

(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
7. November 2013 (07.11.2013)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2013/164101 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation:
G05B 19/42 (2006.01) *B25J 9/16* (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2013/001324
- (22) Internationales Anmeldedatum:
3. Mai 2013 (03.05.2013)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
10 2012 008 965.1 3. Mai 2012 (03.05.2012) DE
10 2012 021 658.0
5. November 2012 (05.11.2012) DE
- (71) Anmelder: **DÜRR SYSTEMS GMBH** [DE/DE]; Carl-Benz-Strasse 34, 74321 Bietigheim-Bissingen (DE).
- (72) Erfinder: **ULLMANN, Marc**; Happoldstraße 18, 70469 Stuttgart (DE). **RADEMACHER, Lothar**; Jahnstraße 99, 74321 Bietigheim-Bissingen (DE). **RIENER, Andreas**;

Heinrich-Heine-Straße 12, 15732 Schulzendorf (DE). **MEISSNER, Alexander**; Arndtstraße 36, 70197 Stuttgart (DE).

(74) Anwalt: **KOTITSCHKE, Bernd**; v. Bezold & Partner, Patentanwälte, Akademiestraße 7, 80799 München (DE).

(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, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: ROTOR BLADE PRODUCTION DEVICE AND CORRESPONDING METHOD

(54) Bezeichnung : ROTORBLATHTHERSTELLVORRICHTUNG UND ZUGEHÖRIGES VERFAHREN

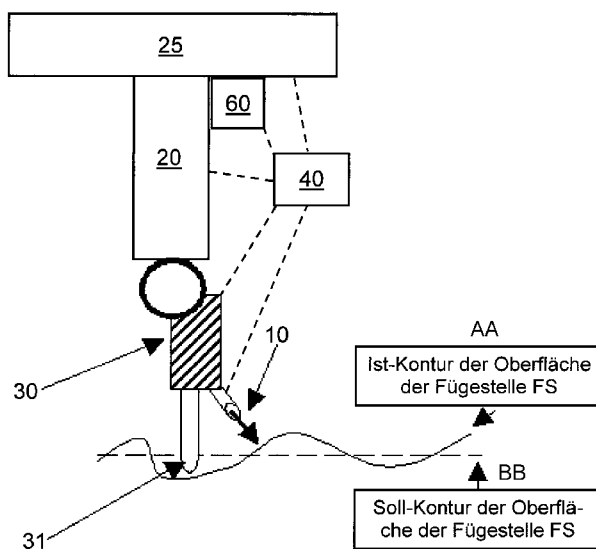


FIG. 2

(57) **Abstract:** The invention relates to a device, in particular for measuring surfaces of joints (FS) of at least two joining parts (H1, H2, S1, S2) to be connected and, preferably, for connecting same. The device comprises an application device (30) for applying an application means to the joints (FS), at least one measurement device (10) for measuring the surfaces of the joints (FS), and a displacement device (20, 25) for displacing the measurement device (10) along the joints (FS). At least one application parameter is measured on the basis of the surfaces measured, whereby a surface-dependent application process can be achieved.

(57) **Zusammenfassung:** Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung, insbesondere zum Vermessen von Oberflächen von Fügstellen (FS) zumindest zweier zu verbindender Fügeteile (H1, H2, S1, S2) und vorzugsweise zum Verbinden derselben. Die Vorrichtung umfasst eine Applikationseinrichtung (30) zum Applizieren eines Applikationsmittels auf die Fügstellen (FS), zumindest eine Messeinrichtung (10) zum Vermessen der Oberflächen der Fügstellen (FS) und eine Bewegungseinrichtung (20, 25) zum Bewegen der Messeinrichtung (10) entlang der Fügstellen (FS). Zumindest ein Applikationsparameter wird in Abhängigkeit der vermessenen Oberflächen ermittelt, wodurch ein oberflächenabhängiger Applikationsvorgang realisierbar ist.

AA Actual contour of the surface of the joint FS
BB Desired contour of the surface of the joint FS

WO 2013/164101 A1

- (84) Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- Veröffentlicht:**
- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)
 - vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eingehen (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe h)

BESCHREIBUNG

5

Rotorblattherstellvorrichtung und zugehöriges Verfahren

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung, insbesondere zum Vermessen von Oberflächen von Fügstellen zumindest zweier zu
10 verbindender Fügeteile und vorzugsweise zum Verbinden derselben. Die zu verbindenden Fügeteile sind vorzugsweise Halbschalen zur Herstellung eines Rotorblatts für eine Windkraftanlage und/oder Aussteifungsstege dafür. Bei der Vorrichtung handelt es sich somit insbesondere um eine Vorrichtung zum
15 Herstellen von Rotorblättern für Windkraftanlagen. Die Erfindung betrifft außerdem ein zugehöriges Verfahren und ein mittels des Verfahrens hergestelltes Rotorblatt.

