

(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
28. Dezember 2017 (28.12.2017)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2017/220068 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
F03D 80/60 (2016.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2017/100356

(22) Internationales Anmeldedatum:
28. April 2017 (28.04.2017)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2016 111 332.8
21. Juni 2016 (21.06.2016) DE

(71) Anmelder: **AERODYN ENGINEERING GMBH**
[DE/DE]; Hollerstr. 122, 24782 Büdelsdorf (DE).

(72) Erfinder: **SIEGFRIESEN, Sönke**; Am grünen Kranz 6,
24768 Rendsburg (DE).

(74) Anwalt: **LOBEMEIER, Martin Landolf**; c/o BOEH-
MERT & BOEHMERT, Holtenauer Str. 57, 24105 Kiel
(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, DJ, DK, DM,
DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KH, KN, KP,
KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, 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, SA,
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.

(54) Title: MODULAR WIND TURBINE

(54) Bezeichnung: MODULAR AUFGEBAUTE WINDENERGIEANLAGE

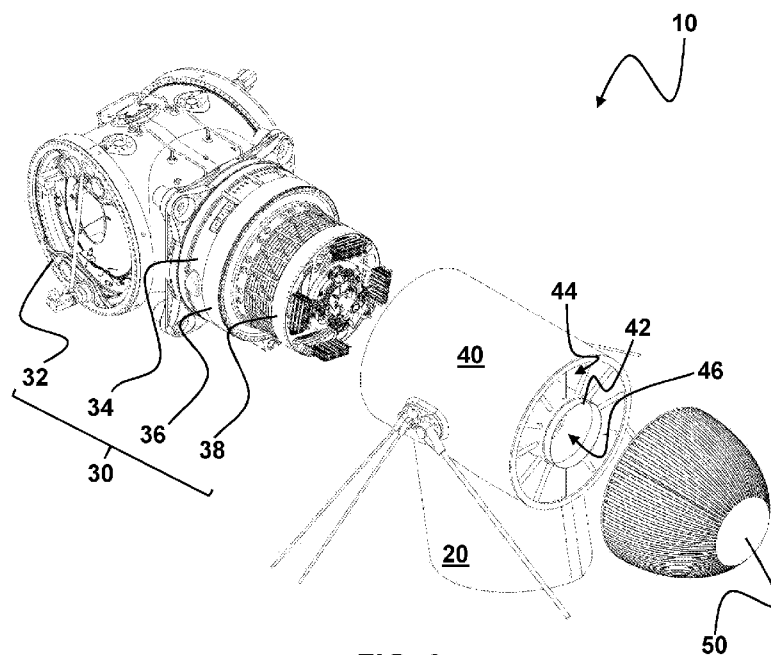


FIG. 2

(57) Abstract: The invention relates to a wind turbine (10) comprising a tower (20); a drive train (30) which has a rotor (32), a rotor bearing (34), preferably a transmission (36), and a generator (38); a cylinder (40), the longitudinal axis of which extends transversely to the longitudinal axis of the tower (20) and which receives some sections of the drive train (30) on one side; and a dome (50) which closes the other side of the cylinder (40). The invention is characterized in that the drive train (30) has means for conducting cooling air between the drive train end face opposite the rotor (32) and the lateral surface of the drive train, the cylinder (40) receives an inner cylinder (42) which separates the interior of the cylinder (40) into an outer cylinder intermediate space (44) and an inner cylinder interior (46), and the dome (50) is designed as an air/air heat exchanger, wherein the inner cylinder (42) is communicatively connected to the

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, 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, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

drive train (30) end face opposite the rotor (32) and the dome (50), thereby forming a closed cooling circuit.

(57) Zusammenfassung: Windenergieanlage (10) mit einem Turm (20), einem Triebstrang (30), der einen Rotor (32), ein Rotorlager (34), bevorzugt ein Getriebe (36) und einen Generator (38) aufweist, einem sich mit seiner Längsachse quer zur Längsachse des Turms (20) erstreckenden, den Triebstrang (30) auf seiner einen Seite abschnittsweise aufnehmenden Zylinder (40), und einer den Zylinder (40) auf seiner anderen Seite verschließenden Haube (50), dadurch gekennzeichnet, dass der Triebstrang (30) Mittel zur Kühlungsführung zwischen seiner dem Rotor (32) gegenüberliegenden Stirnseite und seiner Mantelfläche aufweist, der Zylinder (40) einen Innenzylinder (42) aufnimmt, der den Innenraum des Zylinders (40) in einen äußeren Zylinderzwischenraum (44) und einen inneren Zylinderinnenraum (46) unterteilt, die Haube (50) als Luft/Luft-Wärmetauscher ausgebildet ist, wobei der Innenzylinder (42) unter Ausbildung eines geschlossenen Kühlkreislaufs mit der dem Rotor (32) gegenüberliegenden Stirnseite des Triebstrangs (30) und der Haube (50) kommunizierend verbunden ist.

Modular aufgebaute Windenergieanlage

5 Die Erfindung betrifft eine Windenergieanlage mit einem Turm, einem Triebstrang, der einen Rotor, ein Rotorlager, gegebenenfalls ein Getriebe und einen Generator aufweist, einem sich mit seiner Längsachse quer zur Längsachse des Turms erstreckenden, den Triebstrang auf seiner einen Seite abschnittsweise aufnehmenden Zylinder, und einer den Zylinder auf seiner anderen Seite verschließenden Haube.

10

Eine derartige Windenergieanlage ist beispielsweise aus der US 4,527,072 A bekannt, wobei die dieser Konstruktion zugrunde liegende Idee darin besteht, die für Reparaturen notwendigen Stillstandzeiten mittels eines modularen Aufbaus und einer einfachen Befestigungsmöglichkeit der Triebstrangkomponenten am Turm und der damit

15

einhergehenden einfachen Austauschbarkeit zu reduzieren.

Nachteilig erscheint jedoch der Umstand, dass der Triebstrang der Anlage aufgrund dieser Konstruktion erst bei der Endmontage fertiggestellt und auch dessen Funktionalität erst nach der Errichtung der Anlage überprüft werden kann. Weiter ist nach diesem Stand der Technik lediglich eine passive Kühlung des Triebstrangs vorgesehen, die für moderne Anlagen nicht ausreichend ist.

20

Üblicherweise sind Windenergieanlagen jedoch in aufgelöster Bauweise ausgeführt, wobei die Hauptkomponenten wie Rotorlagerung, Getriebe, Kupplung und Generator hintereinander auf einen darunter angeordneten Maschinenträger angeordnet sind. Am Maschinenträger sind dann wiederum das Vertikaldrehlager mit Antrieben und Bremsen angeordnet. Bei direktgetriebenen Generatoren ohne Getriebe ist der Maschinenträger fest mit dem Generatorstator verbunden und hinter dem Generator angeordnet. Die Zusatzaggregate, wie z. B. die Schmieranlage, die Kühlung und die elektrische Ausrüstung sind dann auf oder an dem Maschinenträger angebracht und üblicher Weise durch eine Verkleidung vor den äußeren Witterungseinflüssen geschützt. Ein Beispiel für diesen Aufbau gibt die EP 0 821 161 B1 wieder.

30

Es gibt jedoch auch Triebstrangaufbauten, die die Komponenten integrieren und die Gehäuse von Getriebe und Generator zur Lastübertragung nutzen. Dabei kann dieser Triebstrang an einem Kopfträger befestigt werden, der die Rotorlasten dann über das Vertikallager in den Turm einleitet. Ein Beispiel ist in WO 2008/113 318 A2 zu sehen. Zugunsten der
5 grundsätzlich kompakten Bauweise müssen die erforderlichen Kühlelemente außerhalb des Kopfträgers angeordnet und mit einer Tragstruktur an den Kopfträger angebunden werden.

