

(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
3. Oktober 2013 (03.10.2013)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2013/143641 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
F03D 1/06 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2013/000587

(22) Internationales Anmeldedatum:
28. Februar 2013 (28.02.2013)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2012 204 858.8 27. März 2012 (27.03.2012) DE

(71) Anmelder: **REPOWER SYSTEMS SE** [DE/DE];
Überseering 10, 22297 Hamburg (DE).

(72) Erfinder: **FLACH, Christian**; Holsteiner Str. 37, 24790
Schacht Audorf (DE).

(74) Anwalt: **SEEMANN, Ralph**; Seemann & Partner,
Raboisen 6, 20095 Hamburg (DE).

BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, 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,
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:

(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,

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz
3)

(54) **Title:** COMPOSITE FIBRE COMPONENT FOR A ROTOR BLADE, DEVICE FOR MANUFACTURING A COMPOSITE FIBRE
COMPONENT FOR A ROTOR BLADE AND THE METHOD FOR MANUFACTURING A COMPOSITE FIBRE COMPONENT FOR A ROTOR
BLADE

(54) **Bezeichnung** : FASERVERBUNDBAUTEIL FÜR EIN ROTORBLATT, FERTIGUNGSEINRICHTUNG EINES
FASERVERBUNDBAUTEILS FÜR EIN ROTORBLATT UND VERFAHREN ZUM FERTIGEN EINES FASERVERBUNDBAUTEILS FÜR EIN
ROTORBLATT

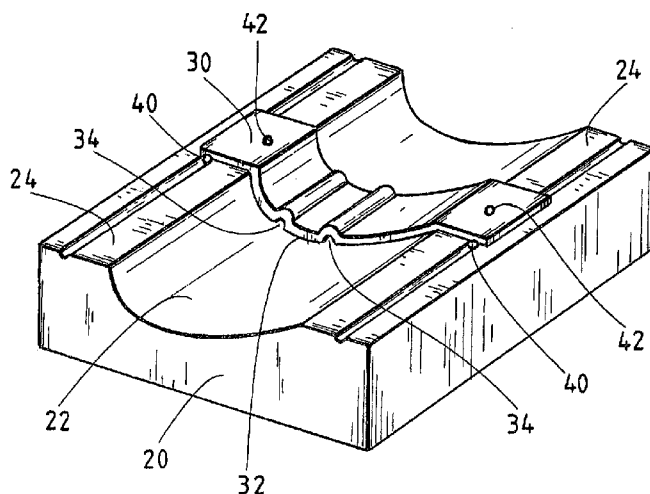


Fig. 4

(57) **Abstract:** The invention relates to a composite fibre component (3, 4, 5) for a rotor blade (2) of a wind power plant (1) having a first surface (12, 14), shaped in a predefined fashion, on a first side (11, 13) of the composite fibre component (3, 4, 5). The composite fibre component (3, 4, 5) according to the invention is developed in such a way that the composite fibre component (3, 4, 5) has a second surface (14, 12), shaped in a predefined fashion, for connecting to a further component (3, 4, 5) for the rotor blade (2) on at least one partial area of a second side (13, 11), facing away from the first side (11, 13), of the composite fibre component (3, 4, 5). The invention also relates to a manufacturing device for manufacturing a composite fibre component (3, 4, 5) for a rotor blade (2) of a wind power plant (1) by using a vacuum infusion method, and to a method for manufacturing a composite fibre component (3, 4, 5) for a rotor blade (2) of a wind power plant (1) by using a vacuum infusion method. The invention also relates to a rotor blade (2) for a wind power plant (1), and to a method for manufacturing a rotor blade (2).

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



Die Erfindung betrifft ein Faserverbundbauteil (3, 4, 5) für ein Rotorblatt (2) einer Windenergieanlage (1) mit einer definiert vorgegeben geformten ersten Oberfläche (12, 14) an einer ersten Seite (11, 13) des Faserverbundbauteils (3, 4, 5). Das erfindungsgemäße Faserverbundbauteil (3, 4, 5) wird dadurch weitergebildet, dass das Faserverbundbauteil (3, 4, 5) eine definierte zweite vorgegeben geformte Oberfläche (14, 12) zur Verbindung mit einem weiteren Bauteil (3, 4, 5) für das Rotorblatt (2) an wenigstens einem Teilbereich einer der ersten Seite (11, 13) abgewandten zweiten Seite (13, 11) des Faserverbundbauteils (3, 4, 5) aufweist. Die Erfindung betrifft ferner eine Fertigungseinrichtung zur Fertigung eines Faserverbundbauteils (3, 4, 5) für ein Rotorblatt (2) einer Windenergieanlage (1) unter Anwendung eines Vakuuminfusionsverfahrens und ein Verfahren zum Fertigen eines Faserverbundbauteils (3, 4, 5) für ein Rotorblatt (2) einer Windenergieanlage (1) unter Anwendung eines Vakuuminfusionsverfahrens. Die Erfindung betrifft außerdem ein Rotorblatt (2) für eine Windenergieanlage (1) und ein Verfahren zum Fertigen eines Rotorblatts (2).

5

10

FASERVERBUNDBAUTEIL FÜR EIN ROTORBLATT, FERTIGUNGSEINRICHTUNG EINES
FASERVERBUNDBAUTEILS FÜR EIN ROTORBLATT UND VERFAHREN ZUM FERTIGEN EINES
FASERVERBUNDBAUTEILS FÜR EIN ROTORBLATT

Beschreibung

15

Die Erfindung betrifft ein Faserverbundbauteil für ein Rotorblatt einer Windenergieanlage mit einer definiert vorgegeben geformten ersten Oberfläche an einer ersten Seite des Faserverbundbauteils.

20

Die Erfindung betrifft des Weiteren eine Fertigungseinrichtung zur Fertigung eines Faserverbundbauteils für ein Rotorblatt einer Windenergieanlage unter Anwendung eines Vakuuminfusionsverfahrens umfassend eine offene Fertigungsform mit einer Formfläche zur Formung einer ersten Oberfläche an einer ersten Seite des Faserverbundbauteils.

25

30

Die Erfindung betrifft außerdem ein Verfahren zum Fertigen eines Faserverbundbauteils für ein Rotorblatt einer Windenergieanlage unter Anwendung eines Vakuuminfusionsverfahrens in einer offenen Fertigungsform, wobei mittels einer Formfläche der Fertigungsform eine erste Oberfläche an einer ersten Seite des Faserverbundbauteils geformt ist oder wird.

BESTÄTIGUNGSKOPIE

Die Erfindung betrifft ferner ein Rotorblatt für eine Windenergieanlage sowie ein Verfahren zum Fertigen eines Rotorblatts für eine Windenergieanlage.

5

Bekannt sind Rotorblätter für Windenergieanlagen aus mehreren Einzelteilen, die einzeln in Faserverbundbauweise gefertigt und zu einem Rotorblatt verbunden, beispielsweise verklebt, werden. Die Einzelteile weisen zum Teil erhebliche Ausmaße auf und sind gewöhnlich flächig, d.h. die Dicke ist wesentlich kleiner als die Länge und die Breite.

10

Typische Rotorblätter bestehen aus wenigstens zwei Rotorblattschalen, die die äußere Form und somit die wesentlichen aerodynamischen Eigenschaften des Rotorblatts vorgeben. Die Rotorblattschalen sind üblicherweise im Bereich der größten Profildicke des Rotorblatts durch so genannte Gurte verstärkt und im Bereich der Gurte durch Hauptstege miteinander verbunden. Die Gurte und die Hauptstege bilden dabei die wesentliche tragende Struktur des Rotorblatts.

