

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
31. Januar 2019 (31.01.2019)

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2019/020463 A1**

(51) Internationale Patentklassifikation:  
**F03D 13/20** (2016.01)      **F03D 13/10** (2016.01)  
**E04H 12/08** (2006.01)

(72) Erfinder: KERSTEN, Roy; Hauptstraße 28, 39291 Hoherwarthe (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2018/069534

(74) Anwalt: EISENFÜHR SPEISER PATENTANWÄLTE  
RECHTSANWÄLTE PARTGMBB; Johannes-Brahms-  
Platz 1, 20355 Hamburg (DE).

(22) Internationales Anmeldedatum:

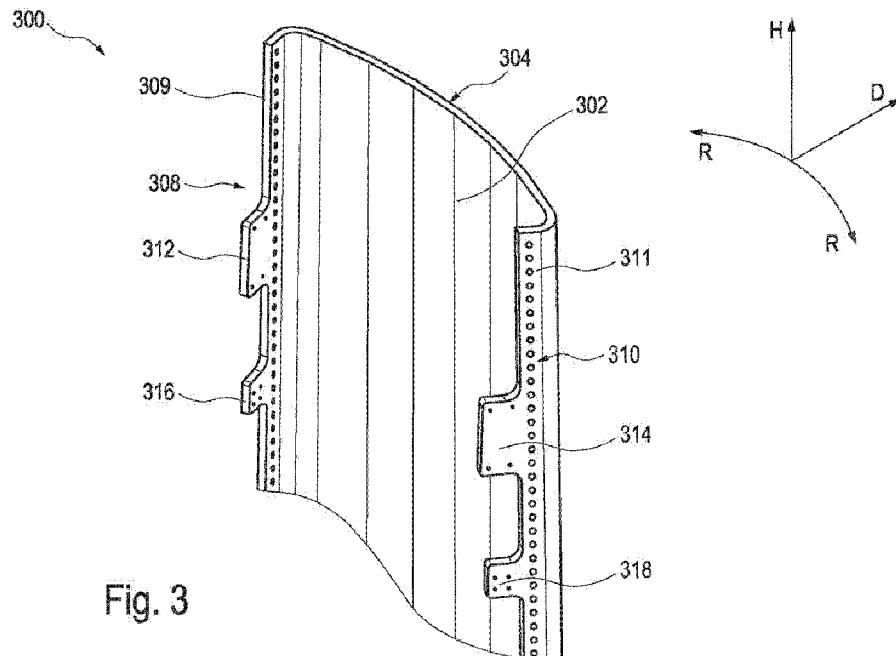
18. Juli 2018 (18.07.2018)

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für  
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,  
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY,  
BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM,  
DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,  
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN,  
KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD,  
ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO,  
NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW,  
SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM,  
TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(71) Anmelder: WOBBEN PROPERTIES GMBH [DE/DE];  
Borsigstraße 26, 26607 Aurich (DE).

(54) Title: WIND TURBINE STEEL TOWER RING SEGMENT AND METHOD

(54) Bezeichnung: WINDENERGIEANLAGEN-STAHLTURMRINGSEGMENT UND VERFAHREN



WO 2019/020463 A1

(57) Abstract: The invention relates to a wind turbine steel tower ring segment, a wind turbine tower section, a wind turbine tower, a wind turbine, and a method for producing a wind turbine tower section. The invention particularly relates to a wind turbine steel tower ring segment for a wind turbine tower, comprising a casing segment extending in the direction of a segment height, a segment ring direction and a segment thickness with a first horizontal abutment side and a second horizontal abutment side, a first vertical abutment side and a second vertical abutment side, a first vertical flange being arranged on the first vertical abutment side and a second vertical flange being arranged on the second vertical abutment side, the first vertical flange and/or the second vertical flange forming an angle with a casing segment, at least one connection element being embodied on the first vertical flange and/or the second vertical flange for



(84) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Veröffentlicht:**

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

---

the arrangement of functional elements, the connection element protruding from the first vertical flange and/or the second vertical flange.

(57) **Zusammenfassung:** Die Erfindung betrifft ein Windenergieanlagen-Stahlturmringsegment, einen Windenergieanlagen-Turmabschnitt, einen Windenergieanlagen-Turm, eine Windenergieanlage sowie ein Verfahren zur Herstellung eines Windenergieanlagen-Turmabschnitts. Insbesondere betrifft die Erfindung ein Windenergieanlagen-Stahlturmringsegment für einen Windenergieanlagen-Turm, umfassend ein Mantelsegment mit einer Erstreckung in Richtung einer Segmenthöhe, einer Segment- Ringrichtung und einer Segmentdicke mit einer ersten Horizontalstoßseite und einer zweiten Horizontalstoßseite, einer ersten Vertikalstoßseite und einer zweiten Vertikalstoßseite, wobei an der ersten Vertikalstoßseite ein erster Vertikalflansch angeordnet ist und/oder an der zweiten Vertikalstoßseite ein zweiter Vertikalflansch angeordnet ist, wobei der erste Vertikalflansch und/oder der zweite Vertikalflansch einen Winkel mit dem Mantelsegment einschließt bzw. einschließen, wobei an dem ersten Vertikalflansch und/oder an dem zweiten Vertikalflansch mindestens ein Anschlusslement zur Anordnung von Funktionselementen ausgebildet ist, wobei das Anschlusslement ausgehend von dem ersten Vertikalflansch und/oder dem zweiten Vertikalflansch auskragt.

---

### Windenergieanlagen-Stahlturmringsegment und Verfahren

---

Die Erfindung betrifft ein Windenergieanlagen-Stahlturmringsegment, einen Windenergieanlagen-Turmabschnitt, einen Windenergieanlagen-Turm, eine Windenergieanlage sowie ein Verfahren zur Herstellung eines Windenergieanlagen-Turmabschnitts.

5 Windenergieanlagen sind bekannt. Moderne Windenergieanlagen betreffen in der Regel sogenannte Horizontalachsen-Windenergieanlagen, bei denen die Rotorachse im Wesentlichen horizontal angeordnet ist und die Rotorblätter eine im Wesentlichen senkrechte Rotorfläche überstreichen. Windenergieanlagen umfassen neben einem an einer Gondel angeordneten Rotor in der Regel einen Turm, auf dem die Gondel mit dem  
10 Rotor um eine im Wesentlichen vertikal ausgerichtete Achse drehbar angeordnet ist.

Türme sind in der Regel schlanke Bauwerke, die vorzugsweise eine große Höhe aufweisen und ferner vorzugsweise orthogonal zu dieser Höhe vergleichsweise geringe Abmessungen aufweisen. Türme bestehen vorzugsweise im Wesentlichen aus Beton und/oder Stahl oder umfassen diese Materialien. Die Bandbreite von Turmausführungen  
15 reicht von Gitterkonstruktionen über Stahlrohrtürme mit oder ohne Seilabspannung bis hin zu Betonbauten.

Stahlrohrtürme können aus einem einzelnen Bauteil oder mehreren Bauteilen bestehen oder derartige Bauteile umfassen. Türme können zylindrische und/oder konische Abschnitte, insbesondere entlang ihrer Längserstreckung, aufweisen, wobei Türme

oftmals zylindrische und konische Abschnitte umfassen. Darüber hinaus können derartige Abschnitte auch ringsegmentweise ausgebildet werden, sodass ein zylindrischer Abschnitt aus verschiedenen Segmenten in Ringrichtung bzw. nebeneinander zusammengesetzt ist.

- 5 Türme von Windenergieanlagen, insbesondere von modernen Horizontalachsen-Windenergieanlagen, tragen zu einem erheblichen Teil zu den Gesamtkosten der Herstellung einer Windenergieanlage bei. Insbesondere die größer werdenden Rotordurchmesser und Leistungen von Windenergieanlagen führen dazu, dass auch die Türme größer werden und/oder höheren Belastungen ausgesetzt sind. Die Türme werden  
10 einerseits hinsichtlich ihrer Höhe größer und andererseits in Bezug auf ihren Durchmesser, der bei einer Vielzahl heutiger Windenergieanlagen bereits 8 m und mehr aufweist. Vor allem die Fertigung und/oder Montage und/oder die Logistik der Türme ist bzw. sind zeit- und kostenaufwendig. Insbesondere bei segmentierten Stahltürmen, vor allem bei Stahltürmen, die in Umfangsrichtung segmentiert sind, werden regelmäßig  
15 Verzüge festgestellt, die die Montage des Turmes erschweren.

Im Stand der Technik bestehen verschiedene Ansätze zur Reduktion der Kosten und zur Erhöhung der Arbeitssicherheit bei der Fertigung und/oder Montage von Windenergieanlagen-Türmen. Beispielsweise wird in der DE 10 2011 077 428 A1 ein Windenergieanlagen-Turm mit einer Mehrzahl von Turmsegmenten beschrieben, wobei  
20 die Turmsegmente an horizontalen und vertikalen Flanschen aneinanderstoßen und hier miteinander befestigt sind. In den am 8. August 2016 und 22. März 2017 eingereichten deutschen Patentanmeldungen der hiesigen Anmelderin werden unterschiedliche Konzepte segmentierter Türme gezeigt. In der DE 10 2005 012 497 A1 wird hingegen  
25 eine Arbeitsbühne für einen Innenraum eines Windenergieanlagen-Turmes vorgeschlagen, die im Inneren eines turmartigen Bauwerks auch dann verwendet werden kann, wenn der Turm oben durch einen Aufbau verschlossen ist.

Die existierenden Systeme und Verfahren zum Aufbau und zur Fertigung von Windenergieanlagen-Türmen bieten verschiedene Vorteile, jedoch sind weitere Verbesserungen wünschenswert. Es ist daher eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung,  
30 ein Windenergieanlagen-Stahlturmringsegment, einen Windenergieanlagen-Turmabschnitt, einen Windenergieanlagen-Turm, eine Windenergieanlage sowie ein Verfahren zur Herstellung eines Windenergieanlagen-Turmabschnitts bereitzustellen, welche einen oder mehrere der genannten Nachteile vermindern oder beseitigen. Insbesondere ist es eine Aufgabe der Erfindung, eine Lösung bereitzustellen, die die

Kosten einer Windenergieanlage, insbesondere die Kosten der Fertigung und/oder Montage eines Windenergieanlagen-Turmes, reduziert und/oder die Arbeitssicherheit bei der Fertigung und/oder Montage einer Windenergieanlage erhöht.

Das Deutsche Patent- und Markenamt hat in der Prioritätsanmeldung zur vorliegenden 5 Anmeldung folgenden Stand der Technik recherchiert: DE 10 2005 012 497 A1, DE 10 2011 077 428 A1, DE 603 17 372 T2, DE 10 2014 118 251 A1, WO 2010/055 535 A1.

Diese Aufgabe wird gelöst durch ein Windenergieanlagen-Stahlturrringsegment für 10 einen Windenergieanlagen-Turm, umfassend ein Mantelsegment mit einer Erstreckung in Richtung einer Segmenthöhe, einer Segment-Ringrichtung und einer Segmentdicke mit einer ersten Horizontalstoßseite und einer zweiten Horizontalstoßseite, einer ersten 15 Vertikalstoßseite und einer zweiten Vertikalstoßseite, wobei an der ersten Vertikalstoßseite ein erster Vertikalfansch angeordnet ist und/oder an der zweiten Vertikalstoßseite ein zweiter Vertikalfansch angeordnet ist, wobei der erste Vertikalfansch und/oder der zweite Vertikalfansch einen Winkel mit dem Mantelsegment einschließt bzw. einschließen, wobei an dem ersten Vertikalfansch und/oder an dem 20 zweiten Vertikalfansch mindestens ein Anschlusselement zur Anordnung von Funktionselementen ausgebildet ist, wobei das Anschlusselement ausgehend von dem ersten Vertikalfansch und/oder dem zweiten Vertikalfansch auskragt.

Im eingebauten Zustand ist die Segmenthöhe des Mantelsegments vorzugsweise und im 25 Wesentlichen parallel zu einer Längsachse des Windenergieanlagen-Turmes. Die Segment-Ringrichtung des Mantelsegments verläuft im eingebauten Zustand im Wesentlichen parallel zur Umfangsrichtung des Windenergieanlagen-Turmes, sodass diese in einer im Wesentlichen tangentialen Richtung verläuft. Dies gilt ebenso für unrunde Turmquerschnitte, die beispielsweise eine polygonale Geometrie aufweisen können. Die Segmentdicke des Mantelsegments ist im Wesentlichen orthogonal zur Segmenthöhe und zur Segment-Ringrichtung ausgerichtet, sodass die Segmentdicke im eingebauten Zustand im Wesentlichen in radialer Richtung des Windenergieanlagen-Turmes ausgerichtet ist.

Die erste Horizontalstoßseite ist vorzugsweise gegenüberliegend von der zweiten 30 Horizontalstoßseite angeordnet. Die erste Horizontalstoßseite und die zweite Horizontalstoßseite sind ferner vorzugsweise derart angeordnet und ausgebildet, dass das Mantelsegment in geeigneter Weise über einem weiteren Mantelsegment anordenbar ist. Die erste Vertikalstoßseite ist vorzugsweise gegenüberliegend von der zweiten

Vertikalstoßseite angeordnet, wobei die erste Vertikalstoßseite und die zweite Vertikalstoßseite im Wesentlichen orthogonal zu den Horizontalstoßseiten angeordnet sind. Die erste Vertikalstoßseite und die zweite Vertikalstoßseite sind vorzugsweise derart angeordnet und ausgebildet, dass diese das Anordnen des Mantelsegments neben 5 einem weiteren Mantelsegment ermöglicht, sodass die zwei oder mehr nebeneinander angeordneten Mantelsegmente in Ringrichtung bzw. in Umfangsrichtung nebeneinander einen Ring ergeben können.

Um einer sich verjüngenden Geometrie von Windenergieanlagen-Türmen gerecht zu werden, ist es insbesondere bevorzugt, dass die Mantelsegmente eine trapezförmige 10 Geometrie aufweisen. Somit sind die erste Vertikalstoßseite und die zweite Vertikalstoßseite nicht ideal parallel zueinander ausgerichtet, wobei die Abweichungen von dieser idealen Parallelität aufgrund der großen Abmessungen eines Windenergieanlagen-Turmes vorliegend zu vernachlässigen sind. Ebenso die orthogonale Anordnung der Horizontalstoßseiten zu den Vertikalstoßseiten ist 15 dementsprechend idealisiert beschrieben, wobei auch hier nicht zwingend ein 90-Grad-Winkel zwischen einer Horizontal- und Vertikalstoßseite herrschen muss, sondern gewisse Abweichungen möglich sind.

Der erste Vertikalfansch und/oder der zweite Vertikalfansch erstreckt bzw. erstrecken 20 sich vorzugsweise vollständig oder abschnittsweise entlang der ersten Vertikalstoßseite bzw. der zweiten Vertikalstoßseite. Insbesondere ist es bevorzugt, dass der erste Vertikalfansch und/oder der zweite Vertikalfansch durch einen geraden Abschnitt ausgebildet ist bzw. sind. Die Vertikalfansche können entweder als separate Elemente an den Vertikalstoßseiten angeordnet werden oder die Vertikalfansche sind integral mit 25 dem Mantelsegment verbunden. Die integrale Verbindung der Vertikalfansche mit dem Mantelsegment ist vorzugsweise derart ausgeführt, dass die Vertikalfansche als umgebogene Endabschnitte des Mantelsegments ausgebildet sind. Alternativ können die Vertikalfansche an den Vertikalstoßseiten beispielsweise angeschweißt werden.

Insbesondere ist es bevorzugt, dass der erste Vertikalfansch und/oder der zweite Vertikalfansch derart angeordnet und ausgebildet ist bzw. sind, dass dieser bzw. diese 30 mit einem Vertikalfansch eines benachbarten Windenergieanlagen-Stahlturmgrings verbindbar ist bzw. sind. Der erste Vertikalfansch und/oder der zweite Vertikalfansch kann bzw. können Durchtrittsöffnungen aufweisen, die beispielsweise eine im Wesentlichen parallel zur Segment-Ringrichtung ausgerichtete Durchtrittsrichtung aufweisen. Somit kann das Windenergieanlagen-

Stahlturmringsegment mit einem benachbarten Windenergieanlagen-Stahlturmringsegment verbunden werden, wenn dieses benachbarte Windenergieanlagen-Stahlturmringsegment korrespondierende Durchtrittsöffnungen aufweist.