In einer weiteren Anordnung sind das Getriebe und der Generator in ein Gussgehäuse eingebaut und sehr kompakt gestaltet. Eine derartige Ausgestaltung ist beispielsweise in der
10 EP 0 811 764 B1 zu sehen. Die Sekundäraggregate, wie Hydraulik, Kühlung usw., sind dabei am Maschinenträger oder der Gondelverkleidung separat angebaut.

Diese Konstruktionen erfordern also bei der Errichtung, Wartung und Reparatur ihrer Komponenten einen hohen Arbeits- und Zeitaufwand, der sich insbesondere bei Offshore-
15 Windenergieanlagen aufgrund unbeständiger Witterungsbedingungen und insgesamt ungünstiger Arbeitsbedingungen negativ auswirkt.

Aufgabe der Erfindung ist es daher, eine kompakte Windenergieanlage zu schaffen, die schnell und einfach zu installieren und zu warten ist, wobei insbesondere auch eine aktive
20 Kühlung für eine ausreichende Abfuhr der Verlustwärme der Triebstrangkomponenten vorgesehen sein soll.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Windenergieanlage mit den Merkmalen von Anspruch 1 gelöst. Die Unteransprüche geben vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung
25 wieder.

Grundgedanke der Erfindung ist es, die aus dem Stand der Technik gemäß US 4,527,072 A bekannte „Einschub“-Anlage dahingehend weiterzuentwickeln, dass ein funktioneller Triebstrang in die zur Aufnahme des Triebstrangs vorbereitete Anlage eingeschoben werden
30 kann, wobei durch die Kombination von Triebstrang und Einschubaufnahme, also dem Zylinder der Anlage ein geschlossener Kühlluftkreislauf entsteht.

Ziel der Erfindung ist es also, einen Triebstrang bestehend aus Rotor, Rotorlager, gegebenenfalls Getriebe und Generator zu schaffen, der sehr kompakt und leicht und damit kostengünstig ist und bei dem die äußeren Lasten nicht über diese Komponente übertragen werden, sondern der Triebstrang als eine Einheit in einen Zylinder, beispielsweise in ein tragendes Stahlrohr eingeschoben und frontseitig mit dem Rotorlager befestigt wird, sodass die Lasten dann über dieses Stahlrohr in die Tragstruktur, also den Turm eingeleitet werden.

Das Getriebe, sofern vorhanden, ist dabei nur sehr wenig, der Generator gar nicht von den äußeren Lasten belastet.

Die Verbindung zwischen der Triebstrangeinheit und dem Zylinder wird dabei bevorzugt mit den Befestigungsschrauben des Außenringes des Rotorlagers vorgenommen. Der Generator wird dabei stirnseitig direkt am Rückwanddeckel des Getriebes oder des Rotorlagers befestigt, so dass sich der Generator bei etwaigen Deformationen des Getriebes oder des Rotorlagers ohne innere Belastungen frei mitbewegen kann.

Für die weitere Erklärung wird davon ausgegangen, dass der Triebstrang einen Generator aufweist, wenngleich die Erfindung auch auf getriebeLOSE Windenergieanlagen Anwendung finden kann.

Der Zylinder kann als Kreiszyylinder ausgebildet und insbesondere als einfaches zylindrisches gewalzte Stahlrohr hergestellt sein, das kopfseitig zum Rotorlageranschluss einen Flansch aufweist. Geometrisch aufwändige Schweißkonstruktionen aus einer Vielzahl von Blechen oder komplizierte Gussteile mit aufwändiger (Nach-) Bearbeitung sind also nicht notwendig.

Der Zylinder kann aber auch eine andere Grundfläche, beispielsweise ein Viereck oder ein Sechseck aufweisen. Die Längsachse des Zylinders ist dabei quer zur Längsachse des Turms ausgerichtet, kann also senkrecht zur Längsachse des Turms angeordnet sein oder insbesondere zwischen 0° und 30° von der Senkrechten zur Längsachse abweichen.

Ferner wird bei der erfindungsgemäßen Windenergieanlage die Kühlung von Generator und Getriebe mit einem mit Außenluft gekühlten Luft/Luft-Wärmetauscher vorgenommen, der an dem der Triebstrangeinheit gegenüberliegenden Ende des Zylinders angeordnet ist. Der innere

Kühlluftstrom übernimmt die Verlustwärme vom Generator direkt durch den luftdurchströmten Stator und/oder Rotor des Generators. Diesem internen Luftstrom wird dann auch die Verlustwärme des Getriebes, bevorzugt über einen Öl/Luft-Wärmetauscher, zugeführt – entweder vor oder bevorzugt hinter dem Generator. Der interne Luftstrom wird dann vorzugsweise zunächst außen am Zylinder, also im Zylinderzwischenraum zwischen der Innenwandung des Zylinders und der Außenwandung des Innenzylinders geführt, um bei hohem Temperaturniveau die Wandung des Zylinders zur Kühlung mitzubenutzen. Danach strömt die Luft durch einen von der Haube gebildeten Luft/Luft-Plattenwärmetauscher, der sich an der äußeren Seite im Außenluftstrom befindet.

Zylinder und Innenzylinder sind also als Hohlzylinder ausgebildet.

Insbesondere sind der Zylinder und die Haube als separate Elemente ausgebildet, die miteinander verschraubt werden. Insbesondere kann hierfür vorgesehen sein, dass der Zylinder einen Haubenabschnitt durch Einschieben eines verjüngten Haubenabschnitts in den Zylinder aufnimmt.

Vorzugsweise ist die gesamte Anlage als Leeläufer ausgestattet, damit sich der von der Haube gebildete Plattenwärmetauscher entgegen der Luftströmung erstreckt und damit direkt in der Zuluft der Luftströmung befindet.

Der Plattenwärmetauscher besteht dabei aus dünnen vorzugsweise rostfreien Edelstahlblechen, die radial um den Innenzylinder, im Folgenden auch „zentrales inneres Luftleitungsrohr“ genannt, angeordnet sind und abwechselnd entweder durchlässig mit dem Innenzylinder ausgeführt oder für den Außenkühlstrom geschlossen ausgeführt sind. Dadurch wird der innere Kühlluftstrom jeweils zwischen zwei Blechen von außen zum Innenzylinder geführt. Jeweils dazwischen kann die Außenluft vorbeistreichen, um die Wärme von innen nach außen abzuführen.

Auch der Innenzylinder kann, wie für den Zylinder zuvor erläutert, von einer Ausgestaltung als Kreiszyylinder mit einer kreisrunden Grundfläche abweichend eine andere Grundfläche, beispielsweise ein Viereck oder ein Sechseck, aufweisen.

Um die auftretende Verlustwärme von ca. 3 % der elektrischen Leistung abführen zu können, wird eine Vielzahl von Blechpaaren benötigt. Die Gesamtoberfläche der Kühlbleche ergibt sich aus der Anlagenleistung, der Wirkungsgrade, den Außentemperaturbedingungen und der maximal erlaubten Innentemperatur.

5

Auch diese Kühleinheit kann von außen her als Baugruppe in den Zylinder eingeschoben werden und vorzugsweise mit einer Flanschverbindung mit dem Zylinder verbunden werden. In dem Zylinder sind dann vorher der Innenzylinder mit geeigneter Luftführung und Öl/Luftkühlsysteme zur Getriebeölkühlung, sowie ein oder mehrerer Gebläse zur

10 Luftumwälzung eingebaut.

Besonders vorteilhaft ist diese gesamte Anordnung, wenn, wie z.B. bei einer schwimmenden Windenergieanlage, kein Windnachführsystem an der Gondel erforderlich ist. In diesem Fall kann der Zylinder direkt mit dem Turm oder der Tragstruktur verbunden werden.

