



(10) **DE 10 2018 108 906 A1** 2019.10.17

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2018 108 906.6**

(22) Anmeldetag: **16.04.2018**

(43) Offenlegungstag: **17.10.2019**

(51) Int Cl.: **F03D 1/06 (2006.01)**

(71) Anmelder:

Wobben Properties GmbH, 26607 Aurich, DE

(74) Vertreter:

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

(72) Erfinder:

**Bürkner, Falko, 28757 Bremen, DE; Hoffmann,
Alexander, 26721 Emden, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

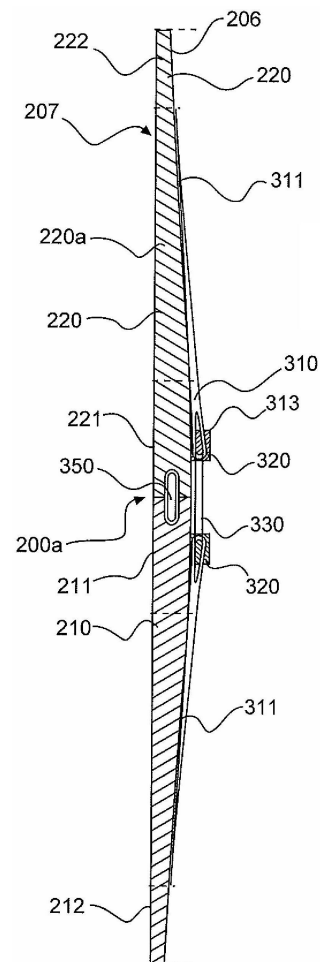
DE	29 21 152	A1
DE	10 2010 046 518	A1
DE	10 2010 046 519	A1
WO	2017/ 085 088	A1

Rechercheantrag gemäß § 43 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Windenergieanlagen-Rotorblatt und Windenergieanlage**

(57) Zusammenfassung: Es wird ein Windenergieanlagen-Rotorblatt (200) mit einer Blattaußenseite (207), einer Wandung (205) mit einem Laminat, einer Blattinnenseite (206) und mindestens einem ersten und zweiten Rotorblattteil (210, 220) vorgesehen. Das mindestens eine erste und zweite Rotorblattteil (210, 220) werden mittels mindestens einer Verbindungseinheit (300) in einer Teilungsebene (200a) miteinander befestigt. Die Verbindungseinheit (300) weist mindestens ein Seil (310) mit einem ersten Ende (311) mit Seilfasern auf, welche in oder an dem Laminat der Wandung (205) befestigt sind. Die Verbindungseinheit (300) weist wenigstens einen Vorsprung (320) jeweils an dem ersten und zweiten Rotorblattteil (210, 220) auf. Die Vorsprünge (320) sind jeweils fest mit der Wandung (205) des Rotorblattes (200) verbunden. Das mindestens eine Seil (310) ist an mindestens einem Vorsprung (320) verbunden. Die Verbindungseinheit (300) weist mindestens ein Spannelement (360) auf, mittels welchem die Vorsprünge (320) an dem ersten und zweiten Rotorblattteil (210, 220) miteinander verspannbar sind.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Windenergieanlagen-Rotorblatt sowie eine Windenergieanlage.

[0002] Rotorblätter moderner Windenergieanlagen können mittlerweile so lang sein, dass ein Transport des Rotorblattes in einem Stück nicht mehr möglich ist. Daher kann ein Rotorblatt einer Windenergieanlage mehrteilig ausgestaltet sein, so dass die jeweiligen Teile separat zur Baustelle angeliefert werden und dann dort zusammengesetzt werden.

[0003] WO 2017/085088 A1 zeigt ein Rotorblatt einer Windenergieanlage mit einer Blattinnenseite, einer Blattaußenseite und einem ersten und zweiten Rotorblattteil, welche mittels einer Befestigungseinheit in einer Teilungsebene miteinander befestigt sind. Die Befestigungseinheit weist einen Querbolzen sowie ein Stahlseil auf, welches durch ein Loch in den zweiten Rotorblattteil geführt wird und in der Klemmeinheit eingeklemmt ist. Das zweite Ende des Stahlseils ist in der ersten Klemmeinheit auf der Blattaußenseite eingeklemmt. Die zweite Klemmeinheit ist auf der Blattinnenseite vorgesehen.

[0004] Es ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Windenergieanlagen-Rotorblatt sowie eine Windenergieanlage vorzusehen, welche eine verbesserte Verbindung der Teile eines mehrteiligen Windenergieanlagen-Rotorblattes ermöglicht.

[0005] Diese Aufgabe wird durch ein Windenergieanlagen-Rotorblatt nach Anspruch 1 gelöst.