- 5 Der erste Vertikalfansch und/oder der zweite Vertikalfansch schließen mit dem Mantelsegment einen Winkel ein, sodass diese vorzugsweise vom Mantelsegment aus gesehen abgeknickt sind. Durch die gewinkelte Anordnung des ersten Vertikalfansches und/oder des zweiten Vertikalfansches zu dem Mantelsegment besteht in besonders vorteilhafter Weise die Möglichkeit, das Windenergieanlagen-Stahlturmringsegment mit 10 einem benachbarten Windenergieanlagen-Stahlturmringsegment zu verbinden, indem die gewinkelten Vertikalfansche miteinander verbunden werden. Insbesondere kann bzw. können der erste Vertikalfansch und/oder der zweite Vertikalfansch mit einem oder zwei vertikalstoßseitigen Endabschnitten des Mantelsegments einen Winkel einschließen.

An dem ersten Vertikalfansch und/oder an dem zweiten Vertikalfansch ist mindestens 15 ein Anschlusselement zur Anordnung von Funktionselementen ausgebildet. Insbesondere kragt das mindestens eine Anschlusselement ausgehend von dem ersten Vertikalfansch und/oder dem zweiten Vertikalfansch aus. Insbesondere ist es bevorzugt, dass das Anschlusselement von genau einem Vertikalfansch, also von dem ersten Vertikalfansch oder dem zweiten Vertikalfansch, auskragt. Das Anschlusselement kann 20 angeordnet und ausgebildet sein, das an diesem Tragstrukturen anordenbar sind.

Der Erfindung liegt unter anderem die Erkenntnis zugrunde, dass das Anschweißen von Tragstrukturen an Mantelsegmente von Windenergieanlagen-Stahlturmringsegmenten regelmäßig mit einem Verzug eben dieser Windenergieanlagen-Stahlturmringsegmente resultiert. Darüber hinaus werden durch das Einbringen der Wärme während des 25 Schweißprozesses die Materialeigenschaften des Stahls verändert, sodass das Windenergieanlagen-Stahlturmringsgments gegebenenfalls nicht mehr die ursprünglich festgelegten und eingestellten Materialeigenschaften, wie beispielsweise Festigkeit und/oder Härte, aufweist. Der Verzug des Mantelsegments resultiert ferner in einer deutlich aufwendigeren Montage, da die Windenergieanlagen-Stahlturmringsemente 30 durch den Verzug keine optimale Passung mehr aufweisen. Daraus folgt unter anderem auch, dass die Türme während der Montage gespannt werden und diese Spannungen zu unerwünschten Spannungsverhältnissen im Turm führen können.

Diese Nachteile können durch ein erfindungsgemäß ausgebildetes und angeordnetes Anschlusselement vermindert oder beseitigt werden, wobei dieses Anschlusselement an einem oder mehreren der Vertikalfansche angeordnet ist und von dort aus absteht. An diesem Anschlusselement können dann unterschiedlichste weitere Vorrichtungen 5 und/oder Einheiten und/oder Elemente befestigt werden, sodass diese vormals im Mantelsegment anzuordnenden Vorrichtungen und Einheiten nun direkt am Anschlusselement befestigt werden können und somit nicht mehr unmittelbar am Mantelsegment geschweißt wird.

Das erfindungsgemäß ausgebildete und angeordnete Anschlusselement hat den 10 besonderen Vorteil, dass hier mit geringen Kosten Funktionselemente angeordnet werden können. In Frage kommen beispielsweise Tragstrukturen, an denen Montagepodeste angeordnet werden. Darüber hinaus können an den Anschlusselementen auch Versorgungseinrichtungen, wie beispielsweise Kabel oder Kabelstränge oder Kabelstranghaltevorrichtungen angeordnet werden.

15 In einer bevorzugten Ausführungsvariante des Windenergieanlagen-Stahlturrringsegments ist vorgesehen, dass der erste Vertikalfansch und/oder der zweite Vertikalfansch und das Anschlusselement den gleichen Winkel mit dem Mantelsegment einschließen, und/oder das Anschlusselement einen Anschlusswinkel mit dem Mantelsegment einschließt, der verschieden ist von einem Flanschwinkel, den der 20 erste Vertikalfansch und/oder der zweite Vertikalfansch mit dem Mantelsegment einschließt bzw. einschließen. Der erste Vertikalfansch und/oder der zweite Vertikalfansch können in dieser Ausführungsvariante somit fluchtend mit dem Anschlusselement angeordnet sein. Vorzugsweise bildet das Anschlusselement sozusagen eine Verlängerung des ersten Vertikalfansches und/oder des zweiten 25 Vertikalfansches. Somit ist das Anschlusselement besonders kostengünstig an dem ersten Vertikalfansch und/oder dem zweiten Vertikalfansch anordnbar, wobei darüber hinaus Vereinfachungen im Ablauf der Fertigung ermöglicht werden. Alternativ ragen die Anschlusselemente in eine andere Richtung als die Vertikalfansche.

30 Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsvariante des Windenergieanlagen-Stahlturrringsegments ist vorgesehen, dass sich das Anschlusselement in Richtung einer Anschlusshöhe, einer Anschlussbreite und einer Anschlussdicke erstreckt und/oder das Anschlusselement durch die Erstreckung in Richtung der Anschlusshöhe und der Anschlussbreite eine im Wesentlichen flächige Erstreckung aufweist, wobei die flächige Erstreckung vorzugsweise im Wesentlichen rechteckig ist.

- Ferner ist es bevorzugt, dass der erste Vertikalfansch und/oder der zweite Vertikalfansch eine Erstreckung aufweist in Richtung einer Flanschhöhe, die parallel zur Segmenthöhe ausgerichtet ist, einer Flanschbreite, die orthogonal zur Segment-Ringrichtung und orthogonal zur Segmenthöhe ausgerichtet ist, und einer Flanschdicke,
- 5 die orthogonal zur Flanschhöhe und orthogonal zur Flanschbreite ausgerichtet ist. Insbesondere kann die Flanschdicke im Wesentlichen parallel zur Segment-Ringrichtung ausgerichtet sein. Darüber hinaus kann die Anschlussdicke vorzugsweise parallel zur Flanschdicke und/oder die Anschlussbreite parallel zur Flanschbreite und/oder die Anschlusshöhe parallel zur Flanschhöhe ausgerichtet sein.
- 10 Eine weitere bevorzugte Fortbildung des Windenergieanlagen-Stahlturmringssegments zeichnet sich dadurch aus, dass die Erstreckung des Anschlusselementes in Richtung der Anschlusshöhe geringer ist, insbesondere um ein Vielfaches geringer ist, als eine Erstreckung des Mantelsegments in Richtung der Segmenthöhe. Im Gegensatz zu dem Mantelsegment oder auch den Vertikalfanschen ist die Erstreckung des
- 15 Anschlusselementes somit vorzugsweise lokal begrenzt. Darüber hinaus ist es bevorzugt, dass die Erstreckung des Anschlusselementes in Richtung der Anschlusshöhe kleiner 20 %, und/oder kleiner 15 %, und/oder kleiner 10 %, und/oder kleiner 5 %, und/oder kleiner 2 %, und/oder kleiner 1 %, und/oder kleiner 0,1 % der Erstreckung des Mantelsegments in Richtung der Segmenthöhe ist.
- 20 Eine weitere besonders bevorzugte Ausführungsvariante des Windenergieanlagen-Stahlturmringssegments sieht vor, dass die flächige Erstreckung des Anschlusselementes eine Flächennormale aufweist, wobei die Flächennormale in Richtung der Segment-Ringrichtung und/oder in Richtung der Segmentdicke ausgerichtet ist. Insbesondere ist es bevorzugt, dass diese Flächennormale Richtungsanteile aufweist, die parallel zur
- 25 Segmenthöhe und zur Segment-Ringrichtung ausgerichtet sind.

Insbesondere ist es bevorzugt, dass die Anschlussdicke und die Flanschdicke die gleiche Abmessung aufweisen. Ferner ist es bevorzugt, dass das Windenergieanlagen-Stahlturmringsegment ein erstes Anschlusselement und ein zweites Anschlusselement umfasst, wobei sich das Mantelsegment in Richtung der Segmenthöhe von einem oberen Ende zu einem unteren Ende erstreckt und/oder das erste Anschlusselement an dem ersten Vertikalfansch und das zweite Anschlusselement an dem zweiten Vertikalfansch angeordnet sind und wobei das erste Anschlusselement und das zweite Anschlusselement die gleiche Beabstandung zu dem oberen Ende und/oder dem unteren Ende aufweisen. Diese Ausführungsvariante hat insbesondere den Vorteil, dass ein

Funktionselement, insbesondere eine Tragstruktur, an dem ersten Anschlusselement und an dem zweiten Anschlusselement angeordnet werden kann und eine im Wesentlichen horizontal ausgerichtete Verbindungsstrecke zwischen den zwei Anschlusselementen ermöglicht wird.

5 In einer bevorzugten Ausführungsvariante des Windenergieanlagen-Stahlturtringsegments umfasst dieses ein drittes Anschlusselement und ein vierter Anschlusselement, wobei die Fläche der flächigen Erstreckung des ersten Anschlusselements und des zweiten Anschlusselements mehr als die zweifache Größe der Fläche der flächigen Erstreckung des dritten Anschlusselements und des vierten 10 Anschlusselements aufweisen. Ferner ist es bevorzugt, dass das erste Anschlusselement und das dritte Anschlusselement am ersten Vertikalfansch angeordnet sind und das zweite Anschlusselement und das vierte Anschlusselement an dem zweiten Vertikalfansch angeordnet sind.

15 Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsvariante des Windenergieanlagen-Stahlturringsegments ist vorgesehen, dass das Mantelsegment und der erste Vertikalfansch und/oder das Mantelsegment und der zweite Vertikalfansch einstückig ausgebildet sind, und/oder das Mantelsegment und der erste Vertikalfansch einstückig mit dem Anschlusselement ausgebildet sind, und/oder das Mantelsegment und der zweite Vertikalfansch einstückig mit dem Anschlusselement ausgebildet sind. Hieraus ergibt sich ein qualitativ besonders hochwertiges Windenergieanlagen-Stahlturringsegment, da keine relevante Wärmeeintragung durch Schweißen stattfand. Weder die Vertikalfansche noch die Anschlusselemente werden mittels eines Schweißverfahrens an dem Mantelsegment angeordnet, wodurch zwangsläufig Wärme in das Mantelsegment eingebbracht worden wäre. Dies hätte unter anderem die bereits im 20 Vorhergehenden erläuterten Nachteile in Bezug auf den Verzug des Mantelsegments 25 sowie veränderte Materialeigenschaften zur Folge.

30 Eine weitere bevorzugte Fortbildung des Windenergieanlagen-Stahlturringsegments zeichnet sich dadurch aus, dass in einem Biegeabschnitt, der vorzugsweise linienförmig ausgebildet ist, im Übergang zwischen dem Mantelsegment und dem ersten Vertikalfansch und/oder zwischen dem Mantelsegment und zweiten Vertikalfansch eine Ausnehmung, insbesondere eine Vertiefung und/oder eine Durchgangsöffnung, angeordnet ist, wobei vorzugsweise die Ausnehmung als Fuge und/oder Kerbe und/oder Schlitz ausgebildet ist und insbesondere mittels Fräsen und/oder Fugenhobeln hergestellt ist.

Die Ausnehmung kann beispielsweise entlang einer Biegelinie angeordnet werden, entlang derer die Biegung erfolgt. Die Ausnehmung ist vorzugsweise in einem konvexen und/oder konkaven Bereich des Biegeabschnitts angeordnet. Es können auch zwei oder mehr Ausnehmungen im Biegeabschnitt angeordnet sein. Der Biegeabschnitt ist

5 insbesondere als solcher Abschnitt zu verstehen, in dem das Ausgangsmaterial umgebogen wird, sodass der abgekantete Vertikalflansch relativ zu dem Mantelsegment entsteht. Aus technischer Perspektive ist der Biegeabschnitt somit der Abschnitt, in dem das Material gedehnt und/oder gestaucht wird. Der Biegeabschnitt ist auch der Abschnitt, in dem das Mantelsegment in den Vertikalflansch übergeht.

10 Eine Ausnehmung in dem Biegeabschnitt hat den besonderen Vorteil, dass der Biegeprozess optimiert wird, insbesondere indem die erforderlichen Biegekräfte reduziert werden. Darüber hinaus werden einstückig ausgebildete Windenergieanlagen-Stahlturmringssegmente mit besonders großen Wandstärken durch eine derartige Ausnehmung erst ermöglicht, da die Biegekräfte bei hohen Wandstärken zu hoch sind.

15 Die Ausnehmung kann beispielsweise mittels Fräsen und/oder Fugenhobeln hergestellt werden. Insbesondere ist es bevorzugt, dass die Ausnehmung in einem planen Ausgangsmaterial eingefügt wird und in einem anschließenden Verarbeitungsprozess das Ausgangsmaterial derart gebogen wird, dass ein Mantelsegment und ein Vertikalflansch entstehen, wobei die Ausnehmung in dem Biegeabschnitt verortet ist.

20 In einer besonders bevorzugten Fortbildung des Windenergieanlagen-Stahlturmrings ist vorgesehen, dass das Mantelsegment einen teilringförmigen Querschnitt aufweist, wobei eine Flächennormale des Querschnitts im Wesentlichen parallel zur Segmenthöhe ausgerichtet ist und der teilringförmige Querschnitt einen teilkreisförmigen Verlauf aufweist und/oder der teilringförmige Querschnitt durch zwei 25 oder mehrere gerade Abschnitte ausgebildet wird, wobei die zwei oder mehreren geraden Abschnitte gewinkelt zueinander angeordnet sind. Die zuletzt genannte Variante mit den zwei oder mehreren geraden Abschnitten wird in der Praxis oftmals auch als abgewinkelte Variante bezeichnet.

30 Darüber hinaus ist es bevorzugt, dass das Windenergieanlagen-Stahlturmringsegment mindestens ein Flanschsegment umfasst mit einem teilringförmigen Grundkörper, der sich von einem ersten Ende zu einem zweiten Ende in Ringrichtung erstreckt, mit einer Oberseite und einer der Oberseite gegenüberliegenden Unterseite, einer Innenumfangsfläche und einer Außenumfangsfläche, und einer ersten Grundkörperstoßseite am ersten Ende und einer zweiten Grundkörperstoßseite am

zweiten Ende, einem Flanschvorsprung, welcher auf der Oberseite des Grundkörpers angeordnet ist und sich im Wesentlichen von dem ersten Ende zu dem zweiten Ende in Ringrichtung erstreckt, wobei das mindestens eine Flanschsegment an der ersten Horizontalstoßseite und/oder an der zweiten Horizontalstoßseite angeordnet ist und/oder 5 anordenbar ist.

Gemäß einem weiteren Aspekt wird die eingangs genannte Aufgabe gelöst durch einen Windenergieanlagen-Turmabschnitt, umfassend mindestens ein erstes Windenergieanlagen-Stahlturmringsegment nach mindestens einer der im Vorherigen beschriebenen Ausführungsvarianten und ein zweites Windenergieanlagen-10 Stahlturmringsegment nach mindestens einer der im Vorherigen beschriebenen Ausführungsvarianten, wobei das erste Windenergieanlagen-Stahlturmringsegment und das zweite Windenergieanlagen-Stahlturmringsegment an mindestens einem im Wesentlichen vertikalen Stoß mit Vertikalflossen aneinanderstoßen, und wobei das erste Windenergieanlagen-Stahlturmringsegment und das zweite Windenergieanlagen-15 Stahlturmringsegment an dem mindestens einen im Wesentlichen vertikalen Stoß miteinander verbunden sind.

Darüber hinaus wird die eingangs genannte Aufgabe gelöst durch den Aspekt eines Windenergieanlagen-Turm, umfassend zwei oder mehrere übereinander angeordnete Windenergieanlagen-Turmabschnitte nach dem vorherigen Aspekt.

20 Gemäß einem weiteren Aspekt wird die eingangs genannte Aufgabe gelöst durch einen Windenergieanlagen-Turm für eine Windenergieanlage, umfassend mindestens ein zuvor beschriebenes Windenergieanlagen-Stahlturmringsegment, mindestens einen Laschen-Stahlturmrabschnitt, aufweisend ein erstes Laschen-Stahlturmringsegment mit einer ersten Laschen-Vertikalstoßseite, ein zweites Laschen-Stahlturmringsegment mit einer zweiten Laschen-Vertikalstoßseite, ein Laschenelement, das an einem Stoß angeordnet 25 ist und mit dem ersten Laschen-Stahlturmringsegment und dem zweiten Laschen-Stahlturmringsegment verbunden ist, wobei das erste Laschen-Stahlturmringsegment mit der ersten Laschen-Vertikalstoßseite und das zweite Laschen-Stahlturmringsegment mit der zweiten Laschen-Vertikalstoßseite an dem Stoß aneinander angeordnet sind, und 30 wobei das Laschenelement ein von dem Laschenelement auskragendes Anschlusselement zur Anordnung von Funktionselementen aufweist, wobei vorzugsweise das Windenergieanlagen-Stahlturmringsegment einer Turmspitze des Windenergieanlagen-Turms zugewandt und der Laschen-Stahlturmrabschnitt der Turmspitze abgewandt angeordnet sind.