15

Diese Konfiguration ist nicht nur sehr leicht und kompakt, wobei die äußeren Lasten vom Getriebe und Generator fern gehalten werden, sondern es wird auch ein geschlossener Kühlkreislauf geschaffen, der hermetisch von der Außenluft abgeschlossen ist. Dieses ist vor allem für Offshore-Anlagen zwingend erforderlich.

20

Erfindungsgemäß ist also eine Windenergieanlage mit einem Turm, einem Triebstrang, der einen Rotor, ein Rotorlager, vorzugsweise ein Getriebe und einen Generator aufweist, einem sich mit seiner Längsachse quer zur Längsachse des Turms erstreckenden, den Triebstrang auf seiner einen Seite abschnittsweise aufnehmenden Zylinder, und einer den Zylinder auf seiner

25 anderen Seite verschließenden Haube, wobei der Triebstrang Mittel zur Kühlluftführung zwischen seiner dem Rotor gegenüberliegenden Stirnseite und seiner Mantelfläche aufweist, der Zylinder einen vorzugsweise konzentrisch angeordneten Innenzylinder aufweist, der den Innenraum des Zylinders in einen äußeren Zylinderzwischenraum und einen inneren Zylinderinnenraum unterteilt, die Haube als Luft/Luft-Wärmetauscher ausgebildet ist, und

30 wobei der Innenzylinder unter Ausbildung eines geschlossenen Kühlkreislaufs mit der dem Rotor gegenüberliegenden Stirnseite des Triebstrangs und der Haube kommunizierend verbunden ist.

Bevorzugt ist der Zylinder drehfest auf dem Turm angeordnet. Besonders bevorzugt weist der Turm dabei einen linsen- bis tropfenförmigen Querschnitt auf, der die Windnachführung unterstützt.

- 5 Insbesondere entspricht die Querschnittsfläche des Innenzylinders in etwa der Querschnittsfläche des Zylinderzwischenraums, sodass im gesamten Kühlkreislauf eine gleichbleibende Luftströmung bzw. Luftströmungsgeschwindigkeit erreicht wird.

- 10 Nach einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung weist der Innenzylinder einen sich in Richtung des Triebstrangs konisch erweiterten Abschnitt auf. Dieser Abschnitt vereinfacht die Anbindung des Innenzylinders an den Triebstrang, insbesondere Generator, an dessen Rückwand weitere kühlbedürftige Elemente, wie z.B. Gleichrichter, angeordnet sein können.

- 15 Weiter ist bevorzugt vorgesehen, dass der Innenzylinder die den Rotor gegenüberliegende Stirnseite des Triebstrangs, also die Generatorrückwandung umschließt. Hierfür ist besonders bevorzugt vorgesehen, dass der Außendurchmesser des Generators geringer als der Außendurchmesser des Getriebes ist.

- 20 Der Außendurchmesser des Getriebes entspricht insbesondere in etwa dem Außendurchmesser des Zylinders.

- 25 Die Luftzirkulation kann einerseits durch den Eigenlüfter des Generators bewirkt werden. Besonders bevorzugt ist jedoch ein im Innenzylinder angeordneter Ventilator vorgesehen. Alternativ oder zusätzlich können auch ein oder mehrere Ventilatoren im Zylinderzwischenraum vorgesehen sein.

Schließlich ist – wie oben genannt – bevorzugt vorgesehen, dass die Windenergieanlage als Lee-Läufer ausgebildet.

- 30 Die Erfindung wird im Folgenden anhand eines in den beigefügten Zeichnungen dargestellten, besonders bevorzugt ausgestalteten Ausführungsbeispiels näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Seitenansicht einer besonders bevorzugt ausgestalteten Windenergieanlage;

Fig. 2 eine Explosionsdarstellung der in Fig. 1 dargestellten Windenergieanlage;

Fig. 3 eine geschnittene Seitenansicht der Windenergieanlage aus Fig. 1;

Fig. 4 eine geschnittene Seitenansicht der Windenergieanlage aus Fig. 1 mit der schematisch dargestellten Luftzirkulation;

Fig. 5 eine perspektivische Gesamtansicht einer besonders bevorzugt ausgestalteten schwimmenden Offshore-Windenergieanlage;

Fig. 6 eine perspektivische Gesamtansicht einer weiteren besonders bevorzugt ausgestalteten schwimmenden Offshore-Windenergieanlage; und

Fig. 7 eine Detailansicht der in Fig. 6 dargestellten Windenergieanlage im Bereich des einen Rotors.

Fig. 1 zeigt eine schematische Seitenansicht einer besonders bevorzugt ausgestalteten Windenergieanlage.

Die Windenergieanlage 10 weist einen Turm 20 mit einem auf dessen Oberseite angeordneten Zylinder 40, der sich mit seiner Längsachse quer, im vorliegenden Beispiel etwa um 80° schräg zur Längsachse des Turms 20 erstreckt und den Triebstrang 30, von dem der Rotor 32, das Rotorlager 34 und das Getriebe 36 sichtbar sind, aufnimmt.

Auf der dem Triebstrang 30 gegenüberliegenden Seite ist eine den Zylinder 40 verschließende Haube 50 vorgesehen, die als Luft/Luft-Wärmetauscher ausgebildet ist und deren äußere Kühlrippen gut zu erkennen sind.

Die in Fig. 1 gezeigte Windenergieanlage ist insbesondere als schwimmende Leeläufer-Windenergieanlage ausgebildet, wobei der Zylinder 40 fest mit dem Turm 20 verbunden und

dieser wiederum mit dem schwimmenden Fundament abgespannt ist. Hierfür ist insbesondere vorgesehen, dass die Abspannung nicht am Turm 20, sondern am Zylinder 40 angreift.

Fig. 2 zeigt eine Explosionsdarstellung der in Fig. 1 dargestellten Windenergieanlage.

5

Aus dieser Darstellung ist unmittelbar ersichtlich, dass ein funktioneller und insbesondere zuvor getesteter Triebstrang 30, der einen Rotor 32, ein Rotorlager 34, ein Getriebe 36 und einen Generator 38 aufweist, als funktionale Einheit in den Zylinder 40 auf dessen einer Seite eingeschoben werden kann, wobei die andere Seite des Zylinders 40 von der Haube 50

10 bedeckt ist.

Dabei sind der Turm 20, der Triebstrang 30, der Zylinder 40 und die Haube 50 so ausgebildet, dass bei Verbindung der Komponenten miteinander ein geschlossener Innenraum entsteht, der nicht im stofflichen Austausch mit der Umgebung steht.

15

Weiter ist in Fig. 2 zu erkennen, dass im Zylinder 40 ein konzentrisch zum Zylinder 40 angeordneter Innenzylinder 42 vorgesehen ist, der den Innenraum des Zylinders 40 in einen äußeren Zylinderzwischenraum 44 und einen inneren Zylinderinnenraum 46 unterteilt. Der Innenzylinder 42 ist insbesondere mittels radialer Stützstrukturen, die die Innenwandung des

20 Zylinders 40 mit der Außenwandung des Innenzylinders 42 verbinden, am Zylinder 40 befestigt.

Fig. 3 zeigt nun eine geschnittene Seitenansicht der Windenergieanlage 10, sodass das funktionale Zusammenspiel zwischen Triebstrang 30, Zylinder 40, insbesondere

25 Innenzylinder 42, und der Haube 50 deutlich wird.

Der Innenzylinder 42 ist nämlich so ausgestaltet, dass die den Rotor 32 gegenüberliegende Stirnseite des Triebstrangs, also die Rückwand des Generators 38 von der einen Seite des Innenzylinders 42 umfasst wird, sodass die Stirnseite des Triebstrangs 30 ausschließlich mit

30 dem inneren Zylinderinnenraum 46, nicht aber direkt mit dem (äußeren) Zylinderzwischenraum 44 kommunizierend ausgebildet ist.