Bei der Fertigung von Rotorblättern für Windkraftanlagen mittels manueller Klebstoffapplikation werden Rotorblatthalbschalen nach erfolgter Klebstoffapplikation in ihre endgültige Lage zueinander positioniert und miteinander verklebt.
Aufgrund von Toleranzen der Rotorblatthalbschalen weist der Fügespalt oft relativ große Toleranzen auf. Diese Toleranzen
25 werden üblicherweise z.B. durch Knetmassen ermittelt und die Klebstoffmenge bei möglicher Unterdosierung manuell erhöht. Bei der automatisierten Klebstoffapplikation wird der Klebstoff mittels Robotern entlang einer vorgegebenen, geteachten Bahn appliziert. Jedem Punkt dieser Bahn ist üblicherweise
30 eine feste Applikationsmittelmenge zugeordnet.

Nachteilhaft an herkömmlichen Rotorblattfertigerungsverfahren ist, dass sie oftmals zu erhöhtem Materialverbrauch führen. So muss der Klebstoff meist aufgrund vorhandener Bauteiltoler-

ranzen überdosiert werden, um eine vollständige Fugenfüllung zu erreichen. Ferner weisen die herkömmlichen Rotorblattfertigungsverfahren oft eine verbesserungswürdige Qualität auf und/oder sind mit zusätzlicher Nacharbeit verbunden.

5

Eine Aufgabe der Erfindung ist es, eine verbesserte und/oder alternative Vorrichtung zu schaffen, die insbesondere bei der Herstellung eines Rotorblatts für eine Windkraftanlage einsetzbar ist.

10

Diese Aufgabe wird insbesondere durch die Merkmale der unabhängigen Ansprüche gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen sind den Unteransprüchen zu entnehmen.

15

Vorzugsweise wird eine Vorrichtung geschaffen, insbesondere zum Vermessen von Oberflächen von Fügstellen zumindest zweier zu verbindender Fügeteile und/oder zum Verbinden derselben. Die Vorrichtung umfasst zweckmäßig eine Applikationseinrichtung zum Applizieren eines Applikationsmittels, vorzugs-

20

weise eines Klebematerials (z.B. Klebstoff) und/oder eines Dichtmaterials, auf die Fügstellen. Die Vorrichtung umfasst zweckmäßig zumindest eine Messeinrichtung zum Vermessen der Oberflächen der Fügstellen, insbesondere der Oberflächenkonturen (z.B. Oberflächentopologie, Oberflächengeometrie, etc.)

25

und z. B. eine Bewegungseinrichtung zum Bewegen der Messeinrichtung insbesondere entlang der Fügstellen. Die Vorrichtung ist insbesondere so konfiguriert, dass zumindest ein sich vorzugsweise auf den Applikationsvorgang auswirkender Applikationsparameter in Abhängigkeit der vermessenen Ober-

30

fläche ermittelbar ist, wodurch zweckmäßig ein oberflächenabhängiger, insbesondere oberflächentoleranzabhängiger, Applikationsvorgang realisiert werden kann.

Mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist es z.B. möglich, Abweichungen zwischen Fügstellen-Ist-Konturen und Fügstellen-Soll-Konturen zu ermitteln und den Applikationsprozess entsprechend anzupassen. Dadurch kann z.B. das Applikationsmittel so dosiert werden, dass weder zu viel noch zu wenig Applikationsmittel appliziert wird. Außerdem kann, falls erforderlich, z.B. der Verlauf der zu applizierenden Applikationsmittelraupe in Abhängigkeit der vermessenen Oberflächen variiert werden.

10

Es ist möglich, dass der zumindest eine Applikationsparameter die Menge des zu applizierenden Applikationsmittels umfasst. Die Menge kann z.B. eine im Wesentlichen gleichbleibende Ausflussrate und/oder eine variierende Ausflussrate umfassen.

15

Vorzugsweise erfolgt die Ermittlung des Applikationsparameters in Abhängigkeit von Fügstellen-Soll-Konturen, die z.B. in einer Speichereinrichtung hinterlegt sein können.

20

Insbesondere kann die Ermittlung des Applikationsparameters in Abhängigkeit der Abweichung zwischen den vermessenen Oberflächenkonturen, die zweckmäßig Fügstellen-Ist-Konturen repräsentieren, und Fügstellen-Soll-Konturen erfolgen.

25

Insbesondere ist die Menge des zu applizierenden Applikationsmittels oder allgemein der zumindest eine Applikationsparameter in Abhängigkeit eines aus der Abweichung ermittelten Korrekturwerts variierbar.