Der Laschen-Stahlurmabschnitt entspricht in seinen Ausgestaltungen und Details vorzugsweise dem in der deutschen Patentanmeldung „Windenergieanlagen-Stahlurmabschnitt für einen Windenergieanlagen-Turm und Verfahren zur Herstellung“ derselben Anmelderin vom 26. Juli 2017 beschriebenen Stahlurmabschnitt. Diese 5 Anmeldung ist hierin durch Verweis vollständig einbezogen.

Der Windenergieanlagen-Turm mit mindestens einem zuvor beschriebenen Windenergieanlagen-Stahlurmringsegment und mindestens einem Laschen-Stahlurmabschnitt ermöglicht es, die Vorteile der beiden Ausgestaltungen miteinander zu kombinieren. Insbesondere in den Bereichen, in denen der Windenergieanlagen-Turm 10 besonders hohen Belastungen ausgesetzt ist, was in der Regel im unteren Bereich der Fall ist, ist es bevorzugt, einen Laschen-Stahlurmabschnitt einzusetzen. Insbesondere in den Bereichen, in denen der Windenergieanlagen-Turm niedrigeren Belastungen ausgesetzt ist, was in der Regel im oberen Bereich der Fall ist, ist es bevorzugt, ein zuvor beschriebenes Stahlurmringsegment einzusetzen.

15 Ferner wird die eingangs genannte Aufgabe gelöst durch eine Windenergieanlage, umfassend einen Windenergieanlagen-Turm nach dem vorherigen Aspekt.

Die eingangs genannte Aufgabe wird darüber hinaus gelöst durch ein Verfahren zur Herstellung eines Windenergieanlagen-Turmabschnitts, insbesondere eines Windenergieanlagen-Turmabschnitts nach dem vorherigen Aspekt, umfassend 20 Bereitstellen mindestens eines ersten Windenergieanlagen-Stahlurmringsegments und eines zweiten Windenergieanlagen-Stahlurmringsegments, insbesondere eines ersten Windenergieanlagen-Stahlurmringsegments und eines zweiten Windenergieanlagen-Stahlurmringsegments nach mindestens einer der im Vorherigen beschriebenen Ausführungsvarianten, Anordnen des ersten Windenergieanlagen-Stahlurmringsegments 25 und des zweiten Windenergieanlagen-Stahlurmringsegments an mindestens einem vertikalen Stoß mit jeweils einer der Vertikalstoßseiten, Verbinden des ersten Windenergieanlagen-Stahlurmringsegments und des zweiten Windenergieanlagen-Stahlurmringsegments an dem mindestens einen vertikalen Stoß durch Befestigen zweier benachbarter Vertikalflansche.

30 Insbesondere ist es bevorzugt, dass das Verfahren den Schritt umfasst Anordnen eines Funktionselements, beispielsweise einer Trageeinheit, an mindestens einem Anschlusselement.

Das erfindungsgemäße Verfahren und seine möglichen Fortbildungen weisen Merkmale bzw. Verfahrensschritte auf, die sie insbesondere dafür geeignet machen, für ein erfindungsgemäßes Windenergieanlagen-Stahlturmringsegment und seine Fortbildungen verwendet zu werden. Für weitere Vorteile, Ausführungsvarianten und 5 Ausführungsdetails dieser weiteren Aspekte und ihrer möglichen Fortbildungen wird auch auf die zuvor erfolgte Beschreibung zu den entsprechenden Merkmalen und Fortbildungen des Windenergieanlagen-Stahlturmringssegments verwiesen.

Bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung werden beispielhaft anhand der beiliegenden Figuren erläutert. Es zeigen:

10 Figur 1: eine schematische, dreidimensionale Ansicht einer beispielhaften Ausführungsform einer Windenergieanlage;

Figur 2: eine schematische, zweidimensionale Ansicht zweier beispielhafter Ausführungsformen von Windenergieanlagen-Stahlturmringsegmenten;

15 Figur 3: eine schematische, dreidimensionale Teilansicht einer beispielhaften Ausführungsform eines Windenergieanlagen-Stahlturmringssegments;

Figur 4: eine weitere schematische, dreidimensionale Ansicht einer beispielhaften Ausführungsform eines Windenergieanlagen-Stahlturmringssegments;

20 Figur 5: eine schematische, dreidimensionale stirnseitige Ansicht des Windenergieanlagen-Stahlturmringssegments aus Figur 4;

Figur 6: eine weitere schematische, dreidimensionale stirnseitige Ansicht des Windenergieanlagen-Stahlturmringssegments aus Figur 4;

25 Figur 7: eine weitere schematische, dreidimensionale stirnseitige Ansicht des in Figur 4 gezeigten Windenergieanlagen-Stahlturmringssegments;

Figur 8: eine schematische, dreidimensionale Ansicht zweier beispielhafter Ausführungsformen von Windenergieanlagen-Stahlturmringsegmenten;

Figur 9: eine schematische, dreidimensionale Teilansicht einer beispielhaften Ausführungsform eines Windenergieanlagen-Turmes;

Figur 10: eine schematische dreidimensionale Teilansicht einer beispielhaften Ausführungsform eines Stahlturmgringsegments mit einer Ausnehmung;

Figur 11: eine schematische, dreidimensionale Teilansicht des Stahlturmgringsegments aus Figur 10 mit einem entgegengesetzt umgekanteten Vertikalfansch;

Figur 12: eine schematische, dreidimensionale Teilansicht eines Halbzeugs für in den Figuren 10 und 11 gezeigte Stahlturmgringsegmente;

Figur 13: eine schematische, dreidimensionale Teilansicht einer beispielhaften Ausführungsform eines Windenergieanlagen-Turmabschnitts;

Figur 14: eine schematische, dreidimensionale Teilansicht eines Windenergieanlagen-Turmes;

Figur 15: eine weitere schematische, dreidimensionale Teilansicht des Windenergieanlagen-Turmes aus Figur 14;

Figur 16: eine schematische, zweidimensionale Teilansicht einer beispielhaften Ausführungsform eines weiteren Windenergieanlagen-Turmes.

In den Figuren sind gleiche oder im Wesentlichen funktionsgleiche bzw. -ähnliche Elemente mit den gleichen Bezugszeichen bezeichnet.

Figur 1 zeigt eine schematische, dreidimensionale Ansicht einer beispielhaften Ausführungsform einer Windenergieanlage. Figur 1 zeigt insbesondere eine Windenergieanlage 100 mit einem Turm 102 und einer Gondel 104. An der Gondel 104 ist ein Rotor 106 mit drei Rotorblättern 108 und einem Spinner 110 angeordnet. Der Rotor 106 wird im Betrieb durch den Wind in eine Drehbewegung versetzt und treibt dadurch einen Generator an der Gondel 104 an. Der Turm 102 umfasst insbesondere eine Mehrzahl an Windenergieanlagen-Stahlturmgringsegmenten mit an Vertikalfanschen angeordneten Anschlusselementen zur Anordnung von Funktionselementen.

Figur 2 zeigt eine schematische, zweidimensionale Ansicht zweier beispielhafter Ausführungsformen von Windenergieanlagen-Stahlturrringsegmenten. Das Mantelsegment 202 des Stahlturrringsegments 200 erstreckt sich von einer oberen Horizontalstoßseite 204 zu einer unteren Horizontalstoßseite 206. Im Wesentlichen 5 orthogonal zu den Horizontalstoßseiten 204, 206 sind die erste Vertikalstoßseite 208 und die zweite Vertikalstoßseite 210 angeordnet. An den Vertikalstoßseiten 208, 210 sind hier lediglich angedeutet dargestellte Vertikalfansche angeordnet. In einem Abschnitt angrenzend an die erste Horizontalstoßseite 204 sind an der ersten Vertikalstoßseite 208 10 ein erstes Anschlusselement 212 und an der zweiten Vertikalstoßseite 210 ein zweites Anschlusselement 214 angeordnet.

Das Mantelsegment 222 des Stahlturrringsegments 220 erstreckt sich ebenfalls von einer oberen Horizontalstoßseite 224 zu einer unteren Horizontalstoßseite 226 sowie zwischen einer ersten Vertikalstoßseite 228 zu einer zweiten Vertikalstoßseite 230. Angrenzend an einen Abschnitt an die erste Horizontalstoßseite 224 sind an der ersten 15 Vertikalstoßseite 228 ein erstes Anschlusselement 232 und ein drittes Anschlusselement 236 angeordnet. An der zweiten Vertikalstoßseite 230 sind ein zweites Anschlusselement 234 und ein vierter Anschlusselement 238 angeordnet. Das erste Anschlusselement 232 weist den gleichen Abstand von der oberen Horizontalstoßseite auf wie das zweite 20 Anschlusselement 234. Analog hierzu weist das dritte Anschlusselement 236 die gleiche Beabstandung zur oberen Horizontalstoßseite 224 wie das vierte Anschlusselement 238 auf.

Das erste Anschlusselement 232 und das zweite Anschlusselement 234 weisen eine flächige Erstreckung auf, die mehr als die doppelte Fläche des dritten Anschlusselements 236 und des vierten Anschlusselements 238 beträgt. An dem Stahlturrringsegment 220 25 sind ferner ein fünftes und ein sechstes Anschlusselement 240, 242 angeordnet, die in einem mittigen Abschnitt des Stahlturrringsegments 220 angeordnet sind. Auch die Anschlusselemente 240, 242 weisen jeweils die gleiche Beabstandung zur oberen Horizontalstoßseite 224, aber ebenfalls auch zur unteren Horizontalstoßseite 226 auf. In einem Abschnitt angrenzend an die untere Horizontalstoßseite 226 sind ferner ein siebtes 30 Anschlusselement 244 und ein achtes Anschlusselement 246 angeordnet.

Figur 3 zeigt eine schematische, dreidimensionale Teilansicht einer beispielhaften Ausführungsform eines Windenergieanlagen-Stahlturrringsegments. Das Stahlturrringsegment 300 weist analog zu den im Vorherigen beschriebenen Stahlturrringsegmenten ein Mantelsegment 302 auf, das sich von einer oberen

Horizontalstoßseite 304 zu einer hier nicht gezeigten unteren Horizontalstoßseite erstreckt und orthogonal zu dieser Erstreckungsrichtung sich von der ersten Vertikalstoßseite 308 zu der zweiten Vertikalstoßseite 310 erstreckt. An der ersten Vertikalstoßseite 308 ist ein erster Vertikalfansch 309, und an der zweiten 5 Vertikalstoßseite 310 ist ein zweiter Vertikalfansch 311 angeordnet. Die Vertikalfansche 309, 311 schließen jeweils einen Winkel mit dem Mantelsegment ein.

An dem ersten Vertikalfansch 309 sind integral ein erstes Anschlusselement 312 und ein 10 drittes Anschlusselement 316 ausgebildet, wobei sich die Anschlusselemente 312, 316 in die gleiche Richtung erstrecken wie der erste Vertikalfansch 309. Analog hierzu sind an dem zweiten Vertikalfansch 311 ein zweites Anschlusselement 314 und ein vierter 15 Anschlusselement 318 ausgebildet, die sich in die gleiche Richtung erstrecken wie der zweite Vertikalfansch 311. Die Anschlusselemente 312, 314, 316, 318 weisen jeweils eine flächige Erstreckung auf, wobei deren Dicke in Dickenrichtung D auch als Materialstärke bezeichnet werden kann. Die Dicke bzw. Materialstärke der 15 Anschlusselemente 312, 314, 316, 318, der Vertikalfansche 309, 311 sowie des Mantelsegments 302 ist im Wesentlichen gleich. Das Mantelsegment 302 weist ferner einen teilringförmigen Querschnitt auf, dessen Flächennormale im Wesentlichen parallel zur Segmenthöhe in Segmenthöhenrichtung H ausgerichtet ist und der teilringförmige Querschnitt durch insgesamt acht gerade Abschnitte ausgebildet wird, wobei die acht 20 geraden Abschnitte gewinkelt zueinander angeordnet sind und sich zudem in Ringrichtung R erstrecken, sodass der teilringförmige Querschnitt entsteht.

Die Figuren 4 - 7 zeigen eine schematische, dreidimensionale Ansicht einer beispielhaften Ausführungsform eines Windenergieanlagen-Stahlturrringsegments. Das 25 Stahlturrringsegment 400 weist ein Mantelsegment 402 auf, das sich von der oberen Horizontalstoßseite 404 zu der unteren Horizontalstoßseite 406 und von der orthogonal hierzu angeordneten ersten Vertikalstoßseite 408 zu der zweiten Vertikalstoßseite 410 erstreckt. An der oberen Horizontalstoßseite 404 ist ein oberer Horizontalflansch 405 angeordnet, der angeordnet und ausgebildet ist, das Stahlurrringsegment 400 mit einem vertikal benachbarten weiteren Stahlurrringsegment zu verbinden. Analog hierzu 30 ist an der unteren Horizontalstoßseite 406 ein unterer Horizontalflansch 407 angeordnet. Der untere Horizontalflansch 407 weist ferner Durchtrittsöffnungen auf, um das Stahlurrringsegment 400 mit einem vertikal benachbarten weiteren Stahlurrringsegment zu verbinden. Die Durchtrittsöffnungen des unteren 35 Vertikalfansches 407 sind doppelreihig ausgeführt, sodass jeweils zwei radial voneinander beabstandet sind. Zwischen dieser radialen Beabstandung der

Durchtrittsöffnungen ist das Mantelsegment 402 angeordnet. Daher sind also zum einen Durchtrittsöffnungen auf einer inneren Seite des Mantelsegments am Vertikalfansch 407 angeordnet und darüber hinaus Durchtrittsöffnungen auf einer äußeren Seite in Bezug auf das Mantelsegment 402 am Vertikalfansch 407.

- 5 Das Stahlturmgringsegment 400 weist ferner an den Vertikalfanschen 409 und 411 eine Mehrzahl an Anschlusselementen 432 bis 450 auf. In einem Abschnitt angrenzend an die Horizontalstoßseite 404 sind ein erstes Anschlusselement 432 und ein drittes Anschlusselement 436 am ersten Vertikalfansch 409 angeordnet. Das erste Anschlusselement 432 und das dritte Anschlusselement 436 sind unmittelbar benachbart
- 10 und weisen einen geringen Abstand zueinander auf. Analog hierzu sind das zweite Anschlusselement 434 und das vierte Anschlusselement 438 an dem zweiten Vertikalfansch 411 angeordnet. Am ersten Vertikalfansch 409 sind ferner das fünfte Anschlusselement 440, das siebte Anschlusselement 444 sowie das neunte Anschlusselement 448 angeordnet, wobei das dritte Anschlusselement 436, das fünfte
- 15 Anschlusselement 440, das siebte Anschlusselement 444 und das neunte Anschlusselement 448 äquidistant zueinander angeordnet sind. Analog hierzu sind das vierte Anschlusselement 438, das sechste Anschlusselement 442, das achte Anschlusselement 446 und das zehnte Anschlusselement 450 am zweiten Vertikalfansch 411 angeordnet. Die an einem Vertikalfansch 409, 411 angeordneten
- 20 Anschlusselemente 432 – 450 können alternativ auch nicht äquidistant zueinander angeordnet sein. Die Anschlusselemente 432, 434 weisen ferner eine gleiche Beanstandung zu der oberen Horizontalstoßseite 404 auf. Die Anschlusselemente 432, 434 sind somit auf der gleichen Höhe angeordnet. Das gleiche gilt für die Anschlusselemente 436, 438, die Anschlusselemente 440, 442, die Anschlusselemente
- 25 444, 446 und die Anschlusselemente 448, 450. Darüber hinaus können die Anschlusselemente jeweils unterschiedliche Beabstandungen zu der oberen Horizontalstoßseite 404 aufweisen, so dass keine zwei gegenüberliegenden Anschlusselemente vorhanden sind, die die gleiche Beabstandung zu der oberen Horizontalstoßseite 404 aufweisen.
- 30 Figur 8 zeigt eine schematische, dreidimensionale Ansicht zweier beispielhafter Ausführungsformen von Windenergieanlagen-Stahlturmgringsegmenten. Das erste Stahlturmgringsegment 500 weist ein Mantelsegment 502 auf, das sich von der oberen Horizontalstoßseite 504 zu der unteren Horizontalstoßseite 506 erstreckt. An den Vertikalstoßseiten sind analog zu den im Vorherigen beschriebenen Figuren
- 35 Vertikalfansche angeordnet, an denen wiederum Anschlusselemente ausgebildet sind.

