmes auf einem Fundament, so
15 dass der Turm insgesamt je nach dem, aus welcher Richtung der Wind zu einem bestimmten Zeitpunkt weht, gedreht werden kann. Die drehbare Lagerung des Turmes auf dem Fundament muss dabei kippstabil ausgeführt sein, um die auf den Turm lastenden Biegemomente auffangen zu können. Eine gegenüber dem Turm verdrehbare Gondel entfällt damit. Nach Maßgabe der vorliegenden Erfindung ist der Turm dabei
20 zumindest im Rotordrehbereich als Doppelturm mit zwei Turmteilen ausgebildet ist. Die Rotorwelle kann dabei in vorteilhafter Weise statisch bestimmt auf beiden Turmteilen gelagert sein wobei die Rotorblätter zwischen den Turmteilen rotieren

[0015] Aufgrund der Tatsache, dass der Turm vollständig in die jeweils optimale Richtung gedreht werden kann, ist es möglich, den Turm an sich aerodynamisch optimal zu gestalten. Um die auf dem Turm lastenden durch den Wind erzeugten Kräfte zu
25 reduzieren, kann daher der Querschnitt der Bauelemente des Turmes zumindest im oberen, von dem Rotor überstrichenen Bereich als aerodynamisches günstiger Querschnitt ausgebildet sein, wobei insbesondere Flügelprofile, elliptische Profile oder ähnliche zum Einsatz kommen können. Das aerodynamische Profil ist dabei vorzugsweise
30 so zu wählen, dass der vor dem Turm entstehende Staudruck auf der Luvseite des Turmes deutlich gesenkt wird, was sich positiv auf die Gesamtauslegung und Dimen-

-4-

sionierung der Gesamtanlage auswirkt. Vorteilhafter Weise können dabei auch stabilisierende Umströmungseffekte erzielt werden.

5 [0016] Der minimale Abstand zwischen den beiden Turmteilen entspricht zumindest im Rotordrehbereich vorzugsweise der doppelten maximalen Auslenkung der Rotorblattspitzen durch Verformung zuzüglich eines Sicherheitsabstandes.

[0017] Weiterhin bevorzugt kann zumindest ein Turmteil in Höhe der Rotornaben mit einer Plattform versehen sein, wobei auf der zumindest einen Plattform auch der mit der Rotorwelle kuppelbare Generator mit oder ohne Getriebe angeordnet sein kann oder ein mit der Rotorwelle kuppelbares Abtriebselement, das in einer Drehmoment
10 übertragenden Verbindung mit einem korrespondierenden Antriebselement im unteren Bereich des Turmes steht, das mit dem Generator kuppelbar ist.

[0018] Ebenso bevorzugt kann das Abtriebselement wie auch das Antriebselement eine Treibscheibe sein, die über zumindest eine Seilschlaufe als Koepetrieb miteinander verbunden sind.

15 [0019] Weiterhin bevorzugt kann die Seilschlaufe als vulkanisiertes Flachband oder als ähnlicher, entsprechender verstärkter Flachriementrieb ausgebildet sein, um die Lebensdauer der Seilschlaufe bzw. des Seiltriebes bei gleichzeitiger Verringerung des Eigengewichtes der Seilschlaufe zu erhöhen sowie die Durchmesser der Treibscheiben zu optimieren.

20 [0020] Das Antriebselement und der Generator können auch als integrierte Einheit ausgebildet sind, wobei im Falle des Einsatzes von Treibscheiben die Komponenten des Generators innerhalb der unteren Treibscheibe angeordnet sein können. Die An- und Abtriebselemente sind dabei vorzugsweise von einer jeweiligen Umhausung umgeben, zum Schutz gegen äußere Einflüsse.

25 [0021] Schließlich ist ein Fundament zur Aufnahme einer Windenergieanlage gemäß der Erfindung vorgesehen, wobei auf dem mehrteiligen Fundament ein mehrteiliger Ständer verankert ist, der zur Aufnahme des Turms oben eine waagerechte Kreisbahn und zentrisch eine kippsichere Drehverbindung oder ein zentrierendes Lager aufnimmt.

[0022] Der gesamte drehbare Turm, der automatisch mit seinem Rotor in den Wind
30 gestellt werden muss, ist also als Doppelturm ausgebildet, der zumindest auf seiner Frontseite vorsätzlich aerodynamisch günstig gestaltet ist, so dass der Turmvorstau verringert wird. Ein günstig gewählter Turmquerschnitt in Belastungsrichtung des Windes

und der Antriebseinheit gestattet, diesen Turm mit geeigneter Anschlusskonstruktion auf eine große, mehrachsige, kippsichere Drehverbindung oder eine Kreisringbahn mit einem zentrierenden Lager mit Drehantrieb zu stellen und damit ringsum standsicher zu gestalten.

5 [0023] Nochmals größere Anlagen erhalten einen Doppelturm, der von zwei gegenüber angeordneten Teiltürmen gebildet wird, die im unteren Bereich zu einem im Querschnitt einteiligen Turmkörper zusammengeführt werden können und damit die Standflächen mittels geeigneter Laufräder oder Fahrwerke auf dem entsprechend großen Drehkreis mit Fundamenten unter der Fahrbahn dimensioniert werden.

10 [0024] Der Doppelturm bietet die Möglichkeit, auch die größten Rotordurchmesser in Nabenhöhe zweiseitig stabil zu lagern und von dieser Rotornabe aus einseitig oder beidseitig Antriebseinheiten anzuschließen; z.B. mit Koepetrieb das Drehmoment nach unten zu übertragen. Eine solche Lösung ist aus der Druckschrift DE 20 2011 108 484 U bekannt. Diese Antriebseinheiten liegen somit unten, unmittelbar über dem Dreh-

15 kreis des Turmes und sind für Montage- und Wartungsarbeiten gut und sicher erreichbar.