[0006] Somit wird ein Windenergieanlagen-Rotorblatt mit einer Blattaußenseite, einer Wandung mit einem Laminat, einer Blattinnenseite und mindestens einem ersten und zweiten Rotorblattteil vorgesehen. Das mindestens eine erste und zweite Rotorblattteil werden mittels mindestens einer Verbindungseinheit in einer Teilungsebene miteinander befestigt. Die Verbindungseinheit weist mindestens ein Seil mit einem ersten Ende mit Seilfasern auf, welche in oder an dem Laminat der Wandung befestigt sind. Die Verbindungseinheit weist wenigstens einen Vorsprung jeweils an dem ersten und zweiten Rotorblattteil auf. Die Vorsprünge sind jeweils fest mit der Wandung des Rotorblattes verbunden. Das mindestens eine Seil ist an mindestens einem Vorsprung verbunden. Die Verbindungseinheit weist mindestens ein Spannelement auf, mittels welchem die Vorsprünge an dem ersten und zweiten Rotorblattteil miteinander verspannbar sind.

[0007] Gemäß einem Aspekt der vorliegenden Erfindung sind die Seilfasern der Seile aufgefächert in dem Laminat befestigt oder mit dem Laminat verbunden.

[0008] Gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung weist jedes Seil einen Befestigungsabschnitt, insbesondere eine Seilschleife auf, mit welchem das Seil an einem Vorsprung befestigbar ist.

[0009] Gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung weist das Rotorblatt mindestens einen Zentrierbolzen auf, welcher im Bereich der Trennebenen sowohl in das erste als auch in das zweite Rotorblattteil hineinragt.

[0010] Gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung sind Verbindungseinheiten sowohl auf der Blattinnenseite als auch auf der Blattaußenseite vorgesehen.

[0011] Gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung wird eine Windenergieanlage mit einem oben beschriebenen Rotorblatt vorgesehen.

[0012] Gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung wird eine Windenergieanlage mit mindestens zwei Rotorblattanschlüssen und zwei Windenergieanlagen-Rotorblättern vorgesehen, welche jeweils eine Rotorblattaußenseite, eine Wandung mit einem Laminat und eine Rotorblattinnenseite aufweisen. Die Rotorblätter werden mittels einer Mehrzahl von Verbindungseinheiten an den Rotorblatt-Anschlussstellen gekoppelt. Die Verbindungseinheiten weisen jeweils ein Seil mit einem ersten Ende auf, welches eine Mehrzahl von Seilfasern aufweist, welche in oder an dem Laminat des Rotorblattes vorgesehen sind. Das Seil weist einen Befestigungsabschnitt auf, mit welchem das Seil an einem Vorsprung befestigt ist, welcher fest mit dem Laminat des Rotorblattes gekoppelt ist. Die Verbindungseinheiten weisen jeweils ein Spannelement auf, welches die Vorsprünge mit einer Rotorblattanschlussstelle verspannt.

[0013] Die vorliegende Erfindung betrifft ebenfalls eine Windenergieanlage mit mindestens einem oben beschriebenen Windenergieanlagen-Rotorblatt.

[0014] Die Erfindung betrifft ebenfalls ein Verfahren zur Montage eines Windenergieanlagen-Rotorblattes, welches eine Rotorblattwurzel, eine Rotorblattspitze, eine Wandung, eine Rotorblattinnenseite, eine Rotorblattaußenseite und zumindest ein erstes und zweites Rotorblattteil aufweist, welches mittels mindestens einer Befestigungseinheit in einer Teilungsebene miteinander befestigt sind.

[0015] Weitere Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

[0016] Die Erfindung betrifft einen Gedanken, zwei Bauteile (beispielsweise GFK-Bauteile, glasfaserverstärkte Kunststoff-Bauteile oder kohlenfaserverstärkte Kunststoff-Bauteile) eines Rotorblattes einer Wind-

energieanlage so zu verbinden, dass eine Wartung der Verbindung auch aus dem Inneren des Rotorblattes möglich ist. Zur Verbindung von zwei Bauteilen eines Windenergieanlagen-Rotorblattes wird eine Befestigungseinheit vorgesehen.

[0017] Vorteile und Ausführungsbeispiele der Erfindung werden nachstehend unter Bezugnahme auf die Zeichnung näher erläutert.

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

Fig. 2 zeigt eine schematische Darstellung eines mehrteiligen Windenergieanlagen-Rotorblattes gemäß der Erfindung, und

Fig. 3A zeigt eine schematische Schnittansicht einer Trennstelle von **Fig. 2**,

Fig. 3B zeigt eine schematische Draufsicht auf eine Trennstelle von **Fig. 2**,

Fig. 4A zeigt eine schematische Schnittansicht einer Trennstelle eines Rotorblattes von **Fig. 2**,

Fig. 4B zeigt eine schematische Draufsicht auf eine Trennstelle eines Rotorblattes von **Fig. 2**,

Fig. 5A zeigt eine schematische Schnittstelle einer Trennstelle eines Rotorblattes von **Fig. 2**, und

Fig. 5B zeigt eine schematische Draufsicht auf eine Schnittstelle eines Rotorblattes von **Fig. 2**.

