



(10) **DE 10 2007 020 439 B4** 2022.12.01

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2007 020 439.8**

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

(22) Anmeldetag: **27.04.2007**

(43) Offenlegungstag: **31.10.2007**

(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **01.12.2022**

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(30) Unionspriorität: 11/380,936 30.04.2006 US	(72) Erfinder: Eyb, Enno, 49082 Osnabrück, DE
(73) Patentinhaber: General Electric Co., Schenectady, N.Y., US	(56) Ermittelter Stand der Technik: DE 29 21 152 C2 DE 31 09 566 C2 DE 31 13 079 C2 WO 2004/ 015 265 A1 WO 2006/ 002 621 A1
(74) Vertreter: Zimmermann & Partner Patentanwälte mbB, 80331 München, DE	

(54) Bezeichnung: **Modulares Rotorblatt für eine Windkraftanlage und Verfahren für dessen Zusammenbau**

(57) Hauptanspruch: Modulares Rotorblatt (140) für eine Windkraftanlage mit

- wenigstens einem ersten Modul (1410) und einem zweiten Modul (1450),

- wobei das erste und das zweite Modul (1410, 1450) dazu eingerichtet sind, dass sie fest miteinander über eine Verbindungsanordnung verbunden sind,

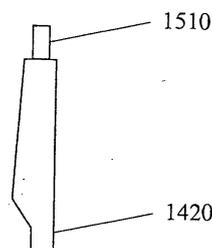
- wobei die Verbindungsanordnung einen Verbinder (1510) aufweist, der an wenigstens eine Aufnahmhülse (1520, 1530) geklebt ist, die dazu eingerichtet ist, den Verbinder (1510) zu empfangen,

- wobei die wenigstens eine Aufnahmhülse (1520, 1530) einen Dichtungsflansch (1540) aufweist,

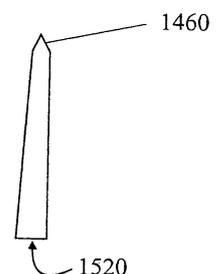
- wobei die Querschnittsform der wenigstens einen Aufnahmhülse (1520, 1530) so gewählt ist, dass sie der Querschnittsform des Verbinders (1510) derart entspricht,

- sodass eine gleichmäßige Klebeschicht zwischen dem Verbinder (1510) und der wenigstens einen Aufnahmhülse (1520, 1530) ausgebildet werden kann, die eine im Wesentlichen gleichmäßige Lastverteilung zwischen dem Verbinder (1510) und der wenigstens einen Aufnahmhülse (1520, 1530) hervorruft.

1410



1450



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein modulares Rotorblatt für eine Windkraftanlage und ein Verfahren für den Zusammenbau eines derartigen modularen Rotorblattes.

[0002] In den letzten Jahren nahm die Bedeutung von Windkraftanlagen in der Energieerzeugung immer mehr zu. Demzufolge werden immer mehr Windkraftanlagen installiert. Weil die Anzahl profitabler Stellen für die Windenergieerzeugung begrenzt ist, besteht eine Tendenz, die installierte Leistung pro Anlage zu erhöhen. Da die installierte Leistung proportional zu dem Durchmesser des Turbinenrotors ist, nehmen die Rotorgrößen und demzufolge die Anlagengrößen zu. Folglich nimmt die Länge der Windkraftanlagen-Rotorblätter immer mehr zu. Typische Blattlängen derzeitiger Anlagenkonstruktionen betragen bis zu 70 Meter oder mehr.

[0003] Wenn eine Windkraftanlage aufgebaut wird, müssen die Rotorblätter mittels Lastwagen auf normalen Straßen zur Baustelle transportiert werden. Neben der unzureichenden Manövrierbarkeit eines Rotorblattes von 70 Metern transportierenden Fahrzeugs ist der Straßentransport von Rotorblättern mit 70 Metern oder mehr extrem teuer. Ferner müssen spezielle Routen für den Transport gefahren werden, da keine engen Kurven passiert werden können. Ferner ist das Laden und Entladen sehr langer Rotorblätter auf die und von den Lastwagen schwierig. Zusätzlich müssen Rotorblätter manchmal per Schiff oder selbst mittels Helikoptern transportiert werden. DE 31 13 079 C2 offenbart einen Flügel, der aus miteinander verschraubten Längssegmenten zusammengesetzt ist. Ein Rotorblatt für Windenergiemaschinen mit miteinander verschraubten Segmenten offenbart auch DE 31 09 566 C2. DE 29 21 152 C2 beschreibt das Verspannen von Längssegmenten eines Rotorblattes für Windkraftanlagen gegeneinander mittels durch die Längssegmente verlaufenden Spannelementen. WO 2006/ 002 621 A1 beschreibt einen Windkraftanlagenflügel aus zwei Längselementen, die an ihren Enden gezahnte Verbindungsstrukturen aufweisen, um eine große Oberfläche für eine Klebeverbindung zwischen den Längselementen zu schaffen. WO 2004/ 015 265 A1 beschreibt ein Rotorblatt aus zwei Längselementen, die über Verbindungselemente mittels einer Klebeverbindung miteinander verbunden sind.