15

20

Für die Herstellung großer Einzelteile in Faserverbundbauweise hat sich im Stand der Technik die so genannte Vakuuminfusionstechnologie bewährt. Dabei wird zunächst trockenes Faserhalbzeug in einer offenen Form ausgelegt, die die endgültige Oberfläche auf einer Seite des Einzelteils vorgibt. Die Form mit dem Faserhalbzeug wird mittels Folie abgedichtet und evakuiert. Sodann wird die Form mit einem Vorrat an Harz verbunden, das aufgrund des in der Form herrschenden Unterdrucks in die Form gesaugt wird und das Faserhalbzeug durchtränkt. Nach Aushärten des Harzes kann dann das Einzelteil aus der Form entnommen und weiterverarbeitet werden.

25

30

Mittels der Form ist bei diesem Verfahren eine qualitativ hochwertige, sehr gut reproduzierbare Oberfläche an einer Seite des Bauteils realisierbar bzw. definiert vorgebbbar, während sich auf der anderen Seite des Bauteils unter der Vakuumfolie eine zufällige und kaum beeinflussbare Oberflächenstruktur ausbildet. Auch die Dicke des Bauteils ist bei diesem Verfahren nur relativ ungenau kontrollierbar.

Für eine Rotorblattschale bedeutet dies beispielsweise, dass die aerodynamisch maßgebliche Außenseite eine Oberfläche mit hervorragender Güte aufweist, während die Innenseite, an der beispielsweise die Hauptstege eingeklebt werden, relativ rau und uneben ist. Um diese unregelmäßigen Strukturen an der Klebeverbindung auszugleichen, wird beispielsweise großzügig Klebstoff auf die Innenseite der Rotorblattschale aufgebracht und ein Hauptsteg mit einem gewissen Kraftaufwand in den Klebstoff gedrückt. Der Klebstoff gleicht dabei Unebenheiten zwischen den zu verbindenden Bauteilen aus, so dass nach dem Aushärten eine flächige Verbindung zwischen den Bauteilen besteht.

Aufgrund der komplexen, in der Regel gewölbten Form der zu verbindenden Bauteile sind bei dem Zusammendrücken Querkräfte, die unter Umständen ein Verrutschen der zu verklebenden Teile zur Folge haben, unausweichlich. Entsprechend müssen gewisse Fertigungsungenauigkeiten in Kauf genommen werden, die die Qualität, Stabilität und Lebensdauer der hergestellten Rotorblätter sowie die Reproduzierbarkeit dieser Parameter bei mehreren gleichartigen Rotorblättern negativ beeinflusst.

Ausgehend von diesem Stand der Technik besteht die Aufgabe der vorliegenden Erfindung darin, die Qualität, Steifigkeit und/oder Lebensdauer eines einzelnen Rotorblatts sowie die Reproduzierbarkeit dieser Eigenschaften bei einer Vielzahl gleichartiger Rotorblätter zu

verbessern.

Diese Aufgabe wird gelöst durch ein Faserverbundbauteil für ein Rotorblatt einer Windenergieanlage mit einer definiert vorgegeben geformten ersten Oberfläche an einer ersten Seite des Faserverbundbauteils, das dadurch weitergebildet wird, dass das Faserverbundbauteil eine zweite definiert vorgegeben geformte Oberfläche zur Verbindung mit einem weiteren Bauteil für das Rotorblatt an wenigstens einem Teilbereich einer der ersten Seite abgewandte zweiten Seite des Faserverbundbauteils aufweist.

Die zweite definiert vorgegeben geformte Oberfläche wird beispielsweise dadurch bereitgestellt, dass ein mittels des beschriebenen Vakuuminfusionsverfahrens gefertigtes Faserverbundbauteil an der zweiten Seite nachbehandelt wird.

Durch die Erfindung wird erreicht, dass die Passform zweier miteinander zu verbindenden Bauteile für ein Rotorblatt verbessert wird. Insbesondere ermöglicht die Erfindung, dass die zweite Oberfläche des Faserverbundbauteils formkomplementär oder abschnittsweise formkomplementär zu dem weiteren Bauteil ausgebildet ist. Bei Verbinden der beiden Bauteile, beispielsweise durch Verkleben an besagter Oberfläche, wird dadurch die Ausrichtung der Bauteile zueinander vereinfacht und die Genauigkeit der Anordnung der beiden Bauteile in dem fertigen Rotorblatt erhöht.

Bei der Erfindung ist es zudem nicht mehr notwendig, dass das Faserverbundbauteil und das weitere Bauteil zum Verkleben aneinandergedrückt werden müssen. Dadurch wird ein unbeabsichtigtes Verrutschen der Bauteile relativ zueinander verhindert.

Vorzugsweise ist an oder auf der zweiten Oberfläche des erfin-

5 dungsgemäßen Faserverbundbauteils eine Markierung für eine Sollposition des weiteren Bauteils an oder auf der zweiten Oberfläche angeordnet. Hierdurch wird beim Verbinden der beiden Bauteile eine exakte Ausrichtung der beiden Bauteile zueinander gewährleistet. Gleichzeitig wird eine Kontrolle der relativen Anordnung der Bauteile zueinander nach dem Verbinden ermöglicht, so dass etwaige Produktionsfehler erkannt und gegebenenfalls korrigiert werden können. Insbesondere wird verhindert, dass fehlerhaft verbundene Bauteile für ein Rotorblatt verwendet werden, so dass insgesamt die
10 Qualität der fertigen Rotorblätter verbessert wird.

Bei einer besonders bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist die Markierung als Anschlag ausgebildet, wobei insbesondere das weitere Bauteil in der Sollposition formschlüssig zu dem Anschlag
15 ausrichtbar oder ausgerichtet ist. Hierdurch wird sichergestellt, dass das weitere Bauteil in der Sollposition vor dem endgültigen Verbinden mit dem erfindungsgemäßen Faserverbundbauteil nicht verrutschen kann.

20 Das Faserverbundbauteil ist bevorzugterweise eine Rotorblattschale oder ein Gurt, wobei das weitere Bauteil insbesondere ein Steg oder ein Hauptsteg ist.

Die der Erfindung zugrunde liegende Aufgabe wird auch gelöst
25 durch eine Fertigungseinrichtung zur Fertigung eines Faserverbundbauteils für ein Rotorblatt einer Windenergieanlage unter Anwendung eines Vakuuminfusionsverfahrens umfassend eine offene Fertigungsform mit einer Formfläche zur Formung einer ersten Oberfläche an einer ersten Seite des Faserverbundbauteils, wobei
30 die Fertigungseinrichtung dadurch weitergebildet wird, dass die Fertigungseinrichtung eine Formeinlage mit einer Formfläche zur Formung einer zweiten Oberfläche zur Verbindung des Faserverbund-

bauteils mit einem weiteren Bauteil für das Rotorblatt umfasst, wobei die Formeinlage an oder in der Fertigungsform derart anordenbar, anzuordnen oder angeordnet ist, dass die Formfläche der Formeinlage der Formfläche der Fertigungsform zugewandt ist.

5

Die erfindungsgemäße Fertigungseinrichtung ermöglicht die Fertigung eines erfindungsgemäßen Faserverbundbauteils unter Anwendung eines Vakuuminfusionsverfahrens. Die offene Fertigungsform wird dabei wenigstens teilweise durch die Formeinlage abgedeckt, so dass zwischen der Fertigungsform und der Formeinlage ein Hohlraum für das zu fertigende Faserverbundbauteil ausgebildet wird. Die Formeinlage deckt dabei vorzugsweise nur einen Teilbereich der gesamten Fertigungsform ab, so dass die Formeinlage in ihren Ausmaßen kleiner als die Fertigungsform ist. Dadurch wird eine leicht zu handhabende Formeinlage von relativ geringem Gewicht bereitgestellt, die trotzdem ausreichend stabil zur Ausbildung eines definierten und reproduzierbaren Hohlraums für das Faserverbundbauteil ist.