[0018] **Fig. 1** zeigt eine schematische Darstellung einer Windenergieanlage gemäß der Erfindung. Die Windenergieanlage **100** weist einen Turm **102** und eine Gondel **104** auf dem Turm **102** auf. An der Gondel **104** ist ein aerodynamischer Rotor **106** mit drei Rotorblättern **200** und einem Spinner **110** vorgesehen. Der aerodynamische Rotor **106** wird im Betrieb der Windenergieanlage durch den Wind in eine Drehbewegung versetzt und dreht somit auch einen Rotor oder Läufer eines Generators, welcher direkt oder indirekt mit dem aerodynamischen Rotor **106** gekoppelt ist. Der elektrische Generator ist in der Gondel **104** angeordnet und erzeugt elektrische Energie. Die Pitchwinkel der Rotorblätter **200** können durch Pitchmotoren an den Rotorblattwurzeln der jeweiligen Rotorblätter **200** verändert werden.

[0019] **Fig. 2** zeigt eine schematische Darstellung eines mehrteiligen Windenergieanlagen-Rotorblattes gemäß der Erfindung. Das Rotorblatt weist eine Rotorblattwurzel **201**, eine Rotorblattspitze **202**, eine Rotorblattvorderkante **203** und eine Rotorblatthinterkante **204** auf und besteht beispielsweise aus drei Teilen bzw. Abschnitten **210 - 230**. Das Rotorblatt **200** weist eine Teilungsebene **200a** auf. Die Rotorblattteile **210 - 230** können beispielsweise mittels Verbindungseinheiten **300** und der Teilungsebene **200a** aneinander befestigt werden. Der Abschnitt **230** kann

zweigeteilt **231, 232** ausgestaltet sein, wobei der erste Teil **231** an den ersten Abschnitt **210** und der zweite Teil **232** an den zweiten Abschnitt **220** befestigt ist.

[0020] Das Rotorblatt **200** weist ferner eine Wandung **205**, eine Rotorblattinnenseite **206** (auf der Innenseite der Wandung) und eine Rotorblattaußenseite **207** auf. Das Rotorblatt **200** wird typischerweise hergestellt, indem zwei Halbschalen miteinander befestigt werden bzw. aneinander verklebt werden. Damit entsteht eine Rotorblattinnenseite **206** und eine Rotorblattaußenseite **207**, welches die äußere Oberfläche des Rotorblattes darstellt.

[0021] **Fig. 3A** zeigt eine schematische Schnittansicht einer Trennstelle von **Fig. 2**. Das Windenergieanlagen-Rotorblatt **200** weist ein erstes und zweites Teil **210, 220** auf, welche durch eine Trennstelle **200a** voneinander getrennt sind.

[0022] Das erste und zweite Rotorblattteil **210, 220** weisen jeweils an ihrem der Trennebene **200a** zugewandten Ende **211, 221** eine dickere Wandung auf, d. h. das Laminat **210a, 220a** kann dort dicker ausgestaltet sein. Das erste und zweite Rotorblattteil **210, 220** werden über mindestens eine Verbindungseinheit **300** miteinander verbunden. Die Verbindungseinheit **300** weist mindestens ein erstes Seil **310**, mindestens einen Vorsprung **320** und ein Spannelement **330** auf. Das Spannelement **330** dient dazu, einen Vorsprung **320** an dem ersten Teil **210** und einen Vorsprung **320** an dem zweiten Teil **220** miteinander zu verbinden bzw. gegeneinander vorzuspannen. Die Verbindungseinheit **300** weist ferner mindestens ein Seil **310** mit einem ersten Ende **311** auf, welches eine Mehrzahl von Seilfasern **311** aufweist, welche kraftschlüssig an einem Laminat **210a, 220a** verbunden bzw. verklebt sind. Das Seil **310** weist einen Befestigungsabschnitt **313** auf, mittels welchem das Seil **310** an oder in dem Vorsprung **320** befestigt ist. Die Vorsprünge **320** sind fest mit dem Laminat **210a, 220a** verbunden.

[0023] Optional können die fächerförmigen Seilfasern **311** mittels eines Fadens **311a** vernäht werden, um den Faserverlauf bei trockenem Einlegen in die Blattform sicherzustellen. Optional werden die fächerförmigen Seilfasern **311** trocken in das Laminat eingelegt bzw. während der Herstellung des Laminats eingelegt.