[0025] Im Bereich der Rotorblattlänge wird der Doppelturm freigängig für den sich drehenden Rotor einschließlich der Rücksichtnahme auf die Durchbiegung der Blätter gestaltet.

20 [0026] Bei Anlagen mit größerer Grundfläche ist es vorteilhaft, ein Drehwerk mit einem zentrierenden Lager und einer koaxial dazu angeordneten Kreisringfahrbahn (als Rad-, Rollen- oder Kugellaufbahn) vorzusehen.

Ausführungsbeispiele

25 [0027] Weitere Einzelheiten und Vorteile des Erfindungsgegenstandes ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung und zugehörigen Zeichnungen, in denen bevorzugte Ausführungsbeispiele dargestellt sind. Die Zeichnungen zeigen:

[0028] Fig. 1a eine Windenergieanlage als drehbarer Doppelturm mit untenliegender
30 kippsicheren Kugeldrehverbindung und je einem oben angeordneten Antrieb auf jedem Turmteil in teilweise geschnittener Darstellung in einer Seitenansicht,

-6-

[0029] Fig. 1b eine Windenergieanlage als drehbarer Doppelturm mit untenliegender kippssicheren Kugeldrehverbindung und je einem oben auf beiden Seiten der Rotornabe angeordneten Koepetrieb, deren Antriebe jeweils auf dem Turmfuß angeordnet sind,

5 [0030] Fig. 2 eine Windenergieanlage in einer weiteren Ausführung als drehbarem Doppelturm auf einer Kreisringbahn mit mittigem Lager und mit Fahrwerken sowie oben auf jeder Seite der Rotorwelle einem angeordneten Antrieb auf jeder Turmteilseite in einer Seitenansicht,

[0031] Fig. 3 die Windenergieanlage nach Fig. 2 in einer zweiten Ansicht,

[0032] Fig. 4 die Windenergieanlage nach den Fig. 2 und 3 in der Draufsicht und

10 [0033] Fig. 5 eine Windenergieanlage nach den Fig. 2, 3, 4 in Seitenansicht für den besonderen Einsatz in aufgeständerter Ausführung, indem der untere Turmteil auf Fundamenten feststehend verankert ist und ab einer erforderlichen oder gewünschten Höhe die weitere Anlage auf einer Kreisbahn und / oder Kugeldrehverbindung auf dem Turmfuß drehbar aufgestellt ist, wobei der untere Teil eines Koepetriebes dabei auf
15 dem oberen drehbaren Teil des Doppelturmes unterhalb des Rotorbereiches liegt.

1. und 2. Ausführungsbeispiel

[0034] Die Windenergieanlagen nach beiden Ausführungen gemäß Fig. 1a, 1b sowie
20 Fig. 2 und 3 haben gemeinsam, dass sie aus einem Turm 2 bestehen, der als Doppelturm mit den beiden Teiltürmen 2a und 2b ausgebildet ist. Diese beiden Teiltürme 2a und 2b sind im Rotorblattbereich 10 so weit beabstandet, dass auch bei einer maximalen Verformung der Rotorflügel 6 bei böigem Wind ausreichend Sicherheit gegenüber jedem Teilturm 2a und 2b aufweisen. Unterhalb des Rotorblattbereiches 10 können
25 beide Turmteile 2a und 2b durch eine Stahlkonstruktion 2c zu einer Einheit zusammengeführt werden oder sie werden getrennt bis zum Turmfuß 11 geführt und dort auf dem Fundament 1 drehbar gelagert.

[0035] Oben befindet sich auf den Teiltürmen 2a und 2b die Plattform 4. Diese Plattform 4 nimmt einseitig oder gegenüberliegend beidseitig die Lager 7 für die Rotornabe
30 5 mit den Rotorblättern 6 auf. Beiderseits der Rotornabe 5 ist nach dem in Fig. 2a dargestellten 2. Ausführungsbeispiel je ein Antriebsaggregat 8 angeschlossen. Ein solches Antriebsaggregat 8 kann entweder nur aus einem Generator oder einer Getriebe-

-7-

Generator-Einheit bestehen. Es ist auch möglich, den Generator oder die Getriebe-Generator-Einheit nach dem in Fig. 2b dargestellten 3. Ausführungsbeispiel auf der Standfläche am Turmfuß 11 anzuordnen. Zur Übertragung des Drehmomentes von oben nach unten wird ein Ein- oder Mehrseiltrieb, bestehend aus einer oberen und einer unteren Seiltreibeibe 19 und 20 (Koepetrieb) sowie einer beide Scheiben miteinander verbindenden Seilschlaufen vorgesehen. Eine solche Lösung ist in der Druckschrift DE 20 2011 108 484 U offenbart.

5 [0036] Die Antriebsaggregate 8 werden durch eine Umhausung 9 geschützt, wobei optional auch die Treibseile 22 der Seilschlaufen selbst von einer Umhausung geschützt sein können. Zur Nachführung der Rotorblätter 6 in den Wind wird der gesamte Turm 2 gegenüber dem Fundament 1 gedreht.

[0037] Der Turm 2 wird im Bereich der Turmteile 2a und 2b in seiner Detailkonstruktion auf der Luvseite aerodynamisch günstig geformt. Dadurch wird eine Verbesserung der Standsicherheit und des Wirkungsgrades der Anlage erreicht.