10

15

20

Dieser Hohlraum wird beim Fertigen des Faserverbundbauteils vorzugsweise vollständig mit Harz ausgefüllt, so dass an einer Seite des Faserverbundbauteils durch die Formfläche der Fertigungsform und an der gegenüberliegenden Seite des Faserverbundbauteils durch die Formfläche der Formeinlage jeweils eine definiert vorgegebene und reproduzierbare Oberfläche geformt wird.

25

Vorzugsweise weist die Formfläche der Formeinlage eine Markierungsform, beispielsweise eine Erhebung oder eine Vertiefung, zum Formen einer Markierung für eine Sollposition des weiteren Bauteils an oder auf der zweiten Oberfläche des Faserverbundbauteils auf. Auf diese Weise wird beim Fertigen des Faserverbundbauteils unter Anwendung eines Vakuuminfusionsverfahrens ohne weiteren Auf-

30

wand an exakt vorgegebener und reproduzierbarer Stelle eine Markierung an oder auf der zweiten Oberfläche des Faserverbundbauteils bereitgestellt.

5 Ebenfalls vorteilhaft ist es, wenn die Formeinlage wenigstens abschnittsweise durchsichtig ausgebildet ist. Hierdurch wird ermöglicht, dass die Verteilung von Harz in der Fertigungsform während des Vakuuminfusionsverfahrens beobachtet und kontrolliert werden kann.

10 Vorzugsweise umfasst ein Material der Formeinlage Polyethylen. Derartige Materialien sind im Umgang mit Epoxidharzen meist selbsttrennend, so dass nach Aushärten des fertigen Faserverbundbauteils ein einfaches Entformen gewährleistet ist. Vorteilhafterweise umfasst daher insbesondere die Formfläche der Formeinlage
15 ein Material mit Polyethylen oder besteht aus einem solchen Material. Formeinlagen oder Bestandteile für Formeinlagen aus Polyethylen lassen sich zudem einfach und kostengünstig, beispielsweise in einem Tiefziehverfahren, herstellen.

20 Eine besonders bevorzugte Fertigungseinrichtung zeichnet sich dadurch aus, dass eine Positioniervorrichtung zur reproduzierbaren Positionierung der Formeinlage an oder in der Fertigungsform umfasst ist. Hierdurch wird eine besonders genaue und reproduzierbare Ausrichtung der Formeinlage relativ zur Fertigungsform gewähr-
25 leistet, wodurch auch Genauigkeit und Reproduzierbarkeit des Hohlraums zwischen Fertigungsform und Formeinlage und somit der Gestalt des herzustellenden Faserverbundbauteils zwischen der ersten Oberfläche und der zweiten Oberfläche weiter verbessert wird.

30 Des Weiteren ist vorzugsweise eine Dichtvorrichtung für einen gemeinsamen Berührungsbereich der Fertigungsform und der Form-

einlage umfasst. Ein Berührungsbereich ist beispielsweise eine Fläche oder eine Linie, auf oder entlang derer sich die Fertigungsform und die Formeinlage berühren. Durch eine Dichtvorrichtung wird dabei der Berührungsbereich abgedichtet, so dass die Fertigungsform unter Einbeziehung der Formeinlage sehr schnell und einfach für das Vakuuminfusionsverfahren abgedichtet werden kann.

Die der Erfindung zugrunde liegende Aufgabe wird außerdem gelöst durch ein Verfahren zum Fertigen eines Faserverbundbauteils für ein Rotorblatt einer Windenergieanlage unter Anwendung eines Vakuuminfusionsverfahrens in einer offenen Fertigungsform, wobei mittels einer Formfläche der Fertigungsform eine erste Oberfläche an einer ersten Seite des Faserverbundbauteils geformt ist oder wird, wobei das Verfahren dadurch weitergebildet wird, dass bei der Fertigung des Faserverbundbauteils eine Formeinlage auf oder in der Fertigungsform angeordnet wird, wobei mittels einer der Formfläche der Fertigungsform zugewandten Formfläche der Formeinlage eine zweite Oberfläche zur Verbindung des Faserverbundbauteils mit einem weiteren Bauteil für das Rotorblatt an wenigstens einem Teilbereich einer der ersten Seite abgewandten zweiten Seite des Faserverbundbauteils geformt ist oder wird.

Dieses Verfahren ist insbesondere zur Ausführung mittels der zuvor beschriebenen erfindungsgemäßen Fertigungseinrichtung geeignet.

Vorteilhafterweise ist oder wird an oder auf der zweiten Oberfläche des Faserverbundbauteils eine Markierung für eine Sollposition des weiteren Bauteils an oder auf der zweiten Oberfläche ausgebildet. Dies erfolgt beispielsweise dadurch, dass anschließend an das Einleiten von Harz in die Fertigungsform, was vorzugsweise unter Anwendung des Vakuuminfusionsverfahrens erfolgt, eine Markierung an oder auf der zweiten Oberfläche des Faserverbundbauteils an-

gebracht wird. Beispielsweise wird die Markierung vor dem endgültigen Aushärten in das Harz gedrückt oder geprägt oder eine Markierung auf das wenigstens teilweise ausgehärtete Harz aufgebracht, beispielsweise geklebt oder gemalt.

5

In einer bevorzugten Ausführungsform ist oder wird die Markierung mittels der Formfläche der Formeinlage, insbesondere mittels einer Markierungsform der Formfläche, geformt. Hierdurch wird ein separater Verfahrensschritt für das Anbringen der Markierung eingespart und es werden Fehler beim Positionieren der Markierung vermieden.

10

Vorzugsweise wird die offene Fertigungsform für das Vakuuminfusionsverfahren unter Verwendung der Formeinlage abgedichtet. Die Bereiche der offenen Fertigungsform, die nicht mittels der Formeinlage abgedeckt werden, werden dabei beispielsweise mittels einer Vakuumfolie abgedichtet. Alternativ wird die gesamte Fertigungsform inklusive der Formeinlage mittels einer Vakuumfolie überdeckt und abgedichtet oder die Formeinlage erst nach Abdichten der gesamten Fertigungsform mittels einer Vakuumfolie auf- oder eingelegt.

15

20

Die der Erfindung zugrunde liegende Aufgabe wird auch gelöst durch ein Rotorblatt für eine Windenergieanlage mit einem erfindungsgemäßen Faserverbundbauteil.

25

Die Aufgabe wird zudem gelöst durch ein Verfahren zum Fertigen eines derartigen Rotorblatts, wobei das Faserverbundbauteil an der zweiten Oberfläche mit einem weiteren Bauteil für das Rotorblatt verbunden wird.

30

Wenn das Faserverbundbauteil, insbesondere an oder auf der zwei-

ten Oberfläche, eine Markierung für eine Sollposition des weiteren Bauteils aufweist, wird vorzugsweise eine Ausrichtung des Faserverbundbauteils und des weiteren Bauteils zueinander nach dem Verbinden anhand der Markierung überprüft. Vorteilhaft ist außerdem, wenn das Faserverbundbauteil und das weitere Bauteil vor dem Verbinden mittels der Markierung zueinander ausgerichtet werden.

Weitere Merkmale der Erfindung werden aus der Beschreibung erfindungsgemäßer Ausführungsformen zusammen mit den Ansprüchen und den beigefügten Zeichnungen ersichtlich. Erfindungsgemäße Ausführungsformen können einzelne Merkmale oder eine Kombination mehrerer Merkmale erfüllen.