30

Der zumindest eine Applikationsparameter kann alternativ oder ergänzend die auszuführende Bewegungsdynamik (z.B. Geschwindigkeit) und/oder die auszuführende Bewegungsbahn der Bewegungseinrichtung und/oder der Applikationseinrichtung umfassen. Da die Bewegungseinrichtung vorzugsweise zur Bewegung

der Applikationseinrichtung dient, umfasst die auszuführende Bewegungsdynamik und/oder die auszuführende Bewegungsbahn der Bewegungseinrichtung im Rahmen der Erfindung insbesondere die auszuführende Bewegungsdynamik und/oder die auszuführende Bewegungsbahn der Applikationseinrichtung.

Außerdem kann der zumindest eine Applikationsparameter z.B. den Bahnverlauf der zu applizierenden Applikationsmittelraupe (z.B. Klebe- oder Dichtraupe) umfassen.

10

Es ist insbesondere möglich, dass eine variable, an die vermessenen Oberflächen angepasste Applikationsmittel-Ausflussmenge (z.B. Ausflussrate) erzeugbar ist und/oder eine variable, an die vermessenen Oberflächen angepasste Bewegungsdynamik (z.B. Geschwindigkeit) und/oder Bewegungsbahn der Bewegungseinrichtung, insbesondere der Applikationseinrichtung erzeugbar ist.

Der zumindest eine Applikationsparameter wird vorzugsweise so definiert, dass die Füllung einer Fuge gewährleistet wird, aber eine Überfüllung der Fuge zumindest reduziert wird oder allgemein eine Über- oder Unterdosierung des Applikationsmittels zumindest reduziert wird.

Es ist möglich, dass die Messeinrichtung zusätzlich zur Bahnführung dient und somit zweckmäßig eine messeinrichtungsgeführte, insbesondere sensorgeführte, Applikationsmittel-Applizierung realisierbar ist. Die Messeinrichtung kann im Rahmen der Erfindung mehrere, zu verschiedenen Zwecken vorge-sehene Messeinrichtungen umfassen. Es ist aber möglich, dass ein und dieselbe Messeinrichtung genutzt wird, um sowohl zu vermessen als auch um eine messeinrichtungsgeführte Bahnführung zu gewährleisten. Zu erwähnen ist, dass ein Bahnfüh-

5 rungssystem auch z.B. in der Messeinrichtung, insbesondere
 einem Sensor, integriert sein kann.

 Die Messeinrichtung oder die Messeinrichtungen können z.B.
5 zumindest einen Sensor, insbesondere einen 2D- oder 3D-
 Sensor, zumindest einen Abstandsensor, zumindest einen opti-
 schen Sensor und/oder zumindest ein Kamerasystem umfassen.

 Die Bewegungseinrichtung dient vorzugsweise auch zum Bewegen,
10 insbesondere Führen, der Applikationseinrichtung. Dadurch
 wird z.B. ermöglicht, dass die Applikationseinrichtung vor-
 zugsweise zusammen mit der Messeinrichtung bewegt werden
 kann. Insbesondere können die Messeinrichtung und die Appli-
 kationseinrichtung benachbart zueinander angeordnet sein. Al-
15 ternativ oder ergänzend ist die Messeinrichtung vorzugsweise
 relativ zur Bewegungsrichtung nach vorne gerichtet. Vorzugs-
 weise ist die Applikationseinrichtung relativ zur Bewegungs-
 richtung hinter der Messeinrichtung angeordnet.

20 Die Bewegungseinrichtung kann z.B. einen Roboter, insbesonde-
 re einen Mehrachsroboter, umfassen, an dem die Messeinrich-
 tung und/oder die Applikationseinrichtung montiert ist. Al-
 ternativ oder ergänzend kann die Bewegungseinrichtung eine
 verfahrbare Portalkonstruktion umfassen, die vorzugsweise zu-
25 mindest zwei Seitenteile (z.B. zwei Stützen, eine Stütze und
 eine Wand, etc.) und einen die Seitenteile verbindenden Trä-
 ger umfasst, wobei der Mehrachsroboter entlang dem Träger
 verfahrbar ist und/oder von dem Träger nach unten vorragt. Im
 Rahmen der Erfindung umfasst die verfahrbare Portalkonstruk-
30 tion auch z.B. eine einseitige oder beidseitige wand-
 und/oder bodengeführte Portalkonstruktion.

 Es ist möglich, dass die Vorrichtung eine z.B. dynamische
 Mischeinrichtung umfasst, die konfiguriert ist, um Mehr-

Komponenten-Klebematerial zu mischen. Die Mischeinrichtung ist vorzugsweise unmittelbar vor oder in der Applikationseinrichtung angeordnet.

- 5 Es ist möglich, dass eine Materialversorgung, die das Applikationsmittel beinhaltet, an der verfahrbaren Portalkonstruktion montiert ist und vorzugsweise von der Portalkonstruktion mitgeführt wird.
- 10 Außerdem kann die Vorrichtung eine Dosiereinheit zum Dosieren des zu applizierenden Applikationsmittels umfassen. Die Dosiereinheit ist vorzugsweise zusammen mit dem Mehrachsroboter verfahrbar, z.B. entlang dem genannten Träger. Die zuvor genannte Menge ist somit zweckmäßig vorzugsweise eine Dosier-
- 15 menge.