[0004] Angesichts des Vorstehenden wird ein modulares Rotorblatt für eine Windkraftanlage nach Anspruch 1 geschaffen. Das modulare Rotorblatt weist wenigstens ein erstes Modul und ein zweites Modul auf, wobei die ersten und zweiten Module dafür angepasst sind, dass sie starr mittels einer Verbindungsanordnung aneinander befestigt zu werden. Ferner wird ein Verfahren zum Zusammenbauen

eines unterteilten Windkraftanlagen-Rotorblattes nach Anspruch 12 bereitgestellt, wobei das Verfahren die Schritte der Bereitstellung eines unterteilten Windkraftanlagen-Rotorblattes mit ersten und zweiten Blattteilen, das Zusammenfügen der Blattteile mittels eines Verbinders und die Erzeugung einer permanenten Verbindung zwischen den ersten und zweiten Blattteilen umfasst.

[0005] Weitere Aspekte, Vorteile und Merkmale der vorliegenden Erfindung sind aus den abhängigen Ansprüchen, der Beschreibung und den beigefügten Zeichnungen ersichtlich.

[0006] Gemäß der vorliegenden Erfindung wird ein unterteiltes Windkraftanlagen-Rotorblatt mit ersten und zweiten Blattteilen bereitgestellt. Die ersten und zweiten Blattteile können fest aneinander mittels einer Verbindungsanordnung aneinander befestigt werden. Aufgrund der modularen Konstruktion des Rotorblattes wird die Gesamtlänge der zu transportierenden Blattteile im Vergleich zu der longitudinalen Länge eines nicht-modularen Rotorblattes verringert. Somit werden die Transportkosten erheblich reduziert. Das Vorsehen einer Verbindungsanordnung hat einen relativ geringen Einfluss auf die Blattstruktur und das Gewicht, so dass die Betriebseigenschaften des Rotorblattes nicht verschlechtert werden.

[0007] Gemäß der vorliegenden Erfindung enthält die Verbindungsanordnung einen Verbinder und eine für die Aufnahme des Verbinders angepasste Aufnahmehülse. Beispielsweise können der Verbinder und die Aufnahmehülse durch Steck- und Aufnahmehülsen-Hohlkastenträger ausgebildet sein, welche zum Ineinanderstecken angepasst sind. Der Verbinder kann an einem entsprechenden Blattteil vorgesehen sein, oder kann als ein getrenntes Teilstück vorgesehen sein. In dem ersteren Falle wird eine Aufnahmehülse an dem Anschlussmodul vorgesehen, während in dem letzteren Falle Aufnahmehülsen an den zu verbindenden Modulen vorgesehen werden und der getrennte Verbinder in beide Aufnahmehülsen eingeführt werden kann. Eine derartige Steckerbuchsen-Verbindung ermöglicht einen leichten Zusammenbau der Blattmodule an der Baustelle.

[0008] Gemäß einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird die permanente Verbindung zwischen zwei benachbarten Rotorblattteilen durch Vakuuminfusion erzeugt. Somit wird eine feste jedoch flexible Verbindung zwischen den Blattteilen erhalten. Ferner ermöglicht die Vakuuminfusion die Verwendung von faserverstärkten Materialien für den Verbinder. Typischerweise sind derartige Materialien mit dem Mantelmaterial des Blattes kompatibel.

[0009] Gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung wird ein Verfahren zum Zusam-

menbau eines unterteilten Windkraftanlagenblattes geschaffen, wobei das Verfahren die Schritte der Bereitstellung eines modularen Windkraftanlagen-Rotorblattes mit wenigstens zwei Modulen, das Verbinden der Module mittels eines Verbinders und den Aufbau einer permanenten Verbindung zwischen den Modulen umfasst.

[0010] Gemäß noch einer weiteren Ausführungsform der Erfindung wird die permanente Verbindung zwischen den Modulen durch Vakuuminfusion erzeugt. Dieses ermöglicht einen leichtes Zusammen bauen und Verbinden der Rotorblattmodule.

[0011] Eine vollständige und ausführbare Offenbarung der vorliegenden Erfindung, einschließlich ihrer besten Ausführungsart, für den Durchschnittsfachmann auf diesem Gebiet wird insbesondere in dem Rest der auf die beigefügten Figuren Bezug nehmenden Beschreibung dargestellt. In den Zeichnungen zeigen:

Fig. 1 eine Windkraftanlage gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

Fig. 2 ein Rotorblatt gemäß der vorliegenden Erfindung.

Fig. 3 eine erste Ausführungsform eines unterteilten Rotorblattes gemäß der vorliegenden Erfindung.

Fig. 4 ein modulares Windkraftanlagen-Rotorblatt gemäß einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

Fig. 5 noch eine weitere Ausführungsform eines unterteilten Windkraftanlagen-Rotorblattes.

Fig. 6A bis Fig. 6C unterschiedliche Querschnittsformen eines in einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung verwendeten Verbinders.

Fig. 7 eine perspektivische Ansicht eines Verbindungsabschnittes gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

Fig. 8 ein Rotorblatt gemäß einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

Fig. 9 ein Flussdiagramm eines Zusammenbauverfahrens gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung.

[0012] Es wird nun im Detail auf die verschiedenen Ausführungsformen der Erfindung, wovon ein oder mehrere Beispiele in den Figuren dargestellt sind, Bezug genommen.

