



(10) **DE 10 2011 052 934 A1** 2012.03.01

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2011 052 934.9**

(22) Anmeldetag: **23.08.2011**

(43) Offenlegungstag: **01.03.2012**

(51) Int Cl.: **F03D 1/06 (2011.01)**

(30) Unionspriorität:

12/871,116 **30.08.2010** **US**

(71) Anmelder:

General Electric Company, Schenectady, N.Y., US

(74) Vertreter:

Rüger, Barthelt & Abel, 73728, Esslingen, DE

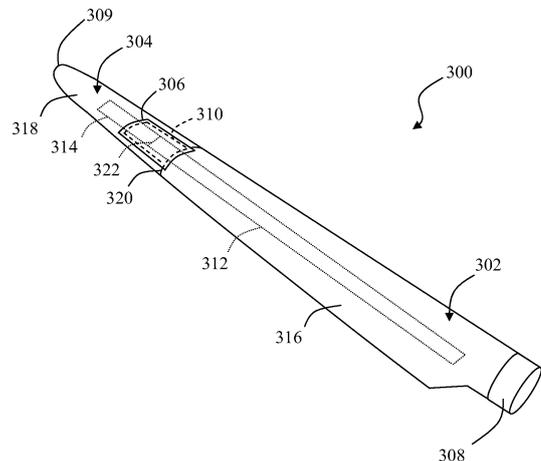
(72) Erfinder:

Miebach, Thomas, Niskayuna, N.Y., US;
Faidi, Waseem Ibrahim, Niskayuna, N.Y., US;
Baehmann, Peggy Lynn, Niskayuna, N.Y., US;
Quek, Shu Ching, Niskayuna, N.Y., US; Yerramalli,
Chandra Sekher, Niskayuna, N.Y., US; Fritz, Peter
James, Greenville, S.C., US

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Rotorblattanordnung einer Windkraftanlage mit einem Zugangsfenster und zugehöriges Verfahren**

(57) Zusammenfassung: Es werden eine Rotorblattanordnung (300) mit einem Zugangsfenster (310) und Verfahren für den Zusammenbau einer Rotorblattanordnung offengelegt. Die Rotorblattanordnung (300) kann im Wesentlichen eine erste Schalenkomponente (316) und eine zweite Schalenkomponente (318) enthalten. Die erste Schalenkomponente (316) kann an der zweiten Schalenkomponente (318) befestigt werden. Zusätzlich kann ein Zugangsbereich (324) in der ersten Schalenkomponente (316) und/oder der zweiten Schalenkomponente (318) definiert sein. Der Zugangsbereich (324) kann im Wesentlichen so eingerichtet sein, dass ein Zugangsfenster (310) in der Rotorblattanordnung (300) definiert ist. Das Zugangsfenster kann so eingerichtet sein, dass es einen Zugang zu dem Innenbereich eines Abschnittes der Rotorblattanordnung (300) bereitstellt.



Beschreibung

Gebiet der Erfindung

[0001] Der vorliegende Erfindungsgegenstand betrifft allgemein Windkraftanlagen-Rotorblätter und insbesondere eine Rotorblattanordnung mit einem Zugangsfenster, das einen Zugang zu dem Innenbereich der Rotorblattanordnung bereitstellt.

Hintergrund der Erfindung

[0002] Windkraft wird als eine der saubersten, umweltfreundlichsten der derzeit zur Verfügung stehenden Energiequellen betrachtet und Windkraftanlagen haben diesbezüglich erhöhte Aufmerksamkeit gefunden. Eine moderne Windkraftanlage enthält typischerweise einen Turm, einen Generator, ein Getriebe, eine Gondel und ein oder mehrere Rotorblätter. Die Rotorblätter gewinnen kinetische Energie des Windes unter Anwendung bekannter Flügelprinzipien. Die Rotorblätter wandeln die kinetische Energie in die Form von Rotationsenergie um, um so eine Welle anzutreiben, die die Rotorblätter mit einem Getriebe, oder wenn kein Getriebe verwendet wird, direkt mit dem Generator verbindet. Der Generator wandelt dann die mechanische Energie in elektrische Energie um, die an ein Stromversorgungsnetz geliefert werden kann.

[0003] Der Aufbau eines modernen Rotorblattes beinhaltet Haut- oder Schalenkomponenten und eine oder mehrere interne strukturelle Komponenten, wie z. B. Holmgurte und einen oder mehrere Holmstege. Die typischerweise aus Lagen von Faserverbundwerkstoff und/oder einem leichtgewichtigen Kernmaterial hergestellte Haut/Schale bildet die äußere aerodynamische Flügelform des Rotorblattes. Die Holmgurte steifen das Rotorblatt aus, indem sie auf beiden Innenseiten des Rotorblattes ein oder mehrere über die Länge des Rotorblattes verlaufende strukturelle Elemente integrieren. Holmstege sind strukturelle trägerartige Komponenten, die im Wesentlichen rechtwinklig zwischen den oberen und unteren Holmgurten verlaufen und sich quer zu dem Innenabschnitt des Rotorblattes zwischen den Außenhäuten erstrecken. Die Holmgurte wurden bisher typischerweise aus glasfaserverstärkten Verbundwerkstoffen aufgebaut, obwohl einige größere Blätter aus kohlefaserverstärkten Verbundwerkstoffen aufgebaute Holmgurte enthalten können.

[0004] Die Größe, Form und Gewicht der Rotorblätter sind Faktoren, die im Wesentlichen zu Energiewirkungsgraden von Windkraftanlagen beitragen. Beispielsweise kann eine Vergrößerung der Rotorblattabmessung die Energieerzeugung einer Windkraftanlage erhöhen. Somit wurden zur Sicherstellung, dass die Windenergie eine mögliche Energiequelle bleibt, Anstrengungen unternommen, um die Ener-

gieausbeute durch Erhöhen der Länge von Windkraftanlagenblättern zu steigern. Beispielsweise haben größere Windkraftanlagen Rotorblätter mit einem Radius von 70 m und mehr.

[0005] Um die Herstellung und den Transport derart großer Rotorblätter zu ermöglichen, ist es oft erforderlich, die Rotorblätter in zwei oder mehr Teilen herzustellen, welche dann an der Windkraftanlagenbaustelle zusammengebaut werden müssen. Beispielsweise können bekannte Rotorblattanordnungen als eine zweiteilige Konstruktion sowohl aus einem vollständig ausgebildeten Spitzenteil als auch einem vollständig ausgebildeten Fußteil ausgebildet sein. Somit erfordern herkömmliche Verfahren für den Zusammenbau der Spitzen- und Fußteile, dass sowohl die Haut/Schalen-Komponenten als auch die internen strukturellen Komponenten der Teile gleichzeitig aneinander befestigt werden. Demzufolge werden die internen strukturellen Komponenten der Teile oft blind verbunden, da ein physischer und visueller Zugang zu derartigen Komponenten durch die Außenschalenkomponenten blockiert ist. Bei derartigen Blindverbindungen ist es oft schwierig und/oder unmöglich, sicherzustellen, dass die internen strukturellen Komponenten des Fußteils und des Spitzenteils einwandfrei verbunden werden. Demzufolge kann die strukturelle Integrität des Rotorblattes insbesondere an den Schnittstellen der Spitzen- und Fußteile beeinträchtigt sein. Ferner ist es aufgrund der Blindverbindung der internen strukturellen Komponenten oft der Fall, dass überschüssiges Verbindungsmaterial, wie z. B. zu große Mengen an Klebverbindungsmaterialien verwendet werden, um den fehlenden Zugang zu den internen Verbindungsstellen und/oder Verbindungen des Rotorblattes zu kompensieren.

[0006] Demzufolge besteht ein Bedarf nach einer Rotorblattanordnung, die einen Zugang zum Innenraum des Rotorblattes während ihres Zusammenbaus bereitstellt.

Kurzbeschreibung der Erfindung

[0007] Aspekte und Vorteile der Erfindung werden teilweise in der nachstehenden Beschreibung beschrieben oder werden aus der Beschreibung ersichtlich oder können durch die praktische Ausführungsform der Erfindung erkannt werden.

[0008] In einem Aspekt legt der vorliegende Erfindungsgegenstand eine Rotorblattanordnung für eine Windkraftanlage offen. Die Rotorblattanordnung kann im Wesentlichen ein Fußsegment und ein Spitzensegment enthalten. Das Fußsegment kann eine Fußschale und eine interne Fußkomponente enthalten. Das Spitzensegment kann an dem Fußsegment befestigt werden und eine Spitzenschale und eine interne Spitzenkomponente enthalten. Zusätzlich kann ein Zugangsbereich in der Fußschale und/

oder der Spitzenschale definiert sein. Der Zugangsbereich kann im Wesentlichen so eingerichtet sein, dass ein Zugangsfenster in der Rotorblattanordnung definiert ist. Ein derartiges Zugangsfenster kann im Wesentlichen so eingerichtet sein, dass es einen Zugang zu dem Innenbereich eines Abschnittes der Rotorblattanordnung bereitstellt.

[0009] In einem weiteren Aspekt legt der vorliegende Erfindungsgegenstand Verfahren zum Zusammenbau eines Rotorblattes mit einem Fußsegment und einem Spitzensegment offen. Die Verfahren können im Wesentlichen die Ausrichtung des Fußsegmentes und des Spitzensegmentes dergestalt, dass ein Zugangsfenster an einer Schnittstelle einer internen Fußkomponente und einer internen Spitzenkomponente definiert wird, die Befestigung der internen Spitzenkomponente an der internen Fußkomponente und die Befestigung eines Schalensegmentes über dem Zugangsfenster beinhalten.

[0010] In einem weiteren Aspekt legt der vorliegende Erfindungsgegenstand eine Rotorblattanordnung für eine Windkraftanlage offen. Die Rotorblattanordnung kann im Wesentlichen eine erste Schalenkomponente, eine zweite Schalenkomponente und ein Schalensegment beinhalten. Die erste Schalenkomponente kann an der zweiten Schalenkomponente befestigt werden. Zusätzlich kann ein Zugangsbereich in der ersten Schalenkomponente und/oder der zweiten Schalenkomponente definiert sein. Der Zugangsbereich kann im Wesentlichen so eingerichtet sein, dass ein Zugangsfenster in der Rotorblattanordnung definiert ist. Das Zugangsfenster kann dafür eingerichtet sein, einen Zugang zu dem Innenbereich eines Abschnittes der Rotorblattanordnung bereitzustellen. Ferner kann das Schalensegment dafür eingerichtet sein, das Zugangsfenster abzudecken.

[0011] Diese und weitere Merkmale, Aspekte und Vorteile der vorliegenden Erfindung werden unter Bezugnahme auf die nachstehende Beschreibung und die beigefügten Ansprüche besser verständlich. Die beigefügten Zeichnungen, welche hierin enthalten sind und einen Teil dieser Beschreibung bilden, veranschaulichen Ausführungsformen der Erfindung und dienen zusammen mit der Beschreibung zur Erläuterung der Prinzipien der Erfindung.