Auf der anderen Seite ist der Innenzylinder 42 mit den Leitungsstrukturen der als Luft/Luft-Wärmetauscher ausgebildeten Haube 50 kommunizierend verbunden, sodass ein geschlossener Kühlkreislauf zwischen dem Triebstrang 30 und der Haube 50 entsteht, der von der Haube 50 durch den inneren Zylinderinnenraum 46 zum Triebstrang 30 und vom Triebstrang 30 durch den Zylinderzwischenraum 44 zur Haube 50 geführt wird.

Der Kühlluftkreislauf ist durch die in Fig. 4 verwendeten Pfeile dargestellt. Dabei ist der innere Luftkreislauf vollkommen geschlossen ausgeführt. Die Verlustwärme wird an der Haube 50 durch die im Gegenstrom an der Haube 50 vorbeigeführte Außenluft abgeführt.

Schließlich zeigt Fig. 5 eine perspektivische Ansicht einer besonders ausgestalteten schwimmenden Windenergieanlage 10, mit einem auf einem schwimmenden Fundament angeordneten Turm 20. Der Turm 20 trägt auf seiner Oberseite einen drehfest mit dem Turm 20 verbundenen Zylinder 40, wobei der Turm 20 über am Zylinder 40 angeordnete Anschlagpunkte mit dem Fundament abgespannt ist.

Die schwimmende Windenergieanlage 10 ist insbesondere als Lee-Läufer ausgebildet, wobei der Turm 20 einen Querschnitt aufweist, der die Windnachführung wenigstens unterstützt.

Der Triebstrang 30 weist im gezeigten Ausführungsbeispiel einen Zweiblatt-Rotor auf und ist – wie zuvor erläutert – im Zylinder 40 aufgenommen, wobei der Zylinder 40 auf der dem Triebstrang 30 gegenüberliegenden Seite von einer Haube 50 verschlossen ist.

Fig. 6 zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel einer besonders bevorzugt ausgestalteten Windenergieanlage 10 mit einem auf einem schwimmenden Fundament angeordneten Turm 20. Der Turm 20 ist in einen vertikalen Abschnitt und zwei sich dichotom von diesem verzweigende Ausleger unterteilt, an deren Enden jeweils ein drehfest angeordneter Zylinder 40 vorgesehen ist.

Jeder dieser Zylinder 40 nimmt jeweils einen Triebstrang 30 auf, sodass eine schwimmende Windenergieanlage 10 geschaffen wird, die insgesamt zwei Triebstränge 30 aufweist. Dieses Vorgehen ist insbesondere für die Errichtung einer in Summe leistungsstarken Anlage

vorteilhaft, bei der die Einzelanlagen nur gering dimensioniert sind und so eine bessere Lastverteilung auf dem schwimmenden Fundament ermöglichen.

Fig. 7 zeigt schließlich ein Detail der Abspannungen im Bereich eines Triebstrangs 30. Hier
5 ist deutlich zu erkennen, dass die Abspannseile am Tragrohr 40 befestigt sind, sodass ein Austausch des Triebstrangs 30 durchgeführt werden kann, ohne die Stabilität der schwimmenden Windenergieanlage 10 insgesamt zu beeinträchtigen.

ANSPRÜCHE

- 5 1. Windenergieanlage (10) mit
- einem Turm (20),
 - einem Triebstrang (30), der einen Rotor (32), ein Rotorlager (34),
vorzugsweise ein Getriebe (36) und einen Generator (38) aufweist,
 - einem sich mit seiner Längsachse quer zur Längsachse des Turms (20)
10 erstreckenden, den Triebstrang (30) auf seiner einen Seite abschnittsweise
aufnehmenden Zylinder (40), und
 - einer den Zylinder (40) auf seiner anderen Seite verschließenden Haube (50),
- dadurch gekennzeichnet, dass
- 15 der Triebstrang (30) Mittel zur Kühlluftführung zwischen seiner dem Rotor (32)
gegenüberliegenden Stirnseite und seiner Mantelfläche aufweist,
- der Zylinder (40) einen Innenzylinder (42) aufnimmt, der den Innenraum des
20 Zylinders (40) in einen äußeren Zylinderzwischenraum (44) und einen inneren
Zylinderinnenraum (46) unterteilt,
- die Haube (50) als Luft/Luft-Wärmetauscher ausgebildet ist,
- 25 wobei der Innenzylinder (42) unter Ausbildung eines geschlossenen Kühlkreislaufs
mit der dem Rotor (32) gegenüberliegenden Stirnseite des Triebstrangs (30) und der
Haube (50) kommunizierend verbunden ist.
- 30 2. Windenergieanlage (10) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Zylinder
(40) drehfest auf dem Turm (20) angeordnet ist.

3. Windenergieanlage (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Zylinder (40) und der Innenzylinder (42) zueinander konzentrisch angeordnet sind.

5

4. Windenergieanlage (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Querschnittsfläche des Innenzylinders (42) der Querschnittsfläche des Zwischenraums entspricht.

10

5. Windenergieanlage (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Innenzylinder (42) einen sich in Richtung des Triebstrangs (30) konisch erweiterten Abschnitt aufweist.

15

6. Windenergieanlage (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Innenzylinder (42) die den Rotor (32) gegenüberliegende Stirnseite des Triebstrangs (30) umschließt.

20

7. Windenergieanlage (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Außendurchmesser des Generators (38) geringer als der Außendurchmesser des Getriebes (36) ist.

25

8. Windenergieanlage (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Außendurchmesser des Getriebes (36) dem Außendurchmesser des Zylinders (40) entspricht.

30

9. Windenergieanlage (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch einen im Innenzylinder (42) und/oder im Zylinderzwischenraum (44) angeordneten Ventilator (48).

10. Windenergieanlage (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Windenergieanlage (10) als Lee-Läufer ausgebildet ist.