An dem ersten Stahlturrringsegment 500 sind zwischen den auf gleicher Höhe angeordneten Anschlusselementen des ersten und des zweiten Vertikalfansches Tragbalken angeordnet, an denen ein Kabelleiter 501 angeordnet ist. Die Anordnung des Tragbalkens kann insbesondere der Ausbildung des zweiten Stahlturrringsegments 510 5 entnommen werden, das sich mit seinem Mantelsegment 512 ebenfalls von einer oberen Horizontalstoßseite 514 zu einer unteren Horizontalstoßseite 516 erstreckt und bei dem sich ein Tragbalken 519 von einem ersten Anschlusselement zu einem zweiten Anschlusselement 518 erstreckt.

Figur 9 zeigt eine schematische, dreidimensionale Ansicht einer beispielhaften 10 Ausführungsform eines Turmes. Der Turm 550 weist insgesamt acht Stahlturrringsegmente auf, die an vertikalen Stößen 551 mit ihren Vertikalfanschen aneinanderstoßen und dort mit ihren Vertikalfanschen miteinander befestigt werden. Ferner ist die Anordnung eines Kabelleiters 501 gezeigt, welcher mittels eines 15 Tragbalkens, welcher an Anschlusselementen 553 angeordnet ist, befestigt ist. Weitere Tragbalken sind beispielsweise an dem Anschlusselement 554 angeordnet. Ferner erstreckt sich ein Podest 552 in horizontaler Richtung.

In den Figuren 10 bis 12 werden Stahlturrringsegmente 600 mit einem Mantelsegment 612 und einem ersten Vertikalfansch 609 an der ersten Vertikalfansch 608 des Stahlturrringsegments 600 gezeigt. Die Perspektive in den Figuren 10 bis 12 ist derart 20 gewählt, dass die obere Horizontalstoßseite 614 ersichtlich ist. Insbesondere kann den Figuren 10 bis 12 eine Ausnehmung 620 entnommen werden, die in einem Biegeabschnitt, vorzugsweise entlang einer Biegelinie, im Übergang zwischen dem Mantelsegment 612 und dem ersten Vertikalfansch 609 angeordnet ist. In der Figur 12 ist 25 das Ausgangsmaterial für den Biegevorgang zur Herstellung eines Stahlturrringsegments 600 mit einem Mantelsegment 612 und einem ersten Vertikalfansch 609 gezeigt. In dem zukünftigen Biegebereich zwischen dem Mantelsegment 612 und dem ersten Vertikalfansch 609 ist hier eine als Fuge ausgebildete Ausnehmung 620 angeordnet, durch die die Materialstärke zumindest 30 abschnittsweise im Biegebereich reduziert ist. In der in Figur 12 gezeigten Ausführungsvariante würde dieser erste Vertikalfansch 609 in der dargestellten Ausgangslage mit dem Uhrzeigersinn nach oben gebogen werden. Durch die Ausnehmung 620 wäre der Biegevorgang vereinfacht. In der in Figur 11 gezeigten Ausführungsvariante ist der Vertikalfansch 609 relativ zu dem Mantelsegment 612 35 entgegen dem Uhrzeigersinn gebogen. Die Ausnehmung 620 ist eine einfache und

kostengünstig herstellbare Möglichkeit zur Reduzierung der Biegekräfte, um ein Stahlturtringsegment 600 gemäß den Figuren 10 und 11 herzustellen.

In Figur 13 ist eine alternative Anordnung der Anschlusselemente 714, 724 gezeigt. Die Mantelsegmente 710, 720 sind zu einem Windenergieanlagen-Turmabschnitt 700 angeordnet, wobei die Mantelsegmente 710, 720 an einem im Wesentlichen vertikalen Stoß mit ihren Vertikalfanschen 712, 714 aneinanderstoßen und an dem vertikalen Stoß miteinander verbunden sind. Das Anschlusselement 714 kragt von dem ersten Vertikalfansch 712 und das Anschlusselement 724 kragt von dem zweiten Vertikalfansch 714 aus. Der erste Vertikalfansch 712 und das Anschlusselement 714 schließen einen ungleichen Winkel mit dem Mantelsegment 710 ein. Das Anschlusselement 714 erstreckt sich somit nicht in die gleiche Richtung wie der Vertikalfansch 712 von dem Mantelsegment 710 hinweg. Das Anschlusselement 724 ist analog hierzu angeordnet. Derartige Anschlusselemente sind vor allem durch die weitere Abkantung insbesondere für Trägerauflager vorgesehen, bei denen eine zusätzliche Abkantung der Anschlusselemente zu den Vertikalfanschen vorteilhaft ist. Die Trägerauflager sind ausgebildet und angeordnet, Träger aufzunehmen. Die Träger können beispielsweise als Balkenelemente ausgebildet sein. An den Trägern kann eine Plattform im Inneren des Turmes angeordnet werden.

Die Figuren 14 und 15 zeigen eine schematische, dreidimensionale Teilansicht eines Windenergieanlagen-Turmes. Der Turm 800 umfasst insgesamt acht Stahlturtringsegmente, von denen das erste Stahlturtringsegment 810, das zweite Stahlturringsegment 820, das dritte Stahlturringsegment 830 und das vierte Stahlturringsegment 840 gezeigt sind. An der oberen Horizontalstoßseite der Stahlturringsegmente 810, 820, 830, 840 ist jeweils ein oberer Horizontalflansch 812, 822, 832, 842 angeordnet, der ausgebildet ist, die Stahlturringsegmente 810, 820, 830, 840 mit einem, zwei oder mehreren vertikal benachbarten Turmsegmenten, insbesondere Stahlturringsegmenten, zu verbinden. Das erste Stahlturringsegment 810 und das zweite Stahlturringsegment 820 sind mit einem Laschelement 815 miteinander verbunden, wobei das Laschelement 815 als gewinkelte Platte ausgeführt ist und mit dem ersten Stahlturringsegment 810 und dem zweiten Stahlturringsegment 820 verschraubt ist. Die weiteren Stahlturringsegmente sind analog mittels Laschelementen 825, 845 verbunden. Der Turm 800 weist darüber hinaus eine Plattform 854 auf, die durch mehrere Träger 852 gestützt wird. Der Träger 852 ist mittels eines ersten Trägerauflagers 850 und eines in etwa diametral zu diesem angeordneten zweiten Trägerauflagers 850 am Turm 800 befestigt.

Figur 16 zeigt eine schematische, zweidimensionale Teilansicht einer beispielhaften Ausführungsform eines weiteren Windenergieanlagen-Turmes. Der Turm 900 umfasst einen oberen Turmabschnitt 902, der einer Turmspitze des Turmes 900 zugewandt ist, und einen unteren Turmabschnitt 904, der der Turmspitze des Turmes 900 abgewandt ist. Der obere Turmabschnitt 902 und der untere Turmabschnitt 904 stoßen an einem Horizontalstoß 905 aneinander und sind im Bereich des Horizontalstoßes 905 miteinander verbunden.

Der obere Turmabschnitt 902 umfasst ein erstes Stahlturrringsegment 910 mit einer ersten Vertikalstoßseite und zweites Stahlturrringsegment 920 mit einer zweiten Vertikalstoßseite. Das erste Stahlturrringsegment 910 und das zweite Stahlturrringsegment 920 sind horizontal benachbart zueinander angeordnet. Das erste Stahlturrringsegment 910 und das zweite Stahlturrringsegment 920 stoßen mit ihren Vertikalstoßseiten an einem oberen Vertikalstoß 915 aneinander.

An dem ersten Stahlturrringsegment 910 ist an der ersten Vertikalstoßseite ein erster Vertikalflansch 912 angeordnet. Analog ist an dem zweiten Stahlturrringsegment 920 an der zweiten Vertikalstoßseite ein zweiter Vertikalflansch 922 angeordnet. Die Vertikalflansche 912, 922 schließen jeweils einen Winkel mit den wandausbildenden Abschnitten der Stahlturrringsegmente 910, 920 ein. An den Vertikalflanschen 912, 922 sind nicht gezeigte, horizontal ausgerichtete Durchtrittsöffnungen angeordnet. Die Durchtrittsöffnungen sind insbesondere derart angeordnet und ausgebildet, dass die Vertikalflansche 912, 922 mittels Befestigungselementen miteinander verbindbar sind. Durch eine Verbindung der Vertikalflansche 912, 922 miteinander erfolgt auch eine Verbindung der Stahlturrringsegmente 910, 920 miteinander.

An dem ersten Vertikalflansch 912 sind ein erstes Anschlusselement 914 und ein zweites Anschlusselement 916 ausgebildet, die ausgehend von dem ersten Vertikalflansch 912 auskragen. Die Anschlusselemente 914, 916 sowie auch alle weiteren im Folgenden beschriebenen Anschlusselemente sind insbesondere zur Anordnung von Funktionselementen angeordnet und ausgebildet. An dem zweiten Vertikalflansch 922 sind ebenfalls zwei Anschlusselemente 924, 926 ausgebildet, die vom zweiten Vertikalflansch 922 auskragen.

Der untere Turmabschnitt 904 ist insbesondere als Laschen-Stahlturrringabschnitt ausgebildet, wobei das erste und zweite Laschen-Stahlturrringsegment des Laschen-Stahlturrringabschnitts im folgenden als drittes Stahlturrringsegment 930 und ein vierter

Stahlturrringsegment 940 bezeichnet werden. Das dritte Stahlturrringsegment 930 und das vierte Stahlturrringsegment 940 stoßen an einem unteren Vertikalstoß 925 jeweils mit ihren Vertikalstoßseiten aneinander. An dem unteren Vertikalstoß 925 ist ein Laschenelement 906 angeordnet, welches mit dem dritten Stahlturrringsegment 930 und dem vierten Stahlturrringsegment 940 verbunden ist. Die Verbindung ist insbesondere mit Befestigungselementen 932, 942 realisiert, wobei die vertikale Beabstandung der Befestigungselemente in einem Mittenabschnitt des Laschenelements 906 größer ist als in den zwei Endabschnitten des Laschenelements 906. In den Endabschnitten des Laschenelements 906 ist die vertikale Beabstandung der Befestigungselemente vielmehr so gering wie möglich gewählt. Das dritte Stahlturrringsegment 930 und das vierte Stahlturrringsegment 940 werden somit am unteren Vertikalstoß 925 durch das Laschenelement 906 miteinander verbunden und zusammengehalten. Der untere Turmabschnitt 904 weist ebenfalls Anschlusselemente 934, 944 auf, wobei das Laschenelement 906 die Anschlusselemente 934, 944 aufweist. Die Anschlusselemente 934, 944 kragen von dem Laschenelement 906 aus.

Durch an Vertikalflanschen 309, 311, 409, 411 angeordnete Anschlusselemente 212, 214, 230 bis 246, 312 bis 318, 432 bis 450, 554, 453 wird die Qualität eines Windenergieanlagen-Turmes 550 sowie die Kosten zur Fertigung und Montage reduziert. Es hat sich ferner gezeigt, dass sich durch die Anschlusselemente 212, 214, 230 bis 246, 312 bis 318, 432 bis 450, 554, 453 die Arbeitssicherheit bei der Montage eines Windenergieanlagen-Turmes 550 erhöht. Die Kostenreduktion tritt zum einen dadurch ein, dass die Anschlusselemente 212, 214, 230 bis 246, 312 bis 318, 432 bis 450, 554, 453 bereits ab Werk an den Vertikalflanschen 309, 311, 409, 411 angeordnet werden können. Darüber hinaus ist die Montage der einzelnen Stahlturrringsegmente 200, 220, 300, 400, 500, 510 besonders vereinfacht, da diese im Wesentlichen keinen Verzug durch die Einbringung von Wärme, beispielsweise durch Schweißen, erfahren. Somit vereinfacht sich die Montage für die Monteure auf der Baustelle, wobei insbesondere keine verzogenen Stahlturrringsegmente 200, 220, 300, 400, 500, 510 mehr miteinander verbunden werden müssen. Darüber hinaus ist die Anordnung unterschiedlichster Funktionselemente innerhalb eines Turmes 550 bzw. eines aufzubauenden Turmes vereinfacht, sodass ebenfalls die Montagezeit reduziert werden kann.

BEZUGSZEICHEN

100	Windenergieanlage
102	Turm
104	Gondel
5	106 Rotor
	108 Rotorblätter
	110 Spinner
	200 Stahlturmringsegment
	202 Mantelsegment
10	204 obere Horizontalstoßseite
	206 untere Horizontalstoßseite
	208 erste Vertikalstoßseite
	210 zweite Vertikalstoßseite
	212 erstes Anschlusselement
15	214 zweites Anschlusselement
	220 Stahlturmringsegment
	222 Mantelsegment
	224 obere Horizontalstoßseite
	226 untere Horizontalstoßseite
20	228 erste Vertikalstoßseite
	230 zweite Vertikalstoßseite
	232 erstes Anschlusselement
	234 zweites Anschlusselement
	236 drittes Anschlusselement
25	238 viertes Anschlusselement
	240 fünftes Anschlusselement
	242 sechstes Anschlusselement

244	siebtes Anschlusselement
246	achttes Anschlusselement
300	Stahlturrringsegment
302	Mantelsegment
5 304	obere Horizontalstoßseite
308	erste Vertikalstoßseite
309	erster Vertikalflansch
310	zweite Vertikalstoßseite
311	zweiter Vertikalflansch
10 312	erstes Anschlusselement
314	zweites Anschlusselement
316	drittes Anschlusselement
318	viertes Anschlusselement
400	Stahlturrringsegment
15 402	Mantelsegment
404	obere Horizontalstoßseite
405	oberer Horizontalflansch
406	untere Horizontalstoßseite
407	unterer Horizontalflansch
20 408	erste Vertikalstoßseite
409	erster Vertikalflansch
410	zweite Vertikalstoßseite
411	zweiter Vertikalflansch
432	erstes Anschlusselement
25 434	zweites Anschlusselement
436	drittes Anschlusselement
438	viertes Anschlusselement
440	fünftes Anschlusselement

442	sechstes Anschlusselement
444	siebtes Anschlusselement
446	achttes Anschlusselement
448	neuntes Anschlusselement
5 450	zehntes Anschlusselement
500	erstes Stahlturmrингsegment
501	Kabelleiter
502	Mantelsegment
504	obere Horizontalstoßseite
10 506	untere Horizontalstoßseite
510	zweites Stahlturmrингsegment
512	Mantelsegment
514	obere Horizontalstoßseite
516	untere Horizontalstoßseite
15 518	Anschlusselement
519	Tragbalken
550	Turm
551	vertikaler Stoß
552	Podest
20 553	Anschlusselement
554	Anschlusselement
600	Stahlturmrингsegment
608	erste Vertikalstoßseite
609	erster Vertikalfansch
25 612	Mantelsegment
614	obere Horizontalstoßseite
620	Ausnehmung
700	Windenergieanlagen-Turmsegment

710, 720	Mantelsegment
712, 722	Vertikalfansch
714, 724	Anschlusselement
800	Turm
5 810	erstes Stahlturmrингsegment
812	erster oberer Horizontalflansch
815	erstes Laschenelement
820	zweites Stahlturmrингsegment
822	zweiter oberer Horizontalflansch
10 825	zweites Laschenelement
830	drittes Stahlturmrингsegment
832	dritter oberer Horizontalflansch
840	viertes Stahlturmrингsegment
842	vierter oberer Horizontalflansch
15 845	viertes Laschenelement
850	erstes Trägerauflager
851	zweites Trägerauflager
852	Träger
854	Plattform
20 900	Turm
902	oberer Turmabschnitt
904	unterer Turmabschnitt
905	Horizontalstoß
906	Laschenelement
25 910	erstes Stahlturmrингsegment
912	erster Vertikalfansch
914	erstes Anschlusselement
915	oberer Vertikalstoß

916	zweites Anschlusselement
920	zweites Stahlturrringsegment
922	zweiter Vertikalflansch
924	drittes Anschlusselement
5 925	unterer Vertikalstoß
926	viertes Anschlusselement
930	drittes Stahlturrringsegment
932	Befestigungselement
934	fünftes Anschlusselement
10 940	viertes Stahlturrringsegment
942	Befestigungselement
944	sechstes Anschlusselement
H	Segmenthöhe
D	Segmentdicke
15 R	Ringrichtung

ANSPRÜCHE

1. Windenergieanlagen-Stahlturrringsegment für einen Windenergieanlagen-Turm, umfassend

5 - ein Mantelsegment mit einer Erstreckung in Richtung einer Segmenthöhe, einer Segment-Ringrichtung und einer Segmentdicke mit

- einer ersten Horizontalstoßseite und einer zweiten Horizontalstoßseite,
- einer ersten Vertikalstoßseite und einer zweiten Vertikalstoßseite,

10 - wobei an der ersten Vertikalstoßseite ein erster Vertikalfansch angeordnet ist und/oder an der zweiten Vertikalstoßseite ein zweiter Vertikalfansch angeordnet ist, wobei der erste Vertikalfansch und/oder der zweite Vertikalfansch einen Winkel mit dem Mantelsegment einschließt bzw. einschließen,

15 - wobei an dem ersten Vertikalfansch und/oder an dem zweiten Vertikalfansch mindestens ein Anschlusselement zur Anordnung von Funktionselementen ausgebildet ist, wobei das Anschlusselement ausgehend von dem ersten Vertikalfansch und/oder dem zweiten Vertikalfansch auskragt.