Kurzbeschreibung der Zeichnungen

[0012] Eine vollständige und grundlegende Offenlegung der vorliegenden Erfindung einschließlich ihrer besten Ausführungsart, die sich an den Fachmann richtet, wird nachstehend in der Beschreibung unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen beschrieben, in welchen:

[0013] [Fig. 1](#) eine perspektivische Ansicht einer exemplarischen Windkraftanlage darstellt;

[0014] [Fig. 2](#) eine Querschnittsansicht einer Ausführungsform eines Rotorblattes darstellt;

[0015] [Fig. 3](#) eine perspektivische Ansicht einer Ausführungsform einer Rotorblattanordnung gemäß Aspekten des vorliegenden Erfindungsgegenstandes darstellt;

[0016] [Fig. 4](#) Blatt Draufsichten von Ausführungsformen eines Spitzensegmentes und Fußsegmentes darstellt, die mit der offengelegten Rotorblattanordnung gemäß Aspekten des vorliegenden Erfindungsgegenstandes verwendet werden können;

[0017] [Fig. 5](#) Vorderkantenansichten der Ausführungsformen des in [Fig. 4](#) dargestellten Spitzensegmentes und Fußsegmentes darstellt, und ferner ein Hautsegment darstellt, das mit der offengelegten Rotorblattanordnung gemäß Aspekten des vorliegenden Erfindungsgegenstandes verwendet werden kann;

[0018] [Fig. 6](#) eine perspektivische Teilansicht des in [Fig. 4](#) dargestellten Spitzensegmentes und Fußsegmentes darstellt, nachdem derartige Segmente gemäß Aspekten des vorliegenden Erfindungsgegenstandes zusammengebaut wurden, und insbesondere das in der Rotorblattanordnung definierte Zugangsfenster darstellt.

[0019] [Fig. 7](#) eine Querschnittsansicht einer Ausführungsform eines Abschnittes der Rotorblattanordnung des vorliegenden Erfindungsgegenstandes darstellt, welche insbesondere verschiedene Stellen darstellt, an welchen Zugangsbereiche in dem Spitzensegment und/oder Fußsegment der Rotorblattanordnung gemäß Aspekten des vorliegenden Erfindungsgegenstandes ausgebildet werden können; und

[0020] [Fig. 8](#) eine Explosionskantenansicht einer weiteren Ausführungsform einer Rotorblattanordnung gemäß Aspekten des vorliegenden Erfindungsgegenstandes darstellt.

Detaillierte Beschreibung der Erfindung

[0021] Es wird nun detaillierter Bezug auf Ausführungsformen der Erfindung genommen, wovon ein oder mehrere Beispiele in den Zeichnungen dargestellt sind. Jedes Beispiel wird im Rahmen einer Erläuterung der Erfindung und nicht einer Einschränkung der Erfindung bereitgestellt. Tatsächlich dürfte es für den Fachmann ersichtlich sein, dass verschiedene Modifikationen und Varianten in der vorliegenden Erfindung ohne Abweichung von dem Schutzbereich oder dem Erfindungsgedanken der Erfindung vorgenommen werden können. Beispielsweise können als Teil einer Ausführungsform dargestellte und beschriebene Merkmale bei einer weiteren Ausführungsform genutzt werden, um noch eine weitere Ausführungsform zu erhalten. Somit soll die vorlie-

gende Erfindung derartige Modifikationen und Varianten abdecken, soweit sie in den Schutzbereich der beigefügten Ansprüche und deren Äquivalente fallen.

[0022] Der vorliegende Erfindungsgegenstand ist insbesondere auf eine Rotorblattanordnung gerichtet, welche einen Zugang zu dem Innenbereich einer Rotorblattanordnung bereitstellt. Im Wesentlichen enthält die Rotorblattanordnung in einer Ausführungsform ein Spitzensegment, ein Fußsegment und ein Schalensegment. Die Rotorblattanordnung kann derart eingerichtet sein, dass während des Zusammenbaus des Fußsegmentes und des Spitzensegmentes ein Zugangsfenster definiert wird, welches einen Zugang zu der Schnittstelle der internen strukturellen Komponenten der Spitzen- und Fußsegmente bereitstellt. Ein derartiger Zugang kann einen visuellen Zugang zu der Schnittstelle der internen strukturellen Komponenten bereitstellen. Der durch das Zugangsfenster bereitgestellte Zugang kann auch einen physischen Zugang bereitstellen, sodass ein Handwerker in den Innenbereich der Rotorblattanordnung greifen, sich hineinbeugen und/oder darin einsteigen kann. Somit kann sichergestellt werden, dass die verschiedenen Innenkomponenten der Rotorblattanordnung einwandfrei miteinander verbunden werden. Zusätzlich können aufgrund des Zugangsfensters Materialkosten reduziert werden, da die Handwerker das Fehlen eines visuellen Zugangs nicht durch Aufbringen von zu viel Kleber oder anderen Verbindungsmaterialien auf die Verbindungsstelle, Nähte und/oder internen Verbindungen der Rotorblattanordnung überkompensieren müssen.

[0023] Ferner dürfte erkennbar sein, dass, obwohl die offengelegte Rotorblattanordnung hierin im Wesentlichen als eine Anordnung zur Erzeugung eines vollständigen Rotorblattes beschrieben wird, die offengelegten Anordnungsbestandteile und Verfahren auch in Reparaturvarianten eingesetzt werden können. Beispielsweise kann in einer Situation, in welcher die Spitze eines Rotorblattes aufgrund eines Schadens oder aus irgendeinem anderen Grund ersetzt wird, ein Spitzensegment ähnlich dem nachstehend beschriebenen als Ersatzspitze verwendet werden. Somit kann ein Zugangsfenster für die Reparaturhandwerker bereitgestellt werden, sodass sichergestellt werden kann, dass die neue Spitze einwandfrei an dem Rest des Rotorblattes befestigt wird. Ferner kann die offengelegte Rotorblattanordnung auch Vorteile in Situationen bereitstellen, in welchen ein Rotorblatt aus zwei oder mehr Teilen für Transportzwecke hergestellt werden muss, und somit anschließend an der Windkraftanlage-Baustelle zusammengesetzt werden muss. Insbesondere können die hierin beschriebenen Baugruppenbestandteile einen einfachen und effizienten Zusammenbau eines Rotorblattes an jedem geeigneten Ort ermöglichen.

[0024] In den Zeichnungen stellt **Fig. 1** eine perspektivische Ansicht einer exemplarischen Windkraftanlage **10** dar. Gemäß Darstellung ist die Anlage **10** eine Horizontalachsen-Windkraftanlage. Es dürfte jedoch erkennbar sein, dass die Windkraftanlage **10** eine Vertikalachsen-Windkraftanlage sein kann. In der exemplarischen Ausführungsform enthält die Windkraftanlage **10** einen Turm **12**, der sich von einer tragenden Oberfläche **14** aus erstreckt, eine auf der Spitze des Turms **12** montierte Gondel **16**, und einen Rotor **18**, der mit der Gondel **16** verbunden ist. Der Rotor **18** enthält eine drehbare Nabe **20** und wenigstens ein Rotorblatt **22**, das mit der Nabe **20** verbunden ist und sich daraus nach außen erstreckt. Gemäß Darstellung hat der Rotor **18** drei Blätter **22**. In einer alternativen Ausführungsform kann jedoch der Rotor **18** mehr oder weniger als drei Rotorblätter **22** enthalten. Zusätzlich ist in der exemplarischen Ausführungsform der Turm **12** aus rohrförmigem Stahl aufgebaut, um einen (in **Fig. 1** nicht dargestellten) Hohlraum zwischen der tragenden Oberfläche **14** und der Gondel **16** auszubilden. In einer alternativen Ausführungsform kann der Turm **12** jede geeignete Art von Turm mit jeder geeigneten Höhe sein.

[0025] Die Rotorblätter **22** können jede geeignete Länge haben, die eine Funktion der Windkraftanlage **10** wie hierin beschrieben ermöglicht. Beispielsweise können die Rotorblätter in einer Ausführungsform **22** eine Länge im Bereich von ca. 15 m bis ca. 90 m haben. Jedoch können weitere nicht einschränkende Beispiele von Blattlängen 15 m oder weniger, 20 m, 37 m oder eine Länge, die größer als 91 m ist, beinhalten. Zusätzlich können die Rotorblätter **22** in Abstand um die Nabe **20** herum angeordnet sein, um das Drehen des Rotors **18** zu ermöglichen, um die Übertragung kinetischer Energie aus dem Wind in nutzbare mechanische Energie und anschließend in elektrische Energie zuzulassen. Insbesondere wird, sobald Wind auf die Rotorblätter **22** aus einer Richtung **28** auftrifft, der Rotor **18** um eine Rotationsachse **30** gedreht. Die Nabe **20** kann drehbar mit einem (nicht dargestellten) in der Gondel **16** positionierten elektrischen Generator verbunden sein, um die Erzeugung elektrischer Energie zu ermöglichen. Ferner können die Rotorblätter **22** mit der Nabe **20** durch Verbinden eines Blattfußabschnittes **24** mit der Nabe **20** an mehreren Lastübertragungsbereichen **26** vereint sein. Somit werden alle in die Rotorblätter **22** induzierte Lasten über die Lastübertragungsbereiche **26** an die Nabe **20** übertragen.

[0026] Wie in der dargestellten Ausführungsform gezeigt, kann die Windkraftanlage **10** auch ein Anlagensteuerungssystem oder eine Anlagensteuerung **36** enthalten, die in der Gondel **16** zentralisiert sind. Es dürfte jedoch erkennbar sein, dass die Steuerung **36** an einer beliebigen Stelle auf oder in der Windkraftanlage **10**, an irgendeiner Stelle der tragenden Fläche **14** oder im Wesentlichen an irgendeinem an-

deren Ort angeordnet sein kann. Die Steuerung **36** kann im Wesentlichen dafür eingerichtet sein, die verschiedenen Betriebsmodi der Windkraftanlage **10** (z. B. Start- oder Ausschaltsequenzen) zu steuern und kann auch dafür eingerichtet sein, Steuerbefehle an die verschiedenen Komponenten der Windkraftanlage **10** auszugeben.

[0027] In **Fig. 2** ist eine Querschnittsansicht einer Ausführungsform eines Rotorblattes **22** dargestellt. Gemäß Darstellung enthält das Rotorblatt **22** im Wesentlichen eine Außenschale **40**, die als der Körper oder als Außengehäuse/Abdeckung des Rotorblattes **22** dient. Die Außenschale **40** kann eine das Innenvolumen des Rotorblattes **22** definierende Innenoberfläche **42** und eine als die Außenhaut des Rotorblattes **22** dienende und die Druck- und Saugseiten **44**, **46** des Blattes **22** definierende Außenoberfläche enthalten. Zusätzlich ist, wie es in **Fig. 2** dargestellt ist, die Außenschale **40** als eine einschalige Komponente ausgebildet. Es dürfte jedoch erkennbar sein, dass die Außenschale **40** auch aus mehreren Schalenkomponenten ausgebildet sein kann. Beispielsweise kann, wie es in **Fig. 8** dargestellt ist, die Außenschale aus einer die Druckseite **44** des Rotorblattes **22** definierenden oberen Schalenkomponente und aus einer im Wesentlichen die Saugseite **46** des Rotorblattes **22** definierenden unteren Schalenkomponente gefertigt sein, wobei derartige Schalenkomponenten aneinander an den Vorder- und Hinterkanten **48**, **50** des Rotorblattes **22** befestigt sind.