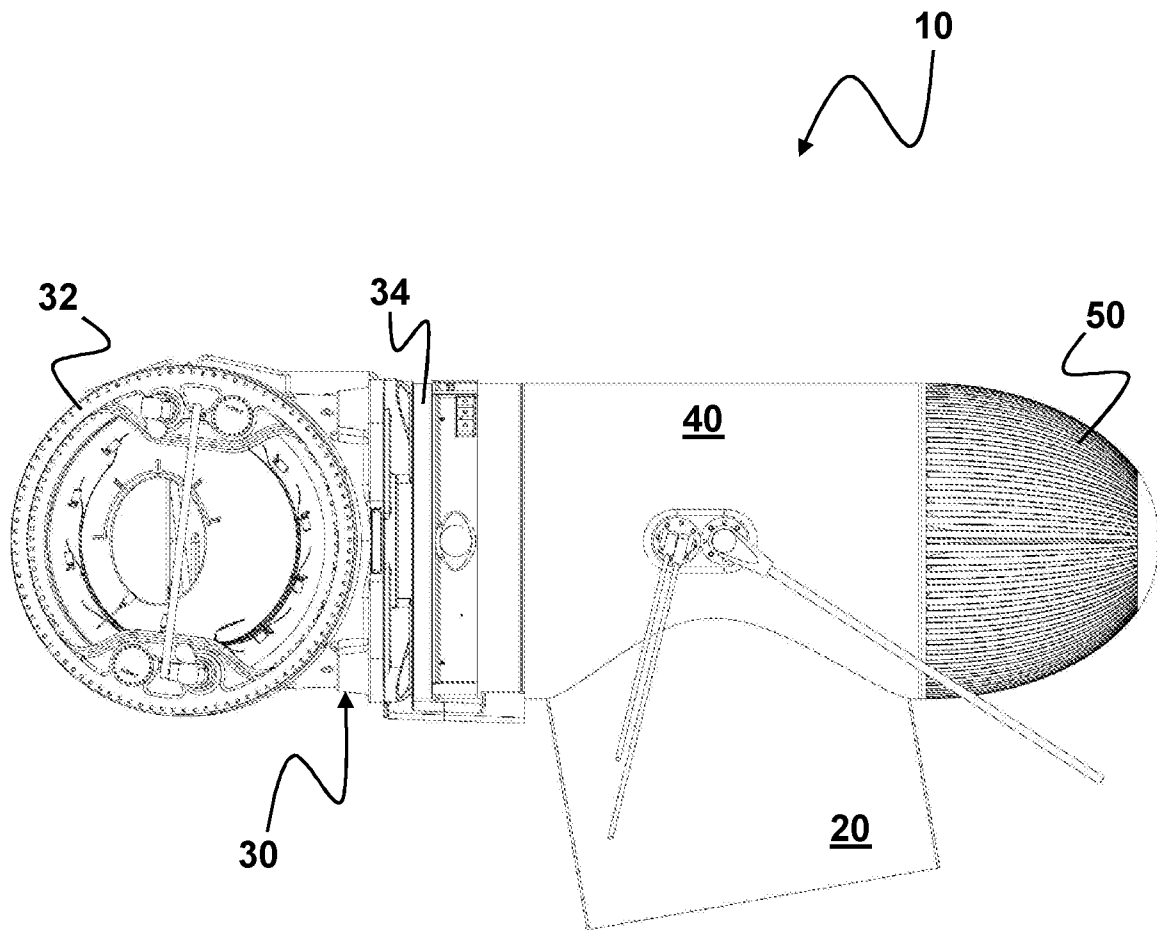


FIG. 1

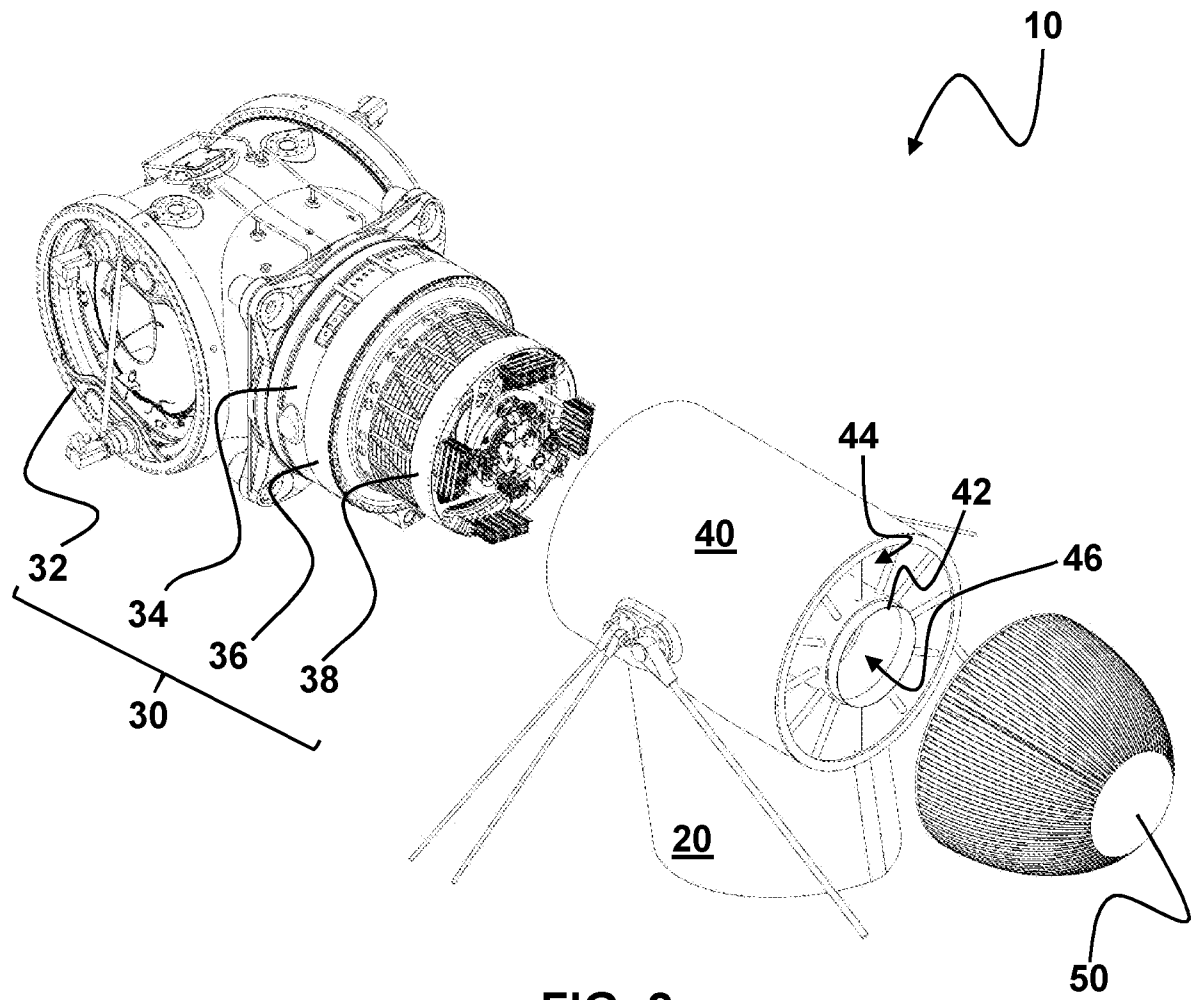


FIG. 2

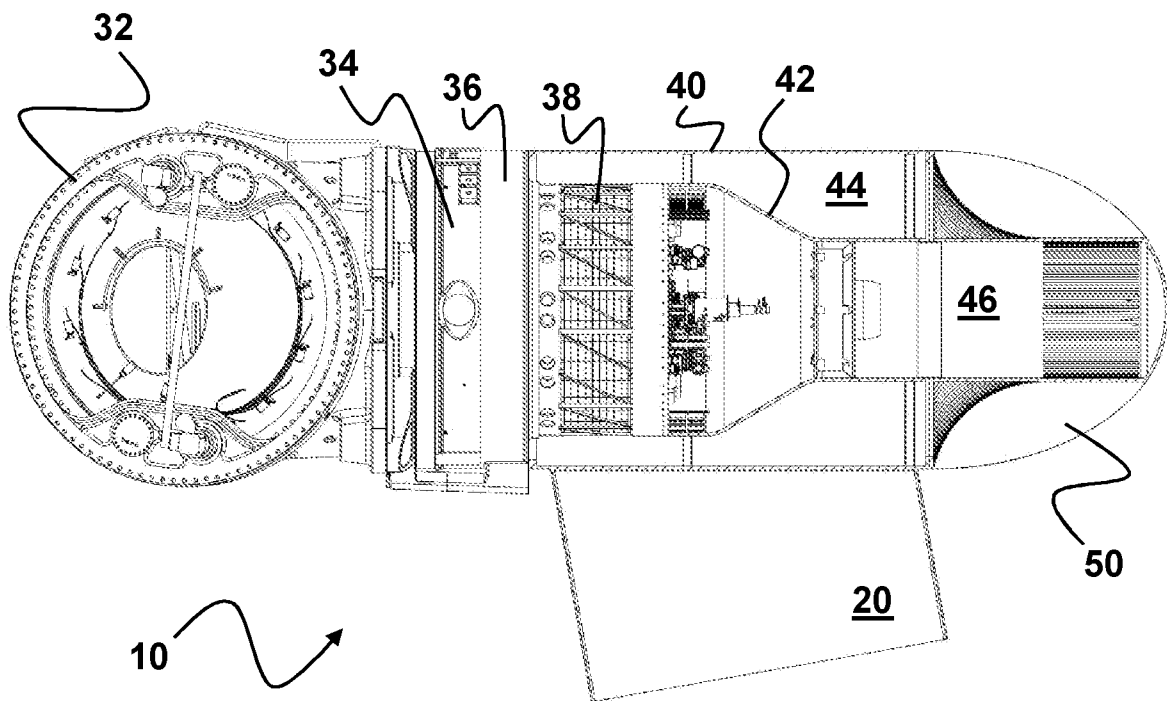


FIG. 3

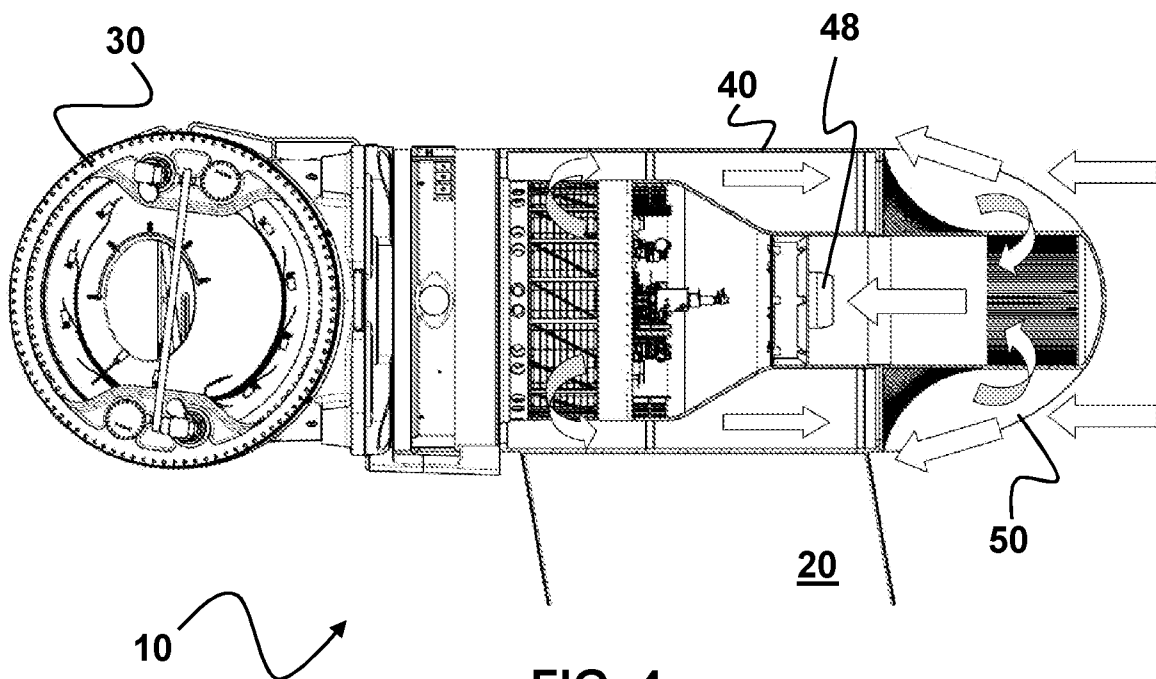


FIG. 4

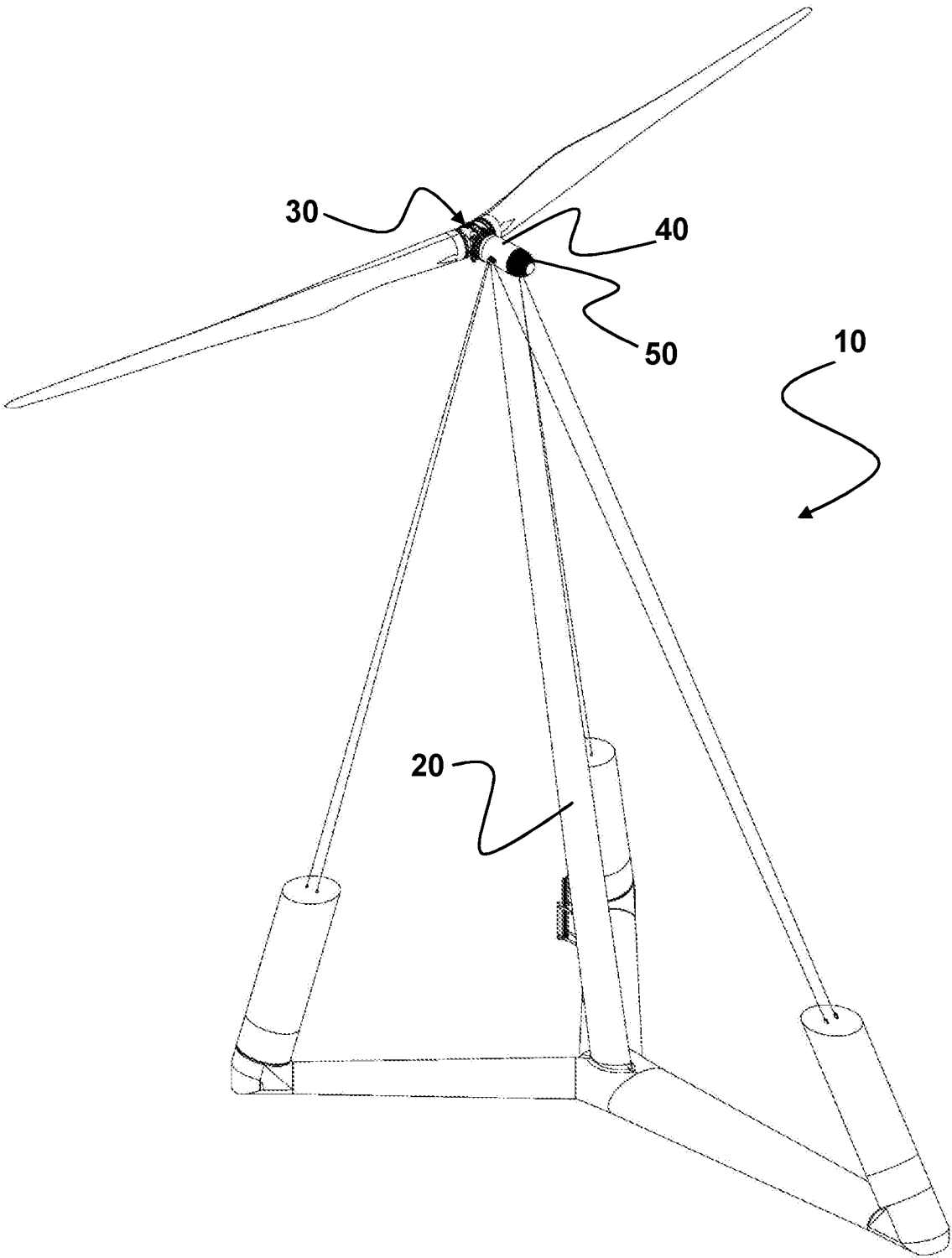


FIG. 5

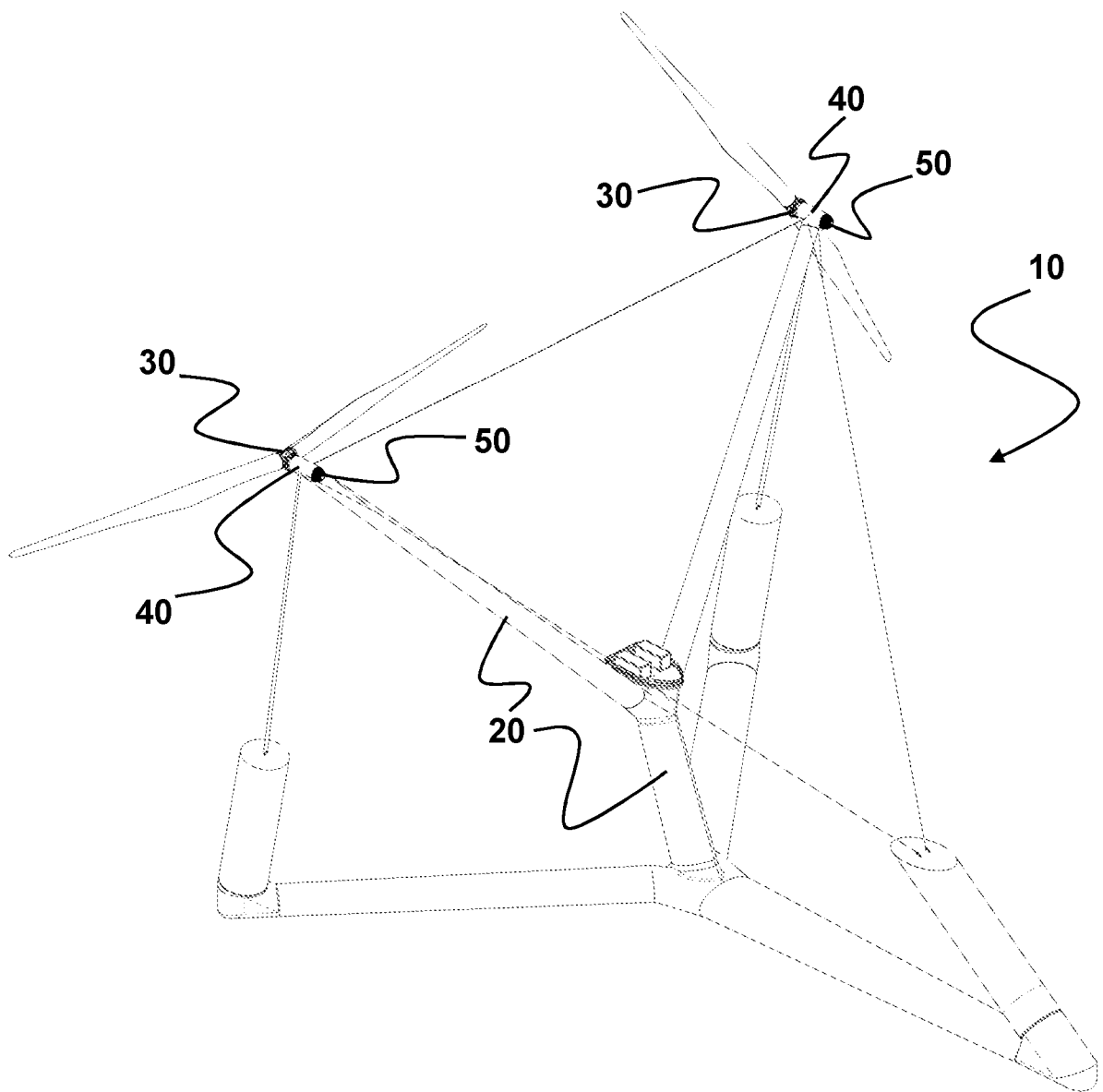


FIG. 6