[0013] **Fig. 1** stellt eine Windkraftanlage 100 gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung dar. Die Windkraftanlage 100 enthält einen Turm 110, typischerweise aus Stahl bestehend, auf welchem eine Gondel 120 befestigt ist. Eine Rotornabe

130 ist an einem seitlichen Ende der Gondel 120 befestigt. Rotorblätter 140 sind an der Rotornabe 130 befestigt.

[0014] **Fig. 2** stellt ein Rotorblatt 140 gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung dar. Das Rotorblatt 140 enthält ein erstes Modul 1410 und ein zweites Modul 1450, welche an einer Verbindung 1500 miteinander verbunden sind. In der in **Fig. 2** dargestellten Ausführungsform enthält das erste Modul 1410 ein Fußteil 1420 des Rotorblattes 140 und das zweite Modul 1450 enthält eine Blattspitze 1460 des Rotorblattes 140. Eine permanente Verbindungsstelle zwischen den ersten und zweiten Modulen 1410 und 1450 wird mit der Verbindung 1500 entlang der Linie A-A' erzeugt.

[0015] **Fig. 3** stellt eine erste Ausführungsform eines unterteilten Rotorblattes gemäß der vorliegenden Erfindung dar. Auf der linken Seite von **Fig. 3** ist ein erstes Modul 1410 dargestellt. An seiner unteren Endseite enthält das erste Modul 1410 einen Fußteil 1420 zur Befestigung des Rotorblattes an der Rotornabe 130 der Windkraftanlage. An seinem gegenüberliegenden Ende, in der Längsrichtung des Rotorblattes gesehen, enthält das erste Modul 1410 einen Verbinder 1510. Gemäß der vorliegenden Erfindung ist der Verbinder 1510 als ein Verbinderstab ausgebildet. Beispielsweise kann der Verbinder 1510 als ein Hohlkastenträger, z.B. in einem Holmsteg oder als eine Verlängerung eines Holmstegs ausgebildet sein. Auf der rechten Seite von **Fig. 3** ist ein zweites Modul 1450 mit einer Blattspitze 1460 des Rotorblattes dargestellt. Gegenüber der Blattspitze 1460 enthält das Modul 1450 eine Aufnahmhülse 1520. Beispielsweise kann die Aufnahmhülse 1520 als ein Hohlkastenträger z.B. in einem Holmsteg ausgebildet sein.

[0016] **Fig. 4** stellt ein modulares Windkraftanlagen-Rotorblatt gemäß einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung dar. Gemäß dieser Ausführungsform ist eine Aufnahmhülse 1520 bei dem ersten Modul 1410 gegenüber dem Fußteil 1420 angeordnet. Gemäß Darstellung auf der rechten Seite von **Fig. 4** ist ein Verbinder 1510 an dem zweiten Modul 1450 vorgesehen. Der Verbinder 1510 ist gegenüber der Blattspitze 1460 des zweiten Moduls 1450 angeordnet. Mit anderen Worten, in der in **Fig. 4** dargestellten Ausführungsform sind die Positionen des Verbinders 1510 und der Aufnahmhülse 1520 in Bezug auf die in **Fig. 3** dargestellte Ausführungsform vertauscht.

[0017] Noch eine weitere Ausführungsform eines unterteilten Windkraftanlagen-Rotorblattes ist in **Fig. 5** dargestellt. Darin ist eine erste Aufnahmhülse 1520 an einem ersten Modul 1410 gegenüber dem Fußteil 1420 angeordnet. Eine zweite Aufnahmhülse 1530 ist an einem zweiten Modul 1450 gegen-

über der Blattspitze 1460 angeordnet. Ferner ist ein Verbinder 1510 als ein getrenntes Teilstück vorgesehen. Der getrennte Verbinder 1510 kann in beide Aufnahmhülsen 1520, 1530 eingeführt werden, um eine Verbindung zwischen den ersten und zweiten Modulen 1410, 1450 zu erzeugen.

[0018] In jeder von den in den **Fig. 3**, **Fig. 4** und **Fig. 5** dargestellten Ausführungsformen sind die Aufnahmhülsen 1520, 1530 zum Zusammenstecken mit einem Verbinder 1510 angepasst. Insbesondere sind die Querschnittsformen der Aufnahmhülsen 1520, 1530 und des Verbinders 1510 ähnlich oder identisch in Bezug zueinander, so dass der Verbinder 1510 in die Aufnahmhülsen 1520, 1530 passt. Typischerweise sitzen der Verbinder 1510 und die Aufnahmhülsen 1520, 1530 engen ineinander, so dass nur ein kleiner Hohlraum zwischen dem Verbinder 1510 und den Aufnahmhülsen 1520, 1530 zugelassen wird. Vorstehend ist beschrieben worden, dass der Verbinder 1510 innerhalb der Aufnahmhülsen 1520, 1530 angeordnet ist. Es dürfte sich jedoch verstehen, dass auch eine umgekehrte Konfiguration gewählt werden kann, das heißt, dass trägerartige Verlängerungen an den ersten und zweiten Modulen 1410, 1450 vorgesehen werden können, welche in einem hohlen Verbinder 1510 sitzen. Mit anderen Worten, der Verbinder 1510 wirkt in diesem Falle wie eine Buchse oder Hülse.