[0028] Im Wesentlichen kann die Außenschale **40** des Rotorblattes **22** aus jedem beliebigen im Fachgebiet bekannten Material ausgebildet sein. Beispielsweise kann in einer Ausführungsform die Schale **40** vollständig aus einem Verbundwerkstoff-Laminatmaterial, wie z. B. aus kohlefaserverstärktem Verbundwerkstoff oder glasfaserverstärktem Verbundwerkstoff ausgebildet sein. Zusätzlich kann, wie es in der dargestellten Ausführungsform gezeigt ist, ein Abschnitt der Außenschale **40** als ein geschichteter Aufbau ausgeführt sein und kann einen aus leichtgewichtigem Material, wie z. B. Holz (z. B. Balsa), Schaum oder einer Kombination derartiger Materialien bestehenden Kern **52** enthalten. Beispielsweise kann der Kern **52** zwischen inneren und äußeren Hautlagen **54**, **56** der Außenschale **40** angeordnet sein, wobei derartige Lagen **54**, **56** aus jedem geeigneten faserverstärkten Verbundwerkstoff ausgebildet sein können.

[0029] Ferner kann gemäß **Fig. 2** das Rotorblatt **22** auch eine oder mehrere interne strukturelle Komponenten enthalten, wie z. B. wenigstens einen zwischen oberen und unteren Holmgurten **60**, **62** angeordnetem Holmsteg **58**. Der bzw. die Holmstege **58** können im Wesentlichen als trägerartige Komponenten zur Erzeugung struktureller Steifigkeit und erhöhter Festigkeit des Rotorblattes **22** dienen. Im

Wesentlichen können sich die Holmgurte **60**, **62** in Längsrichtung in dem Rotorblatt **22** erstrecken und (z. B. durch Klebeverbindung) an einer Innenoberfläche der Schale **40** befestigt sein. Der bzw. die Holmstege **58** und die Holmgurte **60**, **62** können im Wesentlichen als ein sich in Längsrichtung erstreckender Querträger eingerichtet sein, welcher (beispielsweise durch Klebeverbindung) im Wesentlichen rechtwinklig zwischen den oberen und unteren Holmgurten **60**, **62** befestigt ist. Es dürfte erkennbar sein, dass die Holmgurte **60**, **62** und der/die Holmsteg(e) **58** aus jedem geeigneten Material gefertigt sein können, das derartigen Komponenten eine Funktion wie hierin beschrieben ermöglicht. Beispielsweise können in die Holmgurte **60**, **62** einer Ausführungsform aus einem Verbundwerkstoffmaterial, wie z. B. einem unidirektionalen glasfaserverstärkten Verbundwerkstoff ausgebildet sein, und der/die Holmsteg(e) **58** können aus mit faserverstärktem Verbundwerkstoff verstärkten Schaum, Holz oder einem ähnlichen leichtgewichtigen Material ausgebildet sein.

[0030] In **Fig. 3** ist eine perspektivische Ansicht einer Ausführungsform einer Rotorblattanordnung **300** gemäß Aspekten des vorliegenden Erfindungsgegenstandes dargestellt. Gemäß Darstellung enthält die Rotorblattanordnung **300** im Wesentlichen ein Fußsegment **302**, ein Spitzensegment **304** und ein Schalensegment **306**. Die Segmente **302**, **304**, **306** der Rotorblattanordnung **300** können im Wesentlichen so eingerichtet sein, dass, wenn sie zusammengebaut sind, ein vollständiges Rotorblatt mit einem im Wesentlichen zusammenhängenden aerodynamischen Profil definiert wird. Somit kann das Fußsegment **302** einen für eine Montage an der Nabe **20** (**Fig. 1**) einer Windkraftanlage eingerichteten Fußabschnitt **308** enthalten. In ähnlicher Weise kann das Spitzensegment **304** eine gegenüber dem Fußabschnitt **308** angeordnete Blattspitze **309** definieren. Zusätzlich können das Fußsegment **302** und/oder das Spitzensegment **304** so eingerichtet sein, dass ein Zugangsfenster **310** in der Rotorblattanordnung **300** definiert wird. Ein derartiges Zugangsfenster **310** kann im Wesentlichen so eingerichtet sein, dass es einen Zugang zu dem Innenbereich des Rotorblattes wie z. B. an der Schnittstelle **322** der Innenkomponenten der Rotorblattanordnung (z. B. der internen strukturellen Komponenten **312**, **314**) bereitstellt. Ferner kann das Schalensegment **306** im Wesentlichen so eingerichtet sein, dass es das Zugangsfenster **310** dergestalt abdeckt, dass eine vollständige Rotorblattanordnung erhalten wird.

[0031] Im Wesentlichen können das Fußsegment **302** und das Spitzensegment **304** der Rotorblattanordnung **300** jeweils eine Außenschale und wenigstens eine interne strukturelle Komponente enthalten. Insbesondere kann gemäß Darstellung in **Fig. 3** das Fußsegment **302** eine Fußschale **316** und eine interne strukturelle Komponente **312** enthalten. In ähnli-

cher Weise kann das Spitzensegment **304** eine Spitzenschale **318** und eine interne strukturelle Komponente **314** enthalten. Jede Schale **316**, **318** kann im Wesentlichen ähnlich wie die unter Bezugnahme auf **Fig. 2** beschriebene Außenschale **40** aufgebaut sein. Somit können die Fuß- und Spitzenschalen **316**, **318** im Wesentlichen als der Körper oder das Außengehäuse für ihr entsprechendes Segment **302**, **304** dienen und können aus irgendwelchem(n) geeigneten Material(ien), wie z. B. einem oder mehreren Verbundwerkstoff-Laminatmaterial(ien) oder einer Kombination von Verbundwerkstoffmaterial(ien) und Kernstoffmaterial(ien) ausgebildet sein. Zusätzlich kann, wie es nachstehend detaillierter unter Bezugnahme auf die **Fig. 4** bis **Fig. 6** beschrieben wird, wenigstens eine von den Schalen **316**, **318** einen Zugangsbereich **324** dergestalt definieren, dass ein Zugangsfenster **310** in der Rotorblattanordnung **300** zum Erzeugen eines Zugangs zu dem Innenbereich der Anordnung **300** bereitgestellt wird.

[0032] Ferner können gemäß Darstellung in **Fig. 3** die Schalen **316**, **318** für eine Befestigung aneinander (z. B. durch Klebeverbindung) an einem Schalensrand oder einer Schnittstelle **320** dergestalt eingerichtet sein, dass die Rotorblattanordnung im Wesentlichen ein zusammenhängendes aerodynamisches Profil definiert. Zusätzlich können, in einer Ausführungsform, die Schalen **316**, **318** ein oder mehrere (nicht dargestellte) Befestigungseinrichtungen, wie z. B. entsprechend abgeschrägte Ränder, oder Verbindungskeileinrichtungen (z. B. Nut und Federeinrichtungen) definieren, um die Befestigung der Fußschale **316** an der Spitzenschale **318** zu erleichtern. Zusätzlich zu derartigen Befestigungseinrichtungen oder einer Alternative dazu kann ein Kaschierlaminat auf der Schalenschnittstelle **320** aufgebracht werden, um einen glatten aerodynamischen Übergang zwischen der Fußschale **316** und der Spitzenschale **318** sicherzustellen. Beispielsweise kann das Kaschierlaminat durch Anwenden eines nassen Auflegeprozesses aufgebracht werden, wobei ein oder mehrere Schichten (mit einem Verstärkungsmaterial wie z. B. aus Glas- oder Kohlefasern) an der Schalenschnittstelle **320** positioniert werden und ein Harz oder ein anderes geeignetes Matrixmaterial darüber gerollt oder anderweitig auf die Oberfläche der Schichten zum Ausbilden eines glatten Profils an der Schnittstelle **320** aufgebracht wird.

[0033] Die internen strukturellen Komponenten **312**, **314** der Fuß- und Spitzensegmente **302**, **304** können im Wesentlichen dafür eingerichtet sein, eine erhöhte Festigkeit und/oder Steifigkeit für die Rotorblattanordnung **300** bereitzustellen. Somit dürfte erkennbar sein, dass die internen strukturellen Komponenten **312**, **314** jedes im Fachgebiet bekannte geeignete strukturelle und/oder aussteifende Element enthalten können, das zur Erzeugung einer strukturellen Unterstützung an den Segmenten **302**, **304** ver-

wendet werden kann. Beispielsweise können in einer Ausführungsform die internen strukturellen Komponenten **312**, **314** der Fuß- und Spitzensegmente **302**, **304** ein Paar von Holmgurten **60**, **62** und einen entsprechenden Holmsteg **58** aufweisen, wovon jeder im Wesentlichen wie unter Bezugnahme auf **Fig. 2** beschrieben eingerichtet sein kann. Zusätzlich können, wie es in **Fig. 3** dargestellt ist, die internen strukturellen Komponenten **312**, **314** für eine Befestigung aneinander an einer internen Schnittstelle **322** der Rotorblattanordnung **300** eingerichtet sein. Beispielsweise können derartige Komponenten **312**, **314** (z. B. durch Klebeverbindung) miteinander verbunden sein oder können aneinander unter Verwendung irgendeiner geeigneten Befestigungseinrichtung, wie z. B. durch Verwendung von Schrauben, Bolzen, Nut und Federsitz, Passsitz, Klammern oder unter Verwendung irgendeines anderen geeigneten Trockenbefestigungsmechanismus und/oder Verfahrens, verbunden sein.

[0034] Ferner kann gemäß **Fig. 3** das Schalensegment **306** der Rotorblattanordnung **300** im Wesentlichen dafür eingerichtet sein, als Abdeckstück für die Verkleidung des an der Schnittstelle der Fuß- und Spitzensegmente **302**, **304** definierten Zugangsfensters **310** zu dienen. Somit kann das Schalensegment **306** im Wesentlichen jede geeignete vorgefertigte Haut- oder Schalenssegmente aufweisen, die geformt oder anderweitig so eingerichtet ist, dass sie sowohl das Zugangsfenster **310** abdeckt, als auch der im Wesentlichen aerodynamischen Form und/oder dem Profil des Fußsegmentes **302** und des Spitzensegmentes **304** entspricht. Somit kann, wenn das Schalensegment **306** an der Fuß- und/oder der Spitzenschale **316**, **318** (z. B. durch Verbinden des Schalensegmentes **306** um den Umfang des Zugangsfensters **310** herum) befestigt ist, die Rotorblattanordnung **300** im Wesentlichen ein zusammenhängendes aerodynamisches Profil definieren. Ferner dürfte erkennbar sein, dass ähnlich zu der Schalenschnittstelle **320** ein Kaschierlaminat um den Umfang des Schalensegmentes **306** herum, wie z. B. durch Anwendung eines nassen Auflegeprozesses aufgebracht werden kann, um einen glatten aerodynamischen Übergang zwischen dem Schalensegment **306** und den Fuß- und Spitzenschalen **316**, **318** sicherzustellen.

[0035] Es dürfte jedoch auch erkennbar sein, dass das Schalensegment **306** im Allgemeinen aus jedem geeigneten Material ausgebildet sein kann. Jedoch kann das Schalensegment in einigen Ausführungsformen aus demselben oder im Wesentlichen ähnlichen Material wie die Fuß- und Spitzenschalen **316**, **318**, wie z. B. aus einem oder mehreren Verbundwerkstoff-Laminatmaterial(ien) oder einer Kombination von einem oder mehreren Verbundwerkstoffmaterial(ien) und einem oder mehreren Kernmaterial(ien) ausgebildet sein.