Die Vorrichtung kann eine Rechen- und/oder Steuereinheit umfassen, die konfiguriert ist, um die eine oder die mehreren Ermittlungen durchzuführen und/oder um die Vorrichtungskomponenten zu steuern, wobei im Rahmen der Erfindung zweckmäßig

20 auch ein Regeln umfasst ist. Die eine oder die mehreren Ermittlungen können vorzugsweise in Echtzeit durchgeführt werden.

25 Die Vorrichtung kann außerdem einen Handhabungsapparat umfassen, der konfiguriert ist, um nach der Applizierung des Applikationsmittels die zu verbindenden Fügeteile zum Verkleben zusammenzuführen.

30 Die zu verbindenden Fügeteile sind vorzugsweise Halbschalen für ein Rotorblatt für eine Windkraftanlage und/oder Aussteifungsstege dafür. Die Vorrichtung ist somit insbesondere eine Vorrichtung zum Herstellen von Rotorblättern für Windkraftanlagen oder zumindest ein Teil davon.

Im Rahmen der Erfindung kann sich der zumindest eine Applika-
tionsparameter insbesondere auf das Applikationsmittel (z.B.
Menge, Ausflussrate, Applikationsraupenverlauf, etc.), die
5 Applikationseinrichtung und/oder die Bewegungseinrichtung
(z.B. Bewegungsdynamik, Geschwindigkeit, Bewegungsbahn, Ap-
plikationsraupenverlauf, etc.) beziehen. Der Applikationspa-
rameter kann sich im Rahmen der Erfindung auf jedwede mit der
Vorrichtung in Bezug stehende Komponente beziehen, die nicht
10 zwangsläufig mit der eigentlichen Applizierung des Applikati-
onsmittels in Verbindung stehen muss. Der Applikationsparame-
ter kann im Rahmen der Erfindung z.B. Prozesse vor, während
und/oder nach der Applizierung des Applikationsmittels umfas-
sen.

15

Zu erwähnen ist, dass im Rahmen der Erfindung insbesondere
eine variable Ausflussrate des Applikationsmittels bei im We-
sentlichen konstanter Geschwindigkeit der Bewegungseinrich-
tung (insbesondere des Tool Center Points (TCP)) möglich ist
20 und/oder eine im Wesentlichen gleichbleibende Ausflussrate bei
variabler Geschwindigkeit der Bewegungseinrichtung.

Die Erfindung ist nicht auf eine Vorrichtung beschränkt, son-
dern umfasst auch ein Verfahren, insbesondere zum Vermessen
25 von Fügstellen zumindest zweier zu verbindender Fügeteile
und/oder zum Verbinden derselben, das vorzugsweise mittels
einer wie hierin beschriebenen Vorrichtung ausgeführt werden
kann. Bei dem Verfahren wird vorzugsweise eine Applikations-
einrichtung entlang der Fügstellen bewegt und ein Applikati-
30 onsmittel auf die Fügstellen appliziert, eine Messeinrich-
tung wird zweckmäßig entlang der Fügstellen bewegt, z. B.
Oberflächen der Fügstellen werden vermessen, und zumindest
ein, sich vorzugsweise auf den Applikationsvorgang auswirken-
der Applikationsparameter, wird in Abhängigkeit der vermesse-

nen Oberflächen ermittelt, wodurch zweckmäßig ein oberflächen-, insbesondere oberflächentoleranzabhängiger Applikationsvorgang realisiert werden kann.

- 5 Das Verfahren ist insbesondere ein Herstellverfahren für ein Rotorblatt für eine Windkraftanlage oder zumindest ein Teil davon.