15 [0038] Bei der Windenergieanlage nach dem 1. und 2. Ausführungsbeispiel gem. Fig. 1a und 1b sind die beiden Turmteile 2a und 2b beispielsweise als Rohrkonstruktion ausgebildet und unterhalb des Rotorblattbereiches 10 möglicherweise durch eine Stahlkonstruktion 2c miteinander verbunden. Bei Bedarf kann der Turm 2 unten mit einer Standfläche für die Antriebsaggregate 8 bzw. für die Anwendung des Koepetriebes und weitere Elektroanlagen versehen werden. Zwischen dem Turmfuß 11 und dem Fundament 1 wird als drehbare Lagerung eine mehrteilige kippsichere Kugeldrehverbindung 3 vorgesehen.

3. Ausführungsbeispiel

25 [0039] Die Windenergieanlage nach dem 3. Ausführungsbeispiel gemäß den Figuren 2 bis 4 unterscheidet sich von den vorherigen Ausführungsbeispielen dadurch, dass die beiden Turmteile 2a und 2b gemeinsam von unten nach oben als pyramidenförmig verlaufende Stahlträgerkonstruktion mit im Rotorblattbereich 10 auf der Luvseite aerodynamisch günstiger Form ausgebildet sind. Vom Turmfuß 11 bis zum um ein Sicherheitsmaß erweiterten Rotorblattbereich 10 ist der Doppelturm 2 miteinander verbun-

30

-8-

den. Der untere Turmabschluss kann auf der Oberseite als Standfläche für Antriebe und Elektroanlagen 17 benutzt werden.

5 [0040] Ein solcher Turm 2 ist besonders dazu geeignet, das aus dem Wind gewonnene Drehmoment von der Rotornabe 5 zu den unten auf der Standfläche am Turmfuß 11 untergebrachten Antriebsaggregaten 8 per Koepetrieb zu übertragen. Dazu wird auf der Abtriebswelle nach der Rotornabe 5 über eine erste Seiltreibscheibe das Drehmoment nach unten über einen Seiltrieb zu einer zweiten Seiltreibscheibe über eine Antriebswelle zu einem dort integrierten Generator übertragen. Diese Möglichkeit ist in den Zeichnungen nicht dargestellt, weil sie bereits aus der Druckschrift DE 20 2011 108
10 484 U bekannt ist.

[0041] Ein solches Bauwerk erreicht durch die vorgesehenen großen Rotorblattdurchmesser 13 Gesamtbauhöhen von über 200 m über dem Fundament 1 und muss mit seinen Bauteilgrößen und Gesamteigenmassen von über 1000 t eine entsprechend stabile und standsichere Ausführung für solche Maßstäbe erhalten.

15 [0042] In der Draufsicht der Windenergieanlage nach dem 3. Ausführungsbeispiel ist in Fig. 4 dargestellt, wie der Doppelturm 2 auf vier Fahrwerken 14 auf der Kreisringbahn 15, die als Rad-, Rollen- oder Kugellaufbahn ausgebildet sein kann, abgestützt wird. In der Kreismitte wird dieser Doppelturm 2 in seiner Drehachse 16 zusätzlich durch ein Lager 18 zentriert. Die Anzahl der vorgesehenen Fahrwerke 14 muss mindestens drei betragen und kann je nach Einsatzfall größer sein.
20

4. Ausführungsbeispiel

[0043] In der Zeichnung nach Fig. 5 ist ein 4. Ausführungsbeispiel dargestellt. Es unterscheidet sich gegenüber dem 3. Ausführungsbeispiel dadurch, dass auf dem Fundament 1, das mehrteilig ausgebildet sein kann, ein Ständer 21 verankert ist, der oberhalb die Kreisringbahn 15 für das Fahrwerk 14 des Turms 2 sowie das zentrierende Lager 18 aufnimmt. Dadurch kann die Nabenhöhe der Windenergieanlage um die Höhe des Ständers 21 vergrößert und die zentrierende Lagerung, Fahrwerke und Kreisringbahn aus dem bodennahen Bereich herausgehoben und möglichen negativen Einwirkungen (Verunreinigungen, Schneeverwehungen, Sabotage etc.) entzogen werden.
25
30

-9-

Ansprüche

1. Windenergieanlage, mit einem Turm, einer an einem Ende des Turmes gelagerten und mit Rotorblättern versehenen Rotorwelle, einem mit der Rotorwelle gekoppelten Antrieb sowie einem am anderen Ende des Turmes angeordneten Drehlager zur drehbaren Lagerung des Turmes auf einem Fundament, dadurch gekennzeichnet, dass der Turm (2) zumindest im Rotordrehbereich (10) als Doppelturm, mit zwei Turmteilen (2a,2b) ausgebildet ist.
5
2. Windenergieanlage nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Rotorwelle statisch bestimmt auf beiden Turmteilen (2a, 2b) gelagert ist und die Rotorblätter zwischen den Turmteilen (2a, 2b) rotieren.
10
3. Windenergieanlage nach den Ansprüchen 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der minimale Abstand zwischen den beiden Turmteilen (2a, 2b) zumindest im Rotordrehbereich (10) der doppelten maximalen Auslenkung der Rotorblattspitzen (6) durch Verformung zuzüglich eines Sicherheitsabstandes entspricht.
15
4. Windenergieanlage nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest ein Turmteil (2a, 2b) in Nabenhöhe (5) mit einer Plattform (4) versehen ist, auf der ein mit der Rotorwelle kuppelbare Generator mit oder ohne Getriebe angeordnet ist.
20
5. Windenergieanlage nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest ein Turmteil (2a, 2b) in Nabenhöhe (5) mit einer Plattform (4) versehen ist, auf der ein mit der Rotorwelle kuppelbares Abtriebsselement vorgesehen ist, das in einer Drehmoment übertragenden Verbindung mit einem korrespondierenden Antriebselement im unteren Bereich des Turmes (2) steht, das mit dem Generator kuppelbar ist.
25