[0036] In den [Fig. 4](#) und [Fig. 5](#) sind Kanten- und Blatt Draufsichten von Ausführungsformen eines Fußsegmentes **302** und eines Spitzensegmentes **304**, die mit der offengelegten Rotorblattanordnung **300** verwendet werden können, gemäß Aspekten des vorliegenden Erfindungsgegenstandes dargestellt. Insbesondere stellt [Fig. 4](#) eine Blatt Draufsicht einer Ausführungsform der Druckseite **44** ([Fig. 2](#)) sowohl von dem Fußsegment **302** als auch dem Spitzensegment **304** dar. [Fig. 5](#) stellt eine Vorderkantenansicht des (in [Fig. 4](#) dargestellten) Fußsegmentes **302** und des Spitzensegmentes **304** dar, und stellt eine Ausführungsform eines Schalensegmentes **306** dar, das zum Vervollständigen der Rotorblattanordnung **300** verwendet werden kann.

[0037] Wie vorstehend angegeben, können das Fußsegment **302** und das Spitzensegment **304** der Rotorblattanordnung **300** im Wesentlichen eine Außenschale **316**, **318** und eine oder mehrere interne strukturelle Komponenten, wie z. B. ein Paar von Holmgurten **60**, **62** (wovon nur einer auf dem Spitzensegment **304** zu sehen ist) und einen sich zwischen den Holmgurten **60**, **62** erstreckende(n) Holmsteg(e) **58** enthalten. Zusätzlich kann, wie es in [Fig. 4](#) und [Fig. 5](#) dargestellt ist, die Spitzenschale **318** einen offenen Bereich oder Zugangsbereich **324** in einem Bereich des Mantels **318** im Wesentlichen angrenzend an den Ort definieren, an welchem die internen strukturellen Komponenten **58**, **60**, **62** und/oder die Spitzenschale **318** des Spitzensegmentes **304** zur Befestigung an den internen strukturellen Komponenten **58**, **60**, **62** und/oder der Fußschale **316** des Fußsegmentes **302** eingerichtet sind. Somit kann, wenn die Fuß- und Spitzensegmente **302**, **304** zusammengebaut sind, ein Zugangsfenster **310** ([Fig. 3](#)) zwischen den Segmenten **302**, **304** definiert sein. So wie hierin verwendet, kann der Begriff "Zugangsbereich" im Wesentlichen jede Einrichtung bezeichnen, die in der Spitzenschale **318** und/oder der Fußschale **316** definiert/ausgebildet ist, die einen Zugang zu einem Abschnitt des Innenraums der Rotorblattanordnung **300** wie z. B. in einem Bereich im Wesentlichen angrenzend an die Schale und/oder interne Schnittstellen **320**, **322** ([Fig. 3](#)) der Fuß- und Spitzensegmente **302**, **304** bereitstellt. Demzufolge dürfte erkennbar sein, dass, obwohl der Zugangsbereich **324** als nur in dem Spitzenabschnitt **318** des Spitzensegmentes **304** definiert dargestellt ist, der Zugangsbereich **324** auch nur in dem Fußabschnitt **316** des Fußsegmentes **302** definiert sein kann oder Zugangsbereiche **324** sowohl in dem Fußabschnitt **316** als auch in dem Spitzenabschnitt **318** definiert sein kann.

[0038] Gemäß Darstellung in den [Fig. 4](#) und [Fig. 5](#) kann der Zugangsbereich **324** im Wesentlichen jede Öffnung oder entfernten Bereich umfassen, der in der Haut/Schale der Spitzenschale **318** definiert und/oder ausgebildet ist, welche eine beliebige geeignete Länge **326** haben kann. Somit kann, wenn

die Segmente **302**, **304** zusammengebaut werden, ein Zugangsfenster **310** in der Rotorblattanordnung mit einer Länge **326** definiert sein. Zusätzlich ist gemäß Darstellung in [Fig. 5](#) der Zugangsbereich **324** durch im Wesentlichen gerade Kanten **328** dergestalt definiert, dass der Bereich **324** eine gekrümmte, rechteckige Form der Öffnung in dem Spitzenabschnitt **318** aufweist. Es dürfte jedoch erkennbar sein, dass in den alternativen Ausführungsformen die Spitzenschale **318** (oder in einigen Fällen die Fußschale **316** oder eine Kombination beider Schalen **316**, **318**) im Wesentlichen so geformt sein kann, dass der Zugangsbereich **324** jede geeignete Form definiert und/oder eine geeignete Konfiguration hat, die einen Zugang zu dem Innenbereich der Rotorblattanordnung **300** ermöglicht. Beispielsweise kann die Spitzenschale **318** mit gekrümmten Kanten in dem Bereich des Zugangsbereichs **324** dergestalt ausgebildet sein, dass eine gerundete oder gekrümmte Öffnung in der Spitzenschale **318** definiert ist. Ferner muss, wie es nachstehend detaillierter unter Bezugnahme auf [Fig. 7](#) beschrieben wird, der Zugangsbereich **324** nicht auf der Druckseite **44** ([Fig. 2](#)) der Spitzenschale **318** und/oder der Blattschale **316** gemäß Darstellung in [Fig. 4](#) und [Fig. 5](#) ausgebildet sein. Beispielsweise kann der Zugangsbereich **324** von der Saugseite **46** aus, an der Vorderkante **48**, an der Hinterkante **50** oder quer zu zwei oder mehreren derartigen Bereichen der Rotorblattanordnung **300** ausgebildet sein.

[0039] Weiter können gemäß [Fig. 4](#) und [Fig. 5](#), in einer Ausführungsform, die internen strukturellen Komponenten (z. B. die Holmgurte **60**, **62**) und der/die entsprechende Holmsteg(e) **58** der Segmente **302**, **304** so eingerichtet sein, dass, wenn sie zusammengebaut werden, die interne Schnittstelle **322** ([Fig. 3](#)) der internen strukturellen Komponenten **58**, **60**, **62** an einer anderen Längsposition als die Schalenschnittstelle **320** ([Fig. 3](#)) der Schalen **316**, **318** angeordnet ist. Beispielsweise kann, wie es in [Fig. 4](#) dargestellt ist, das Fußsegment **302** so eingerichtet sein, dass dessen internen strukturellen Komponenten **58**, **60**, **62** über eine Strecke **330** von dem Ende **332** der Fußschale **316** nach außen erstrecken, welche der Strecke **330** zwischen dem Ende der internen strukturellen Komponenten **58**, **60**, **62** der Spitzenschale **318** und dem Ende **334** der Spitzenschale **318** entsprechen kann. Somit kann die Schalenschnittstelle **320** ([Fig. 3](#)) der Rotorblattanordnung **300** bei einer Länge **330** der internen Schnittstelle **322** ([Fig. 3](#)) angeordnet sein. Es dürfte erkennbar sein, dass in alternativen Ausführungsformen die internen strukturellen Komponenten **58**, **60**, **62** des Spitzensegmentes **304** im Wesentlichen zu dem Ende **334** der Spitzenschale **318** ausgerichtet sein können und die internen strukturellen Komponenten **58**, **60**, **62** des Fußsegmentes **302** im Wesentlichen zu dem Ende **332** der Fußschale **316** dergestalt ausgerichtet sein können, dass die interne Schnittstelle **322** ([Fig. 3](#)) der Rotor-

blattanordnung **300** im Wesentlichen an derselben Stelle wie die Schalenschnittstelle **320** (Fig. 3) angeordnet ist. Es sollte jedoch auch erkennbar sein, dass die Schnittstellenlagen **320**, **322** der Rotorblattanordnung **300** generell an jeder geeigneten Stelle in Bezug auf das Zugangsfenster **310** dergestalt angeordnet sein können, dass der Zugang an derartigen Stellen vorgesehen werden kann. Ferner dürfte erkennbar sein, dass ähnliche Konfigurationen wie die vorstehend beschriebenen verwendet werden können, wenn der Zugangsbereich **324** nur in der Fußschale **316** oder sowohl in der Fußschale **316** als auch in der Spitzenschale **318** im Gegensatz zur Definition nur in der Spitzenschale **318** definiert ist.

[0040] Die internen strukturellen Komponenten **58**, **60**, **62** der Spitzen- und Fußsegmente **302**, **304** können auch ein oder mehrere Befestigungseinrichtungen enthalten, um eine Befestigung oder einen Zusammenbau derartiger Komponenten zu ermöglichen. Beispielsweise können gemäß Darstellung in Fig. 4 und Fig. 5 die Holmgurte **60**, **62** für jedes Segment **302**, **304** entsprechende abgeschrägte Kanten **336** dergestalt definieren, dass ein Abschnitt der Holmgurte **60**, **62** des Fußsegmentes **302** in einem Abschnitt der Holmgurte **60**, **62** für das Spitzensegment **304** oder umgekehrt aufgenommen werden kann. Weitere geeignete Befestigungseinrichtungen, die auf den internen strukturellen Komponenten **58**, **60**, **62** enthalten sein können, dürften für den Fachmann ohne Weiteres ersichtlich sein. Beispielsweise können in einer weiteren Ausführungsform die internen strukturellen Komponenten **58**, **60**, **62** entsprechende Nut- und Federkonfigurationen oder eine ähnliche Verkeilungskonfiguration aufweisen.

[0041] Insbesondere kann gemäß Fig. 5, wie vorstehend angegeben, das Schalensegment **306** im Wesentlichen so eingerichtet sein, dass es über während des Zusammenbaus der Fuß- und Spitzensegmente **302**, **304** ausgebildetem Zugangsfenster **310** (Fig. 3) sitzt oder anderweitig dieses abdeckt. Somit dürfte erkennbar sein, dass das Schalensegment **306** im Wesentlichen jede Form und/oder jedes Profil definieren kann, welches der aerodynamischen Form und/oder dem Profil der Rotorblattanordnung **300** (insbesondere den Fuß- und Spitzenschalen **316**, **318**) an der Stelle, an welcher das Schalensegment **306** über dem Zugangsfenster **310** (Fig. 3) befestigt wird, entspricht. Somit können, wenn das Schalensegment **306** über dem Zugangsfenster **310** befestigt wird, eine im Wesentlichen zusammenhängende aerodynamische Form und/oder ein Profil erzielt werden. Es dürfte erkennbar sein, dass das Schalensegment **306** im Wesentlichen an den Fuß- und/oder Spitzensegmenten **302**, **304** unter Anwendung beliebiger geeigneter Mittel befestigt werden kann. Beispielsweise kann in einer Ausführungsform das Schalensegment **306** mit den Fuß- und/oder Spitzen-Schalen **316**, **318** z. B. unter Verwendung jedes geeigneten

Kleberverbindungsmaterials verbunden werden. Alternativ kann das Schalensegment **306** an den Fuß- und/oder Spitzenschalen **316**, **318** unter Verwendung irgendeiner geeigneten Befestigungseinrichtung, wie z. B. unter Verwendung von Schrauben, Bolzen, einer Nut- und Federverbindung, eines Passsitzes, oder irgendeines anderen geeigneten Trockenbefestigungsmechanismus und/oder Verfahrens befestigt werden. Zusätzlich kann in einer Ausführungsform das Schalensegment **306** lösbar an den Fuß- und/oder Spitzenschalen **316**, **318** dergestalt befestigt oder angebracht werden, dass das Schalensegment **306** von der Rotorblattanordnung **300** jederzeit entfernt werden kann, um Reparaturen durchzuführen, um die internen Verbindungen der Rotorblattanordnung **300** zu prüfen und/oder irgendeine andere geeignete Aktion auszuführen.