2. Windenergieanlagen-Stahlturrringsegment nach dem vorhergehenden Anspruch, wobei

20 - der erste Vertikalfansch und/oder der zweite Vertikalfansch und das Anschlusselement den gleichen Winkel mit dem Mantelsegment einschließen, und/oder

25 - das Anschlusselement einen Anschlusswinkel mit dem Mantelsegment einschließt, der verschieden ist von einem Flanschwinkel, den der erste Vertikalfansch und/oder der zweite Vertikalfansch mit dem Mantelsegment einschließt bzw. einschließen.

3. Windenergieanlagen-Stahlturrringsegment nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei

30 - sich das Anschlusselement in Richtung einer Anschluss Höhe, einer Anschlussbreite und einer Anschlussdicke erstreckt, und/oder

- das Anschlusselement durch die Erstreckung in Richtung der Anschlusshöhe und der Anschlussbreite eine im Wesentlichen flächige Erstreckung aufweist,
- wobei vorzugsweise die flächige Erstreckung im Wesentlichen rechteckig ist.

5 4. Windenergieanlagen-Stahlturmrингsegment nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei

- die Erstreckung des Anschlusselementes in Richtung der Anschlusshöhe um ein Vielfaches geringer ist als eine Erstreckung des Mantelsegments in Richtung der Segmenthöhe, und
- vorzugsweise die Erstreckung des Anschlusselements in Richtung der Anschlusshöhe kleiner 20%, und/oder kleiner 15%, und/oder kleiner 10%, und/oder kleiner 5%, und/oder kleiner 2%, und/oder kleiner 1%, und/oder kleiner 0,1% der Erstreckung des Mantelsegments in Richtung der Segmenthöhe ist.

15

5. Windenergieanlagen-Stahlturmrингsegment nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die flächige Erstreckung des Anschlusselementes eine Flächennormale aufweist, wobei die Flächennormale in Richtung der Segmenthöhe und/oder der Segment-Ringrichtung und/oder in Richtung der Segmentdicke ausgerichtet ist.

20 6. Windenergieanlagen-Stahlturmrингsegment nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Anschlussdicke und eine Flanschdicke die gleiche Abmessung aufweisen.

25

7. Windenergieanlagen-Stahlturmrингsegment nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, umfassend ein erstes Anschlusselement und ein zweites Anschlusselement, wobei

30

- das erste Anschlusselement an dem ersten Vertikalfansch und das zweite Anschlusselement an dem zweiten Vertikalfansch angeordnet ist, wobei
- das erste Anschlusselement und das zweite Anschlusselement die gleiche Beabstandung zu der ersten Horizontalstoßseite und/oder der zweiten Horizontalstoßseite aufweisen.

8. Windenergieanlagen-Stahlturmringsegment nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, umfassend ein drittes Anschlusselement und ein vierter Anschlusselement, wobei

- die Fläche der flächigen Erstreckung des ersten Anschlusselementes und des zweiten Anschlusselementes mehr als die zweifache Größe der Fläche der flächigen Erstreckung des dritten Anschlusselementes und des vierten Anschlusselementes aufweisen, und/oder
- das erste Anschlusselement und das dritte Anschlusselement am ersten Vertikalfansch angeordnet sind und das zweite Anschlusselement und das vierte Anschlusselement an dem zweiten Vertikalfansch angeordnet sind.

9. Windenergieanlagen-Stahlturmringsegment nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei

- das Mantelsegment und der erste Vertikalfansch und/oder das Mantelsegment und der zweite Vertikalfansch einstückig ausgebildet sind.

10. Windenergieanlagen-Stahlturmringsegment nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei

- das Mantelsegment einen teilringförmigen Querschnitt aufweist, wobei eine Flächennormale dieses Querschnitts im Wesentlichen parallel zur Segmenthöhe ausgerichtet ist, und
- der teilringförmige Querschnitt einen teilkreisförmigen Verlauf aufweist, und/oder
- der teilringförmige Querschnitt durch zwei oder mehrere gerade Abschnitte ausgebildet wird, wobei die zwei oder mehreren geraden Abschnitte gewinkelt zueinander angeordnet sind.

11. Windenergieanlagen-Turmabschnitt, umfassend

- mindestens ein erstes Windenergieanlagen-Stahlturmringsegment nach mindestens einem der Ansprüche 1-10 und ein zweites Windenergieanlagen-Stahlturmringsegment nach mindestens einem der Ansprüche 1-10,

- wobei das erste Windenergieanlagen-Stahlturmringsegment und das zweite Windenergieanlagen-Stahlturmringsegment an mindestens einem im Wesentlichen vertikalen Stoß mit Vertikalflanschen aneinanderstoßen, und
- wobei das erste Windenergieanlagen-Stahlturmringsegment und das zweite Windenergieanlagen-Stahlturmringsegment an dem mindestens einen im Wesentlichen vertikalen Stoß miteinander verbunden sind.

5 12. Windenergieanlagen-Turm, umfassend zwei oder mehrere übereinander angeordnete Windenergieanlagen-Turmabschnitte nach dem vorhergehenden Anspruch.

10 13. Windenergieanlage, umfassend einen Windenergieanlagen-Turm nach dem vorhergehenden Anspruch.

15 14. Verfahren zur Herstellung eines Windenergieanlagen-Turmabschnitts, insbesondere eines Windenergieanlagen-Turmabschnitts nach Anspruch 11, umfassend

- Bereitstellen mindestens eines ersten Windenergieanlagen-Stahlturmringssegments und eines zweiten Windenergieanlagen-Stahlturmringssegments, insbesondere eines ersten Windenergieanlagen-Stahlturmringssegments und eines zweiten Windenergieanlagen-Stahlturmringssegments nach mindestens einem der Ansprüche 1-10,
- Anordnen des ersten Windenergieanlagen-Stahlturmringssegments und des zweiten Windenergieanlagen-Stahlturmringssegments an mindestens einem vertikalen Stoß mit jeweils einer der Vertikalstoßseiten,
- Verbinden des ersten Windenergieanlagen-Stahlturmringssegments und des zweiten Windenergieanlagen-Stahlturmringssegments an dem mindestens einen vertikalen Stoß durch Befestigen zweier benachbarter Vertikalflansche.

30

15. Verfahren nach dem vorhergehenden Anspruch, umfassend

- Anordnen eines Funktionselements, beispielsweise einer Trageinheit, an mindestens einem Anschlusselement.

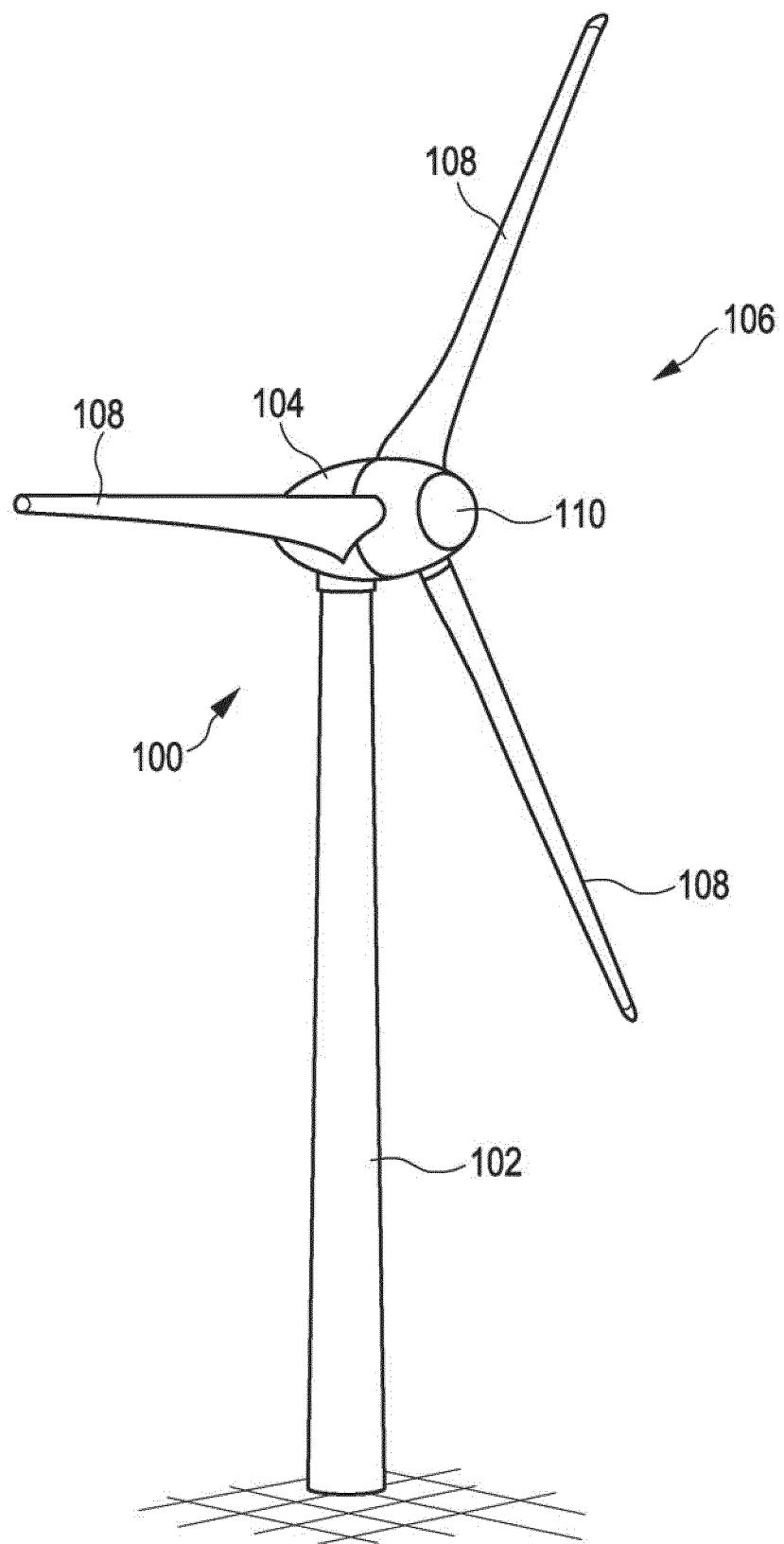


Fig. 1

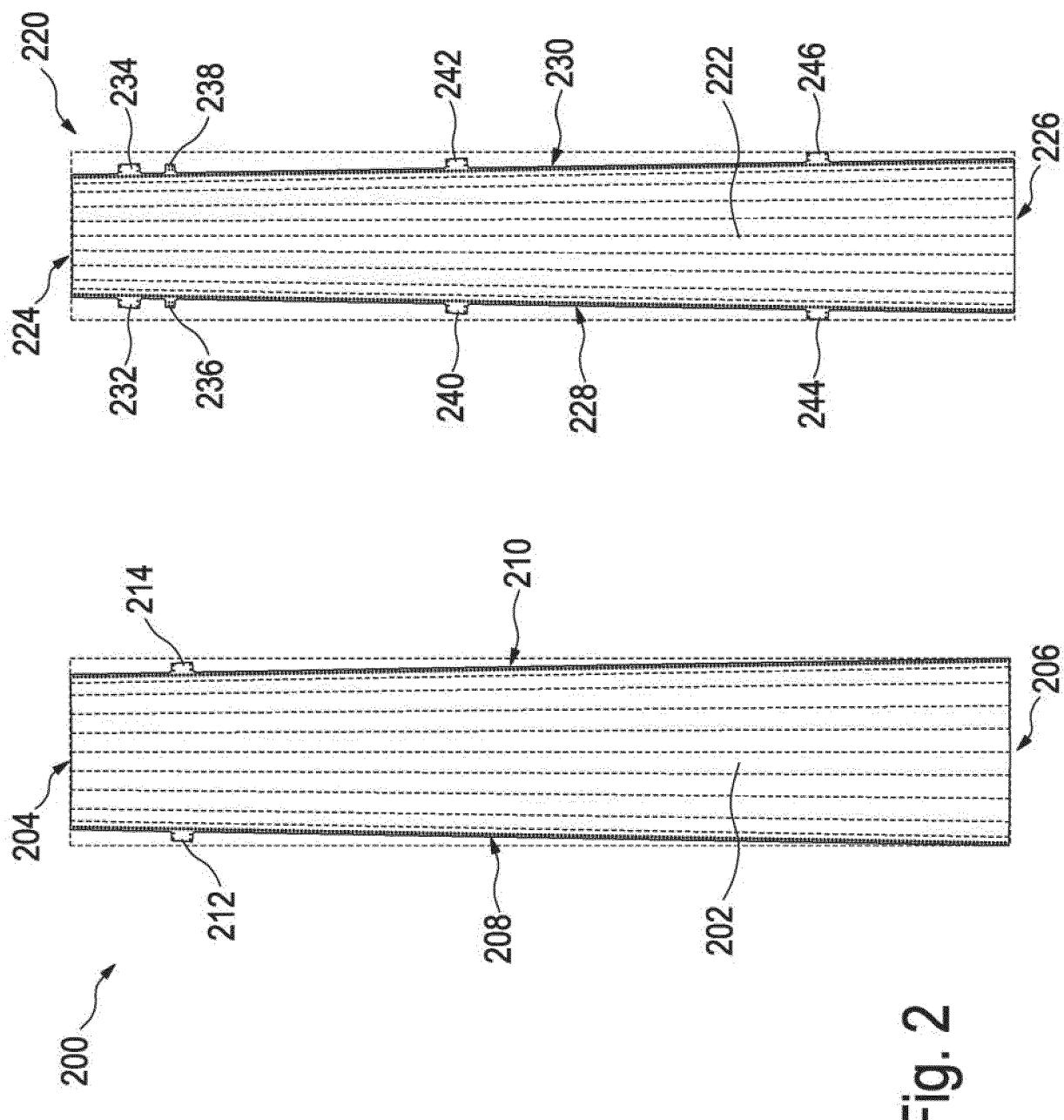
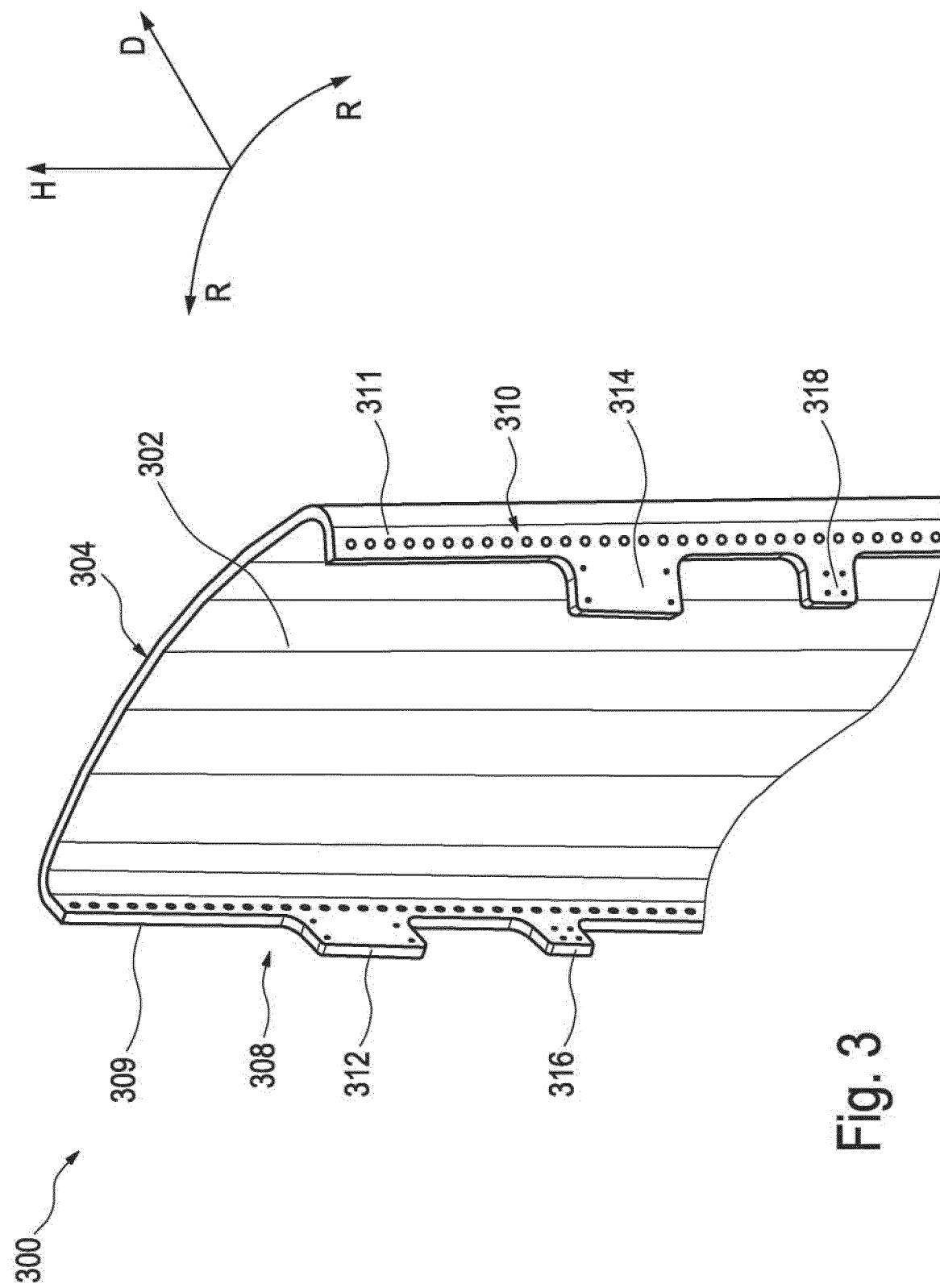