[0024] Die Vorsprünge **320** sind auf einer Rotorblattinnenseite **206** vorgesehen. Entsprechend sind auch die ersten Enden **311** der Seile **310** an der Blattinnenseite **206** vorgesehen.

[0025] Gemäß einem Aspekt der vorliegenden Erfindung werden die Seilfasern **311** der Seile **310** bei der Herstellung des Blattlaminats trocken in die Form für das Blattlaminat eingelegt. Anschließend kann bei-

spielsweise mittels Vakuuminfusion das Rotorblattteil fertiggestellt werden. Hierbei kann erreicht werden, dass die fächerförmig ausgebreiteten Seilfasern nach der Infusion kraftschlüssig mit dem Blattmaterial des Rotorblattteils verbunden sind.

[0026] Erfindungsgemäß sind keine Durchgangsbohrungen in dem Laminat mehr notwendig, um die beiden Rotorblattteile miteinander zu verbinden. Dies ist insbesondere vorteilhaft, weil damit die Dicke des Laminats reduziert werden kann.

[0027] Gemäß der Erfindung können die Spannelemente **330** mittels eines Drehmomentschraubers verspannt werden. Zur Überprüfung der Vorspannkraft kann das Spannelement **330** nachträglich erneut mit einem Drehmoment belastet werden.

[0028] Gemäß einem Aspekt der vorliegenden Erfindung können die Seilschlaufen **311** so positioniert werden, dass abhebende Kräfte der Seilfasern zum übrigen Blattlaminat reduziert werden. Hierzu können die Seilschlaufen im Bereich des flanschnahen dickwandigen Laminats positioniert werden. Der Bereich der Lastübertragung ist dabei im Laminat auf dem abgewinkelten oder geschäfteten Laminatbereich vorgesehen. Abhebende Kräfte können damit durch Umlenkung der Seilfasern am Knickpunkt des Flanschlaminate reduziert werden.

[0029] Optional kann zur weiteren Verbesserung der Verbindung zwischen dem ersten und zweiten Rotorblattabschnitt **210**, **220** mindestens ein Zentrierbolzen **350** in dem Laminat **210a**, **220a** im Bereich der Trennstelle **200a** vorgesehen sein.

[0030] Fig. 4A zeigt einen schematischen Querschnitt und Fig. 4B zeigt eine schematische Draufsicht auf eine Trennstelle eines Rotorblattes gemäß einem Aspekt der Erfindung. Während in dem Ausführungsbeispiel von Fig. 3A und Fig. 3B die Verbindungseinheit **300** auf der Rotorblattinnenseite **207** vorgesehen ist, ist in dem Ausführungsbeispiel von Fig. 4A und Fig. 4B sowohl eine Verbindungseinheit **300** auf der Rotorblattinnenseite **206** als auch auf der Rotorblattaußenseite **207** vorgesehen. Der Aufbau der Verbindungseinheit **300** gemäß dem Ausführungsbeispiel von Fig. 4A und Fig. 4B entspricht dem Aufbau der Befestigungseinheit **300** von dem Ausführungsbeispiel von Fig. 3A und Fig. 3B. Jede der Verbindungseinheiten **300** (auf der Rotorblattaußenseite und der Rotorblattinnenseite) weist damit mindestens ein Seil **310** mit Seilfasern **311** auf, welche am ersten Ende des Seils aufgefächert ausgestaltet sind und in das Laminat **222a**, **210a** eingebettet bzw. befestigt sind. Die Seile **310** sind mit den Vorsprüngen **320**, welche beispielsweise als Knagge ausgestaltet sein können, verbunden. Mittels den Spannelementen **330** können die Vorsprünge **320** gegeneinander verspannt werden. Somit kann eine Verbindung von

zwei Rotorblattteilen ermöglicht werden, ohne dass hierzu Durchgangsbohrungen in dem Laminatbereich notwendig sind. Optional können Zentrierbolzen **350** vorgesehen sein. Die Dicke des Laminats **320** im Bereich der Trennstelle ist größer als beim Rest des Blattes. Die Vorsprünge können fest mit dem Laminat **210a**, **220a** verbunden sein.