Hierbei werden in der Regel zwei Rotorblatthalbschalen zusammengeklebt, wobei zwischen die beiden Rotorblatthalbschalen
10 mindestens ein Steg eingesetzt ist, der mit den Innenwänden der beiden Rotorblatthalbschalen verklebt ist. Hierbei besteht das Problem, dass die Herstellung der Rotorblatthalbschalen und der Stege mit erheblichen Bauteiltoleranzen behaftet ist, so dass die Klebspalte zwischen den beiden Rotorblatthalbschalen und zwischen den Rotorblatthalbschalen und den Stegen ebenfalls entsprechend toleranzbehaftet sind, was in der Produktion zu schwankenden Spaltmaßen führt. Dies ist wiederum problematisch, weil so viel Klebstoff aufgetragen werden muss, damit auch bei einem maximalen Spaltmaß noch
20 eine haltbare Klebnaht entsteht. Bei einem minimalen Spaltmaß des Klebspalts wird deshalb in der Regel überschüssiger Klebstoff aufgetragen, was im Extremfall zu einem Ablösen von Klebstoffresten führen kann, die dann im Betrieb der Windkraftanlage im Inneren des Rotorblattes herumfliegen und
25 Schäden anrichten können. Weiterhin ist zu berücksichtigen, dass die mechanische Belastbarkeit einer Klebnaht von der Dicke der Klebnaht bzw. von dem Spaltmaß abhängt. So werden die Klebpartner bei einem Spaltmaß Null überhaupt nicht miteinander verklebt, da dann auf die Klebeflächen kein Klebstoff aufgetragen werden kann. Bei einem extrem großen Spaltmaß ist die mechanische Belastbarkeit der Klebeverbindung dagegen mit zunehmendem Spaltmaß geringer, da der Klebstoff selbst nur eine relativ geringe mechanische Festigkeit auf-

weist. Es wird deshalb angestrebt, eine Klebnaht mit einer bestimmten, optimalen Dicke zu erzeugen, die größer Null ist und eine maximale mechanische Belastbarkeit der Klebeverbindung ermöglicht.

5

Die Erfindung umfasst deshalb verschiedene weitere Varianten zur Lösung der vorstehend beschriebenen Probleme beim Zusammenkleben von Rotorblatthalbschalen für eine Windkraftanlage.

10 In einer Variante der Erfindung wird zunächst mindestens ein Steg auf eine Innenwand einer ersten Rotorblatthalbschale aufgeklebt, wobei ein erstes Klebematerial mit einer ersten Topfzeit verwendet wird. Die Topfzeit definiert hierbei die Dauer der Verarbeitungsfähigkeit des jeweiligen Klebstoffs.

15 In dem bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung werden üblicherweise zwei derartige Stege auf die Innenwand der ersten Rotorblatthalbschale aufgeklebt, jedoch ist es im Rahmen der Erfindung grundsätzlich auch möglich, eine andere Anzahl von Stegen zwischen den beiden Rotorblatthalbschalen einzu-
20 setzen.

Anschließend wird dann eine zweite Rotorblatthalbschale mit der ersten Rotorblatthalbschale und mit dem oder den Stegen verklebt, wobei ein zweites Klebematerial mit einer zweiten
25 Topfzeit verwendet wird.

Die Erfindung sieht nun in dieser Variante vor, dass der erste Klebstoff eine kürzere Topfzeit aufweist als der zweite Klebstoff. Dies ist vorteilhaft, weil beim Festkleben des
30 Stegs an der ersten Rotorblatthalbschale nur eine einzige Klebnaht für jeden Steg aufgetragen werden muss, was relativ wenig Zeit benötigt, so dass ein schnell aushärtender Klebstoff verwendet werden kann. Dies ist auch vorteilhaft, weil der Steg während des Aushärtens in der Regel exakt ausgerich-

tet werden muss, so dass ein schnelles Aushärten wünschenswert ist. Beim Festkleben der zweiten Rotorblattschale müssen dagegen zwei Klebenähte zwischen den beiden Rotorblatthalbschalen und zusätzlich für jeden Steg eine weitere Klebnaht aufgetragen werden, was aufgrund der größeren Anzahl von Klebnahten mehr Zeit benötigt, so dass eine längere Topfzeit wünschenswert ist.

In einer anderen Variante der Erfindung wird dagegen berücksichtigt, dass die Rotorblatthalbschalen in der Regel in einer Form hergestellt werden, so dass die Halbschalenaußenmaße der einzelnen Rotorblatthalbschalen durch das Innenmaß der verwendeten Form vorgegeben sind, während die Halbschaleninnenmaße der einzelnen Rotorblatthalbschalen produktionsabhängig variieren. In dieser Variante der Erfindung ist deshalb vorgesehen, dass bei den einzelnen Rotorblatthalbschalen jeweils ein Halbschaleninnenmaß und ein Halbschalenaußenmaß gemessen wird, um daraus die Wandstärke der Rotorblatthalbschalen und/oder ein Klebespaltmaß des Klebespaltes zwischen den beiden Rotorblatthalbschalen zu berechnen. Beim Applizieren des Klebstoffs zwischen den beiden Rotorblatthalbschalen wird dann ein Applikationsparameter (z.B. Klebstoffmenge) in Abhängigkeit von der so berechneten Wandstärke bzw. dem so berechneten Klebespaltmaß eingestellt. Hierbei reicht es aus, wenn das Halbschalenaußenmaß einmalig anhand der vorgegebenen Fertigungsform gemessen wird, wohingegen das Halbschaleninnenmaß vorzugsweise individuell für jede Rotorblatthalbschale gemessen wird.