Die Erfindung wird nachstehend ohne Beschränkung des allgemeinen Erfindungsgedankens anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die Zeichnungen beschrieben, wobei bezüglich aller im Text nicht näher erläuterten erfindungsgemäßen Einzelheiten ausdrücklich auf die Zeichnungen verwiesen wird. Es zeigen:

Fig. 1 schematisch eine Windenergieanlage;

Fig. 2 schematisch das Zusammenfügen zweier Rotorblattschalen und zweier Hauptstege zu einem Rotorblatt aus dem Stand der Technik;

Fig. 3 schematisch das Zusammenfügen zweier erfindungsgemäßer Rotorblattschalen und zweier Hauptstege zu einem erfindungsgemäßen Rotorblatt;

Fig. 4 schematisch eine erfindungsgemäße Fertigungseinrichtung in perspektivischer Darstellung;

Fig. 5 die Fertigungseinrichtung aus Fig. 4 in einer schematischen Schnittdarstellung und

5 Fig. 6 schematisch das Zusammenfügen zweier Rotorblattschalen und zweier Hauptstege zu einem erfindungsgemäßen Rotorblatt in einer weiteren Ausführungsform.

10 In den Zeichnungen sind jeweils gleiche oder gleichartige Elemente und/oder Teile mit denselben Bezugsziffern versehen, so dass von einer erneuten Vorstellung jeweils abgesehen wird.

Fig. 1 zeigt schematisch eine typische Windenergieanlage 1 mit drei Rotorblättern 2. Ein Rotorblatt 2 besteht beispielsweise aus mehreren in Faserverbundbauweise gefertigten Bauteilen, die miteinander
15 verklebt werden.

Fig. 2 zeigt schematisch, wie ein Rotorblatt 2 aus dem Stand der Technik aus zwei Rotorblattschalen 3 und zwei Hauptstegen 4 zusammengefügt wird. Gezeigt ist dabei eine Schnittdarstellung entlang der Linie A–A am fertigen Rotorblatt in Fig. 1.
20

Die Rotorblattschalen 3 sowie die Hauptstege 4 werden einzeln in Faserverbundbauweise unter Verwendung eines Vakuuminfusionsverfahrens hergestellt. Bei diesem Verfahren wird Fasermaterial in einer offenen Fertigungsform ausgelegt, die Fertigungsform mittels einer Vakuumfolie abgedichtet, die zwischen der Fertigungsform und der Vakuumfolie befindliche Luft evakuiert und sodann Harz in
25 die evakuierte Fertigungsform geleitet, so dass das Fasermaterial zwischen der Fertigungsform und der Vakuumfolie mit Harz getränkt wird. Nach Aushärten des Harzes weist das derart gefertigte Bauteil an der der Fertigungsform zugewandten Seite eine definierte Ober-
30

fläche auf, die durch die Oberfläche der Fertigungsform vorgegeben ist. Bei den in Fig. 2 gezeigten Rotorblattschalen 3 ist dies die Außenseite 11 bzw. die Oberfläche 12 der Außenseite 11.

5 Auf der entgegengesetzten Seite, d.h. der Seite, die bei der Fertigung mit der Vakuumfolie abgedeckt ist, ist die endgültige Oberfläche hingegen nicht kontrollierbar. Beispielsweise bildet die flexible Vakuumfolie beim Evakuieren der Fertigungsform Falten, die später voll Harz laufen. Neben der Oberflächenbeschaffenheit des Bauteils
10 an dieser Seite ist somit auch die Dicke des Bauteils im Fertigungsprozess nur innerhalb relativ grober Ungenauigkeiten vorgebar. Bei den in Fig. 2 gezeigten Rotorblattschalen 3 ist dies die Innenseite 13 bzw. die Oberfläche der Innenseite 12.

15 Zur Stabilisierung des Rotorblatts 2 ist in die Rotorblattschalen 3 jeweils ein Gurt 5 eingearbeitet, wobei zwischen den Gurten 5 bzw. zwischen die Rotorblattschalen 3 im Bereich der Gurte 5 zwei Hauptstege 4 eingeklebt werden. Die Hauptstege 4 weisen an ihren Kanten abgewinkelte Stegfüße auf, um eine großflächige Klebever-
20 bindung mit den Rotorblattschalen 3 zu ermöglichen.

Auf eine Rotorblattschale 3 wird Klebstoff 6 aufgetragen, in den die Hauptstege 4 mit ihren Stegfüßen hineingedrückt werden, so dass
25 der Klebstoff 6 verteilt und Unebenheiten der Oberfläche an der Innenseite 13 der Rotorblattschale 3 mittels des Klebstoffs 6 ausgeglichen werden. Nach Aushärten des Klebstoffs 6 entsteht so eine flächige Verbindung zwischen der ersten Rotorblattschale 3 und den beiden Hauptstegen 4.

30 Als nächsten Schritt, der in Fig. 2 dargestellt ist, wird die zweite Rotorblattschale 3 ebenfalls mit Klebstoff 6 versehen und auf die erste Rotorblattschale 3 mit den eingeklebten Hauptstegen 4 aufgesetzt.

Auch hier wird eine gewisse Druckkraft F in Richtung des dargestellten Pfeils aufgewandt, um die Hauptstege 4 in den Klebstoff 6 zu drücken und eine flächige und belastbare Verbindung zwischen den Hauptstegen 4 und der oberen Rotorblattschale 3 zu erhalten. Aufgrund der gewölbten Form der Rotorblattschale 3 wirken durch die ausgeübte Druckkraft F Querkkräfte auf die oberen Enden der Hauptstege 4, die zu einer Ausweichbewegung F' der Hauptstege 4 relativ zur oberen Rotorblattschale 3 in Richtung der dargestellten Pfeile führen.

Durch die Ausweichbewegung F' kann eine unzulässig große Abweichung der Sollposition der Hauptstege 4 relativ zu den Rotorblattschalen 3 und/oder den Gurten 5 verursacht und dadurch die Stabilität des gesamten Rotorblatts beeinträchtigt werden. Diese Gefahr wird durch die Erfindung gemindert.

In Fig. 3 ist schematisch das Zusammensetzen eines erfindungsgemäßen Rotorblatts 2 mit gemäß der Erfindung ausgebildeten Rotorblattschalen 3 dargestellt.

Eine erfindungsgemäße Rotorblattschale 3 für das erfindungsgemäße Rotorblatt 2 weist an der Außenseite 11 eine definiert vorgegebene geformte Oberfläche 12 für die gewünschten aerodynamischen Eigenschaften des Rotorblatts 2 auf. Die erfindungsgemäße Rotorblattschale 3 weist darüber hinaus auch an der Innenseite 13 eine definiert vorgegebene geformte Oberfläche 14 auf, an der die Hauptstege 4 eingeklebt werden. Dabei ist die definiert vorgegebene geformte Oberfläche 14 insbesondere formkomplementär zu den Stegfüßen der Hauptstege 4 ausgebildet, so dass die Hauptstege 4 passgenau zwischen die beiden erfindungsgemäßen Rotorblattschalen 3 einfügbar sind.

Durch die Erfindung ist auch ohne große Druckkräfte eine flächige und belastbare Klebeverbindung zwischen den jeweiligen Oberflächen 14 der beiden Rotorblattschalen 3 und den Stegfüßen der beiden Hauptstege 4 ermöglicht.

5

Hierdurch ergibt sich der weitere Vorteil, dass die Rotorblattschalen 3 und die Hauptstege 4 des Rotorblatts 2 in einem einzigen Verfahrensschritt miteinander verklebt werden können. Dadurch werden die Produktionsdauer und somit auch die Produktionskosten eines erfindungsgemäßen Rotorblatts 2 reduziert.

10

An der Oberfläche 14 weist eine bevorzugte erfindungsgemäße Rotorblattschale 3 Markierungen 17 auf, die die relative Positionierung von Hauptstegen 4 und Rotorblattschalen 3 zueinander während des Verklebens erleichtern und eine Kontrolle der relativen Position am fertigen Rotorblatt 2 ermöglichen.

15

In dem in Fig. 3 gezeigten Beispiel sind die Markierungen 17 als Anschläge für die Stegfüße der Hauptstege 4 ausgebildet, so dass ein Verrutschen der Stegfüße von vornherein ausgeschlossen ist.