[0019] Typische Querschnittsformen des Verbinders 1510 sind in den **Fig. 6A** bis **Fig. 6C** dargestellt. **Fig. 6A** stellt einen Verbinder 1510 mit einem rechteckigen Querschnitt dar. Es dürfte sich auch verstehen, dass auch ein quadratischer Querschnitt in der Bedeutung des Begriffes „rechteckig“ eingeschlossen ist. Gemäß einer weiteren in **Fig. 6B** dargestellten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung weist der Verbinder einen elliptischen Querschnitt auf. Es dürfte sich verstehen, dass auch ein kreisrunder Querschnitt in der Bedeutung des Begriffes „elliptisch“ eingeschlossen ist. Noch eine weitere Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist in **Fig. 6C** dargestellt. Darin ist die Querschnittsform des Verbinders 1510 an die Querschnittsform des Windkraftanlagen-Rotorblattes 140 angepasst. Die Querschnittsform ist im Grunde rechteckig, aber die oberen und unteren Verbindungsoberflächen sind gekrümmt, so dass sie der Form der Blattmängel folgen. Obwohl die **Fig. 6A** bis **Fig. 6C** die Querschnittsform des Verbinders 1510 darstellen, dürfte es sich verstehen, dass die Querschnittsformen von Aufnahmhülsen 1520, 1530 so gewählt werden, dass sie der Querschnittsform des Verbinders 1510 entsprechen. Somit kann während eines Vakuuminfusionsprozesses eine gleichmäßige Verteilung von Harz zwischen dem Verbinder 1510 und den Aufnahmhülsen 1520, 1530 garantiert werden. Demzufolge kann eine gleichmäßige Klebeschicht zwischen dem Verbinder und den Aufnahmhülsen durch

einen derartigen Infusionsprozess ausgebildet werden. Somit wird eine gleichmäßige Lastverteilung innerhalb der Klebeverbindung zwischen den ersten und zweiten Modulen erreicht.

[0020] **Fig. 7** stellt eine perspektivische Ansicht einer Verbindung 1500 dar. Darin ist der Verbinder 1510 an dem ersten Modul 1410 angeordnet, während die Aufnahmhülse 1520 an dem zweiten Modul 1450 angeordnet ist. Somit entspricht die in **Fig. 7** dargestellte Ausführungsform der in **Fig. 3** dargestellten Ausführungsform. Ferner ist die Querschnittsform des Verbinders 1510 und der Aufnahmhülse 1520 an die Form der Rotorblattmängel angepasst, und entspricht somit der in **Fig. 6C** dargestellten Ausführungsform. Die Aufnahmhülse 1520 enthält ferner einen Dichtungsflansch 1540. Ein (nicht dargestellter) ähnlicher entsprechender Dichtungsflansch oder eine Trennwand kann bei dem Verbinder 1510 vorgesehen sein. Die Dichtungsflansche 1540 und/oder Trennwände dienen zum Abdichten des Hohlraums zwischen dem Verbinder 1510 und der Aufnahmhülse 1520 während der Vakuuminfusion.

[0021] **Fig. 8** stellt eine weitere Ausführungsform der vorliegenden Erfindung dar. Darin ist ein Zwischenteil 1480 zwischen einem Fußendeblattteil und einem Spitzenendeblattteil angeordnet. Demzufolge ist eine erste Verbindung 1500 entlang der Linie A-A' zwischen dem Fußendeblattteil und dem Zwischenteil 1480 und eine zweite Verbindung 1600 entlang der Linie B-B' zwischen dem Zwischenteil 1480 und dem Spitzenendeblattteil ausgebildet. Die Verbindungen 1500, 1600 zwischen den Blattteilen können gemäß einer der vorstehend beschriebenen Ausführungsformen ausgebildet sein. Insbesondere können Verbinder 1510 an einem oder an beiden Enden des Zwischenteils 1480 vorgesehen sein. Alternativ können Aufnahmhülsen 1520, 1530 an einem oder an beiden Enden des Zwischenteils 1480 vorgesehen sein. Ferner dürfte es sich verstehen, dass mehr als nur ein Zwischenteil 1480 zwischen den Fuß- und Spitzenendeblattteilen vorgesehen sein kann. Somit kann die maximale Länge der zu transportierenden Blattteile auf eine gewünschte und/oder optimale Länge begrenzt werden. Die optimale Länge kann in Bezug auf die Transportkosten, Zusammenbaukosten und strukturelle Sicherheit optimiert werden.

[0022] Gemäß einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann die longitudinale Länge der Blattteile, das heißt, die Länge der Blattteile vom Fuß zur Spitze des Rotorblattes gesehen, so gewählt werden, dass sie im Wesentlichen gleich ist. In diesem Zusammenhang bedeutet der Begriff „im Wesentlichen“, dass die longitudinale Länge nicht genau gleich aber ähnlich sein muss. Somit wird die Länge der Blattteile in Bezug auf die Transportanfor-

derungen dahingehend optimiert, dass Blattteile mit im Wesentlichen gleicher Länge erzeugt werden.