Es wurde bereits vorstehend erwähnt, dass zwischen die beiden Rotorblatthalbschalen vorzugsweise mindestens ein Steg eingesetzt ist, der mit den Innenwänden der beiden Rotorblatthalbschalen verklebt wird. Vorzugsweise wird die Klebnaht zum Festkleben des Stegs in einer der Rotorblatthalbschalen von

einem Roboter an einer konstruktiv vorgegebenen Position appliziert. Dabei werden die Klebenähte so flach wie zulässig appliziert, um möglichst viel Toleranzreserve für die Klebenähte am gegenüberliegenden Ende des Stegs zu lassen.

5

Weiterhin wurde bereits vorstehend erwähnt, dass die Stege beim Festkleben an der Innenwand einer Rotorblatthalbschale räumlich exakt ausgerichtet werden müssen, bis der Klebstoff ausgehärtet ist. Zum Erleichtern einer exakten räumlichen Ausrichtung der einzelnen Stege ist in einer Variante der Erfindung vorgesehen, dass eine optische Ausrichtungshilfe auf den Steg projiziert wird, anhand derer ein Arbeiter den Steg manuell ausrichten kann. Beispielsweise kann mittels eines Lasers eine Lasermarkierung auf das freie Ende des Stegs projiziert werden.

10
15

Es wurde bereits vorstehend darauf hingewiesen, dass die Herstellung der Rotorblatthalbschalen mit erheblichen Bauteiltoleranzen behaftet ist, was zu entsprechenden Toleranzen des Klebespaltmaßes führt, insbesondere zwischen den freien Enden der Stege und der darauf festzuklebenden Rotorblatthalbschale. In einer weiteren Variante der Erfindung ist deshalb vorgesehen, dass ein Abstandsmaß gemessen wird zwischen einer Bezugsebene und dem freien Ende des jeweiligen Stegs. Anschließend wird dann in Abhängigkeit davon ein Spaltmaß des Klebespaltes zwischen dem freien Ende des Stegs und der darauf festzuklebenden Rotorblatthalbschale berechnet. Beim Applizieren des Klebstoffs auf die freien Enden der Stege bzw. auf die zugehörige Klebefläche an der Innenwand der anderen Rotorblatthalbschale wird dann ein Applikationsparameter (z.B. Klebstoffmenge) entsprechend dem berechneten Spaltmaß angepasst.

20
25
30

Die Erfindung umfasst außerdem ein Rotorblatt für eine Windkraftanlage, das mittels eines wie hierin beschriebenen Verfahrens hergestellt wurde.

5 Die vorstehend beschriebenen Merkmale und bevorzugten Ausführungsformen der Erfindung sind beliebig miteinander kombinierbar. Andere vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen offenbart oder ergeben sich aus der nachstehenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsformen
10 der Erfindung in Verbindung mit den beigefügten Figuren.

Fig. 1A zeigt eine perspektivische Ansicht zweier zu verbindender Fügeteile und einer Vorrichtung gemäß einer Ausführungsform der Erfindung,

15

Fig. 1B zeigt einen vergrößerten Abschnitt der Vorrichtung aus Figur 1A,

Fig. 2 zeigt eine schematische Prinzipansicht einer Fügstellen-Ist-Kontur, einer Fügstellen-Soll-Kontur und einer Vorrichtung gemäß einer Ausführungsform der Erfindung,

20

Fig. 3 zeigt eine perspektivische Ansicht zweier zu verbindender Fügeteile und eines Teils einer Vorrichtung gemäß einer Ausführungsform der Erfindung,

25

Fig. 4 zeigt eine schematische perspektivische Ansicht zweier Rotorblatthälften und zweier Aussteifungsstege dafür gemäß einer Ausführungsform der Erfindung,

30

Fig. 5 zeigt ein Flussdiagramm eines Verfahrens gemäß einer Ausführungsform der Erfindung,

5 Fig. 6A-6E verschiedene Fertigungsstadien beim Zusammenkleben von zwei Rotorblatthalbschalen mit zwei Stegen zu einem Rotorblatt für eine Windkraftanlage,

10 Fig. 7A und 7B Querschnitte durch zwei Rotorblatthalbschalen, die zu einem Rotor zusammengeklebt werden müssen, wobei jeweils ein Rotorblattinnenmaß und ein Rotorblattaußenmaß eingetragen ist,

15 Fig. 8 eine Querschnittsansicht durch eine Rotorblatthalbschale mit zwei eingeklebten Stegen, wobei das Klebespaltmaß zwischen den freien Enden der Stege und der darauf festzuklebenden Rotorblatthalbschale vermessen wird.

20 Die unter Bezugnahme auf die Figuren beschriebenen Ausführungsformen stimmen teilweise überein, wobei ähnliche oder gleiche Teile mit den gleichen Bezugszeichen versehen sind und zu deren Erläuterung auf die Beschreibung anderer Ausführungsformen oder Figuren verwiesen wird, um Wiederholungen zu
25 vermeiden.