20

Fig. 4 zeigt schematisch eine Einrichtung zur Fertigung einer erfindungsgemäßen Rotorblattschale 3. Die Einrichtung umfasst eine Fertigungsform 20 mit einer ersten Formfläche 22 zum Formen der äußeren Oberfläche 12 der Rotorblattschale 3.

25

Die Einrichtung umfasst ferner eine Formeinlage 30 mit einer zweiten Formfläche 32 für eine Oberfläche 14 an der Innenseite der Rotorblattschale 3. Die Formeinlage 30 wird dabei auf die Ränder 24 der Fertigungsform 20 derart aufgelegt, dass sich zwischen der Fertigungsform 20 und der Formeinlage 30 ein Hohlraum 50 ausbildet, wie in der Schnittdarstellung in Fig. 5 dargestellt ist. Der Hohlraum

30

50 wird begrenzt durch die Formfläche 22 der Fertigungsform 20 sowie die Formfläche 32 der Formeinlage 30.

5 Zum Fertigen einer Rotorblattschale 3 werden zunächst Fasermaterial und sonstige Bestandteile für die Rotorblattschale 3, beispielsweise ein Gurt 5 oder Material für einen Sandwichkern, auf der Formfläche 22 der Fertigungsform 20 ausgelegt. Sodann wird die Formeinlage 30 auf die Fertigungsform 20 bzw. auf den Rand 24 der Fertigungsform 20 aufgelegt.

10 Die korrekte Positionierung der Formeinlage 30 auf dem Rand 24 der Fertigungsform 20 wird beispielsweise durch geeignete Positioniervorrichtungen 42 gewährleistet. Hierbei handelt es sich beispielsweise um an den Rändern 24 der Fertigungsform 20 angebrachte Stifte und formkomplementäre Löcher für die Stifte an der Formeinlage 30.

15 Die Formeinlage 30 ist wenigstens abschnittsweise durchsichtig ausgebildet, so dass das Verteilen des Harzes in dem Hohlraum 50 zwischen der Formeinlage 30 und der Fertigungsform 20 beobachtbar ist. Dadurch können insbesondere Lufteinschlüsse bereits während der Harzinfusion erkannt und korrigiert werden.

20 Die Formeinlage 30 ist, beispielsweise in einem Strangpressverfahren, unter Verwendung eines Werkstoffs oder Materials mit Polyethylen hergestellt. Dadurch ist die Formeinlage 30 einfach und kostengünstig herstellbar und, insbesondere weil die Formeinlage 30 wesentlich kleiner ist als die Fertigungsform 20, auch ausreichend stabil.

30 In dem in Fig. 4 und 5 gezeigten Ausführungsbeispiel weist die Formeinlage 30 bzw. die Formfläche 32 der Formeinlage 30 zwei

Markierungsformen 34 in Form von Rillen auf.

Als nächstes wird die Fertigungsform 20 mittels einer Vakuumfolie abgedichtet.

5

Dabei kann beispielsweise auch die Formeinlage 30 für die Abdichtung verwendet werden, wenn zwischen der Formeinlage 30 und der Fertigungsform 20 eine Dichtung 40 vorgesehen ist. Hierfür weist die in den Fig. 4 und 5 beispielhaft gezeigt Fertigungsform 20 an den Rändern 24 Kanäle für eine Dichtung 40, beispielsweise eine Schlauchdichtung aus Gummi, auf.

10

Nach dem Abdichten der Fertigungsform 20 wird in einem Vakuuminfusionsverfahren das Fasermaterial und sonstige in der Fertigungsform 20 befindliche Materialien für die Rotorblattschale 3 mit Harz getränkt.

15

Bei der Infusion des Harzes wird der Hohlraum 50 zwischen der Formeinlage 30 und der Fertigungsform 20 vollständig mit Harz ausgegossen, so dass mittels der Formfläche 32 der Formeinlage eine Oberfläche 14 der Rotorblattschale 3 definiert vorgegeben bzw. geformt wird. Dabei werden auch die Rillen der Markierungsformen 34 mit Harz gefüllt, so dass nach Aushärten des Harzes Markierungen 17 für die Sollposition der Hauptstege 4 auf der Rotorblattschale 3 bereitgestellt werden.

20

25

In einem alternativen Fertigungsverfahren wird das Material für die Rotorblattschale 3 in der Fertigungsform 20 ausgelegt, die gesamte Fertigungsform 20 mittels einer Vakuumfolie abgedichtet, die Fertigungsform unter der Vakuumfolie evakuiert und das Material für die Rotorblattschale 3 in einem Vakuuminfusionsverfahren mit Harz getränkt. Anschließend wird, vor Aushärten des Harzes, die Formein-

30

lage 30 auf die Fertigungsform aufgelegt und angedrückt, so dass das noch flüssige Harz unter der Vakuumfolie mittels der Formfläche 32 der Formeinlage 30 modelliert bzw. geformt wird. Auch hierdurch ergibt sich eine definiert vorgegeben geformte Oberfläche 14 an der Innenseite 13 der Rotorblattschale 3.

Fig. 6 zeigt schematisch das Zusammenfügen von zwei erfindungsgemäßen Rotorblattschalen 3 und zwei Hauptstegen 4 zu einem erfindungsgemäßen Rotorblatt 2 in einer weiteren Ausführungsform, die gegenüber der Ausführungsform aus Fig. 3 variiert ist. In dieser Ausführungsform haben die Hauptstege 4 an ihren Enden beispielsweise eine Y-Form, die in die Markierungen 17 passen bzw. auf die Markierung 17 passen.

Vorzugsweise sind die Markierungen 17 formkomplementär zu den Enden der Hauptstege 4 bzw. die Hauptstege 4 sind wenigstens teilweise an deren Enden formkomplementär zu den Markierungen 17. Insbesondere durch diese Maßnahme ist ein sehr genaues Positionieren der Hauptstege 4 beim Zusammenfügen der erfindungsgemäßen Rotorblattschalen 3 möglich.

Alle genannten Merkmale, auch die den Zeichnungen allein zu entnehmenden sowie auch einzelne Merkmale, die in Kombination mit anderen Merkmalen offenbart sind, werden allein und in Kombination als erfindungswesentlich angesehen. Erfindungsgemäße Ausführungsformen können durch einzelne Merkmale oder eine Kombination mehrerer Merkmale erfüllt sein.

Bezugszeichenliste

	1	Windenergieanlage
	2	Rotorblatt
5	3	Rotorblattschale
	4	Hauptsteg
	5	Gurt
	6	Klebstoff
	11	Außenseite
10	12	vorgegeben geformte Oberfläche
	13	Innenseite
	14	vorgegeben geformte Oberfläche
	17	Markierung
	20	Fertigungsform
15	22	Formfläche
	24	Rand
	30	Formeinlage
	32	Formfläche
	34	Markierungsform
20	40	Dichtung
	42	Positioniervorrichtung
	44	Vakuumfolie
	50	Hohlraum
25	F	Druckkraft
	F'	Ausweichbewegung

5

10

Fertigung eines Faserverbundbauteils für ein Rotorblatt

Patentansprüche

15

20

25

30

1. Faserverbundbauteil (3, 4, 5) für ein Rotorblatt (2) einer Windenergieanlage (1) mit einer definiert vorgegeben geformten ersten Oberfläche (12, 14) an einer ersten Seite (11, 13) des Faserverbundbauteils (3, 4, 5), dadurch gekennzeichnet, dass das Faserverbundbauteil (3, 4, 5) eine zweite definiert vorgegeben geformte Oberfläche (14, 12) zur Verbindung mit einem weiteren Bauteil (3, 4, 5) für das Rotorblatt (2) an wenigstens einem Teilbereich einer der ersten Seite (11, 13) abgewandten zweiten Seite (13, 11) des Faserverbundbauteils (3, 4, 5) aufweist.
2. Faserverbundbauteil (3, 4, 5) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass an oder auf der zweiten Oberfläche (14, 12) eine Markierung (17) für eine Sollposition des weiteren Bauteils (3, 4, 5) an oder auf der zweiten Oberfläche (14, 12) angeordnet ist.