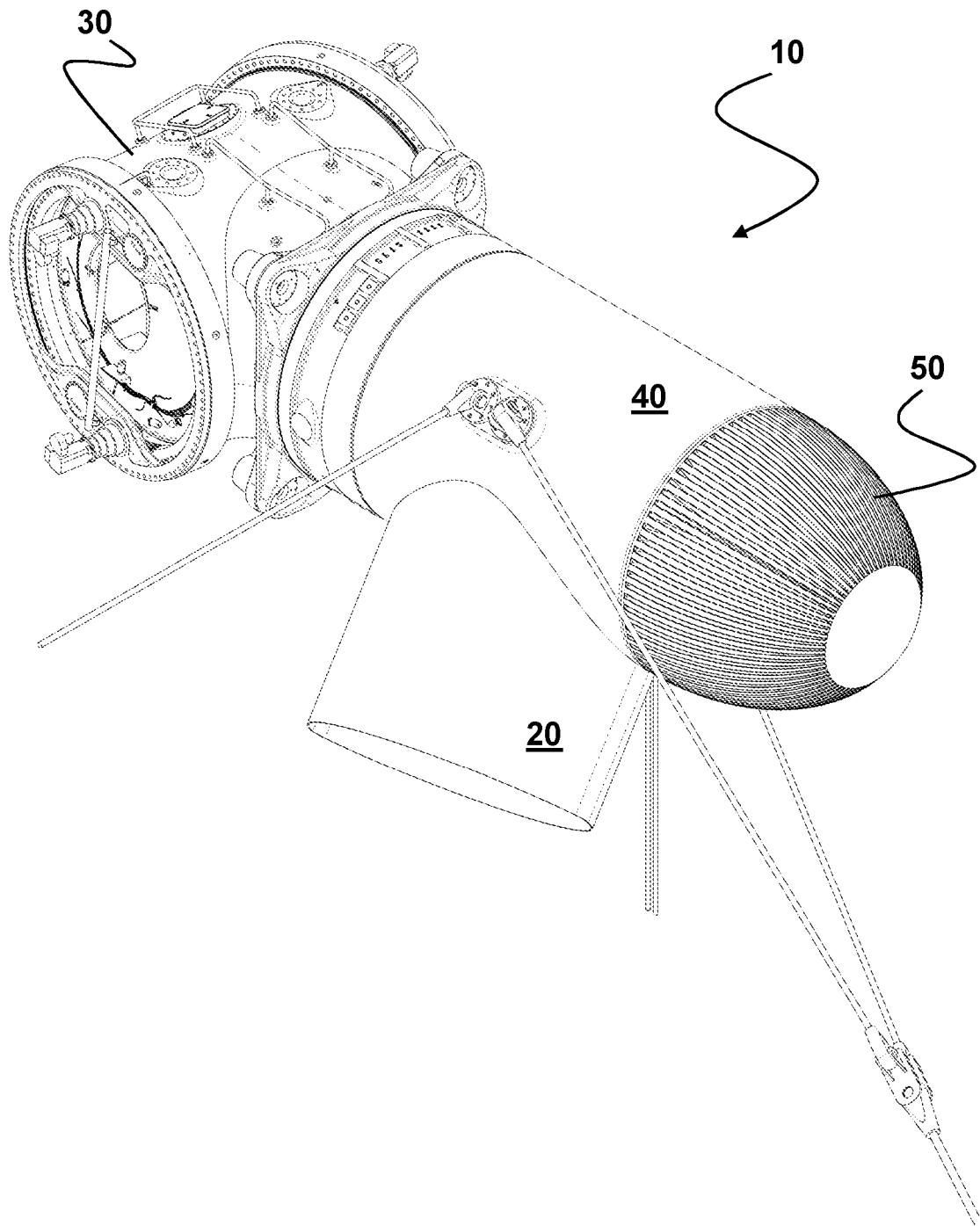


FIG. 7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/DE2017/100356

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. F03D80/60
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	JP 2013 172535 A (TOSHIBA CORP) 2 September 2013 (2013-09-02) abstract paragraph [0006] - paragraph [0008] paragraph [0011] - paragraph [0012] paragraph [0019] - paragraph [0021] paragraph [0025]; figures 1-3 -----	1-10
A	WO 2011/083156 A2 (WOBBEN ALOYS [DE]; ROEER JOCHEN [DE]) 14 July 2011 (2011-07-14) abstract page 2, paragraph 10 - page 3, paragraph 1 page 4, paragraph 4 - page 5, paragraph 2 figures 1-3 ----- -/-	1-10