Figur 1A zeigt eine Vorrichtung zum Vermessen von Oberflächen von Fügstellen FS zweier zu verbindender Fügeteile H1 und H2. Die Fügeteile H1 und H2 sind Rotorblatthalbschalen zur
30 Herstellung eines Rotorblatts für eine Windkraftanlage. Figur 1B zeigt einen vergrößerten Abschnitt der Vorrichtung aus Figur 1A.

Die Vorrichtung umfasst eine Messeinrichtung 10 zum Vermessen der Oberflächen der Fügstellen FS, insbesondere der Oberflächenkonturen (z.B. Oberflächentopologie, Oberflächengeometrie, etc.). Die Vorrichtung umfasst ferner eine Applikationseinrichtung 30 zum Applizieren eines Applikationsmittels, insbesondere eines Klebe- oder Dichtmaterials, auf die Fügstellen FS. Außerdem umfasst die Vorrichtung eine Bewegungseinrichtung 20, 25 zum Bewegen der Messeinrichtung 10 und der Applikationseinrichtung 30 entlang der Fügstellen FS. Die Messeinrichtung 10 ist benachbart zu der Applikationseinrichtung 30 angeordnet und relativ zur Bewegungsrichtung nach vorne gerichtet.

Die Bewegungseinrichtung umfasst eine entlang Pfeil P1 verfahrbare Portalkonstruktion 25, die zwei Seitenteile 26 und einen die Seitenteile 26 verbindenden Träger 27 umfasst. Die Bewegungseinrichtung umfasst außerdem einen Mehrachsroboter 20, um die Messeinrichtung 10 und die Applikationseinrichtung 30 zu führen. Der Mehrachsroboter 20 ist entlang dem Träger 27 entlang Pfeil P2 verfahrbar und ragt von dem Träger 27 nach unten vor. Die Vorrichtung umfasst auch eine Materialversorgung 50, die an der verfahrbaren Portalkonstruktion 25 montiert ist und von der Portalkonstruktion 25 mitgeführt wird.

Die Vorrichtung umfasst außerdem eine Dosiereinheit 60 zum Dosieren des zu applizierenden Applikationsmittels. Die Dosiereinheit 60 ist vorzugsweise zusammen mit dem Mehrachsroboter 20 entlang dem Träger 27 verfahrbar.

Die Vorrichtung ist so konfiguriert, dass zumindest ein Applikationsparameter in Abhängigkeit der vermessenen Oberflächen der Fügstellen FS ermittelt wird und dadurch ein oberflächenabhängiger Applikationsvorgang realisierbar ist.

So ist es möglich, dass die Menge des zu applizierenden Applikationsmittels in Abhängigkeit der vermessenen Oberfläche ermittelt wird und der Applikationsvorgang entsprechend angepasst wird.

Die Ermittlung erfolgt vorzugsweise in Abhängigkeit von Fügstellen-Soll-Konturen und insbesondere in Abhängigkeit einer Abweichung zwischen vermessenen Oberflächenkonturen, die somit Fügstellen-Ist-Konturen beschreiben, und Fügstellen-Soll-Konturen. Die Menge des zu applizierenden Applikationsmittels kann in Abhängigkeit eines aus der Abweichung ermittelten Korrekturwerts variiert werden.

Es ist auch möglich, dass die auszuführende Bewegungsdynamik und/oder Bewegungsbahn der Applikationsrichtung 30 in Abhängigkeit der vermessenen Oberflächen der Fügstellen FS ermittelt wird und der Applikationsvorgang entsprechend angepasst wird. Dadurch wird z.B. auch ermöglicht, dass der Verlauf der Applikationsmittelraupe in Abhängigkeit der vermessenen Oberflächen der Fügstellen FS ausgeführt wird.

Somit ist eine variable, an die vermessenen Oberflächen der Fügstellen FS angepasste Applikationsmittel-Ausflussmenge erzeugbar und alternativ oder ergänzend eine variable, an die vermessenen Oberflächen der Fügstellen FS angepasste Bewegungsdynamik/Bewegungsbahn der Bewegungseinrichtung 20, 25 und dadurch der Applikationseinrichtung 30.

Die Menge des zu applizierenden Applikationsmittels und die auszuführende Bewegungsdynamik der Bewegungseinrichtung 20, 25 werden so definiert, dass eine Füllung einer Klebe- oder Dichtfuge gewährleistet wird, eine Überfüllung der Klebe- oder Dichtfuge aber zumindest reduziert wird.

Die Messeinrichtung 10 kann zusätzlich zur Bahnführung dienen, so dass ein messeinrichtungsgeführter, insbesondere sensorgeführter, Applikationsvorgang realisierbar ist. Im Rahmen
5 der Erfindung kann die Messeinrichtung 10 aus mehreren Messeinrichtungen gebildet werden.