30

-10-

6. Windenergieanlage nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass das Abtriebsselement wie auch das Antriebsselement eine Seiltreibscheibe (19) ist, die über zumindest eine Seilschlaufe als Koepetrieb miteinander verbunden sind.
- 5 7. Windenergieanlage nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, dass das Antriebsselement und der Generator als integrierte Einheit ausgebildet sind.
8. Windenergieanlage nach einem der Ansprüche 5 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die An- und Abtriebsaggregate von einer Umhausung (9) umgeben sind.
- 10 9. Windenergieanlage nach einem der Ansprüche 6 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Treibseile von einer Umhausung umgeben sind.
10. Windenergieanlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Bauelemente des Turmes (2) zumindest auf der während des Betriebes vom Wind angeströmten Turmteilseite im Rotorblattbereich einen aerodynamischen günstigen Querschnitt aufweisen.
- 15 11. Fundament zur Aufnahme einer Windenergieanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass auf dem mehrteiligen Fundament (1) ein mehrteiliger Ständer (21) verankert ist, der zur Aufnahme des Turmes (2) eine waagerechte Kreisbahn (15) und zentrisch eine kippsichere Drehverbindung (3) oder ein zentrierendes Lager (18) aufnimmt.
- 20 12. Windenergieanlage nach einem der Ansprüche 6 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Treibseile der Seilschlaufe als vulkanisierte Flachbänder ausgebildet sind.
- 25