[0023] Anschließend wird ein Verfahren zum Zusammenbauen eines Teilblattes unter Bezugnahme auf **Fig. 9** beschrieben. Gemäß einem ersten Verfahrensschritt 910 wird ein unterteiltes Rotorblatt bereitgestellt, indem z.B. kompatible Blattteile eines Rotorblattes an eine Baustelle transportiert werden. In einem zweiten Verfahrensschritt 920 werden die Rotorblattteile mittels eines Verbinders 1510 zusammengesteckt. Beispielsweise ist der Verbinder 1510 als ein Hohlkastenträger an dem ersten Blattteil ausgebildet. Eine entsprechende Aufnahmhülse 1520 ist an dem zweiten Blattteil ausgebildet. Der Verbinder 1510 wird in die Aufnahmhülse 1520 eingeführt, und somit die ersten und zweiten Blattteile zusammengesteckt. In einem dritten Verfahrensschritt 930 wird der Hohlraum zwischen dem Verbinder 1510 und der Aufnahmhülse 1520 abgedichtet. Für große Blätter kann dieses vom Inneren des Blattes aus erfolgen. Beispielsweise kann ein Arbeiter über das Fußteil 1420 zu der Verbindung 1500 gelangen. Typischerweise werden auch eine Trennwand und/oder Dichtungsflansche 1540 an dem Verbinder 1510 und/oder der Aufnahmhülse 1520 vorgesehen, um die Abdichtung des Hohlraums zu ermöglichen. Nachdem der Hohlraum zwischen dem Verbinder 1510 und der Aufnahmhülse 1520 abgedichtet ist, wird Harz in den Hohlraum mittels Vakuuminfusion infundiert. Für diesen Zweck können herkömmliche Vakuuminfusionsverfahren angewendet werden. Derartige Vakuuminfusionsverfahren sind im Fachgebiet allgemein bekannt. Nachdem das infundierte Harz ausgehärtet ist, ist eine permanente Verbindung zwischen den ersten und zweiten Blattteilen hergestellt. Die geklebte Verbindung 1500 zwischen den ersten und zweiten Blattteilen erfüllt die Anforderungen bezüglich mechanischer Stabilität und struktureller Sicherheit ohne die Notwendigkeit irgendeiner weiteren Befestigungseinrichtung. Somit kann eine zuverlässige mechanische Verbindung zwischen den ersten und zweiten Blattteilen leicht an einer Baustelle der Windkraftanlage hergestellt werden.

[0024] Ein modulares Rotorblatt 140 für eine Windkraftanlage 100 enthält wenigstens ein erstes Modul 1410 und ein zweites Modul 1450, wobei die ersten und zweiten Module dafür angepasst sind, dass sie fest miteinander über eine Verbindungsanordnung verbunden sind.

100	Windkraftanlage
110	Turm
120	Gondel
130	Rotornabe
140	Rotorblatt

910	Erster Verfahrensschritt
920	Zweiter Verfahrensschritt
930	Dritter Verfahrensschritt
1410	Modul
1420	Fußteil
1450	Modul
1460	Blattspitze
1480	Zwischenteil
1500	Erste Verbindung
1510	Verbinder
1520, 1530	Aufnahmhülse
1540	Dichtungsflansch
1600	Zweite Verbindung

Patentansprüche

1. Modulares Rotorblatt (140) für eine Windkraftanlage mit
 - wenigstens einem ersten Modul (1410) und einem zweiten Modul (1450),
 - wobei das erste und das zweite Modul (1410, 1450) dazu eingerichtet sind, dass sie fest miteinander über eine Verbindungsanordnung verbunden sind,
 - wobei die Verbindungsanordnung einen Verbinder (1510) aufweist, der an wenigstens eine Aufnahmhülse (1520, 1530) geklebt ist, die dazu eingerichtet ist, den Verbinder (1510) zu empfangen,
 - wobei die wenigstens eine Aufnahmhülse (1520, 1530) einen Dichtungsflansch (1540) aufweist,
 - wobei die Querschnittsform der wenigstens einen Aufnahmhülse (1520, 1530) so gewählt ist, dass sie der Querschnittsform des Verbinders (1510) derart entspricht,
 - sodass eine gleichmäßige Klebeschicht zwischen dem Verbinder (1510) und der wenigstens einen Aufnahmhülse (1520, 1530) ausgebildet werden kann, die eine im Wesentlichen gleichmäßige Lastverteilung zwischen dem Verbinder (1510) und der wenigstens einen Aufnahmhülse (1520, 1530) hervorruft.
2. Modulares Rotorblatt (140) nach Anspruch 1, wobei der Verbinder (1510) an dem ersten Modul (1410) angeordnet ist.
3. Modulares Rotorblatt (140) nach Anspruch 1, wobei der Verbinder (1510) an dem zweiten Modul (1450) angeordnet ist.
4. Modulares Rotorblatt (140) nach Anspruch 1 oder 3, wobei die Aufnahmhülse (1520) an dem ersten Modul (1410) angeordnet ist.

5. Modulares Rotorblatt (140) nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Aufnahmhülse (1530) an dem zweiten Modul (1450) angeordnet ist.

6. Modulares Rotorblatt (140) nach einem der voranstehenden Ansprüche, wobei der Verbinder und die Aufnahmhülse einen rechteckigen Querschnitt haben, oder wobei der Verbinder und die Aufnahmhülse einen elliptischen Querschnitt haben.

7. Modulares Rotorblatt (140) nach einem der voranstehenden Ansprüche, wobei jedes Modul (1410, 1450) im Wesentlichen dieselbe longitudinale Länge aufweist.