3. Faserverbundbauteil (3, 4, 5) nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Markierung (17) als Anschlag ausgebildet ist, wobei insbesondere das weitere Bauteil (3, 4, 5) in der Sollposition formschlüssig zu dem Anschlag ausrichtbar oder ausgerichtet ist.

4. Faserverbundbauteil (3, 4, 5) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass das Faserverbundbauteil (3, 4, 5) eine Rotorblattschale (3) oder ein Gurt (5) ist, wobei das weitere Bauteil insbesondere ein Steg oder Hauptsteg (4) ist.

5. Fertigungseinrichtung zur Fertigung eines Faserverbundbauteils (3, 4, 5) für ein Rotorblatt (2) einer Windenergieanlage (1) unter Anwendung eines Vakuuminfusionsverfahrens umfassend eine offene Fertigungsform (20) mit einer Formfläche (22) zur Formung einer ersten Oberfläche (12, 14) an einer ersten Seite (11, 13) des Faserverbundbauteils, dadurch gekennzeichnet, dass die Fertigungseinrichtung eine Formeinlage (30) mit einer Formfläche (32) zur Formung einer zweiten Oberfläche (14, 12) zur Verbindung des Faserverbundbauteils (3, 4, 5) mit einem weiteren Bauteil (3, 4, 5) für das Rotorblatt (2) umfasst, wobei die Formeinlage (30) an oder in der Fertigungsform (20) derart anzuordnen oder angeordnet ist, dass die Formfläche (32) der Formeinlage (30) der Formfläche (22) der Fertigungsform (20) zugewandt ist.

6. Fertigungseinrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Formfläche (32) der Formeinlage (30) eine Markierungsform (34) zum Formen einer Markierung (17) für eine Sollposition des weiteren Bauteils (3, 4, 5) an oder auf der zweiten Oberfläche (14, 12) des Faserverbundbauteils aufweist.

7. Fertigungseinrichtung nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Formeinlage (30) wenigstens abschnittsweise durchsichtig ausgebildet ist.

5

8. Fertigungseinrichtung nach einem der Ansprüche 5 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass ein Material der Formeinlage (30) Polyethylen umfasst.

10

9. Fertigungseinrichtung nach einem der Ansprüche 5 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Fertigungseinrichtung eine Positioniervorrichtung (42) zur reproduzierbaren Positionierung der Formeinlage (30) an oder in der Fertigungsform (20) und/oder eine Dichtvorrichtung (40) für einen gemeinsamen Berührungsbereich der Fertigungsform (20) und der Formeinlage (30) umfasst.

15

10. Verfahren zum Fertigen eines Faserverbundbauteils (3, 4, 5) für ein Rotorblatt (2) einer Windenergieanlage (1) unter Anwendung eines Vakuuminfusionsverfahrens in einer offenen Fertigungsform (20), wobei mittels einer Formfläche (22) der Fertigungsform (20) eine erste Oberfläche (12, 14) an einer ersten Seite (11, 13) des Faserverbundbauteils (3, 4, 5) geformt ist oder wird, dadurch gekennzeichnet, dass bei der Fertigung des Faserverbundbauteils (3, 4, 5) eine Formeinlage (30) auf oder in der Fertigungsform (20) angeordnet wird, wobei mittels einer der Formfläche (22) der Fertigungsform (20) zugewandten Formfläche (32) der Formeinlage (30) eine zweite Oberfläche (14, 12) zur Verbindung des Faserverbundbauteils (3, 4, 5) mit einem weiteren Bauteil (3, 4, 5) für das Rotorblatt (2) an wenigstens einem Teilbereich einer der ersten Seite (11, 13) abgewandten zweiten Seite (13, 11) des

20

25

30

Faserverbundbauteils (3, 4, 5) geformt ist oder wird.

5 11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass an oder auf der zweiten Oberfläche (14, 12) des Faserverbundbauteils (3, 4, 5) eine Markierung (17) für eine Sollposition des weiteren Bauteils (3, 4, 5) an oder auf der zweiten Oberfläche (14, 12) ausgebildet ist oder wird.

10 12. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Markierung (17) mittels der Formfläche (32) der Formeinlage (30), insbesondere mittels einer Markierungsform (34) der Formfläche (32), geformt ist oder wird.

15 13. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass die offene Fertigungsform (20) für das Vakuuminfusionsverfahren unter Verwendung der Formeinlage (30) abgedichtet ist oder wird.

20 14. Rotorblatt (2) für eine Windenergieanlage (1) mit einem Faserverbundbauteil (3, 4, 5) nach einem der Ansprüche 1 bis 4.

25 15. Verfahren zum Fertigen eines Rotorblatts (2) nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass das Faserverbundbauteil (3, 4, 5) an der zweiten Oberfläche (14, 12) mit einem weiteren Bauteil (3, 4, 5) für das Rotorblatt (2) verbunden wird.

30 16. Verfahren nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass das Faserverbundbauteil (3, 4, 5) eine Markierung (17) aufweist, wobei eine Ausrichtung des Faserverbundbauteils (3, 4, 5) und des weiteren Bauteils (3, 4, 5) zueinander nach dem Verbinden anhand der Markierung (17) überprüft wird und/oder dass das Faserverbundbauteil (3, 4, 5) und das wei-

tere Bauteil (3, 4, 5) vor dem Verbinden mittels der Markierung (17) zueinander ausgerichtet werden.