[0042] Ferner kann das Schalensegment **306** beliebige (nicht dargestellte) geeignete Befestigungsmittel enthalten, wie z. B. abgeschrägte oder Messerkanten, um die Anbringung des Schalensegmentes **306** an den Fuß- und Spitzensegmenten **302** und **304** zu ermöglichen. Zusätzlich können die Spitzen- und/oder Fußschalen **316**, **318** auch ein oder mehrere Befestigungseinrichtungen definieren. Beispielsweise können, wie es in Fig. 5 dargestellt ist, die Spitzen- und Fußabschnitte **316**, **318** einen angewinkelten oder ausgesparten Abschnitt **338** definieren, der für die Aufnahme entsprechender (nicht dargestellter) angewinkelter oder ausgesparteter Abschnitte des Schalensegmentes **306** eingerichtet ist. Der Fachmann dürfte erkennen, dass verschiedene weitere geeignete Befestigungseinrichtungen, wie z. B. Verkeilungsbefestigungseinrichtungen (z. B. Nut- und Federverbindungen) ebenfalls in dem Schalensegment **306** und/oder den Spitzen- oder Fußschalen **316**, **318** enthalten sein können, um die Befestigung zwischen derartigen Komponenten zu ermöglichen.

[0043] In Fig. 6 ist eine perspektivische Teilansicht der in den Fig. 4 und Fig. 5 dargestellten Fuß- und Spitzensegmente **302**, **304** dargestellt, welche insbesondere derartige Segmente **302**, **304** im zusammengebauten Zustand darstellt. Wie dargestellt kann nach dem Zusammenbau der Spitzen- und Fußsegmente **302**, **304** ein Zugangsfenster **310** in der Rotorblattanordnung **300** aufgrund des in der Spitzenschale **318** und/oder der Fußschale **316** ausgebildeten Zugangsbereichs **324** (Fig. 4 und Fig. 5) definiert sein. Wie vorstehend beschrieben, kann das Zugangsfenster **310** im Wesentlichen so eingerichtet sein, dass es einen Zugang zu dem Innenbereich der Rotorblattanordnung **300** bereitstellt. Beispielsweise kann in einer Ausführungsform das Zugangsfenster **310** dafür eingerichtet sein, einen visuellen Zugang zu dem Innenbereich der Anordnung **300** dergestalt bereitzustellen, dass die Schale und/oder die Innenoberflächen **320**, **322** der Schalen **316**, **318** und/oder interne strukturelle Komponenten **58**,

60, 62 der Spitzen- und Fußsegmente **302, 304** visuell betrachtet werden können, um sicherzustellen, dass derartige Komponenten einwandfrei miteinander verbunden sind. Zusätzlich zu dem visuellen Zugang kann das Zugangsfenster **310** auch dafür eingerichtet sein, einen physischen Zugang zu dem Innenbereich der Rotorblattanordnung **300** bereitzustellen. Demzufolge kann es Handwerkern abhängig von der Größe des Zugangsfensters **310** (z. B. teilweise abhängig von der Länge **326** ([Fig. 4](#) und [Fig. 5](#))) möglich sein, den Innenbereich der Rotorblattanordnung **300** durch das Zugangsfenster **310** zu erreichen, sich hinein zu beugen und/oder hinein zu steigen, um eine einwandfreie Anbringung des Spitzensegmentes **302** an dem Fußsegment **304** sicherzustellen. Beispielsweise kann das Zugangsfenster **310** Handwerkern ermöglichen, genau eine ausreichende Menge von Kleber zwischen den internen strukturellen Komponenten (z. B. an den Schnittstellen **322** der Holmgurte **60, 62** und der Holmstege **58**) und/oder an der Schnittstelle **320** der Schalen **316, 318** aufzubringen, und dadurch eine einwandfreie Verbindung zwischen den Komponenten sicherstellen und möglicherweise auch die Materialkosten zu verringern, indem die Verwendung von zu viel Klebverbindungs material vermieden wird. Alternativ kann das Zugangsfenster **310** die schnelle und leichte Befestigung derartigen Komponenten aneinander unter Verwendung irgendwelcher geeigneter Mittel, wie z. B. unter Verwendung von Schrauben, Bolzen, Klammern oder jedem anderen im Fachgebiet bekannten Trockenbefestigungsmechanismus ermöglichen. Sobald derartige Komponenten der Segmente **302, 304** einwandfrei befestigt sind, kann das Schalensegment **306** dann über dem Zugangsfenster **310** befestigt werden, um den Zusammenbau abzuschließen und dadurch ein vollständiges Rotorblatt zu definieren.

[0044] In [Fig. 7](#) ist nun eine Querschnittsansicht einer Ausführungsform eines Abschnittes oder Segmentes (d. h., des Fußsegmentes **302** oder des Spitzensegmentes **304**) der offengelegten Rotorblattanordnung **300** dargestellt, welche insbesondere die verschiedenen Stellen veranschaulicht, an welchen die Zugangsbereiche **324** in dem bzw. den Segment(en) **302, 304** ausgebildet werden können. Beispielsweise kann ähnlich zu der vorstehend unter Bezugnahme auf die [Fig. 3](#) bis [Fig. 6](#) beschriebenen Ausführungsform der Zugangsbereich **324** auf der Druckseite **44** der Fuß- und/oder Spitzenschale **316, 318** so ausgebildet sein, dass das Schalensegment **306** der offengelegten Rotorblattanordnung **300** eine Druckseiten-Haut/Schalen-Komponente **340** aufweist. Alternativ kann der Zugangsbereich **324** auf der Saugseite **46** der Fuß- und/oder Spitzenschale **316, 318** dergestalt ausgebildet sein, dass das Schalensegment **306** eine Saugseiten-Haut/Schalen-Komponente **342** enthält. In weiteren Ausführungsformen kann der Zugangsbereich **324** in dem Bereich der Vorderkante **48** oder Hinterkante **50** der Fuß- und/oder Spit-

zenschale **316, 318** derart ausgebildet sein, dass das Schalensegment **306** eine Vorderkantenkomponente **344** bzw. Hinterkantenkomponente **346** aufweist. In noch weiteren Ausführungsformen kann der Zugangsbereich **324** über mehreren Bereichen der Fuß- und/oder Spitzenschale **316, 318** ausgebildet sein. Beispielsweise kann sich in einer Ausführungsform der Zugangsbereich von der Druckseite **44** der Schale **316, 318** zu der Saugseite **46** entweder über die Vorder- oder Hinterkante **48, 50** hinweg erstrecken. In einer derartigen Ausführungsform kann das Schalensegment **306** eine entsprechende Form und/oder Profil dergestalt definieren, dass sich das Schalensegment **306** von der Druckseite **44** zu der Saugseite **46** erstreckt und dadurch das durch den Zugangsbereich **324** gebildete Zugangsfenster **310** abdeckt. Ebenso kann sich in noch einer weiteren Ausführungsform der Zugangsbereich **324** um den gesamten Umfang der Schale **316, 318** dergestalt erstrecken, dass das Schalensegment **306** dafür eingerichtet ist, eine vollständige Querschnittsform und/oder ein Profil der Rotorblattanordnung **300** zu definieren. Es dürfte erkennbar sein, dass in verschiedenen Ausführungsformen (insbesondere denjenigen, in welchen der Zugangsbereich **324** über mehreren Abschnitten der Fuß- und/oder Spitzenschale **316, 318** ausgebildet ist, das Schalensegment **306** als zwei oder mehr Komponenten hergestellt werden kann, die dafür eingerichtet sind, aneinander befestigt zu werden, um somit das durch den Zugangsbereich **324** ausgebildete Zugangsfenster **310** abzudecken.

[0045] Es dürfte für den Fachmann erkennbar sein, dass in verschiedenen Ausführungsformen des vorliegenden Erfindungsgegenstandes die offengelegten Fuß- und Spitzensegmente **302, 304** jeweils in zwei oder mehr Teilsegmenten ausgebildet sein können. Beispielsweise kann das Fußsegment **302** selbst eine mehrteilige Anordnung mit zwei oder mehr sich in Längsrichtung erstreckenden Blattteilsegmenten sein, die aneinander befestigt sind, um so das Fußsegment **302** auszubilden. In einer derartigen Ausführungsform dürfte leicht erkennbar sein, dass Teilsegmente des Fußsegmentes **302** ähnlich den vorstehend beschriebenen Fuß- und Spitzensegmenten **302, 304** eingerichtet sein können. Beispielsweise können die Teilsegmente, wenn sie zusammengebaut sind, ein oder mehr Zugangsfenster **310** dergestalt definieren, dass ein Zugang zu der internen Schnittstelle der Teilsegmente bereitgestellt wird. Ferner dürfte erkennbar sein, dass das Zugangsfenster **310** und interne Schnittstellen der Fuß- und Spitzensegmente **302, 304** im Wesentlichen an jeder beliebigen Stelle entlang des Verlaufs der Rotorblattanordnung **300** angeordnet sein können. Beispielsweise kann in einer Ausführungsform das Zugangsfenster/die Schnittstelle im Wesentlichen angrenzend an die Spitze **309** der Rotorblattanordnung **300** angeordnet sein. Alternativ kann das Zugangsfenster/die Schnittstelle im Wesentlichen angrenzend

an den Fußabschnitt **308** der Anordnung **300** oder an irgendeiner beliebigen Stelle zwischen der Spitze **309** und dem Fußabschnitt **308** angeordnet sein.

[0046] In **Fig. 8** ist nun eine Explosions-Kantenansicht einer weiteren Ausführungsform der Rotorblattanordnung gemäß Aspekten des vorliegenden Erfindungsgegenstandes dargestellt. Die Rotorblattanordnung **800** enthält im Wesentlichen eine Druckseitenschalenkomponente **802**, eine Saugseitenschalenkomponente **804** und ein Schalensegment **806**. Jede Schalenkomponente **802**, **804** kann im Wesentlichen ähnlich wie die vorstehend unter Bezugnahme auf **Fig. 2** beschriebene Außenschale **40** aufgebaut sein. Somit können die Druck- und Saugseitenschalenkomponenten **802**, **804** im Wesentlichen als der Körper oder das Außengehäuse der Rotorblattanordnung **800** dienen und können aus beliebigem geeignetem(n) Material(ien), wie z. B. einem oder mehreren Verbundwerkstoff-Laminatmaterial(ien) oder einer Kombination vom einem oder mehreren Verbundwerkstoffmaterial(ien) und einem oder mehreren Kernmaterial(ien) ausgebildet sein. Zusätzlich können die Schalenkomponenten **802**, **804** gemäß Darstellung so eingerichtet sein, dass sie eine oder mehrere Innenkomponenten **808** der Rotorblattanordnung **800**, wie z. B. ein Paar von Holmgurten und einem zugeordneten Holmsteg umschließen. Ferner können die Schalenkomponenten **802**, **804** dafür eingerichtet sein, sich über die gesamte Länge der Rotorblattanordnung **800** zu erstrecken, wie beispielsweise von dem Fußabschnitt **308** bis zu dem Spitzenabschnitt **309**. Demzufolge kann, wenn die Druckseitenschalenkomponente **802** an der Saugseitenschalenkomponente **802** befestigt ist, die Rotorblattanordnung **800** im Wesentlichen die Form und/oder das Profil eines Rotorblattes definieren.

[0047] Ferner kann gemäß Darstellung in **Fig. 8** jede von den Schalenkomponenten **802**, **804** so eingerichtet sein, dass sie einen offenen Bereich oder Zugangsbereich **810** definiert. Somit kann, wenn die Schalenkomponenten **802**, **804** aneinander befestigt oder anderweitig zusammengebaut werden, ein Zugangsfenster ähnlich dem unter Bezugnahme auf die **Fig. 3** und **Fig. 6** beschriebenen Zugangsfenster **310** in der Rotorblattanordnung **800** zwischen den Schalenkomponenten **802**, **804** definiert werden. Dieses Zugangsfenster kann im Wesentlichen dafür eingerichtet sein, einen visuellen und/oder physischen Zugang zu dem Innenvolumen der Rotorblattanordnung **800** bereitzustellen.