Fig. 2



**Fig. 3**

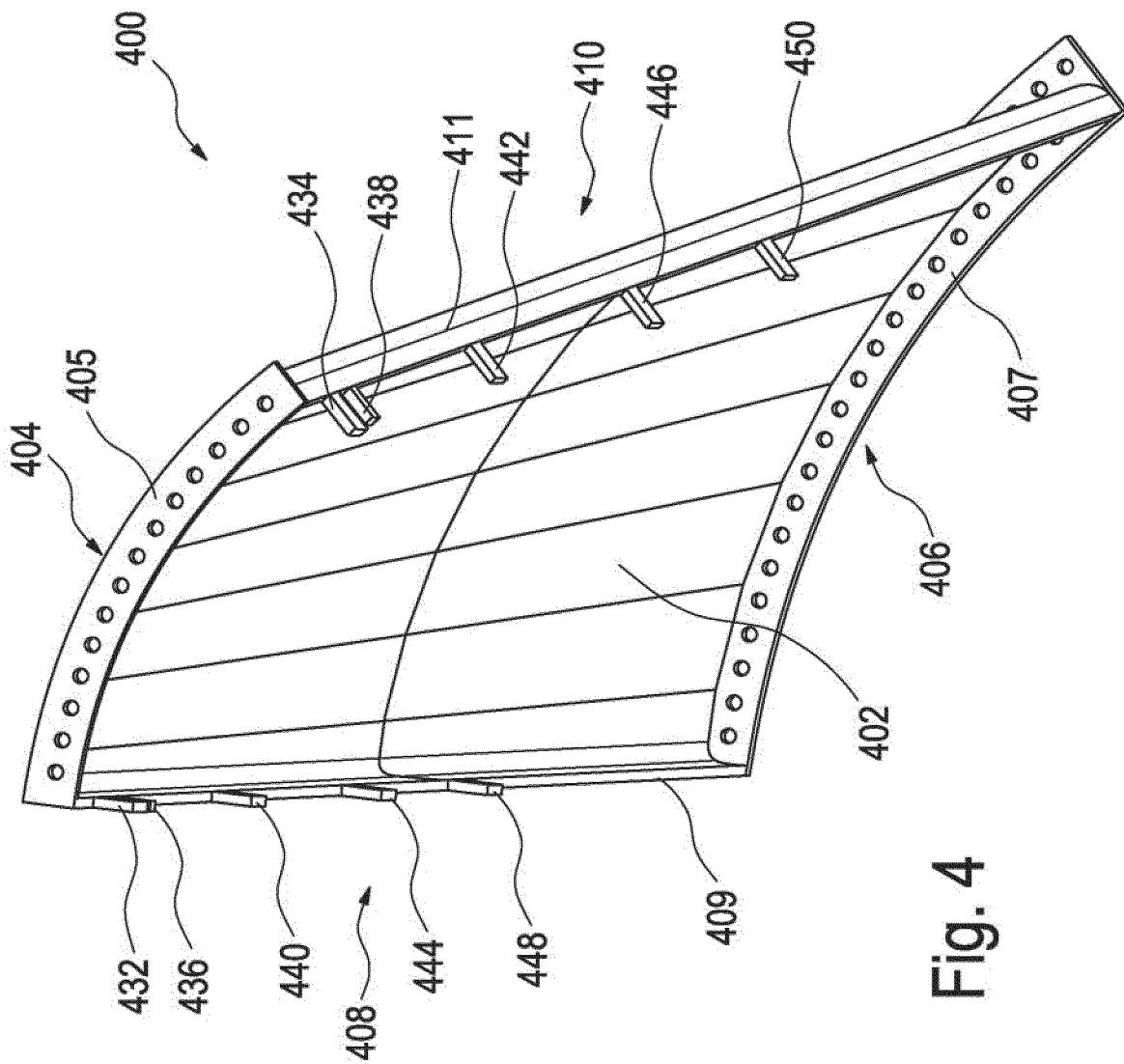


Fig. 4

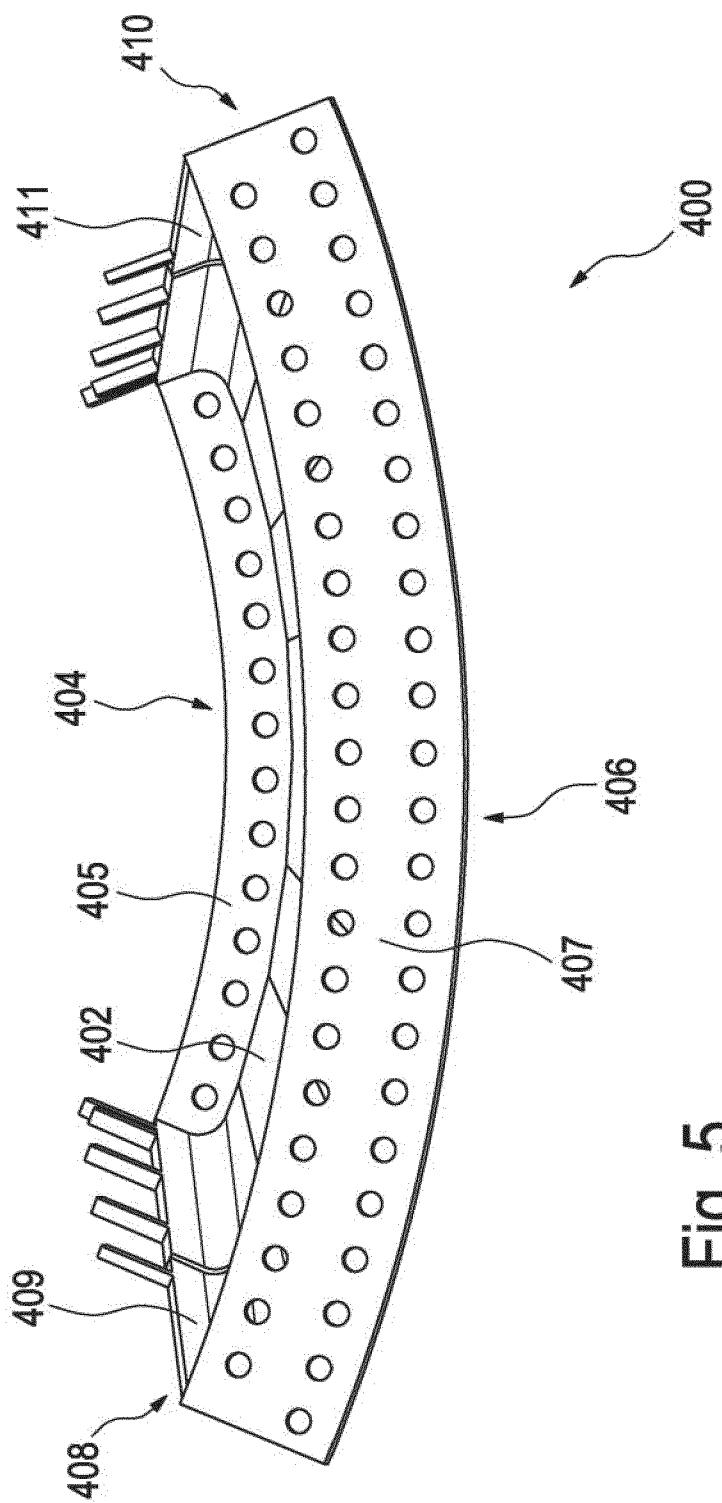


Fig. 5

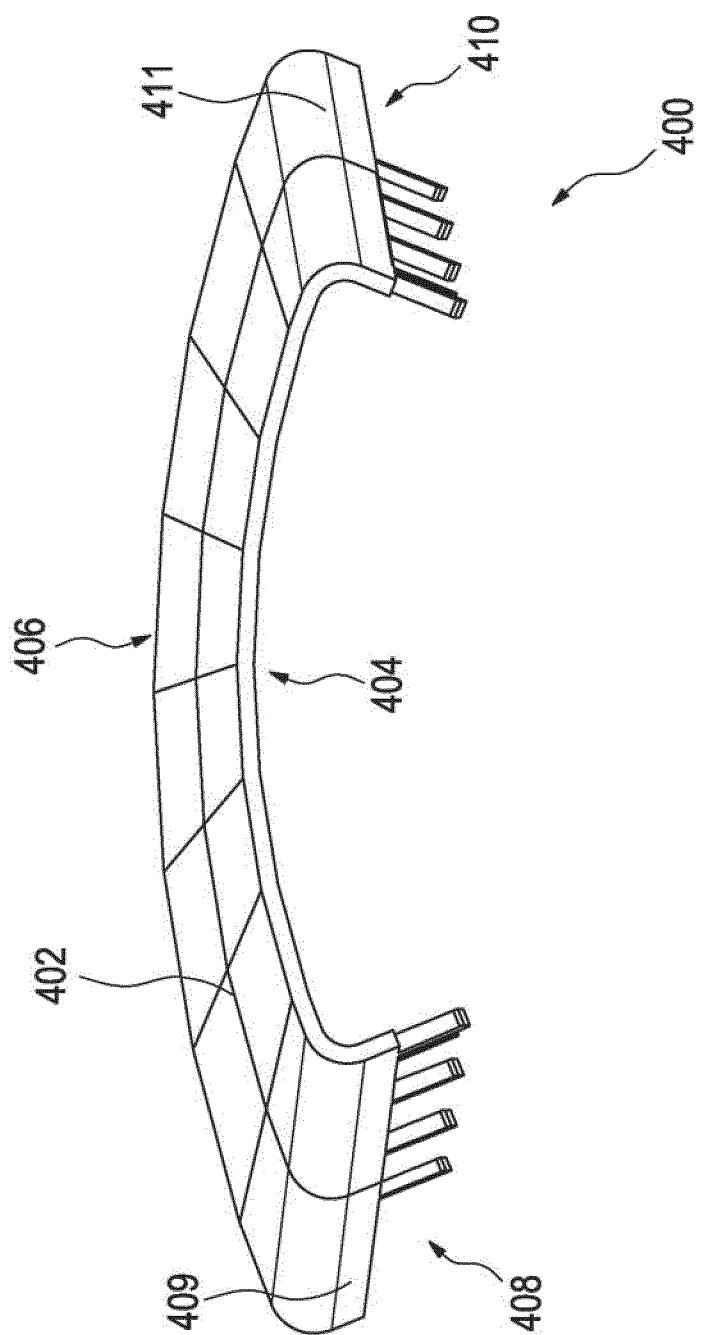


Fig. 6

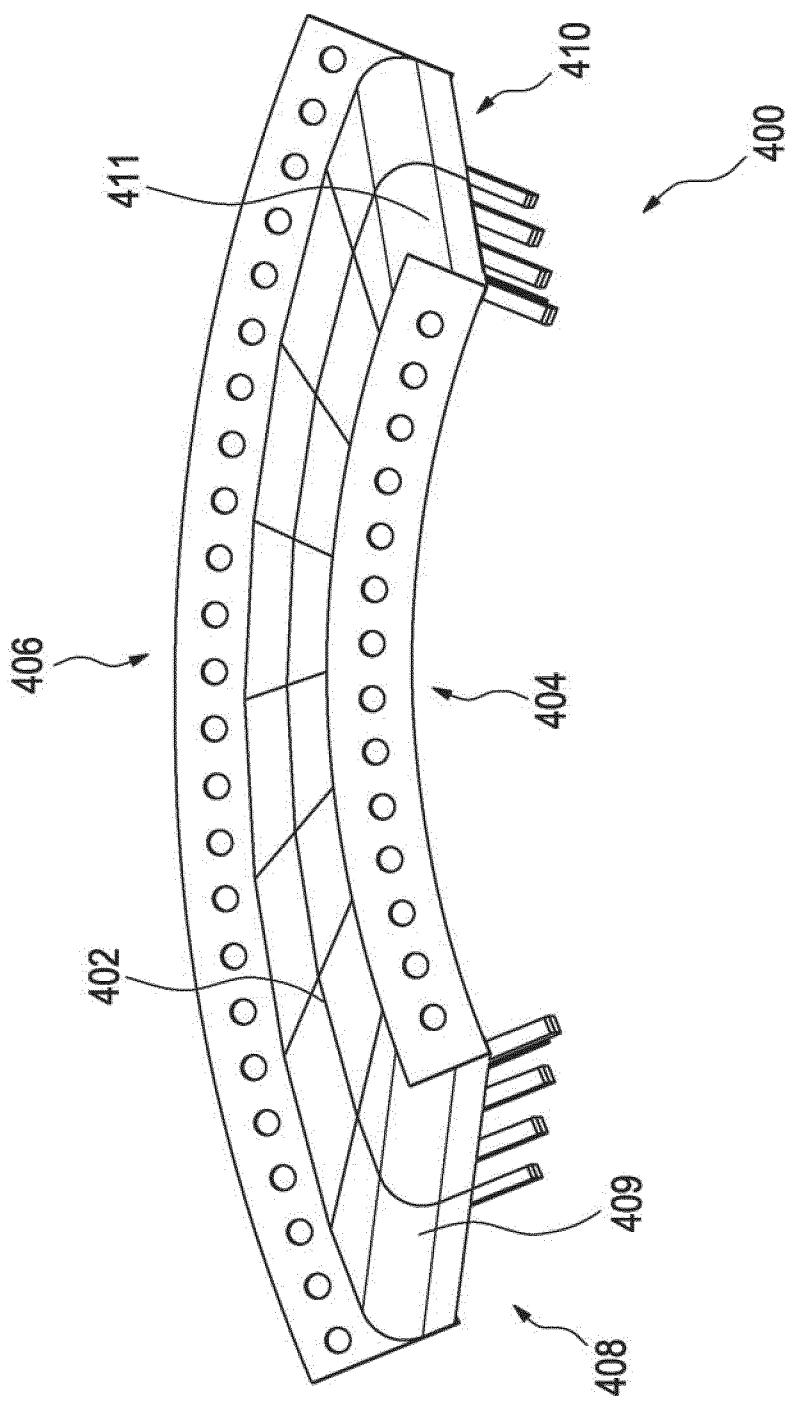


Fig. 7

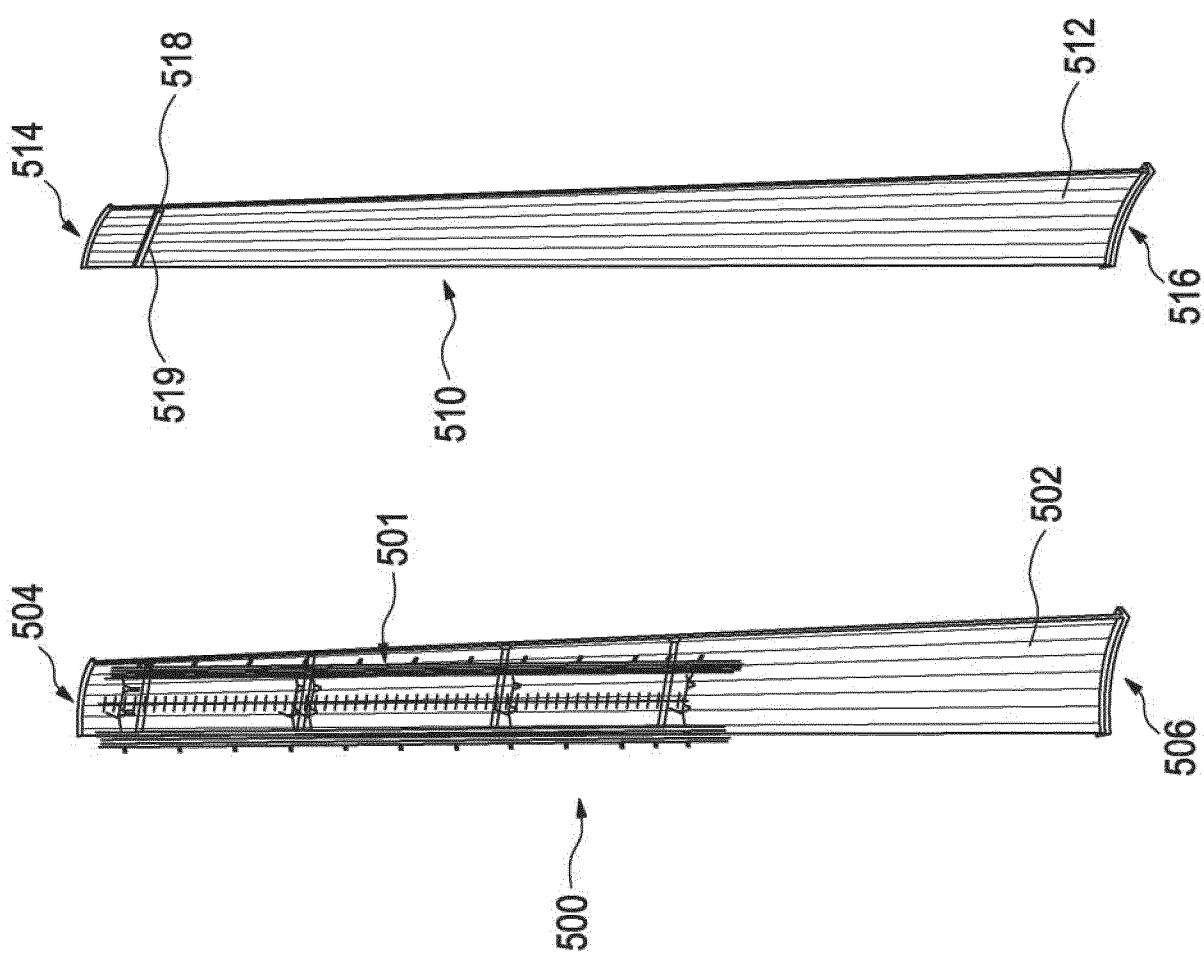


Fig. 8

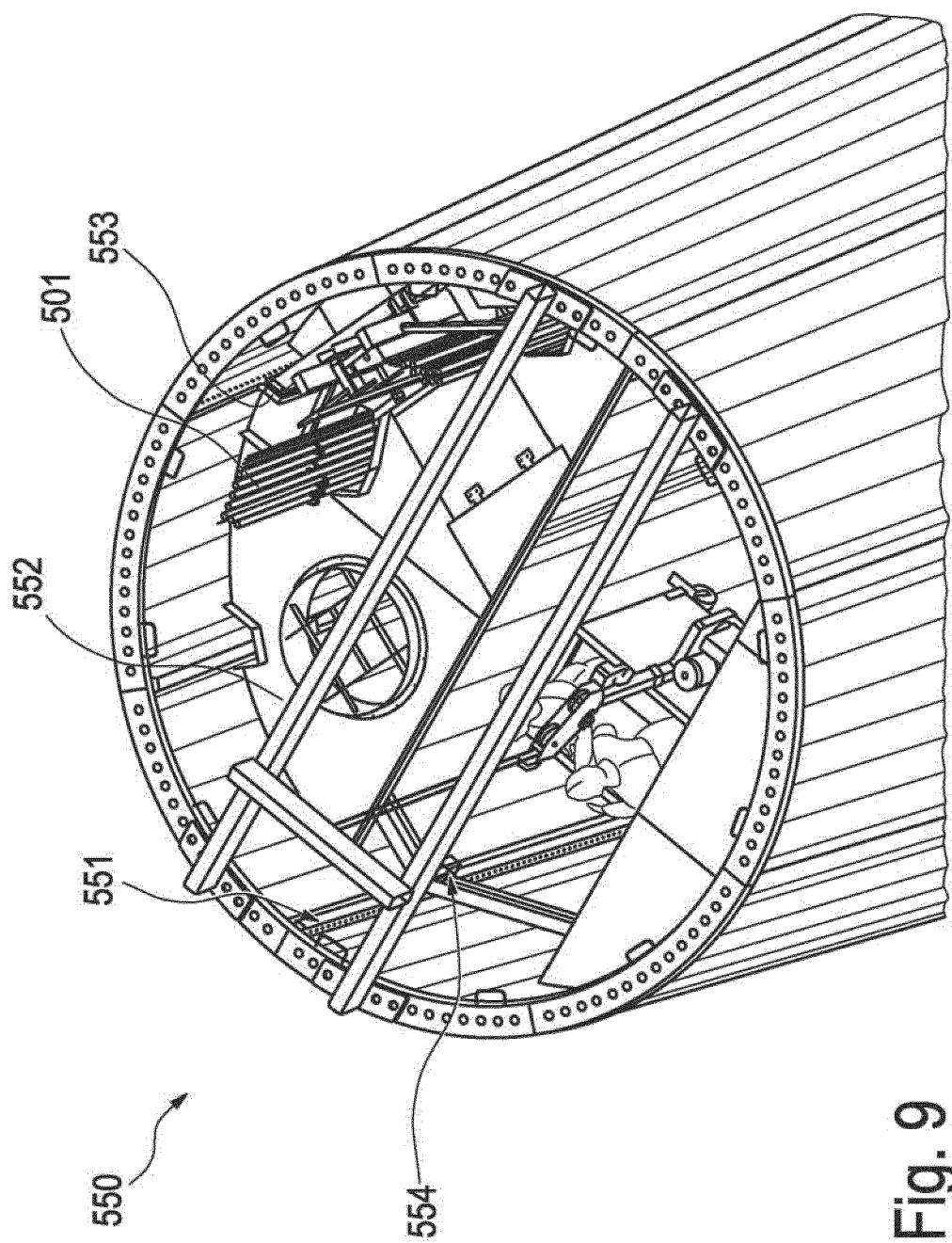


Fig. 9

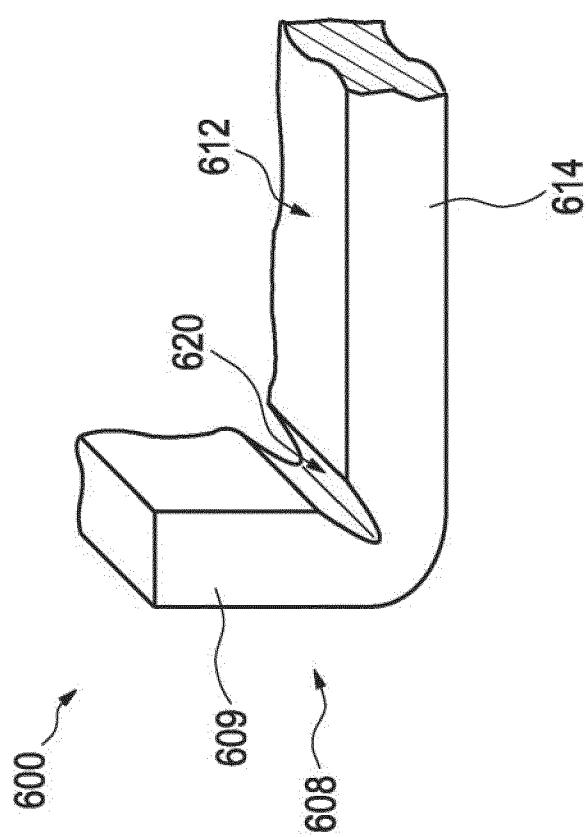


Fig. 10

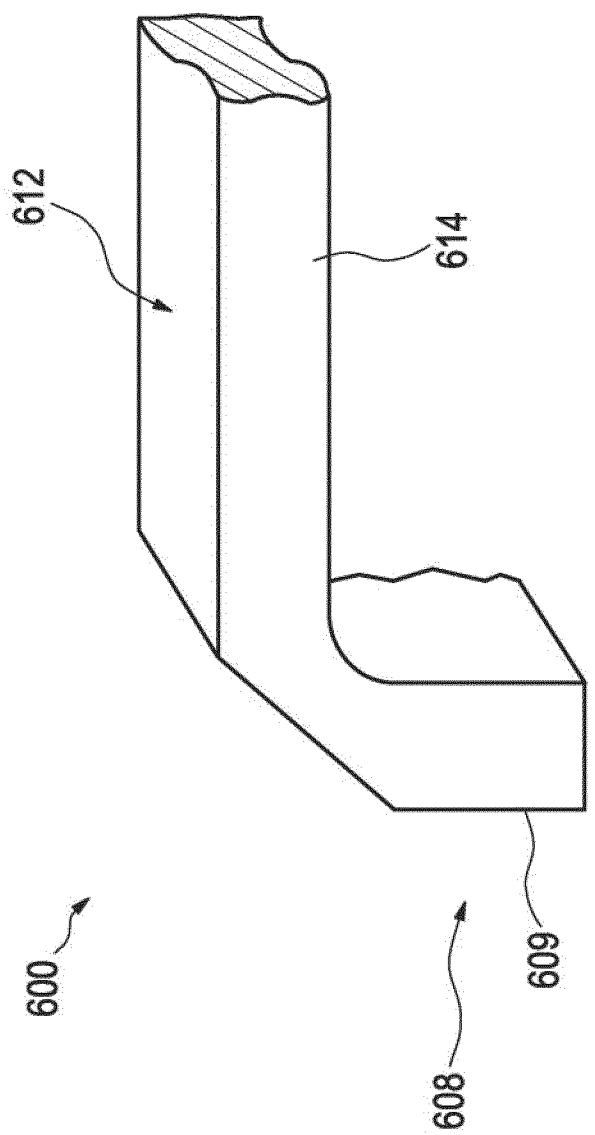


Fig. 11

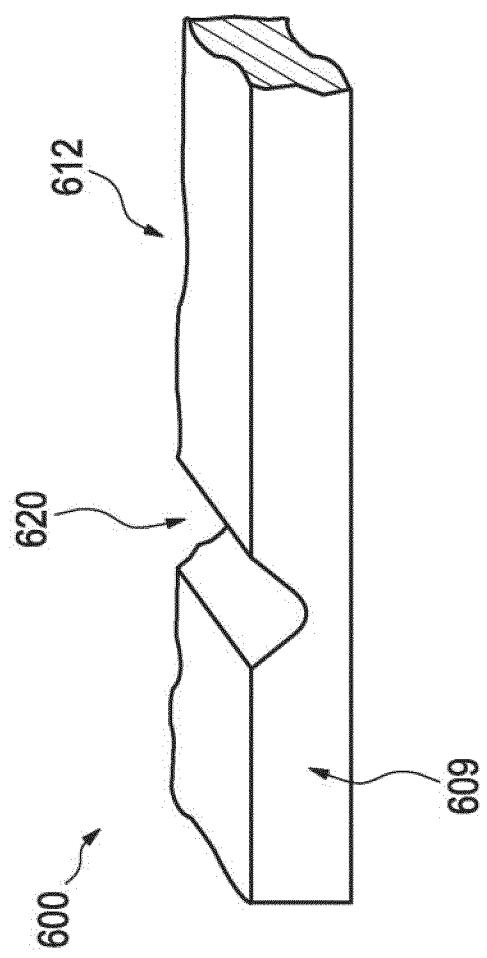


Fig. 12

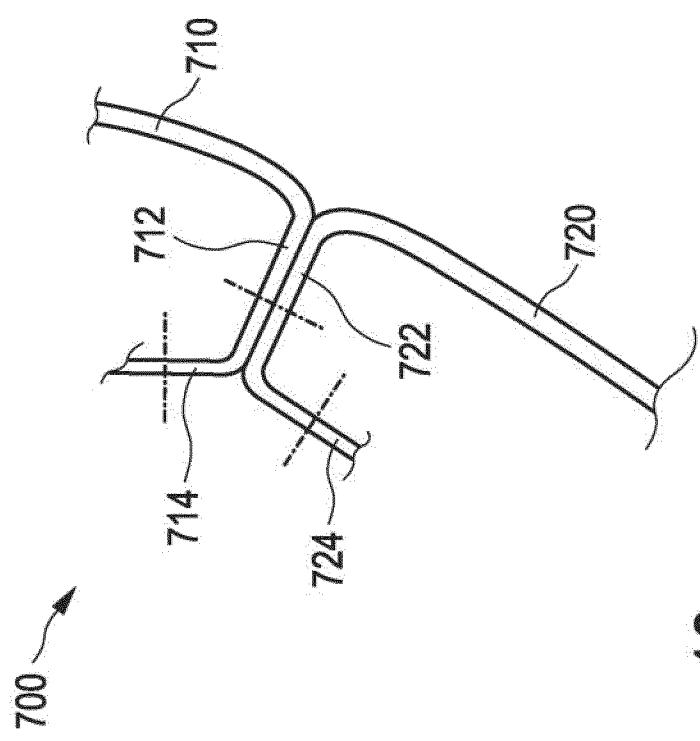


Fig. 13

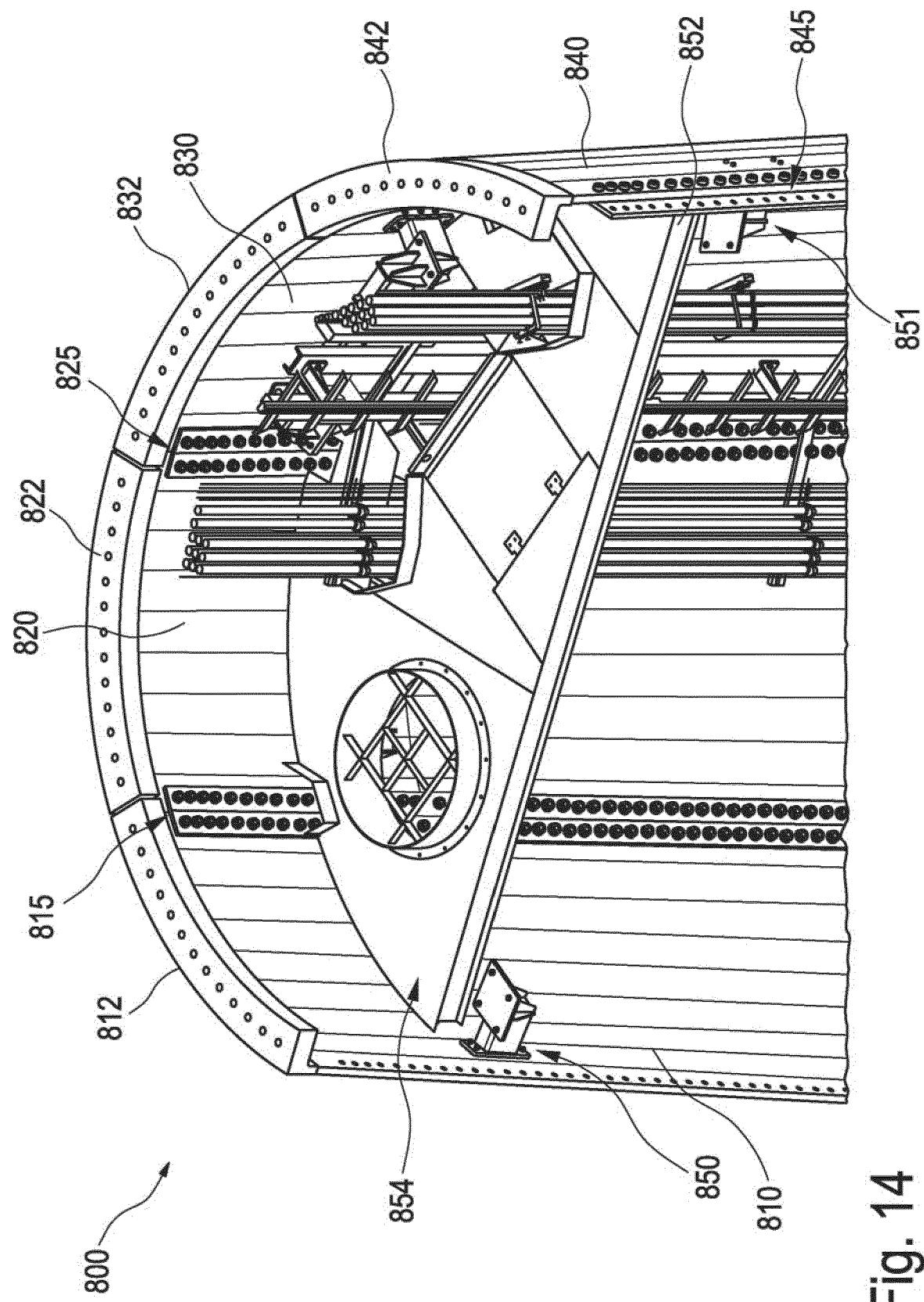


Fig. 14

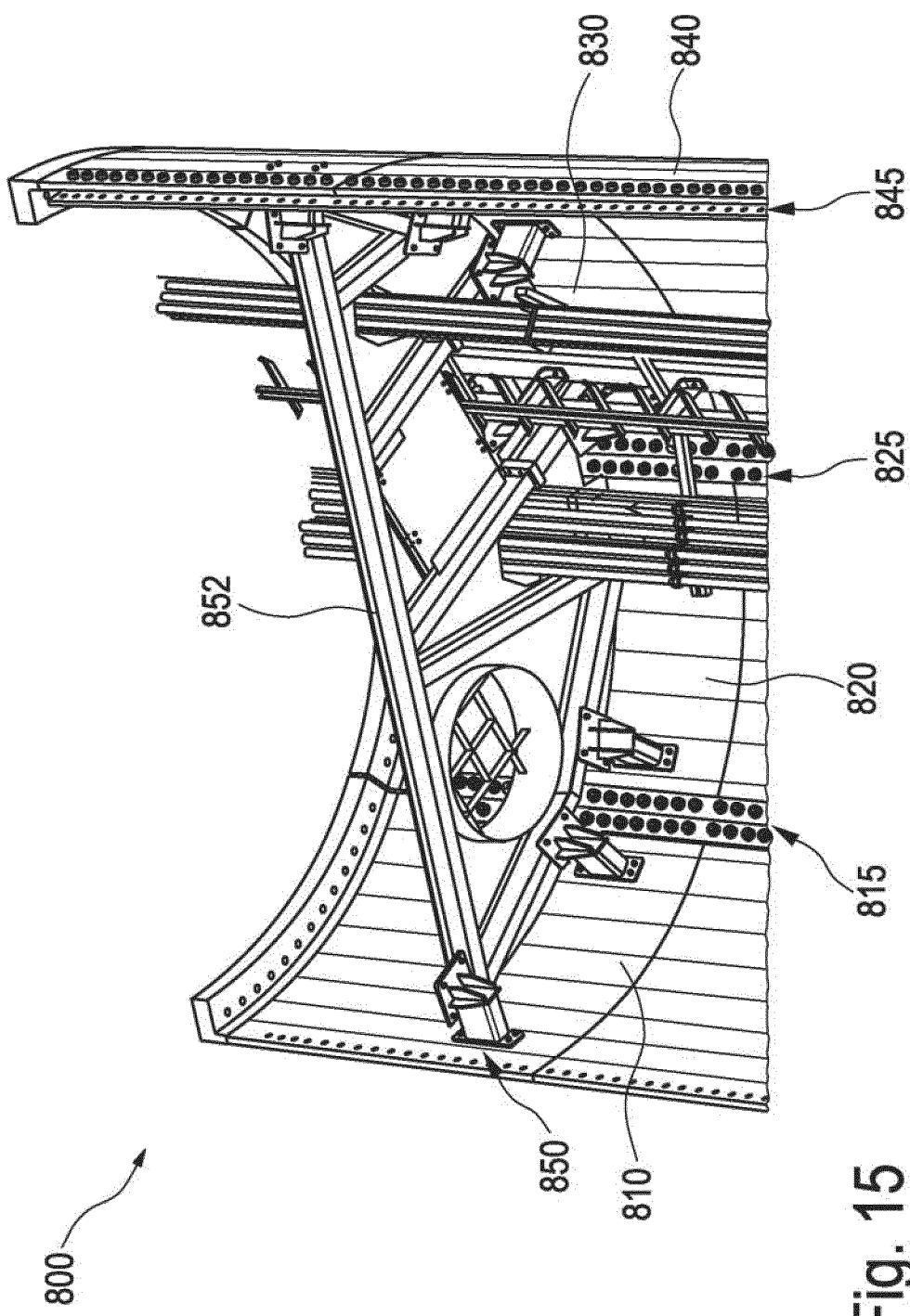


Fig. 15

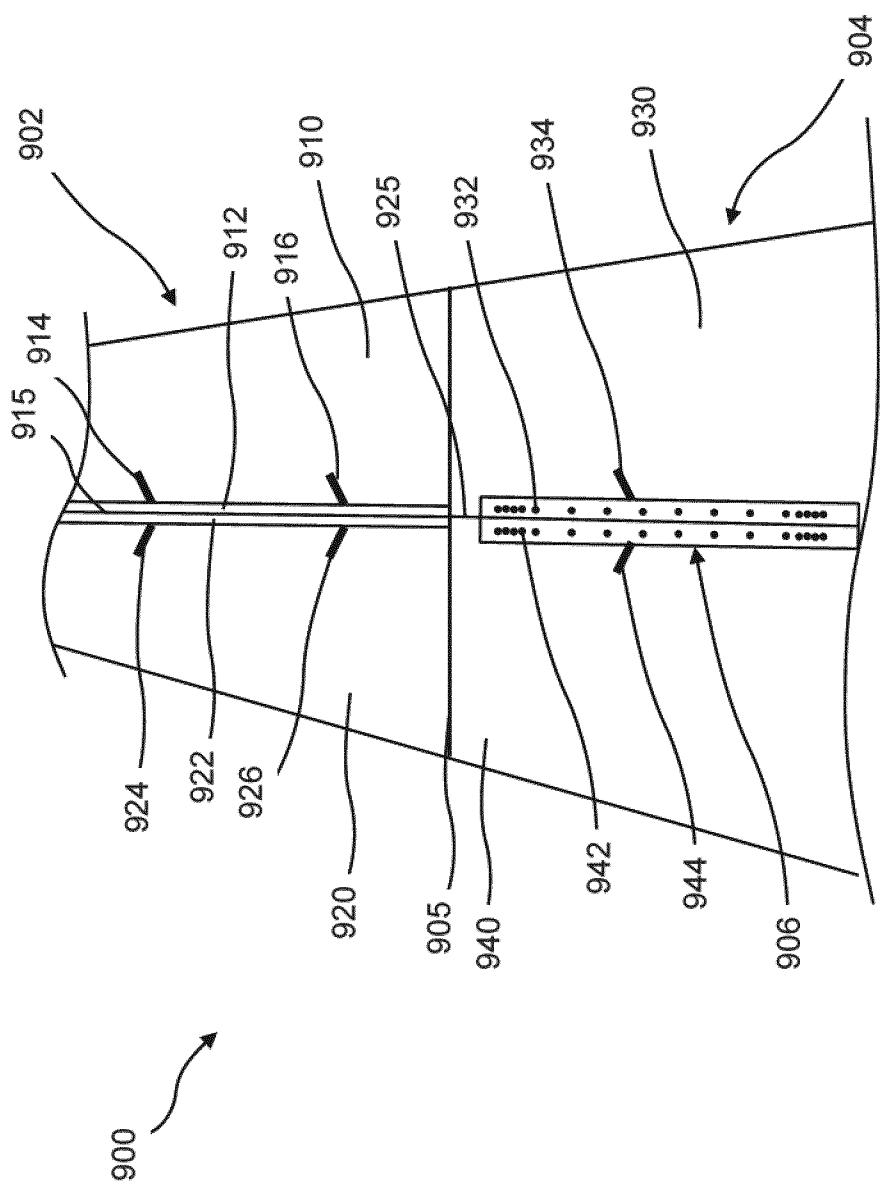


Fig. 16

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2018/069534

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

**F03D 13/20**(2016.01)i; **E04H 12/08**(2006.01)i; **F03D 13/10**(2016.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

F03D; E04H; E04G

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 1561883 A1 (CORUS STAAL BV [NL]) 10 August 2005 (2005-08-10) abstract paragraph [0009] - paragraph [0013] paragraph [0017] - paragraph [0019] paragraph [0023] - paragraph [0026] paragraph [0031] - paragraph [0032] paragraph [0034] - paragraph [0040] figures 1,3,4,5,7	1-15
X	JP S6471973 A (NIPPON DENRO MFG) 16 March 1989 (1989-03-16) abstract the whole document	1-3,5-7,9-14
A	DE 102011077428 A1 (WOBBEN ALOYS [DE]) 13 December 2012 (2012-12-13) abstract paragraph [0006] paragraph [0018] - paragraph [0020]; figures 1-5	1-15

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

- “A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- “E” earlier application or patent but published on or after the international filing date
- “L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- “O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- “P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

**15 October 2018**

Date of mailing of the international search report

**23 October 2018**

Name and mailing address of the ISA/EP

**European Patent Office**  
**p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk**  
**Netherlands**

Authorized officer

**Westermayer, Philipp**

Telephone No. (+31-70)340-2040

Facsimile No. (+31-70)340-3016

Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

**PCT/EP2018/069534****C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 2060706 A2 (GEN ELECTRIC [US]) 20 May 2009 (2009-05-20) paragraph [0008] paragraph [0012] - paragraph [0015] paragraph [0020] - paragraph [0023]; figures 1-10	1-15

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
**Information on patent family members**

International application No.

**PCT/EP2018/069534**

Patent document cited in search report		Publication date (day/month/year)		Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)	