8. Modulares Rotorblatt (140) nach einem der voranstehenden Ansprüche, weiter aufweisend wenigstens ein Zwischenteil (1480), wobei das Zwischenteil (1480) dazu eingerichtet ist, starr mit einem der ersten und zweiten Module (1410, 1450) durch eine Verbindungsanordnung verbunden zu sein, wobei die Verbindungsanordnung einen zweiten Verbinder aufweist, der mit wenigstens einer zweiten Aufnahmhülse verklebt ist, die dazu eingerichtet ist, den Verbinder zu empfangen, und wobei der zweite Verbinder und die wenigstens eine zweite Aufnahmhülse rechteckige Querschnitte aufweisen.

9. Modulares Rotorblatt nach einem der voranstehenden Ansprüche, wobei der Verbinder (1510) und die Aufnahmhülse (1520, 1530) Steck- und Aufnahmhülsen-Hohlkastenträger sind, die dazu eingerichtet sind, ineinander zu passen.

10. Modulares Rotorblatt nach Anspruch 9, wobei die Hohlkastenträger Dichtungsflansche (1540) aufweisen.

11. Verfahren zum Zusammenbauen eines unterteilten Windkraftanlagen-Rotorblattes, mit den Schritten:

- Bereitstellen eines unterteilten Windkraftanlagen-Rotorblattes mit einem ersten Blatteil und einem zweiten Blatteil,
- Zusammenstecken der ersten und zweiten Blatteile mittels eines Verbinders,
- Ausbilden einer permanenten Verbindung zwischen den ersten und zweiten Blatteilen durch:
- Abdichten des Verbinders, und
- Ausbilden einer permanenten, im Wesentlichen gleichmäßigen Klebeverbindung zwischen einem Verbinder (1510) und wenigstens einer Aufnahmhülse (1520) unter Hervorrufen einer im Wesentlichen gleichmäßigen Lastverteilung zwischen dem Verbinder (1510) und der wenigstens einen Aufnahmhülse (1520), wobei die wenigstens eine Aufnahmhülse (1520) einen Dichtflansch bildet.