[0031] Fig. 5A zeigt einen schematischen Querschnitt einer Flanschverbindung und Fig. 5B zeigt eine schematische Draufsicht auf eine Flanschverbindung gemäß der Erfindung. In dem Ausführungsbeispiel von Fig. 5A wird ein Flansch **270** mittels der Verbindungseinheiten **300** mit einem Teil **220** des Rotorblattes verbunden. Die Verbindungseinheiten **300** weisen dazu Seile **310** mit Seilfasern am ersten Ende **311** auf, welche aufgefächert ausgestaltet sind. Optional können die aufgefächerten Seilfasern **311** mit einem Faden **311a** vernäht sein. Wie in den anderen Ausführungsbeispielen werden die Seilfasern **311** in das Laminat des Teils des Rotorblattes integriert. Die Verbindungseinheiten **300** weisen ferner Vorsprünge bzw. Knaggen **320** auf, welche mit dem Laminat des Rotorblattes **200** verbunden sind und ein Teil der Seile **310** aufnehmen. Insbesondere kann beispielsweise eine Seilschleife **313** um die Vorsprünge **320** herum gelegt werden bzw. mit denen verbunden werden. Die Verbindungseinheiten **300** können ferner ein Spannelement **360** aufweisen, dessen eines Ende in den Verbindungsflansch **270** z. B. eingeschraubt ist. Am anderen Ende kann beispielsweise eine Schraube vorgesehen sein, um eine Vorspannung auf die Seile aufbringen zu können.

[0032] In dem Ausführungsbeispiel von Fig. 5A und Fig. 5B wird lediglich eine Hälfte der Befestigungseinheit von Fig. 4 verwendet, um ein Rotorblatt an einem Flansch zu befestigen.

[0033] In dem Ausführungsbeispiel von Fig. 5A und Fig. 5B ist eine zweireihige Flanschverbindung dargestellt.

[0034] Erfindungsgemäß wird somit ein mehrteiliges Rotorblatt vorgesehen, welches vorteilhafterweise im Bereich der Trennstelle zwischen dem ersten und zweiten Rotorblattteil eine reduzierte Laminatdicke aufweist, ohne die Stabilität der Verbindung zu gefährden.

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

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

Zitierte Patentliteratur

- WO 2017/085088 A1 [0003]

Patentansprüche

1. Windenergieanlagen-Rotorblatt (200), mit einer Blattaußenseite (207), einer Wandung (205) mit einem Laminat, einer Blattinnenseite (206), und mindestens einem ersten und zweiten Rotorblattteil (210, 220), welche mittels mindestens einer Verbindungseinheit (300) in einer Teilungsebene (200a) miteinander befestigt sind, wobei die Verbindungseinheit (300) mindestens ein Seil (310) mit einem ersten Ende (311) mit Seilfasern aufweist, welche in dem Laminat der Wandung (205) befestigt sind bzw. mit dem Laminat verbunden sind, wobei die Verbindungseinheit (300) mindestens einen Vorsprung (320) jeweils an dem ersten und zweiten Rotorblattteil (210, 220) aufweist, wobei die Vorsprünge (320) jeweils fest mit dem Laminat der Wandung (205) des Rotorblattes (200) verbunden sind, wobei die Seile (310) an dem Vorsprung (320) verbunden sind, wobei die Verbindungseinheit (300) mindestens ein Spannelement (360) aufweist, mittels welchem Vorsprünge (320) an dem ersten und zweiten Rotorblattteil (210, 220) miteinander vorspannbar sind.

2. Windenergieanlagen-Rotorblatt (200) nach Anspruch 1, wobei die Seilfasern (311) der Seile (310) aufgefächert in dem Laminat befestigt sind oder mit dem Laminat verbunden sind.

3. Windenergieanlagen-Rotorblatt (200) nach einem der Ansprüche 1 oder 2, wobei jedes Seil (310) einen Befestigungsabschnitt (313), insbesondere eine Seilschleife, aufweist, mit welchem das Seil (310) an dem Vorsprung (320) befestigbar ist.

4. Windenergieanlagen-Rotorblatt (200) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, ferner mit mindestens einem Zentrierbolzen (350), welcher im Bereich der Trennebene (200a) sowohl in das erste als auch in das zweite Rotorblattteil (210, 220) hineinragt.

5. Windenergieanlagen-Rotorblatt (200) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei Verbindungseinheiten (300) sowohl auf der Blattinnenseite (206) als auch auf der Blattaußenseite (207) vorgesehen sind.

6. Windenergieanlage, mit mindestens einem Windenergieanlagen-Rotorblatt nach einem der Ansprüche 1 bis 5.

7. Windenergieanlage, mit mindestens zwei Rotorblatt-Anschlussstellen (270) und mindestens zwei Windenergieanlagen-Rotorblättern (200), welche jeweils eine Rotorblattaußenseite (207), eine Wandung (205) mit einem Laminat und eine Rotorblattinnenseite (206) aufweisen,

wobei die Windenergieanlagen-Rotorblätter (200) mittels einer Mehrzahl von Verbindungseinheiten (300) an den Rotorblatt-Anschlussstellen (270) gekoppelt sind,

wobei die Verbindungseinheiten (300) jeweils ein Seil (310) mit einem ersten Ende (311) aufweisen, welches eine Mehrzahl von Seilfasern aufweist, welche in oder an dem Laminat des Rotorblattes (200) vorgesehen sind,

wobei das Seil (310) einen Befestigungsabschnitt (313) aufweist, mit welchem das Seil an einem Vorsprung (320) befestigt ist, welcher fest mit dem Laminat des Rotorblattes (200) gekoppelt ist,

wobei die Verbindungseinheiten (300) jeweils mindestens ein Spannelement (360) aufweisen, welches die Vorsprünge (320) mit einer Rotorblattanschlussstelle (270) vorspannt.