1/6

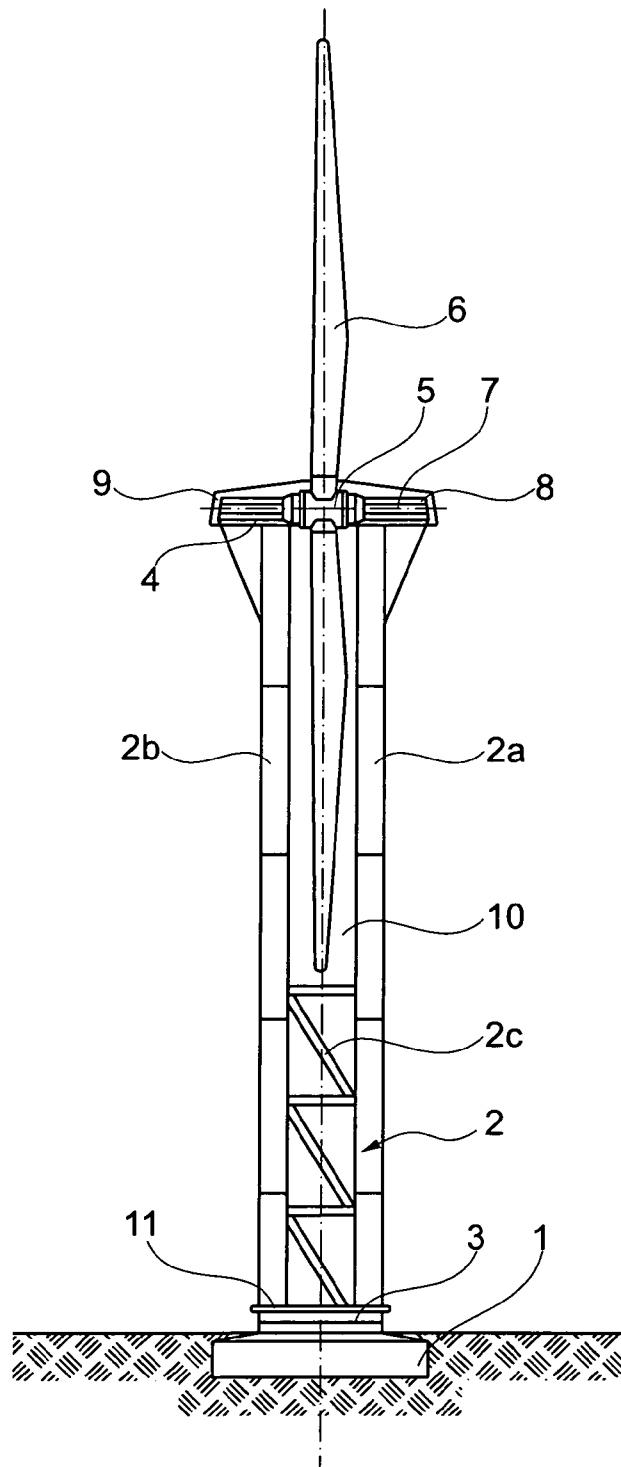


Fig. 1a

2/6

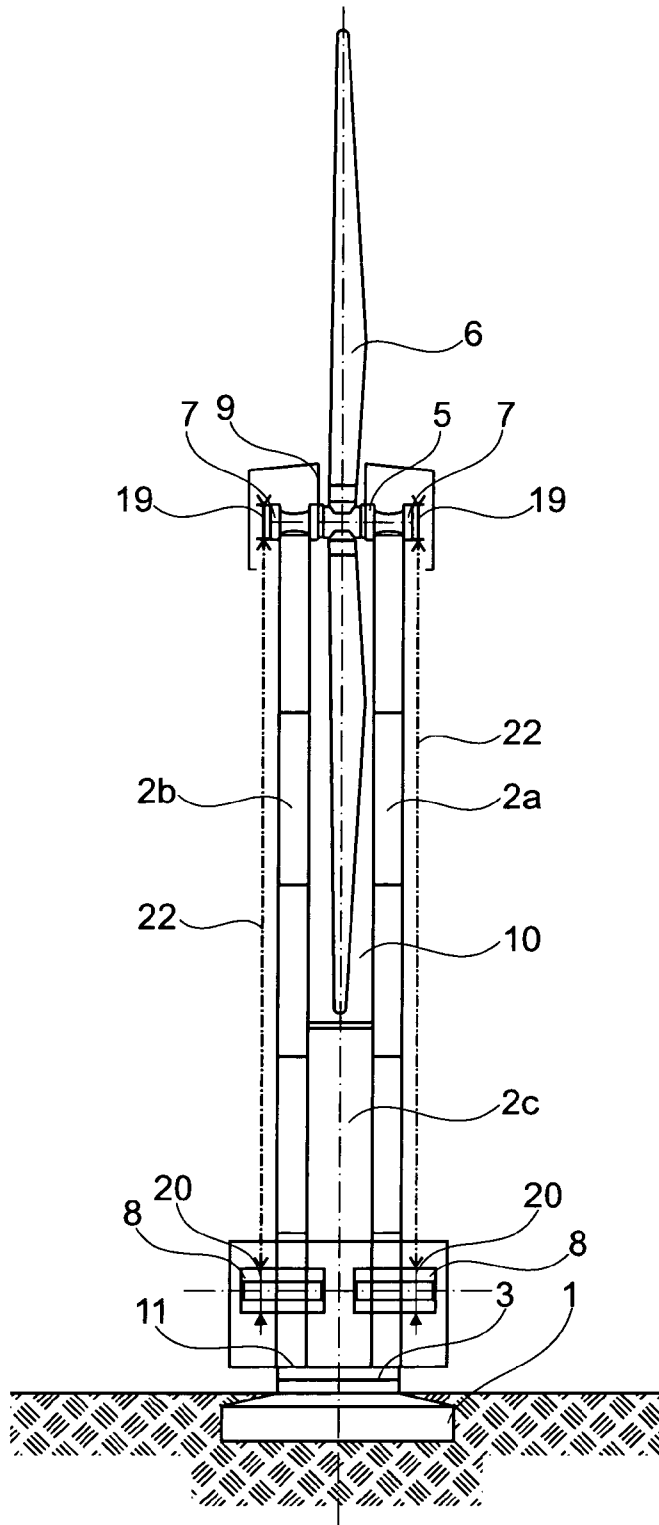


Fig. 1b

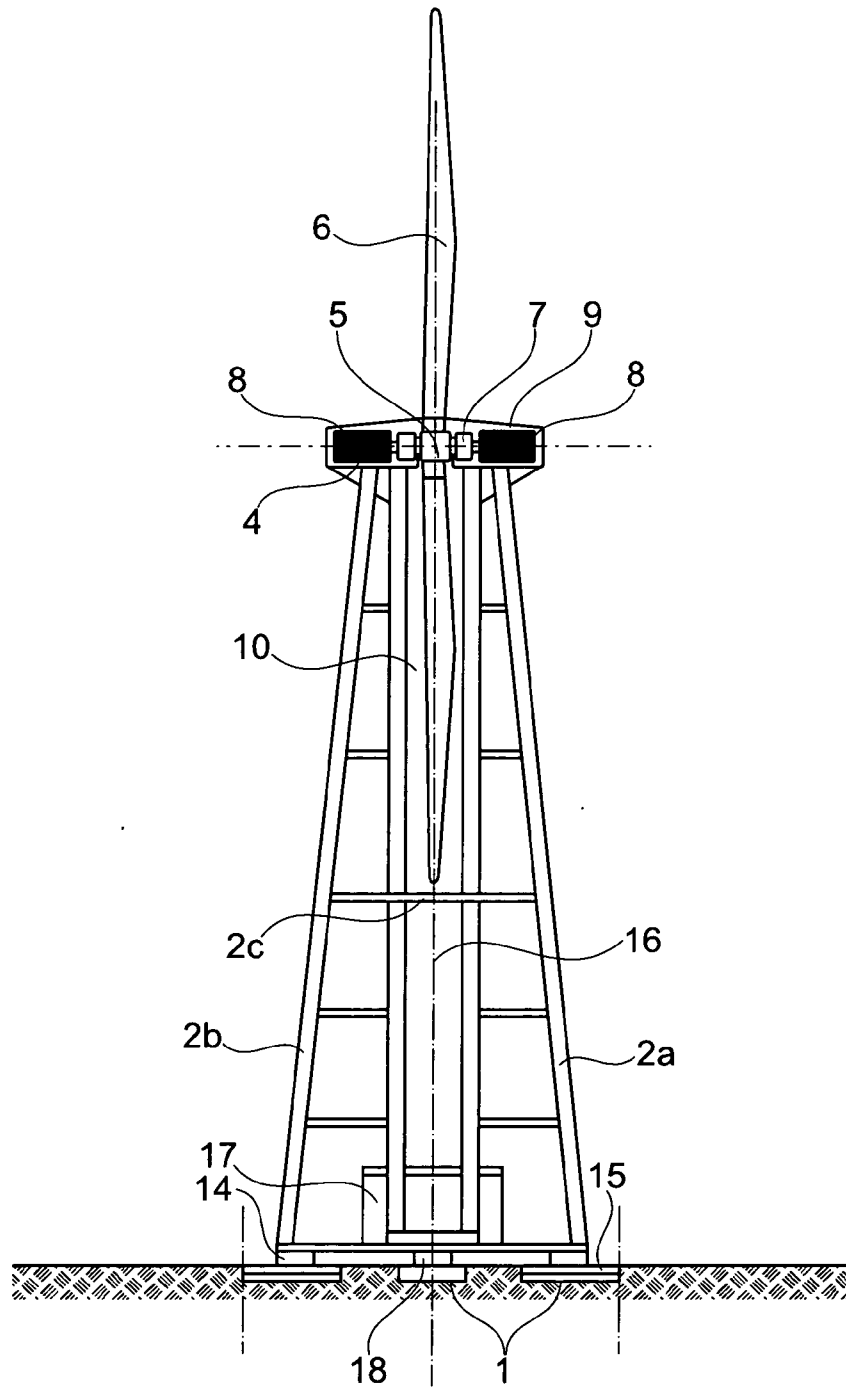


Fig. 2

4/6

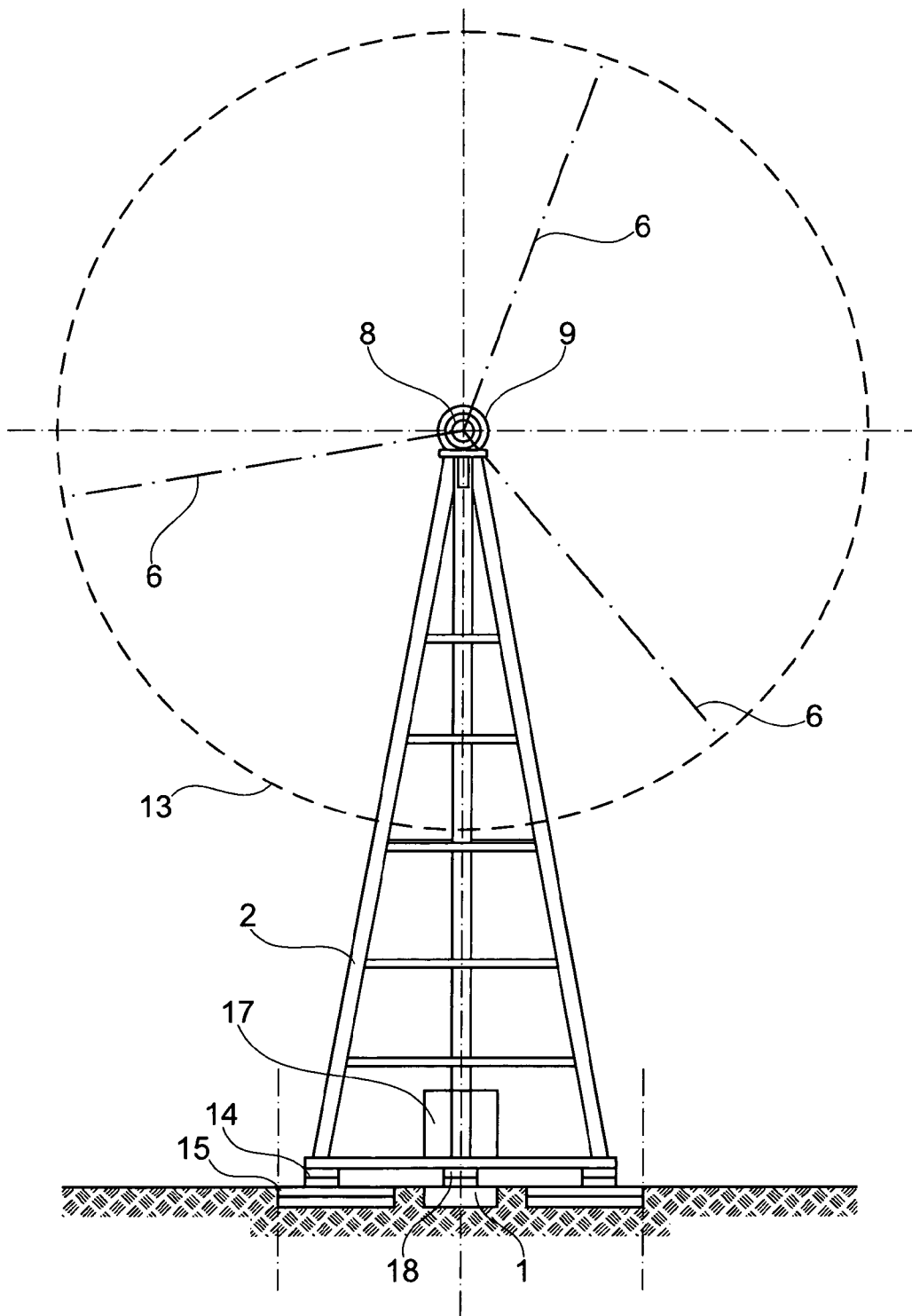


Fig. 3

5/6

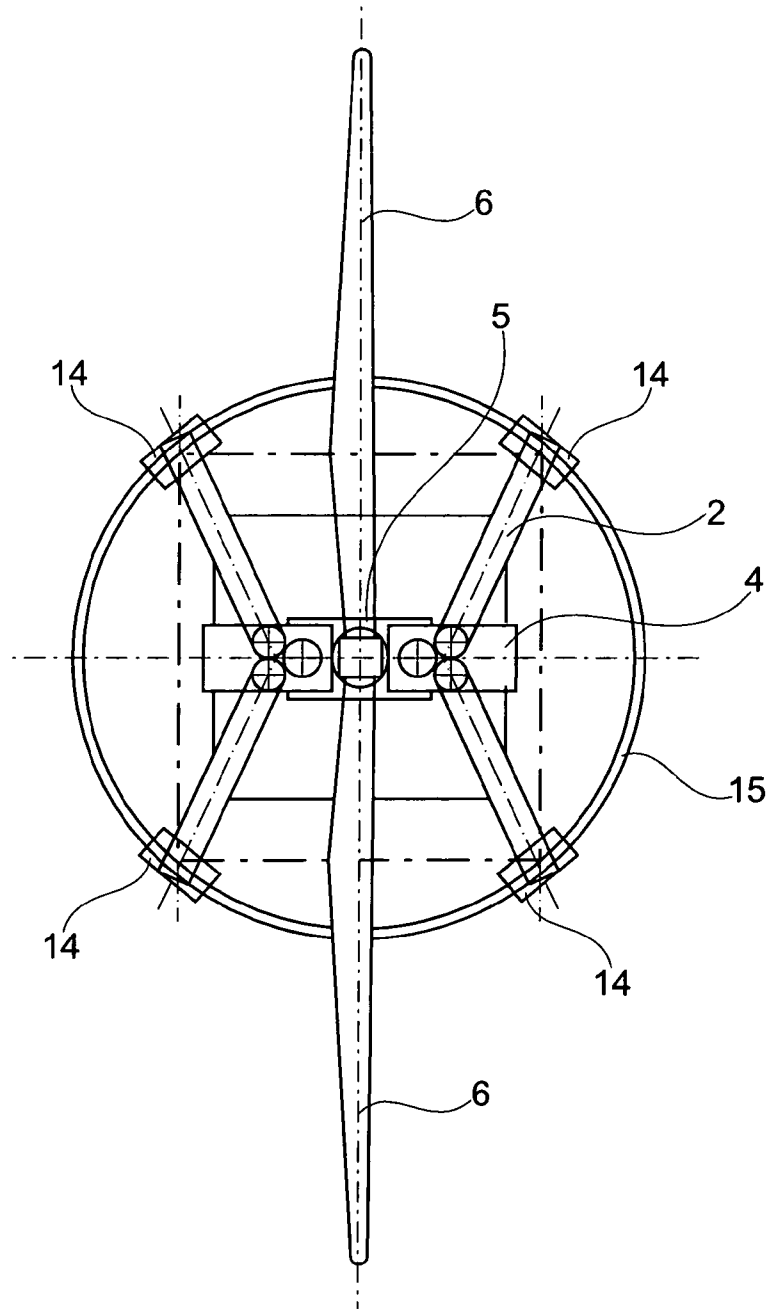


Fig. 4

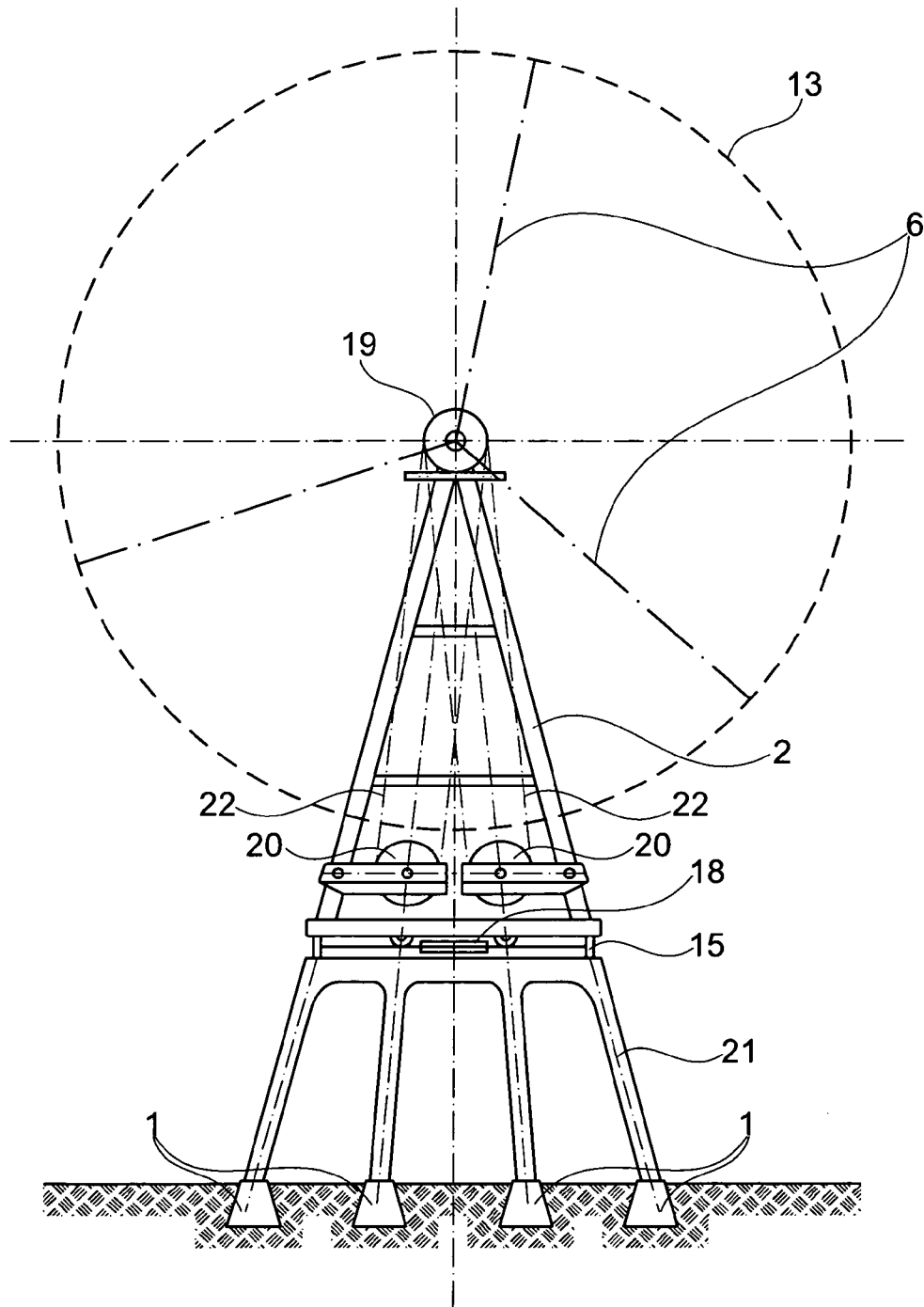


Fig. 5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2013/059583

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
 INV. F03D11/04 F03D1/06
 ADD.
 According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED
 Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
 F03D

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
 EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CN 101 915 213 A (JIANWEI XU) 15 December 2010 (2010-12-15) figures 1-3 paragraphs [0003], [0010], [0015] - [0018], [0033] - [0036], [0040], [0041] -----	1-3, 5-10,12
X	FR 688 774 A (PIERRE-ANDRE-AMERICO DARCHE) 28 August 1930 (1930-08-28) figures 1-3 page 1, line 26 - page 2, line 14 page 2, line 52 - line 77 page 3, line 5 - line 40 abstract ----- -/--	1-3,5,6, 8-10,12