12. Verfahren nach Anspruch 11, wobei die permanente Verbindung mit einer gleichmäßigen Klebeschicht ausgebildet wird.

Es folgen 5 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

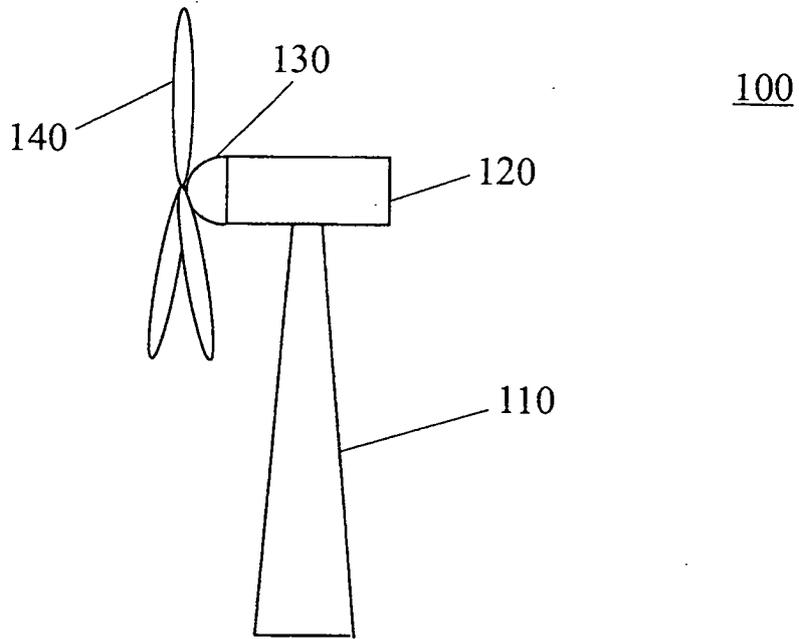


Fig. 1

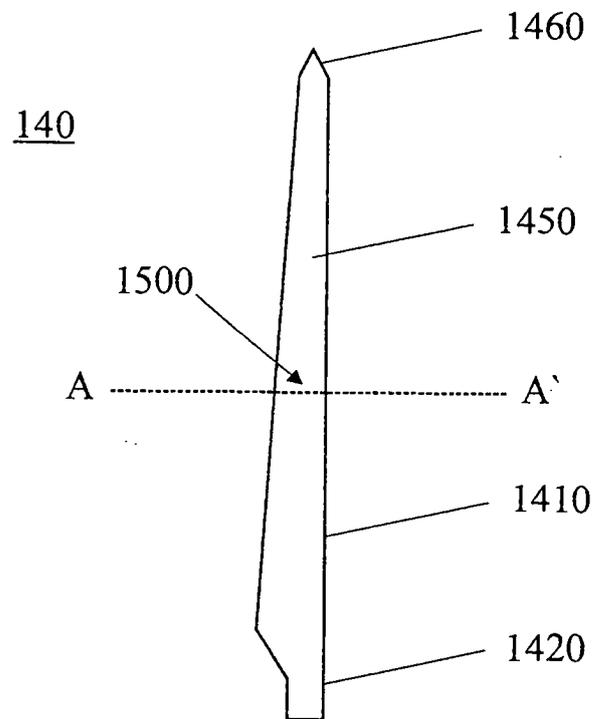


Fig. 2

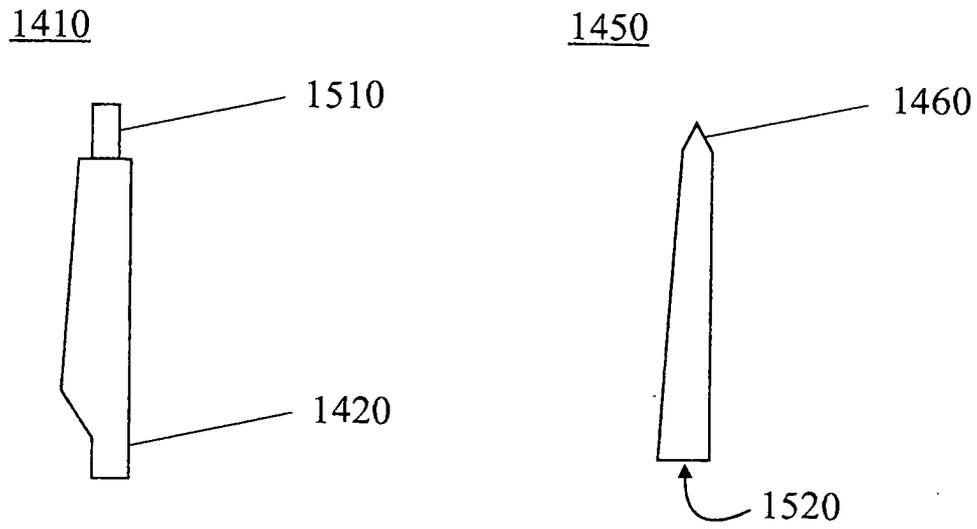


Fig. 3

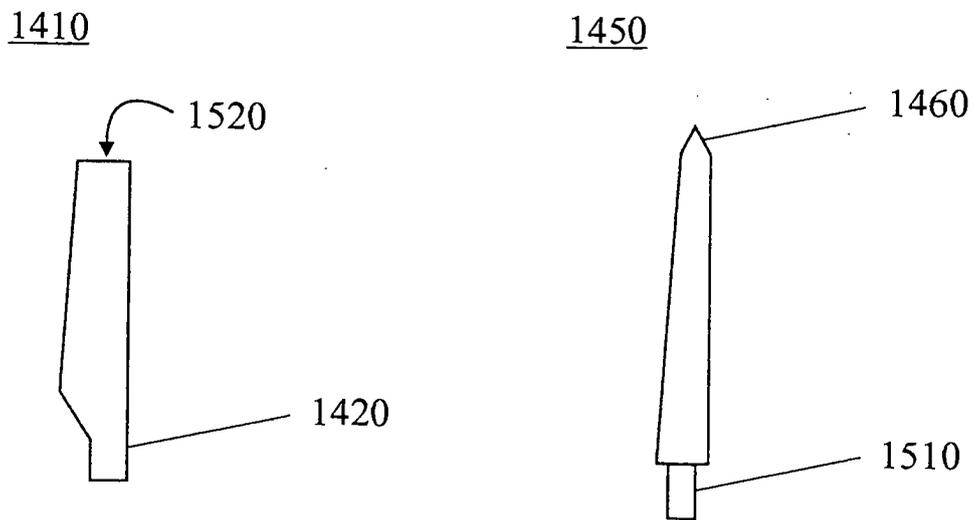