EP	1561883	A1	10 August 2005	AT	375423	T	15 October 2007	
				AU	2005211457	A1	18 August 2005	
				BR	PI0507467	A	10 July 2007	
				CA	2554663	A1	18 August 2005	
				CN	1918349	A	21 February 2007	
				DE	602005002760	T2	24 July 2008	
				DK	1561883	T3	04 February 2008	
				EP	1561883	A1	10 August 2005	
				ES	2296058	T3	16 April 2008	
				JP	4708365	B2	22 June 2011	
				JP	2007520653	A	26 July 2007	
				NZ	548883	A	31 July 2009	
				PT	1561883	E	27 December 2007	
				US	2007294955	A1	27 December 2007	
				WO	2005075763	A2	18 August 2005	
				ZA	200606325	B	26 March 2008	
JP	S6471973	A	16 March 1989	NONE				
DE	102011077428	A1	13 December 2012	AR	086875	A1	29 January 2014	
				AU	2012266314	A1	09 January 2014	
				BR	112013030709	A2	06 December 2016	
				CA	2837425	A1	13 December 2012	
				CN	103635647	A	12 March 2014	
				CY	1116888	T1	05 April 2017	
				DE	102011077428	A1	13 December 2012	
				DK	2718519	T3	23 November 2015	
				EP	2718519	A2	16 April 2014	
				ES	2549542	T3	29 October 2015	
				HR	P20151083	T1	06 November 2015	
				HU	E026771	T2	29 August 2016	
				JP	5711854	B2	07 May 2015	
				JP	2014516137	A	07 July 2014	
				KR	20140013097	A	04 February 2014	
				ME	02278	B	20 February 2016	
				MX	338666	B	27 April 2016	
				NZ	618358	A	29 July 2016	
				PT	2718519	E	09 November 2015	
				RU	2013158321	A	20 July 2015	
				SI	2718519	T1	31 December 2015	
				TW	201309904	A	01 March 2013	
				US	2014190115	A1	10 July 2014	
				WO	2012168387	A2	13 December 2012	
				ZA	201308973	B	30 July 2014	
EP	2060706	A2	20 May 2009	AU	2008243082	A1	04 June 2009	
				CA	2642403	A1	15 May 2009	
				CN	101435415	A	20 May 2009	
				EP	2060706	A2	20 May 2009	
				JP	2009121479	A	04 June 2009	
				KR	20090050963	A	20 May 2009	
				US	2009126309	A1	21 May 2009	

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

## Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2018/069534

## A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

INV. F03D13/20 E04H12/08 F03D13/10

ADD.

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

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

## Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

F03D E04H E04G

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

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

EPO-Internal, WPI Data

### C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERBLÄGKEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP 1 561 883 A1 (CORUS STAAL BV [NL]) 10. August 2005 (2005-08-10) Zusammenfassung Absatz [0009] - Absatz [0013] Absatz [0017] - Absatz [0019] Absatz [0023] - Absatz [0026] Absatz [0031] - Absatz [0032] Absatz [0034] - Absatz [0040] Abbildungen 1,3,4,5,7 ----- JP S64 71973 A (NIPPON DENRO MFG) 16. März 1989 (1989-03-16) Zusammenfassung das ganze Dokument ----- -/--	1-15
X		1-3,5-7, 9-14

X Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen X

Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen

**"A"** Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

**"E"** frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmelde datum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

- "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
- "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmelddatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angeendet ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
15. Oktober 2018	23/10/2018
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Bevollmächtigter Bediensteter Westermayer, Philipp

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2018/069534

**C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN**

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 10 2011 077428 A1 (WOBBEN ALOYS [DE]) 13. Dezember 2012 (2012-12-13) Zusammenfassung Absatz [0006] Absatz [0018] - Absatz [0020]; Abbildungen 1-5 -----	1-15
A	EP 2 060 706 A2 (GEN ELECTRIC [US]) 20. Mai 2009 (2009-05-20) Absatz [0008] Absatz [0012] - Absatz [0015] Absatz [0020] - Absatz [0023]; Abbildungen 1-10 -----	1-15
1		

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2018/069534

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
EP 1561883	A1	10-08-2005	AT 375423 T AU 2005211457 A1 BR PI0507467 A CA 2554663 A1 CN 1918349 A DE 602005002760 T2 DK 1561883 T3 EP 1561883 A1 ES 2296058 T3 JP 4708365 B2 JP 2007520653 A NZ 548883 A PT 1561883 E US 2007294955 A1 WO 2005075763 A2 ZA 200606325 B		15-10-2007 18-08-2005 10-07-2007 18-08-2005 21-02-2007 24-07-2008 04-02-2008 10-08-2005 16-04-2008 22-06-2011 26-07-2007 31-07-2009 27-12-2007 27-12-2007 18-08-2005 26-03-2008
JP S6471973	A	16-03-1989	KEINE		
DE 102011077428	A1	13-12-2012	AR 086875 A1 AU 2012266314 A1 BR 112013030709 A2 CA 2837425 A1 CN 103635647 A CY 1116888 T1 DE 102011077428 A1 DK 2718519 T3 EP 2718519 A2 ES 2549542 T3 HR P20151083 T1 HU E026771 T2 JP 5711854 B2 JP 2014516137 A KR 20140013097 A ME 02278 B MX 338666 B NZ 618358 A PT 2718519 E RU 2013158321 A SI 2718519 T1 TW 201309904 A US 2014190115 A1 WO 2012168387 A2 ZA 201308973 B		29-01-2014 09-01-2014 06-12-2016 13-12-2012 12-03-2014 05-04-2017 13-12-2012 23-11-2015 16-04-2014 29-10-2015 06-11-2015 29-08-2016 07-05-2015 07-07-2014 04-02-2014 20-02-2016 27-04-2016 29-07-2016 09-11-2015 20-07-2015 31-12-2015 01-03-2013 10-07-2014 13-12-2012 30-07-2014
EP 2060706	A2	20-05-2009	AU 2008243082 A1 CA 2642403 A1 CN 101435415 A EP 2060706 A2 JP 2009121479 A KR 20090050963 A US 2009126309 A1		04-06-2009 15-05-2009 20-05-2009 20-05-2009 04-06-2009 20-05-2009 21-05-2009