[0048] Somit kann es Handwerkern möglich sein, den Innenbereich der Rotorblattanordnung **800** zu betrachten, zu erreichen, sich hinein zu beugen und/oder hinein zu steigen, um eine einwandfreie Anbringung der Schalensegmente **802**, **804** aneinander sicherzustellen. Beispielsweise kann das Zugangsfenster Handwerkern ermöglichen, genau eine aus-

reichende Menge von Kleber an den Schnittstellen der Schalenkomponenten **802**, **804** und/oder der Schnittstellen der internen Komponenten **808** und einer oder mehreren von den Schalenkomponenten **802**, **804** aufzubringen, und dadurch eine einwandfreie Verbindung zwischen den Komponenten sicherstellen und möglicherweise auch die Materialkosten zu verringern, indem die Verwendung von zu viel Kleberverbindungs material vermieden wird. Sobald die Schalenkomponenten **802**, **804** einwandfrei aneinander befestigt sind, kann das Schalensegment **806** dann über dem Zugangsfenster befestigt werden, um den Zusammenbau abzuschließen und dadurch ein vollständiges Rotorblatt zu definieren.

[0049] Es dürfte erkennbar sein, dass, obwohl der das Zugangsfenster bildende Zugangsbereich **810** in **Fig. 8** sowohl quer zu den Druck- als auch Saugseitenschalenkomponenten **802**, **804** definiert dargestellt ist, der Zugangsbereich **810** auch vollständig nur in einer der Schalenkomponenten **802**, **804** definiert sein kann. Es dürfte auch erkennbar sein, dass der bzw. die Zugangsbereiche **810** an jeder geeigneten Stelle entlang des Verlaufs und/oder des Umfangs der Rotorblattanordnung **800** definiert sein können, um so ein Zugangsfenster in den Innenbereich der Rotorblattanordnung **800** bereitzustellen. Ferner können in alternativen Ausführungsformen mehrere Zugangsbereiche **810** in den Druckseiten- und/oder Saugseitenschalenkomponenten **802**, **804** dergestalt definiert sein, dass mehrere Zugangsfenster entlang der Länge und/oder dem Umfang der Rotorblattanordnung **800** definiert werden. Bei einer derartigen Ausführungsform dürfte erkennbar sein, dass auch mehrere Schalensegmente **806** zum Abdecken der mehreren Zugangsfenster vorgesehen sein können.

[0050] Diese Beschreibung nutzt Beispiele, um die Erfindung einschließlich der besten Ausführungsart offenzulegen, und um auch jedem Fachmann zu ermöglichen, die Erfindung einschließlich der Herstellung und Nutzung aller Elemente und Systeme und der Durchführung aller einbezogenen Verfahren in die Praxis umzusetzen. Der patentfähige Schutzbereich der Erfindung ist durch die Ansprüche definiert und kann weitere Beispiele umfassen, die für den Fachmann ersichtlich sind. Derartige weitere Beispiele sollen in dem Schutzbereich der Erfindung enthalten sein, sofern sie strukturelle Elemente besitzen, die sich nicht von dem Wortlaut der Ansprüche unterscheiden, oder wenn sie äquivalente strukturelle Elemente mit unwesentlichen Änderungen gegenüber dem Wortlaut der Ansprüche enthalten.

[0051] Es werden eine Rotorblattanordnung **300** mit einem Zugangsfenster **310** und Verfahren für den Zusammenbau einer Rotorblattanordnung offengelegt. Die Rotorblattanordnung **300** kann im Wesentlichen eine erste Schalenkomponente **316** und eine zweite Schalenkomponente **318** enthalten. Die erste Scha-

lenkomponente **316** kann an der zweiten Schalenkomponente **318** befestigt werden. Zusätzlich kann ein Zugangsbereich **324** in der ersten Schalenkomponente **316** und/oder der zweiten Schalenkomponente **318** definiert sein. Der Zugangsbereich **324** kann im Wesentlichen so eingerichtet sein, dass ein Zugangsfenster **310** in der Rotorblattanordnung **300** definiert ist. Das Zugangsfenster kann so eingerichtet sein, dass es einen Zugang zu dem Innenbereich eines Abschnittes der Rotorblattanordnung **300** bereitstellt.

Bezugszeichenliste

10	Windkraftanlage
12	Turm
14	Standfläche
16	Gondel
18	Rotor
20	drehbare Nabe
22	Rotorblatt
24	Blattfußabschnitt
26	Lastübertragungsbereiche
28	Richtung
32	Anstellanpassungssystem
34	Anstellachsen
36	Anlagensteuerung
38	Gier-Achse
40	Außenschale
42	Innenbereich/Innenoberfläche
44	Druckseite
46	Saugseite
48	Vorderkante
50	Hinterkante
52	Kern
54	Innenhautschicht
56	Außenhautschicht
58	Holmsteg
60	oberer Holmgurt
62	unterer Holmgurt
300	Rotorblattanordnung
302	Fußsegment
304	Spitzensegment
306	Schalensegment
308	Fußabschnitt
309	Spitzenabschnitt
310	Zugangsfenster
312, 314	interne strukturelle Komponenten
316	Fußschale
318	Spitzenschale
320	Schnittstelle
322	Innenoberfläche/Schnittstelle
324	Zugangsbereich
326	Länge
328	gerade Kante
330	Länge
332	Ende (der Spitzenschale)
334	Ende (der Fußschale)
336	abgeschrägte Kanten

338	angewinkelter oder ausgesparter Abschnitt
340	Haut/Schale-Komponente
342	Haut/Schale-Komponente
344	Vorderkantenkomponente
346	Hinterkantenkomponente
800	Rotorblattanordnung
802	Mantelkomponente
804	Schalenkomponente
806	Schalensegment
808	Interne Komponenten
810	Zugangsbereich

Patentansprüche

1. Rotorblattanordnung (**300**) für eine Windkraftanlage (**10**), wobei die Rotorblattanordnung (**300**) aufweist:
 - ein Fußsegment (**302**) mit einer Fußschale (**316**) und einer internen Fußkomponente (**312**);
 - ein an dem Fußsegment (**302**) befestigtes Spitzensegment (**304**), wobei das Spitzensegment (**304**) eine Spitzenschale (**318**) und eine interne Spitzenkomponente (**314**) aufweist; und
 - einen in wenigstens einer von der Fußschale (**316**) und der Spitzenschale (**318**) definierten Zugangsbereich (**324**), wobei der Zugangsbereich (**324**) derart eingerichtet ist, dass ein Zugangsfenster (**310**) in der Rotorblattanordnung (**300**) definiert ist; wobei das Zugangsfenster (**310**) dafür eingerichtet ist, einen Zugang zu dem Innenbereich eines Abschnittes der Rotorblattanordnung (**300**) bereitzustellen.
2. Rotorblattanordnung (**300**) nach Anspruch 1, welche ferner ein Schalensegment (**306**) aufweist, das dafür eingerichtet ist, das Zugangsfenster (**310**) abzudecken.
3. Rotorblattanordnung (**300**) nach Anspruch 2, wobei der Zugangsbereich (**324**) auf einer Druckseite (**44**) von wenigstens einer von der Fußschale (**316**) und der Spitzenschale (**318**) dergestalt eingerichtet ist, dass das Schalensegment (**306**) als eine Druckseiten-Hautkomponente (**340**) eingerichtet ist.
4. Rotorblattanordnung (**300**) nach Anspruch 2, wobei der Zugangsbereich (**324**) auf einer Saugseite (**46**) von wenigstens einer von der Fußschale (**316**) und der Spitzenschale (**318**) derart ausgebildet ist, dass das Schalensegment (**306**) als eine Saugseiten-Hautkomponente (**342**) eingerichtet ist.
5. Rotorblattanordnung (**300**) nach Anspruch 2, wobei der Zugangsbereich (**324**) an einer Vorderkante (**48**) von wenigstens einer von der Fußschale (**316**) und der Spitzenschale (**318**) derart ausgebildet ist, dass das Schalensegment (**306**) als eine Vorderkantenkomponente (**344**) eingerichtet ist.

6. Rotorblattanordnung (300) nach Anspruch 2, wobei der Zugangsbereich (324) an einer Hinterkante (50) von wenigstens einer von der Fußschale (316) und der Spitzenschale (318) dergestalt eingerichtet ist, dass das Schalensegment (306) als eine Hinterkantenkomponente (346) eingerichtet ist.

7. Rotorblattanordnung (300) nach Anspruch 1, wobei das Schalensegment (306) an der Fußschale (316) und an der Spitzenschale (318) dergestalt befestigt ist, dass ein im Wesentlichen zusammenhängendes aerodynamisches Profil durch die Rotorblattanordnung (300) definiert ist.

8. Rotorblattanordnung (300) nach Anspruch 1, wobei die interne Fußkomponente (312) und die interne Spitzenkomponente (314) jeweils ein Paar von Holmgurten (60, 62) und wenigstens einen sich zwischen den Holmgurten (60, 62) erstreckenden Holmsteg (58) aufweisen.

9. Rotorblattanordnung (300) nach Anspruch 1, wobei das Zugangsfenster (310) dafür eingerichtet ist, einen physischen Zugang zu der Schnittstelle der internen Fußkomponente (312) und der internen Spitzenkomponente (314) bereitzustellen.

10. Verfahren zum Zusammenbau eines ein Fußsegment (302) mit einer Fußschale (316) und einer internen Fußkomponente (312) und ein Spitzensegment (304) mit einer Spitzenschale (318) und einer internen Spitzenkomponente (314) aufweisenden Rotorblattes, wobei das Verfahren die Schritte aufweist: Ausrichten des Fußsegmentes (302) und des Spitzensegmentes (304) dergestalt, dass ein Zugangsfenster (310) an einer Schnittstelle der internen Fußkomponente (312) und der internen Spitzenkomponente (314) definiert wird; Befestigen der internen Spitzenkomponente (312) an der internen Fußkomponente (314); und Befestigen eines Schalensegmentes (306) über dem Zugangsfenster (310).

11. Verfahren nach Anspruch 10, ferner mit dem Schritt der Befestigung der Spitzenschale (318) an der Fußschale (316).

12. Verfahren nach Anspruch 11, ferner mit dem Schritt der Aufbringung eines Kaschierlaminats an einer Schnittstelle (320) der Spitzenschale (318) und der Fußschale (316).

13. Verfahren nach Anspruch 10, ferner mit dem Schritt der Aufbringung eines Kaschierlaminats um den Umfang des Schalensegmentes (306).

14. Verfahren nach Anspruch 10, wobei die interne Fußkomponente (312) und die interne Spitzenkomponente (314) jeweils ein Paar von Holmgurten (60, 62) und wenigstens einen sich zwischen den Holm-

gurten (60, 62) erstreckenden Holmsteg (58) aufweisen.