Fig. 4

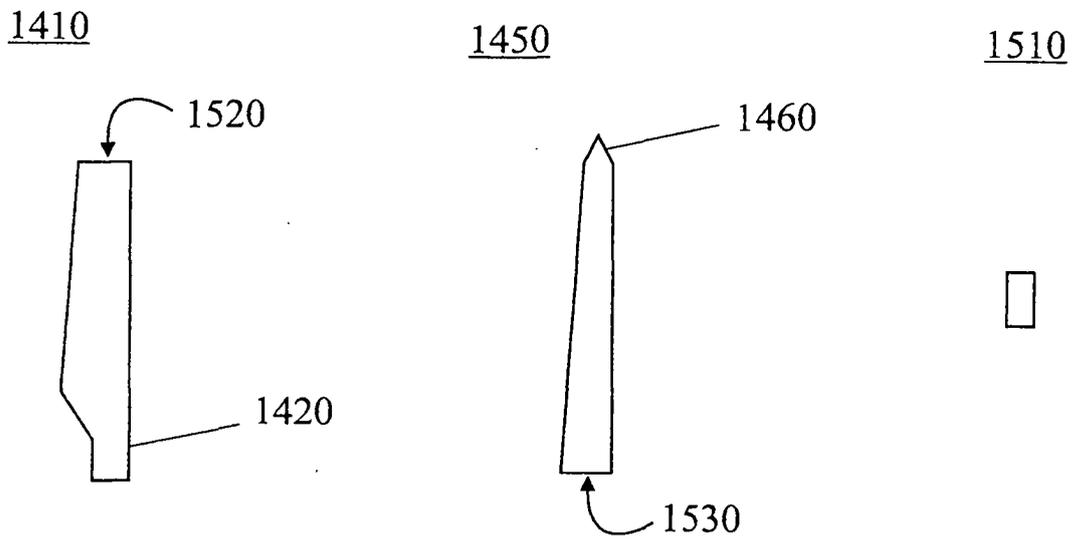


Fig. 5

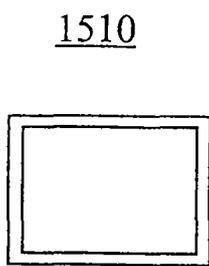


Fig. 6A

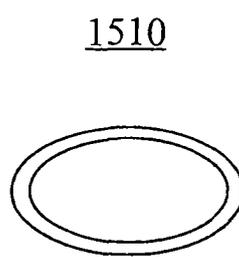


Fig. 6B

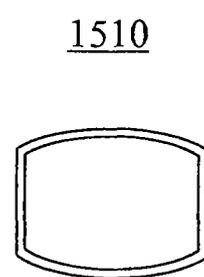


Fig. 6C

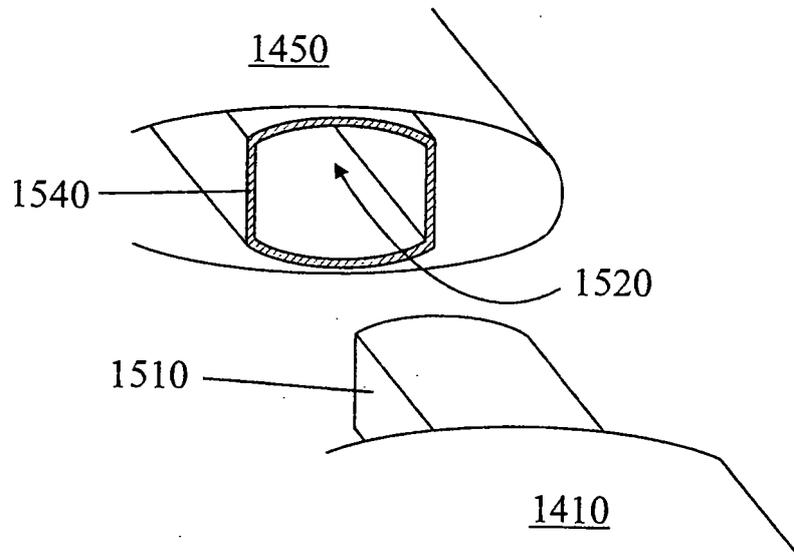


Fig. 7

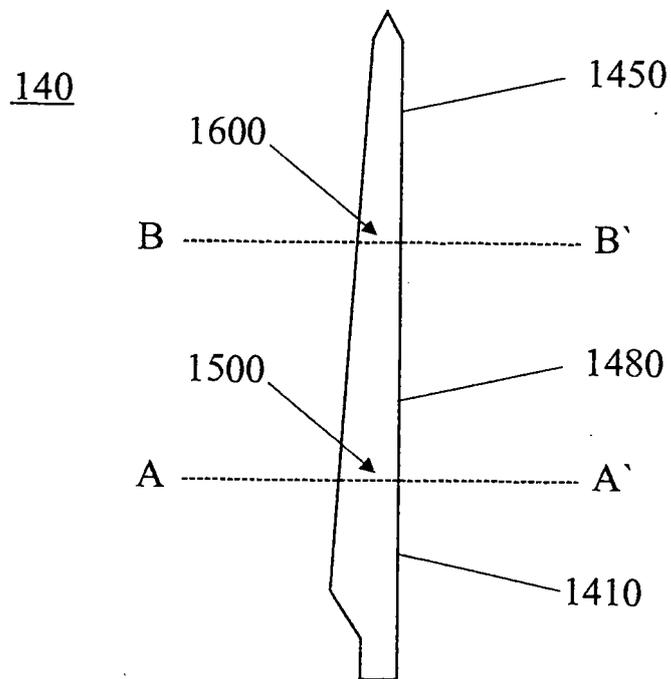


Fig. 8

900

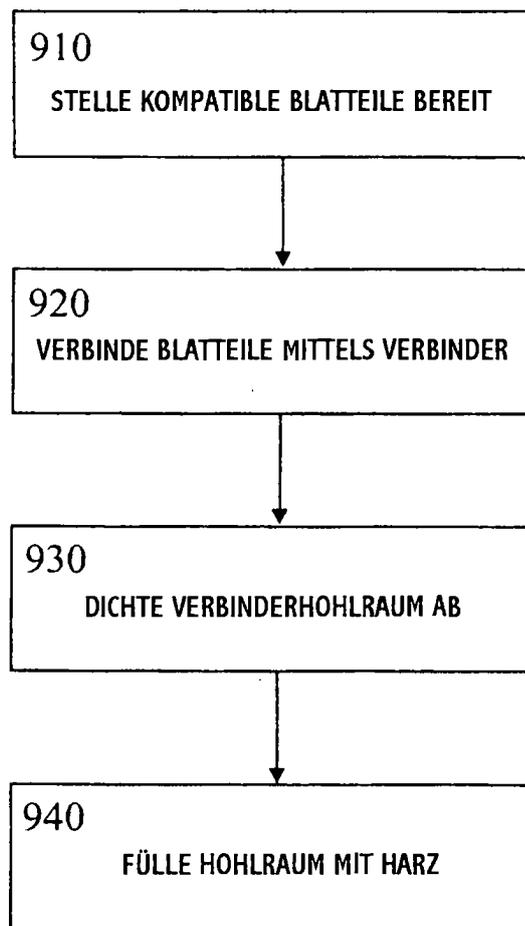


Fig. 9