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search 21 August 2013	Date of mailing of the international search report 28/08/2013
---	--

Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer Rakotonanahary, S
--	---

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2013/059583

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CN 201 152 235 Y (SHANGHAI HUIYI ENVIRONMENTAL P [CN]) 19 November 2008 (2008-11-19) figures 1-3 page 3 - page 5 -----	1-4,10, 11
X	US 2008/253892 A1 (DEHLSSEN JAMES G P [US]) 16 October 2008 (2008-10-16) figures 1,2 paragraphs [0025] - [0028] -----	1-4,10
X	DE 834 078 C (MASCHF AUGSBURG NUERNBERG AG) 17 March 1952 (1952-03-17) figures 1-4 page 2, line 1 - line 75 -----	1,2,4,10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2013/059583

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
CN 101915213	A	15-12-2010	NONE

FR 688774	A	28-08-1930	NONE

CN 201152235	Y	19-11-2008	NONE

US 2008253892	A1	16-10-2008	AT 476599 T 15-08-2010
		BR PI0608467 A2	05-01-2010
		CA 2600007 A1	21-09-2006
		CN 101137842 A	05-03-2008
		DK 1861619 T3	29-11-2010
		EP 1861619 A2	05-12-2007
		ES 2348252 T3	02-12-2010
		JP 2008538597 A	30-10-2008
		KR 20070116107 A	06-12-2007
		PT 1861619 E	11-10-2010
		US 2008253892 A1	16-10-2008
		WO 2006097836 A2	21-09-2006

DE 834078	C	17-03-1952	NONE

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. F03D11/04 F03D1/06
 ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 F03D

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	CN 101 915 213 A (JIANWEI XU) 15. Dezember 2010 (2010-12-15) Abbildungen 1-3 Absätze [0003], [0010], [0015] - [0018], [0033] - [0036], [0040], [0041] -----	1-3, 5-10,12
X	FR 688 774 A (PIERRE-ANDRE-AMERICO DARCHE) 28. August 1930 (1930-08-28) Abbildungen 1-3 Seite 1, Zeile 26 - Seite 2, Zeile 14 Seite 2, Zeile 52 - Zeile 77 Seite 3, Zeile 5 - Zeile 40 Zusammenfassung ----- -/--	1-3,5,6, 8-10,12



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

21. August 2013

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

28/08/2013

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Rakotonanahary, S