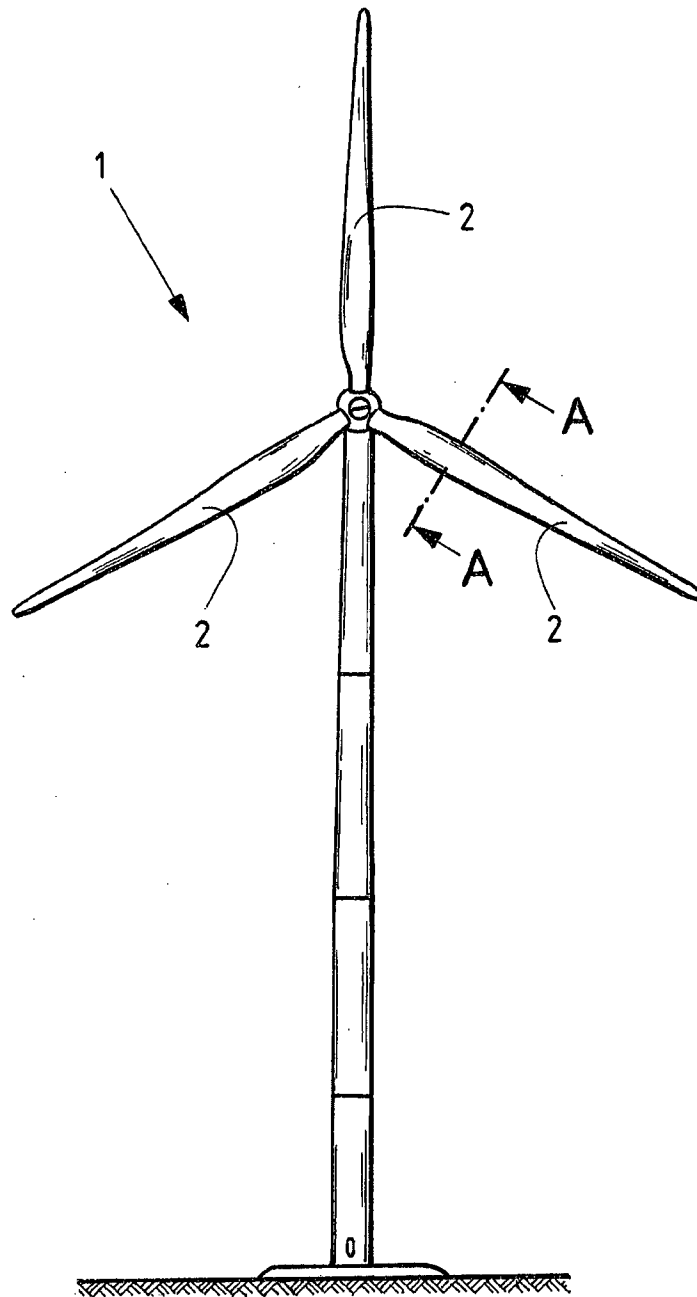


Fig. 1

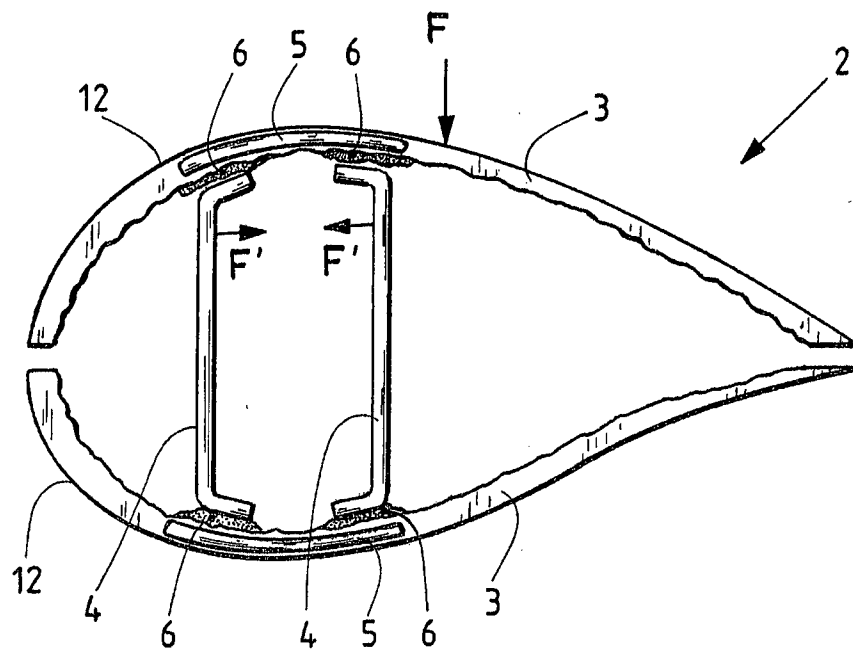


Fig. 2

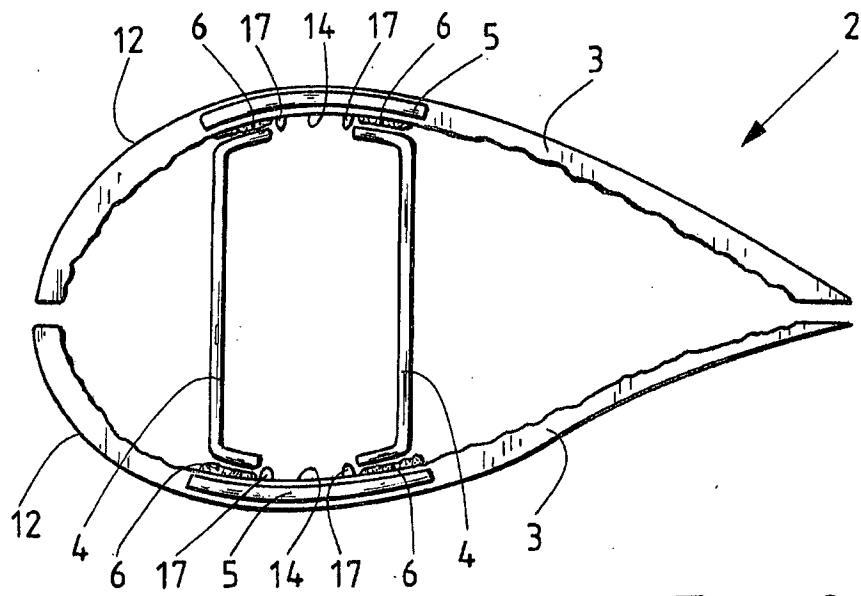


Fig. 3

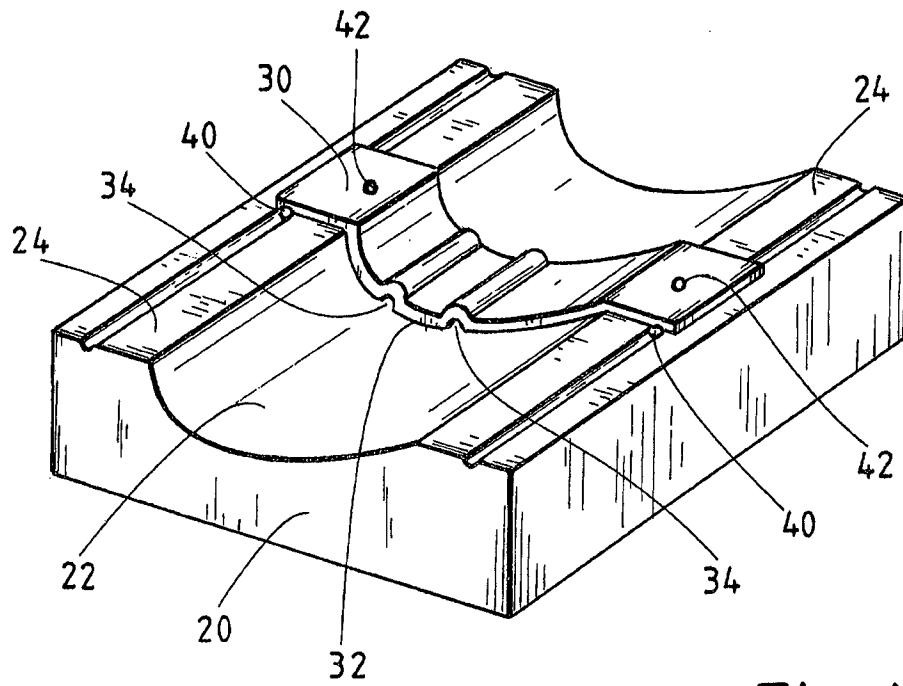


Fig. 4

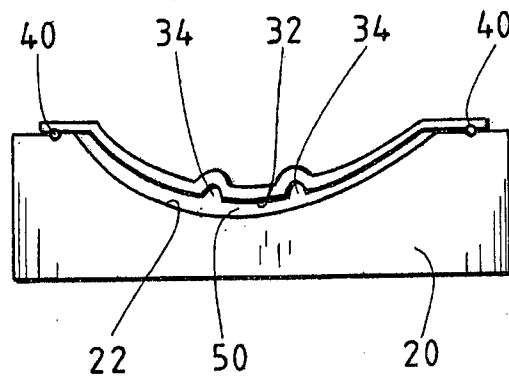


Fig. 5

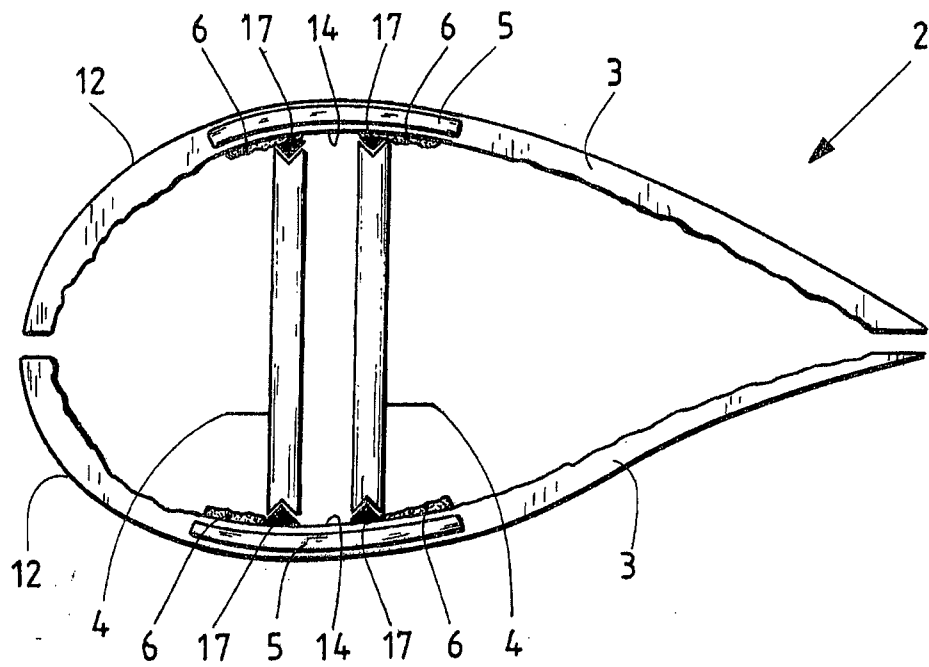


Fig. 6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2013/000587

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. 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 B29D B64C

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)

EP0-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	US 2011/229333 A1 (FLACH CHRISTIAN [DE]) 22 September 2011 (2011-09-22) abstract figures 1-9 paragraphs [0001] - [0017], [0029] - [0031], [0033] - [0039], [0041], [0042], [0045] -----	1-16
X	US 2012/027612 A1 (YARBROUGH AARON [US]) 2 February 2012 (2012-02-02) abstract figures 3-7 paragraphs [0003], [0004], [0007] - [0011], [0024] - [0031] ----- -/--	1-6, 10, 11, 14-16



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

23 May 2013

Date of mailing of the international search report

05/06/2013

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/EP2013/000587

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2010/135815 A1 (BAGEPALLI BHARAT S [US] ET AL) 3 June 2010 (2010-06-03) abstract figures 2-6 paragraphs [0001], [0006] - [0010], [0018] - [0022] -----	1-6,10, 11,14-16
X	US 7 922 454 B1 (RIDDELL SCOTT GABELL [US]) 12 April 2011 (2011-04-12) abstract figures 2-8 column 1, line 37 - column 2, line 36 column 4, line 5 - column 7, line 61 column 8, line 53 - column 9, line 31 -----	1-4,14
X	EP 2 106 900 A1 (SIEMENS AG [DE]) 7 October 2009 (2009-10-07) abstract figures 1-4,7-9 paragraphs [0001], [0007] - [0009], [0013] - [0015], [0019] - [0023], [0028], [0031], [0033], [0034], [0037] -----	1,4,5, 10,14,15
X	EP 2 319 683 A1 (MITSUBISHI HEAVY IND LTD [JP]) 11 May 2011 (2011-05-11) abstract figures 1a-7 paragraphs [0001], [0002], [0003], [0007], [0008], [0011], [0013], [0014], [0020] - [0031], [0034] - [0041], [0045], [0046], [0052], [0058], [0059] -----	1,5-7, 10-13,15

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2013/000587

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2011229333 A1	22-09-2011	CN 102198856 A	28-09-2011
		DE 102010003114 A1	22-09-2011
		EP 2368792 A2	28-09-2011
		US 2011229333 A1	22-09-2011

US 2012027612 A1	02-02-2012	CN 102889169 A	23-01-2013
		DE 102012106446 A1	24-01-2013
		US 2012027612 A1	02-02-2012

US 2010135815 A1	03-06-2010	CN 101825057 A	08-09-2010
		EP 2224127 A2	01-09-2010
		US 2010135815 A1	03-06-2010

US 7922454 B1	12-04-2011	CN 102454539 A	16-05-2012
		DE 102011054904 A1	03-05-2012
		US 7922454 B1	12-04-2011

EP 2106900 A1	07-10-2009	CN 101549562 A	07-10-2009
		DK 2106900 T3	09-07-2012
		EP 2106900 A1	07-10-2009
		ES 2388756 T3	18-10-2012
		US 2009250847 A1	08-10-2009
		US 2011210464 A1	01-09-2011

EP 2319683 A1	11-05-2011	DK 2319683 T3	26-11-2012