Es folgen 5 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

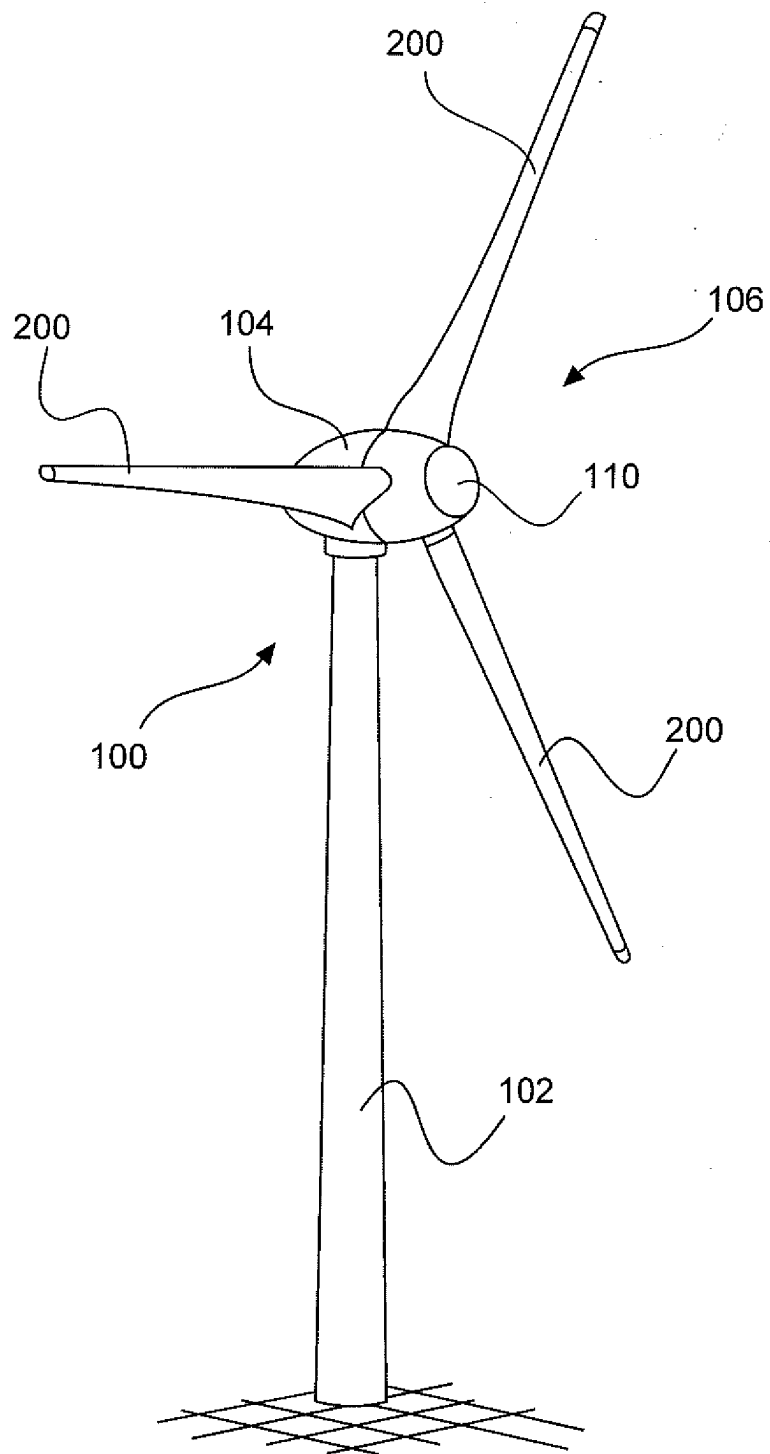