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	CN 201 152 235 Y (SHANGHAI HUIYI ENVIRONMENTAL P [CN]) 19. November 2008 (2008-11-19) Abbildungen 1-3 Seite 3 - Seite 5 -----	1-4,10, 11
X	US 2008/253892 A1 (DEHLSSEN JAMES G P [US]) 16. Oktober 2008 (2008-10-16) Abbildungen 1,2 Absätze [0025] - [0028] -----	1-4,10
X	DE 834 078 C (MASCHF AUGSBURG NUERNBERG AG) 17. März 1952 (1952-03-17) Abbildungen 1-4 Seite 2, Zeile 1 - Zeile 75 -----	1,2,4,10

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2013/059583

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
CN 101915213	A	15-12-2010	KEINE
FR 688774	A	28-08-1930	KEINE
CN 201152235	Y	19-11-2008	KEINE
US 2008253892	A1	16-10-2008	AT 476599 T 15-08-2010 BR PI0608467 A2 05-01-2010 CA 2600007 A1 21-09-2006 CN 101137842 A 05-03-2008 DK 1861619 T3 29-11-2010 EP 1861619 A2 05-12-2007 ES 2348252 T3 02-12-2010 JP 2008538597 A 30-10-2008 KR 20070116107 A 06-12-2007 PT 1861619 E 11-10-2010 US 2008253892 A1 16-10-2008 WO 2006097836 A2 21-09-2006
DE 834078	C	17-03-1952	KEINE