15. Rotorblattanordnung (300, 800) für eine Windkraftanlage (10), wobei die Rotorblattanordnung (300, 800) aufweist:

eine erste Schalenkomponente (316, 802);
eine an der ersten Schalenkomponente (316, 802) befestigte zweite Schalenkomponente (318, 804);
einen in wenigstens einer von der ersten Schalenkomponente (316, 802) und zweiten Schalenkomponente (318, 804) definierten Zugangsbereich (324, 810), wobei der Zugangsbereich (324, 810) so eingerichtet ist, dass ein Zugangsfenster (310) in der Rotorblattanordnung (300, 800) definiert ist; und ein Schalensegment (306, 806), das dafür eingerichtet ist, das Zugangsfenster (310) abzudecken, wobei das Zugangsfenster (310) dafür eingerichtet ist, einen Zugang zu dem Innenbereich eines Abschnittes der Rotorblattanordnung (300, 800) bereitzustellen.

Es folgen 7 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

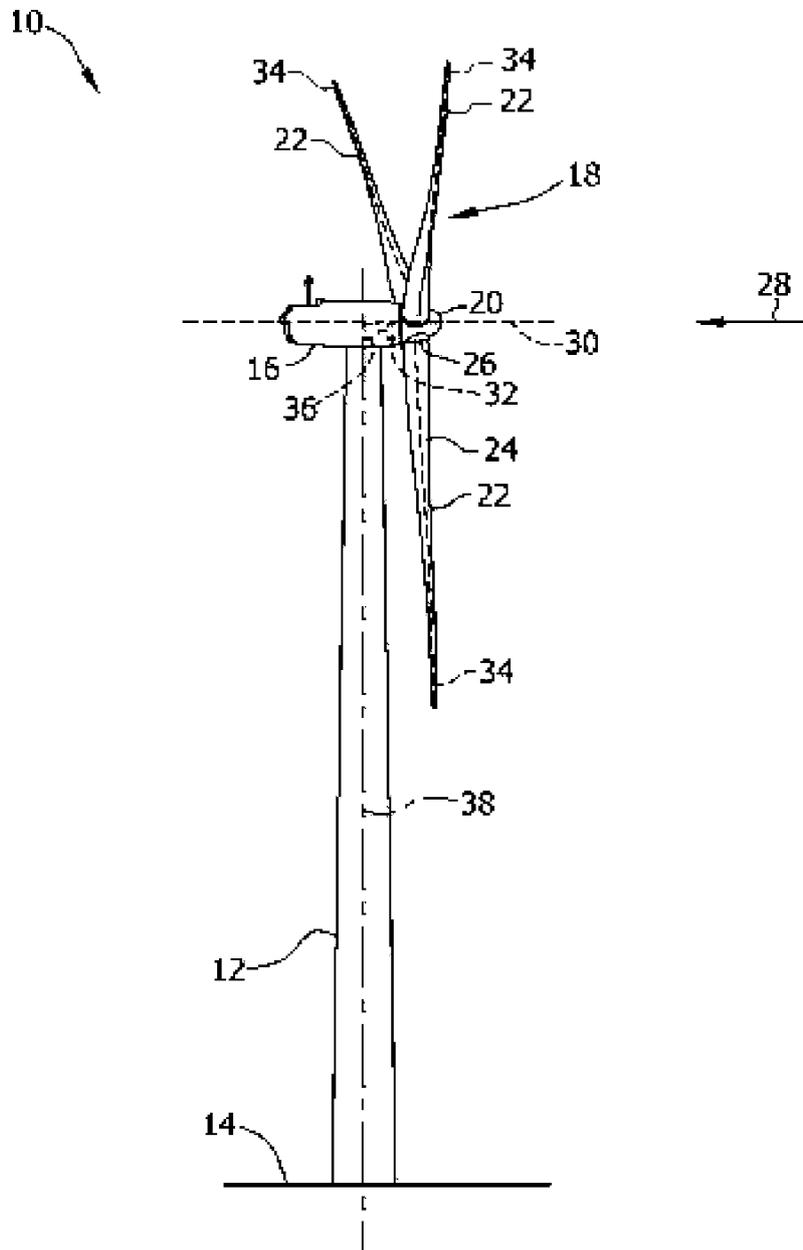


FIG. -1-

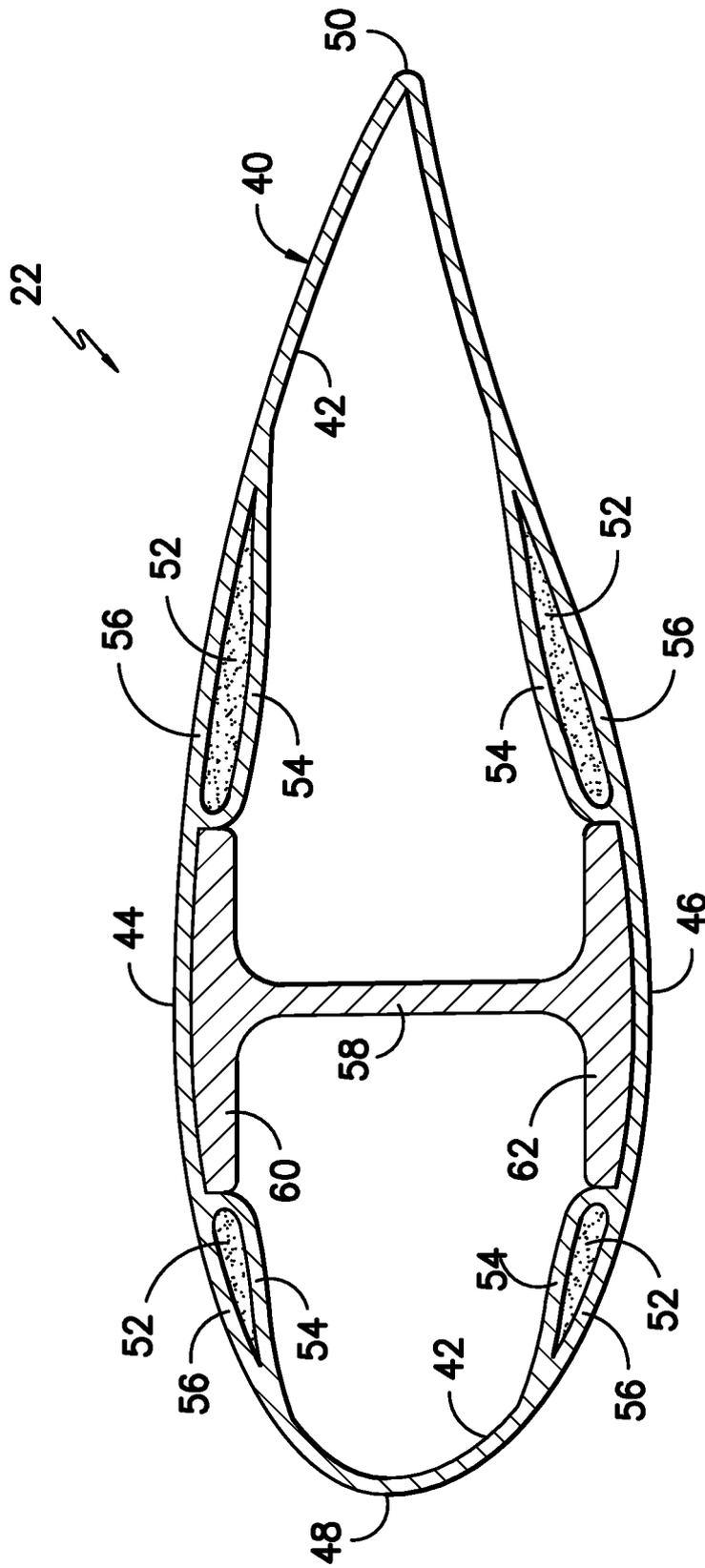


FIG. -2-

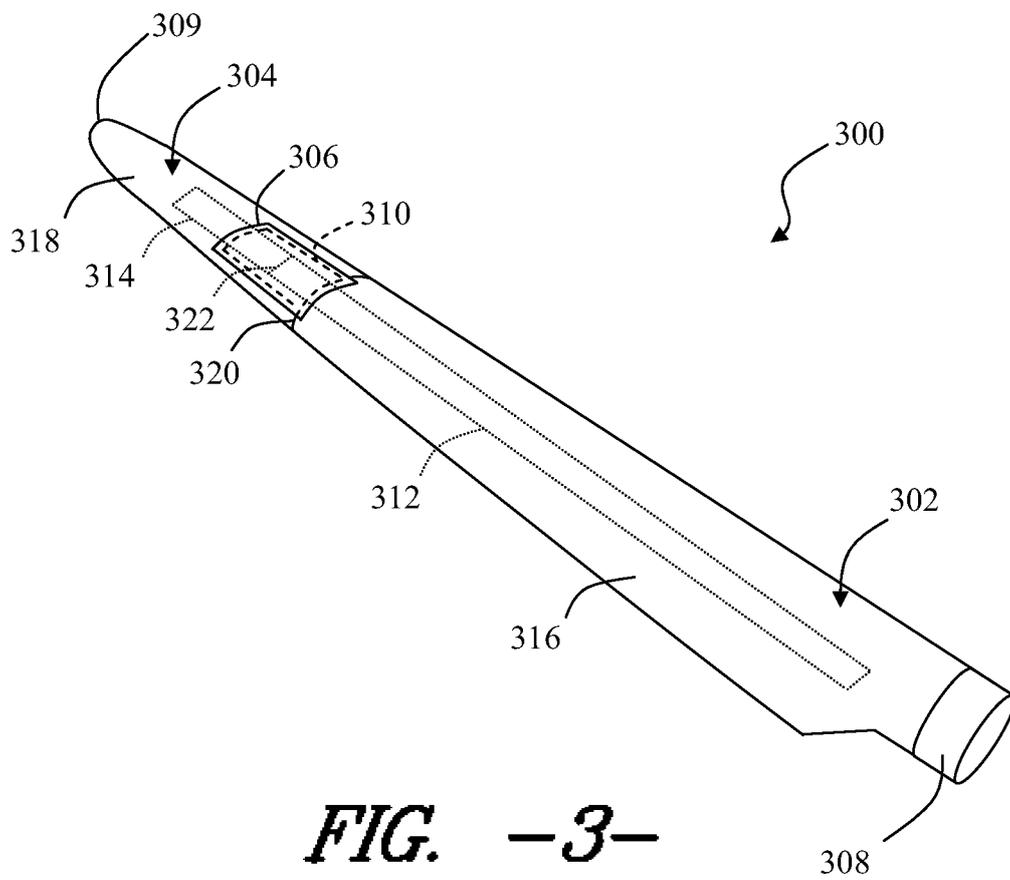


FIG. -3-

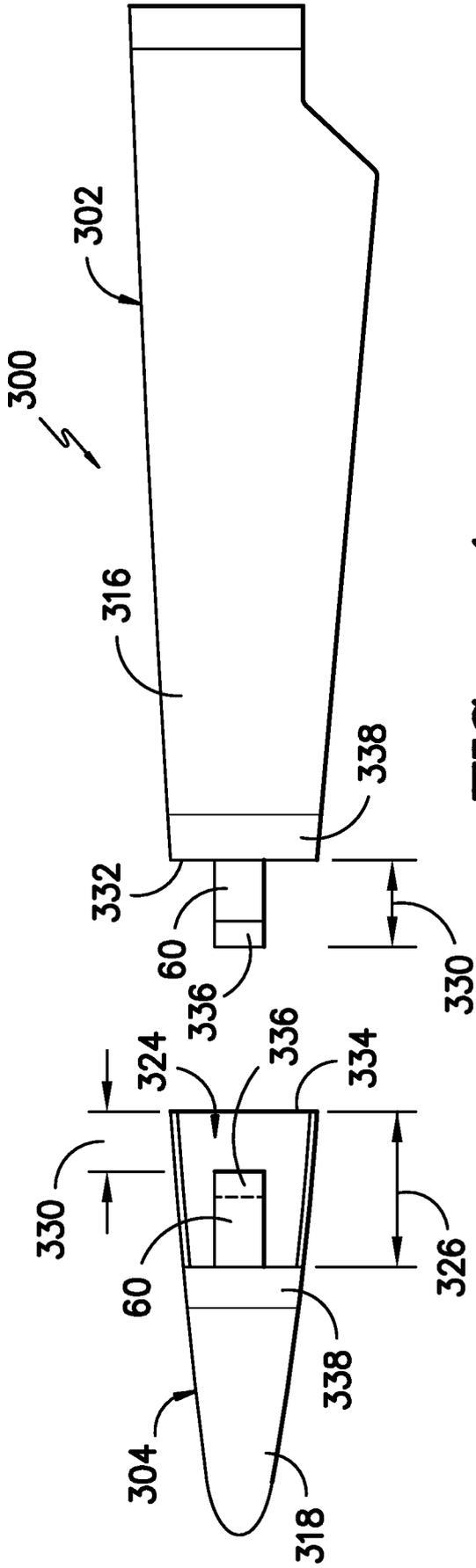


FIG. 4-

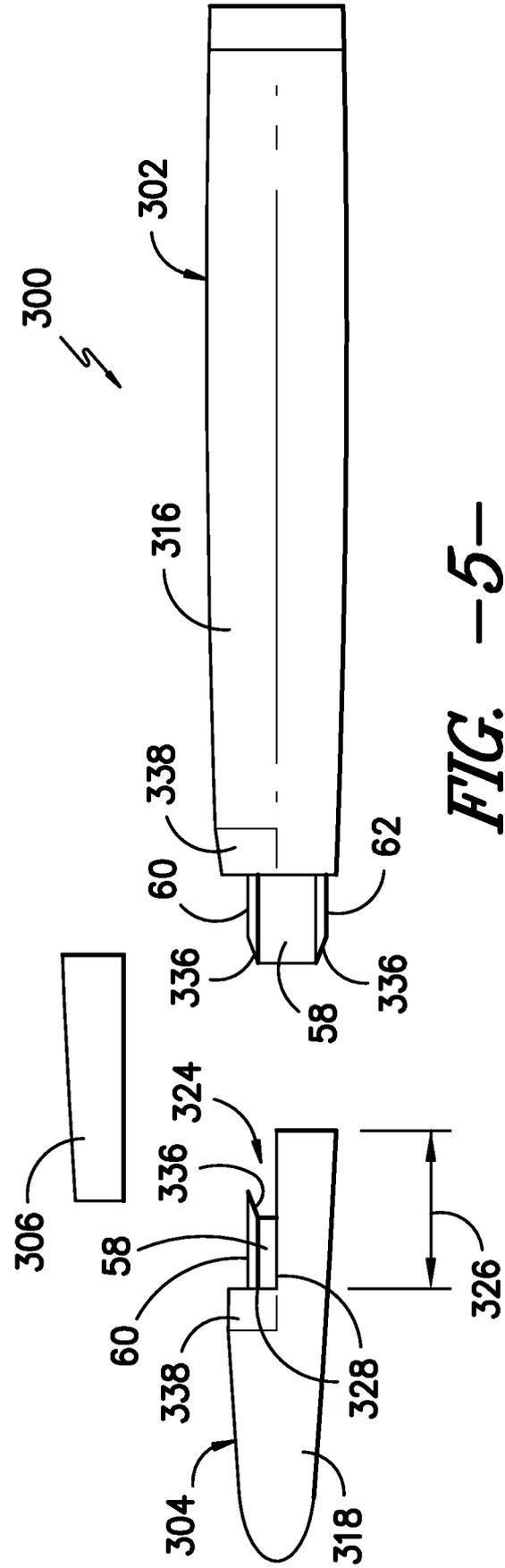


FIG. 5-

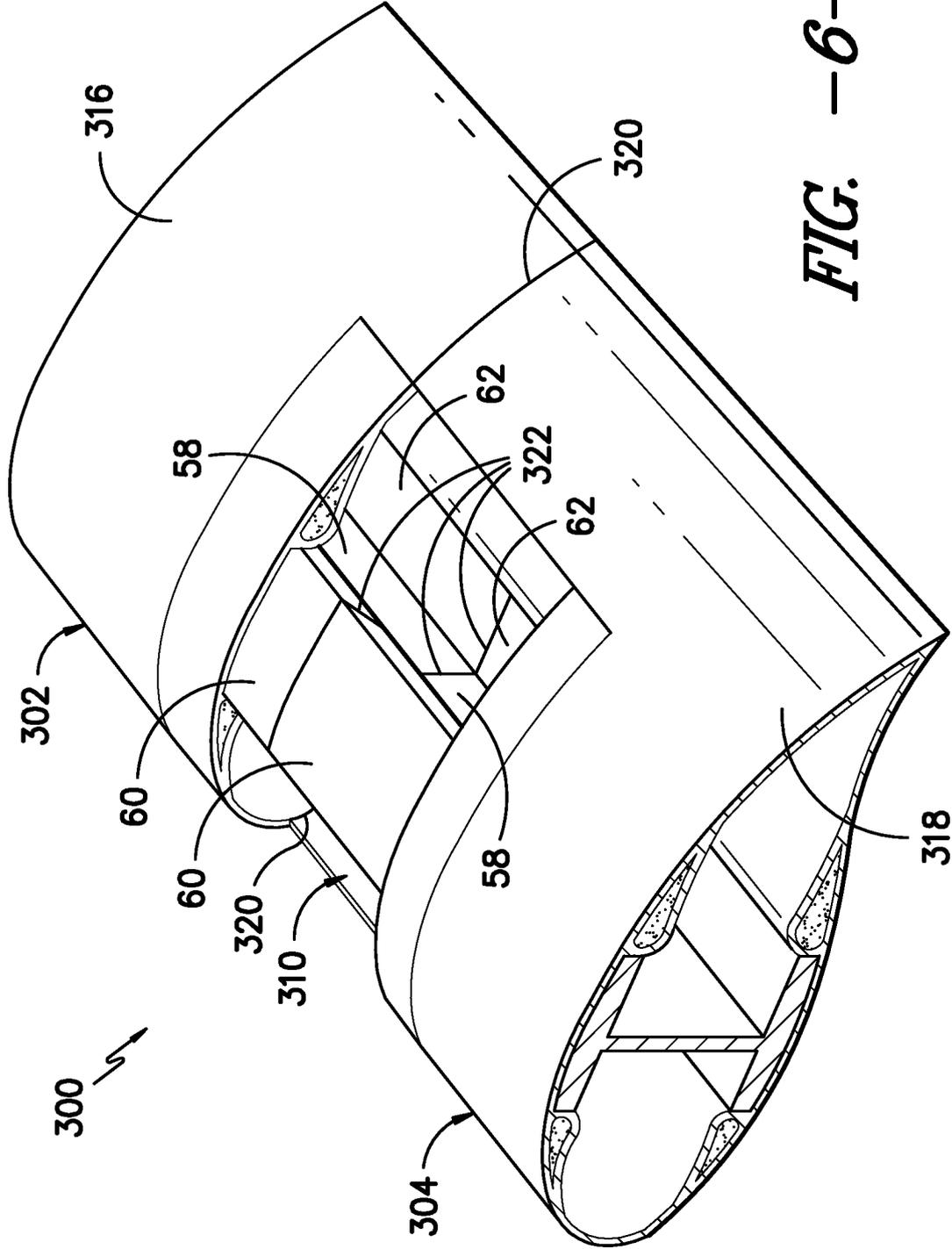


FIG. -6-

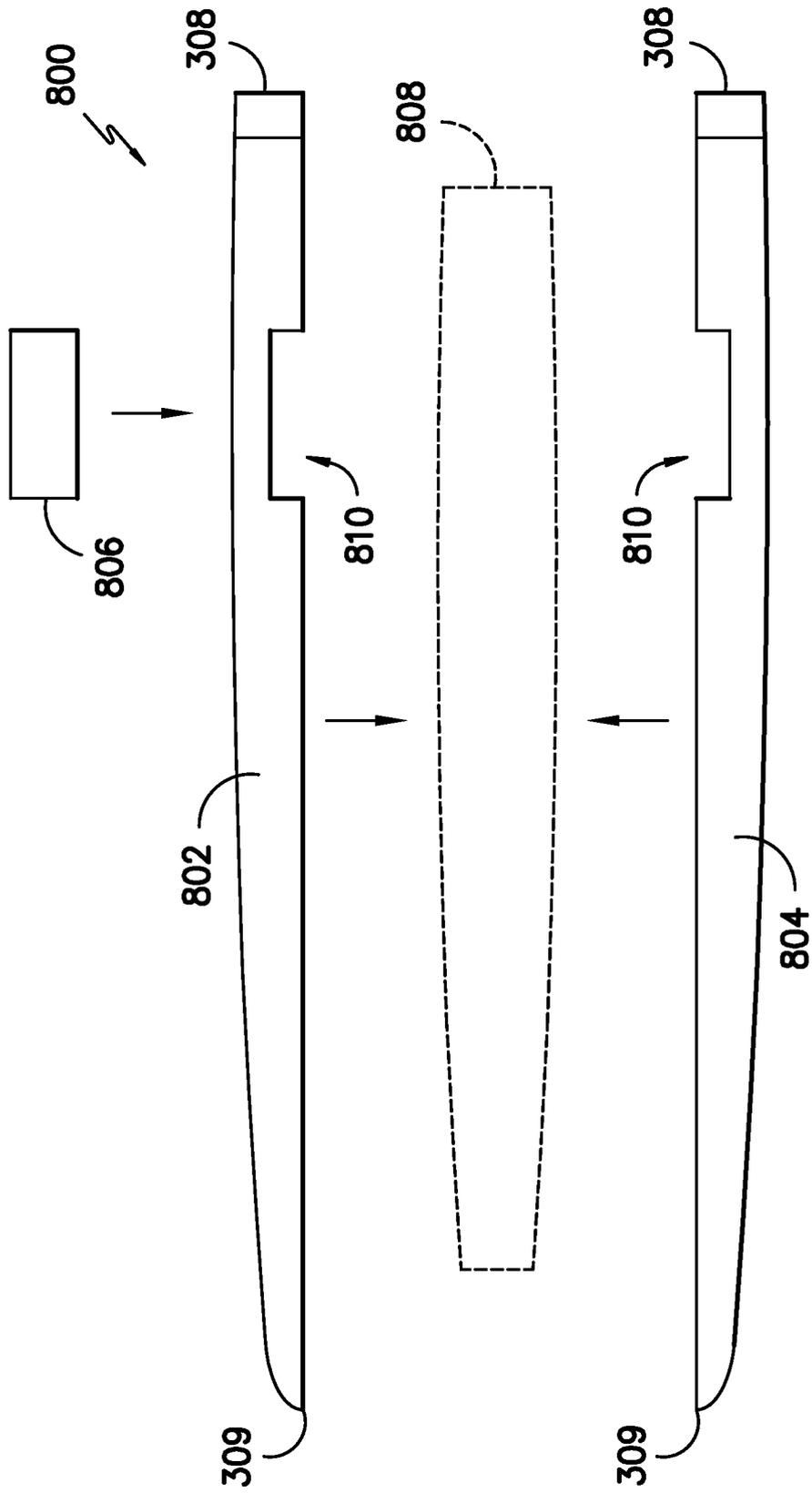


FIG. -8-