Fig. 1

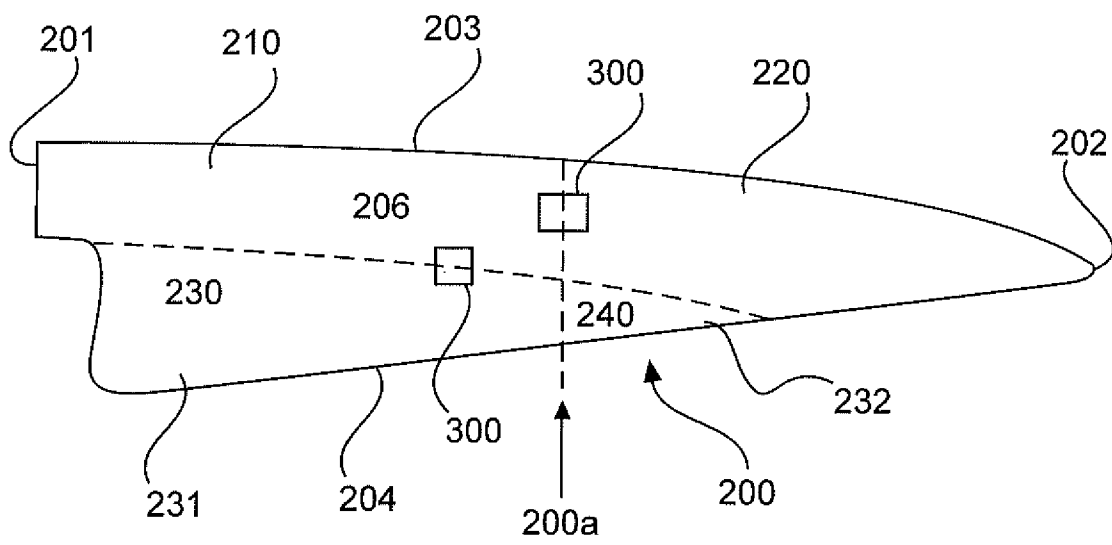


Fig. 2

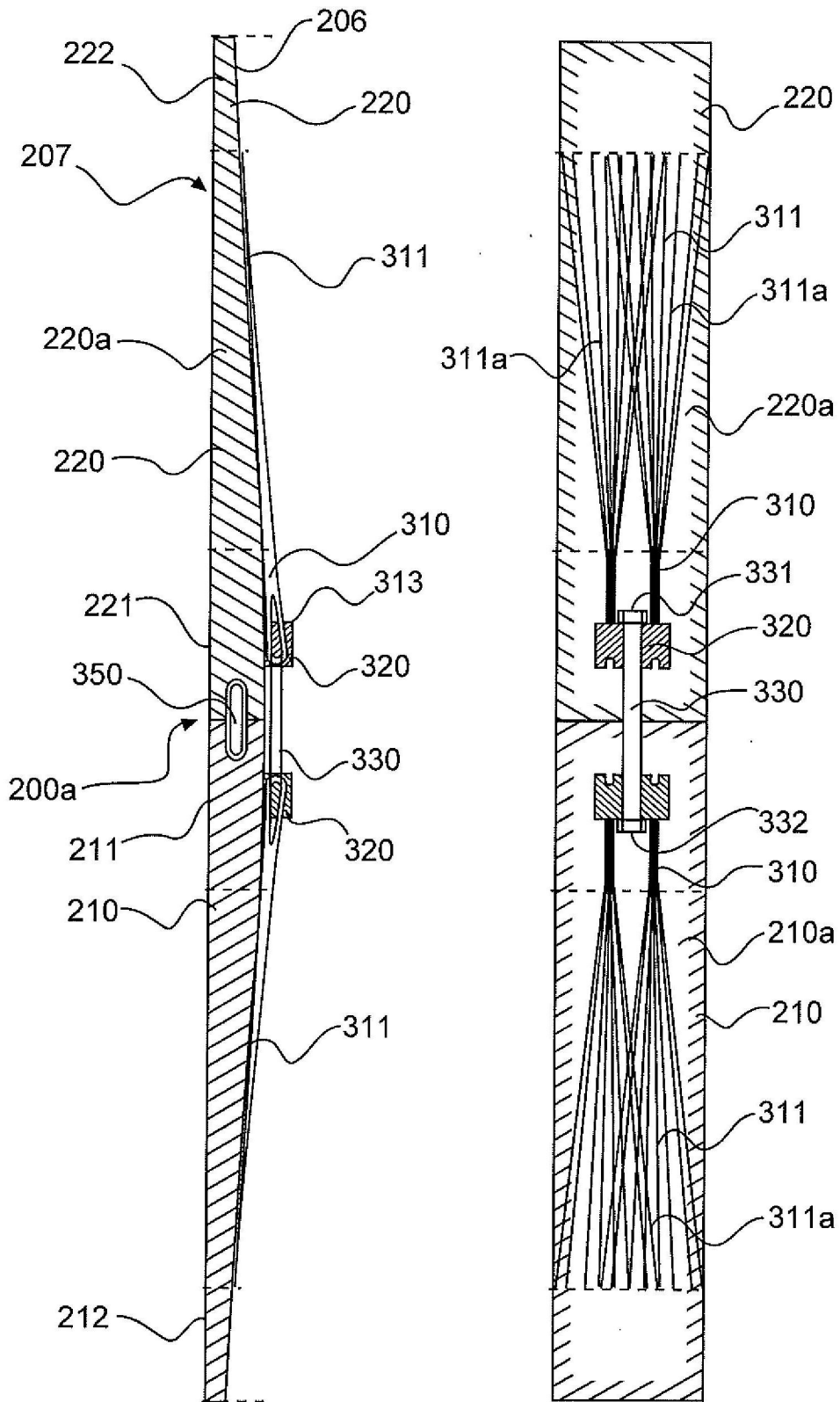