		EP 2319683 A1	11-05-2011
		ES 2391244 T3	22-11-2012

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2013/000587

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

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherhierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
F03D B29D B64C

Recherhierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherhierten Gebiete fallen

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

EP0-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	US 2011/229333 A1 (FLACH CHRISTIAN [DE]) 22. September 2011 (2011-09-22) Zusammenfassung Abbildungen 1-9 Absätze [0001] - [0017], [0029] - [0031], [0033] - [0039], [0041], [0042], [0045] -----	1-16
X	US 2012/027612 A1 (YARBROUGH AARON [US]) 2. Februar 2012 (2012-02-02) Zusammenfassung Abbildungen 3-7 Absätze [0003], [0004], [0007] - [0011], [0024] - [0031] ----- -/--	1-6,10, 11,14-16



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

23. Mai 2013

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

05/06/2013

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	US 2010/135815 A1 (BAGEPALLI BHARAT S [US] ET AL) 3. Juni 2010 (2010-06-03) Zusammenfassung Abbildungen 2-6 Absätze [0001], [0006] - [0010], [0018] - [0022] -----	1-6,10, 11,14-16
X	US 7 922 454 B1 (RIDDELL SCOTT GABELL [US]) 12. April 2011 (2011-04-12) Zusammenfassung Abbildungen 2-8 Spalte 1, Zeile 37 - Spalte 2, Zeile 36 Spalte 4, Zeile 5 - Spalte 7, Zeile 61 Spalte 8, Zeile 53 - Spalte 9, Zeile 31 -----	1-4,14
X	EP 2 106 900 A1 (SIEMENS AG [DE]) 7. Oktober 2009 (2009-10-07) Zusammenfassung Abbildungen 1-4,7-9 Absätze [0001], [0007] - [0009], [0013] - [0015], [0019] - [0023], [0028], [0031], [0033], [0034], [0037] -----	1,4,5, 10,14,15
X	EP 2 319 683 A1 (MITSUBISHI HEAVY IND LTD [JP]) 11. Mai 2011 (2011-05-11) Zusammenfassung Abbildungen 1a-7 Absätze [0001], [0002], [0003], [0007], [0008], [0011], [0013], [0014], [0020] - [0031], [0034] - [0041], [0045], [0046], [0052], [0058], [0059] -----	1,5-7, 10-13,15

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2013/000587

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2011229333 A1	22-09-2011	CN 102198856 A	28-09-2011
		DE 102010003114 A1	22-09-2011
		EP 2368792 A2	28-09-2011
		US 2011229333 A1	22-09-2011

US 2012027612 A1	02-02-2012	CN 102889169 A	23-01-2013
		DE 102012106446 A1	24-01-2013
		US 2012027612 A1	02-02-2012

US 2010135815 A1	03-06-2010	CN 101825057 A	08-09-2010
		EP 2224127 A2	01-09-2010
		US 2010135815 A1	03-06-2010

US 7922454 B1	12-04-2011	CN 102454539 A	16-05-2012
		DE 102011054904 A1	03-05-2012
		US 7922454 B1	12-04-2011

EP 2106900 A1	07-10-2009	CN 101549562 A	07-10-2009
		DK 2106900 T3	09-07-2012
		EP 2106900 A1	07-10-2009
		ES 2388756 T3	18-10-2012
		US 2009250847 A1	08-10-2009
		US 2011210464 A1	01-09-2011

EP 2319683 A1	11-05-2011	DK 2319683 T3	26-11-2012
		EP 2319683 A1	11-05-2011
		ES 2391244 T3	22-11-2012