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

9 August 2017

Date of mailing of the international search report

17/08/2017

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

Westermayer, Philipp

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/DE2017/100356

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 4 527 072 A (VAN DEGEER PETER M [NL]) 2 July 1985 (1985-07-02) cited in the application abstract column 2, line 32 - line 66 page 3, line 12 - page 4, line 45 figures 1-5 -----	1-10
A	EP 2 853 732 A1 (HITACHI LTD [JP]) 1 April 2015 (2015-04-01) abstract paragraph [0006] - paragraph [0015] paragraph [0019] - paragraph [0020]; figures 1-5 -----	1-10
A	DE 10 2014 109212 A1 (AERODYN ENG GMBH [DE]) 7 January 2016 (2016-01-07) abstract paragraph [0047] - paragraph [0052]; figures 1,26 -----	1-10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/DE2017/100356

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
JP 2013172535 A	02-09-2013	JP 5872316 B2 JP 2013172535 A	01-03-2016 02-09-2013
WO 2011083156 A2	14-07-2011	AR 081273 A1 AU 2011204560 A1 BR 112012015990 A2 CA 2783445 A1 CN 102713274 A CY 1117669 T1 DE 102010000756 A1 DK 2521859 T3 EA 201290619 A1 EP 2521859 A2 ES 2573650 T3 HR P20160788 T1 HU E029605 T2 JP 5711763 B2 JP 2013516573 A KR 20120110131 A NZ 600615 A PL 2521859 T3 PT 2521859 T SI 2521859 T1 TW 201144589 A US 2013056173 A1 WO 2011083156 A2 ZA 201204326 B	01-08-2012 05-07-2012 06-06-2017 14-07-2011 03-10-2012 17-05-2017 14-07-2011 18-07-2016 28-12-2012 14-11-2012 09-06-2016 12-08-2016 28-03-2017 07-05-2015 13-05-2013 09-10-2012 25-07-2014 30-09-2016 13-07-2016 29-07-2016 16-12-2011 07-03-2013 14-07-2011 27-02-2013
US 4527072 A	02-07-1985	NL 8201283 A US 4527072 A	17-10-1983 02-07-1985
EP 2853732 A1	01-04-2015	CA 2856585 A1 CN 104514689 A EP 2853732 A1 JP 2015068244 A TW 201525273 A US 2015091307 A1	30-03-2015 15-04-2015 01-04-2015 13-04-2015 01-07-2015 02-04-2015
DE 102014109212 A1	07-01-2016	CN 106164482 A DE 102014109212 A1 EP 3019740 A1 EP 3051128 A1 JP 6125098 B2 JP 2016529430 A KR 20170031088 A US 2017190391 A1 WO 2016000681 A1	23-11-2016 07-01-2016 18-05-2016 03-08-2016 10-05-2017 23-09-2016 20-03-2017 06-07-2017 07-01-2016

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. F03D80/60
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	JP 2013 172535 A (TOSHIBA CORP) 2. September 2013 (2013-09-02) Zusammenfassung Absatz [0006] - Absatz [0008] Absatz [0011] - Absatz [0012] Absatz [0019] - Absatz [0021] Absatz [0025]; Abbildungen 1-3 -----	1-10
A	WO 2011/083156 A2 (WOBBEN ALOYS [DE]; ROEER JOCHEN [DE]) 14. Juli 2011 (2011-07-14) Zusammenfassung Seite 2, Absatz 10 - Seite 3, Absatz 1 Seite 4, Absatz 4 - Seite 5, Absatz 2 Abbildungen 1-3 ----- -/-	1-10



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

9. August 2017

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

17/08/2017

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

Westermayer, Philipp

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 4 527 072 A (VAN DEGEER PETER M [NL]) 2. Juli 1985 (1985-07-02) in der Anmeldung erwähnt Zusammenfassung Spalte 2, Zeile 32 - Zeile 66 Seite 3, Zeile 12 - Seite 4, Zeile 45 Abbildungen 1-5 -----	1-10
A	EP 2 853 732 A1 (HITACHI LTD [JP]) 1. April 2015 (2015-04-01) Zusammenfassung Absatz [0006] - Absatz [0015] Absatz [0019] - Absatz [0020]; Abbildungen 1-5 -----	1-10
A	DE 10 2014 109212 A1 (AERODYN ENG GMBH [DE]) 7. Januar 2016 (2016-01-07) Zusammenfassung Absatz [0047] - Absatz [0052]; Abbildungen 1,26 -----	1-10

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2017/100356

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
JP 2013172535	A	02-09-2013	JP	5872316 B2		01-03-2016
			JP	2013172535 A		02-09-2013

WO 2011083156	A2	14-07-2011	AR	081273 A1		01-08-2012
			AU	2011204560 A1		05-07-2012
			BR	112012015990 A2		06-06-2017
			CA	2783445 A1		14-07-2011
			CN	102713274 A		03-10-2012
			CY	1117669 T1		17-05-2017
			DE	102010000756 A1		14-07-2011
			DK	2521859 T3		18-07-2016
			EA	201290619 A1		28-12-2012
			EP	2521859 A2		14-11-2012
			ES	2573650 T3		09-06-2016
			HR	P20160788 T1		12-08-2016
			HU	E029605 T2		28-03-2017
			JP	5711763 B2		07-05-2015
			JP	2013516573 A		13-05-2013
			KR	20120110131 A		09-10-2012
			NZ	600615 A		25-07-2014
			PL	2521859 T3		30-09-2016
			PT	2521859 T		13-07-2016
			SI	2521859 T1		29-07-2016
			TW	201144589 A		16-12-2011
			US	2013056173 A1		07-03-2013
			WO	2011083156 A2		14-07-2011
			ZA	201204326 B		27-02-2013

US 4527072	A	02-07-1985	NL	8201283 A		17-10-1983
			US	4527072 A		02-07-1985

EP 2853732	A1	01-04-2015	CA	2856585 A1		30-03-2015
			CN	104514689 A		15-04-2015
			EP	2853732 A1		01-04-2015
			JP	2015068244 A		13-04-2015
			TW	201525273 A		01-07-2015
			US	2015091307 A1		02-04-2015

DE 102014109212	A1	07-01-2016	CN	106164482 A		23-11-2016
			DE	102014109212 A1		07-01-2016
			EP	3019740 A1		18-05-2016
			EP	3051128 A1		03-08-2016
			JP	6125098 B2		10-05-2017
			JP	2016529430 A		23-09-2016
			KR	20170031088 A		20-03-2017
			US	2017190391 A1		06-07-2017
			WO	2016000681 A1		07-01-2016