Fig. 3A

Fig. 3B

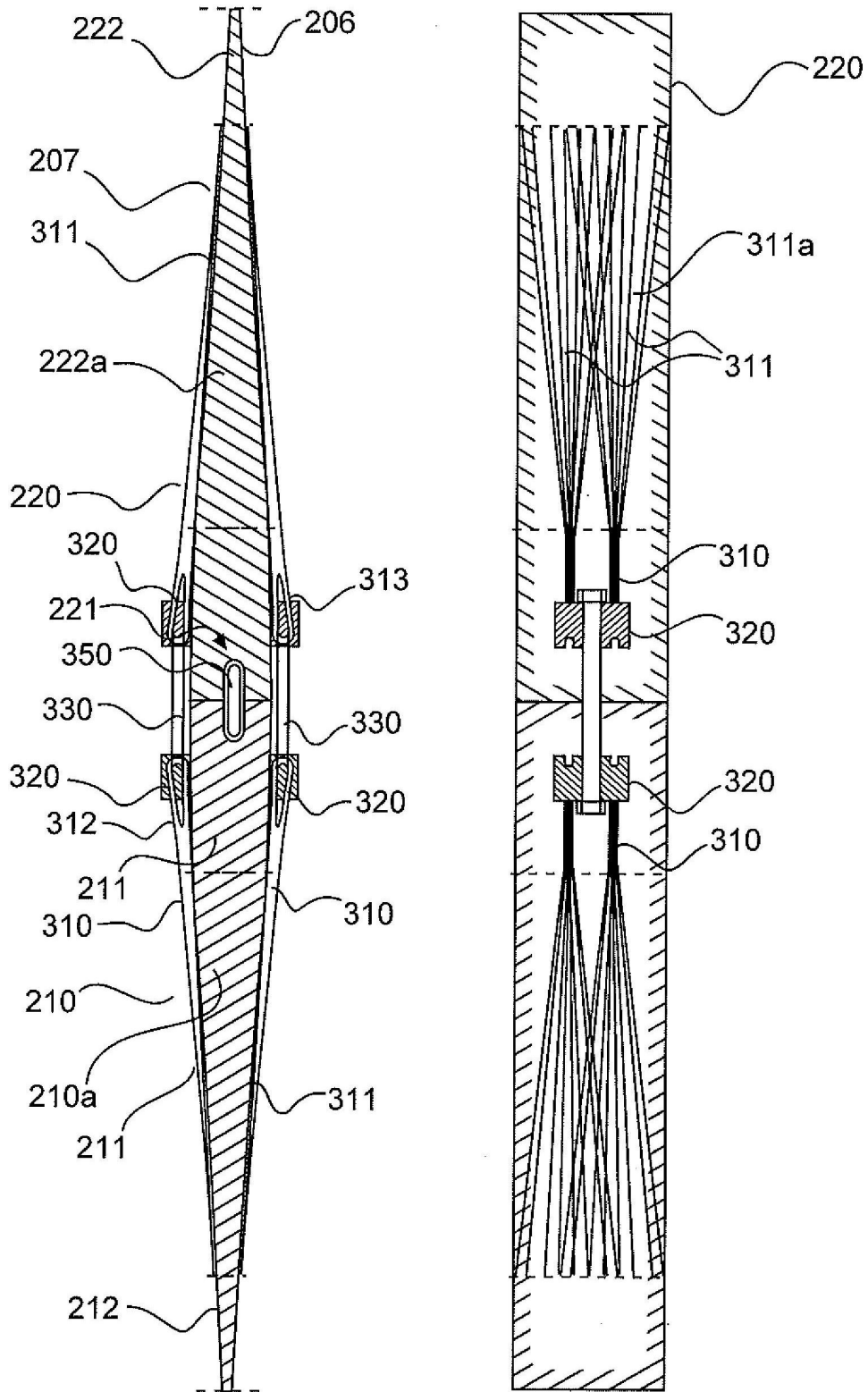


Fig. 4A

Fig. 4B