Die Messeinrichtung 10 z.B. kann einen oder mehrere geeignete Sensoren (z.B. 2D- oder 3D-Sensoren, Abstandssensoren, optische Sensoren, etc.) oder ein oder mehrere Kamerasysteme umfassen.
10

Die Vorrichtung kann außerdem eine nicht gezeigte Mischeinrichtung umfassen, um Mehr-Komponenten-Klebmaterial zu mischen.
15 Die Mischeinrichtung ist vorzugsweise unmittelbar vor oder gar in der Applikationseinrichtung 30 angeordnet und dient insbesondere zum Mischen sogenannter 2K-Klebstoffe.

Bei dem Applikationsmittel kann es sich um üblichen Klebstoff oder übliches Dichtmaterial handeln, die bei der Herstellung
20 von Rotorblättern für Windkraftanlagen verwendet werden.

Figur 2 zeigt eine schematische Prinzipansicht einer Vorrichtung gemäß einer Ausführungsform der Erfindung. Die Figur 2
25 zeigt stark schematisch eine Portalkonstruktion 25, einen an der Portalkonstruktion 25 verfahrbar montierten Mehrachsroboter 20 und eine von dem Mehrachsroboter 20 geführte Applikationseinrichtung 30, an der eine Messeinrichtung 10 vorgesehen ist. Zu sehen ist außerdem eine Applikationsdüse 31, die
30 der Applikationseinrichtung 30 zugeordnet ist. Ferner ist schematisch eine Dosiereinrichtung 60 gezeigt, die zum Dosieren des zu applizierenden Applikationsmittels dient und die zusammen mit dem Mehrachsroboter 20 verfahrbar ist.

Zu sehen ist außerdem eine Soll-Kontur der Oberfläche einer Fügestelle FS und eine Ist-Kontur der Oberfläche der Fügestelle FS. Es wird ersichtlich, dass die Soll-Kontur einer idealisierten, in der Praxis kaum auftretenden Oberflächenkontur entspricht, und eine Applikationsmittelapplizierung rein unter Bezugnahme auf die Soll-Kontur zu einer Über- und/oder Unterdosierung des Applikationsmittels führen würde.

Da im Rahmen der Erfindung aber Applikationsparameter in Abhängigkeit einer vermessenen und somit tatsächlich vorhandenen Oberfläche ermittelt werden, basiert der Applikationsvorgang nicht nur auf theoretischen Soll-Annahmen, sondern auf tatsächlichen Ist-Gegebenheiten, wodurch z.B. eine Über- und/oder Unterdosierung zumindest reduziert werden kann.

In Figur 2 ist außerdem eine Rechen-/Steuereinheit 40 zu sehen, die konfiguriert ist, um die Ermittlungen des Applikationsparameters durchzuführen und/oder um die Vorrichtung entsprechend zu steuern, wobei im Rahmen der Erfindung auch eine Regelung umfasst sein kann. Die von der Rechen-/Steuereinheit 40 durchgeführten Ermittlungen können z.B. in Echtzeit erfolgen. Die Rechen-/Steuereinheit 40 kann mittelbar oder unmittelbar mit der Messeinrichtung 10, der Bewegungseinrichtung 20, 25, der Applikationseinrichtung 30, der Materialversorgung 50 und/oder der Dosiereinheit 60 in Wirkverbindung stehen.

Die Vorrichtung kann außerdem einen Handhabungsapparat umfassen, der konfiguriert ist, um nach der Applizierung des Klebe- und/oder Dichtmaterials auf die Fügstellen FS die zu verbindenden Halbschalen H1 und H2 zum Verkleben zusammenzuführen. Der Handhabungsapparat kann ein herkömmlicher, im Stand der Technik bekannter Handhabungsapparat zum Zusammen-

führen zweier Halbschalen zur Herstellung eines Rotorblatts für eine Windkraftanlage sein.

Bei einer besonders bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist die Vorrichtung konfiguriert, um folgende Prozessschritte auszuführen:

1. Erfassung der Oberflächen der Fügestellen FS,
2. Berechnung der erforderlichen Applikationsmittelmenge, wobei die Kontur der gemessenen Oberfläche mit der Soll-Kontur der Oberfläche verglichen wird und aus der Differenz die zu applizierende Applikationsmittelmenge bzw. ein Korrekturwert berechnet wird,
3. Anpassung der erforderlichen Applikationsmitteldosiermenge und zwar in Abhängigkeit von dem Korrekturwert, und
4. Vorzugsweise sensorgeführtes Applizieren des Applikationsmittels

Figur 3 zeigt eine perspektivische Ansicht zweier zu verbindender Fügeteile H1 und H2 und einen Teil einer Vorrichtung gemäß einer Ausführungsform der Erfindung. In Figur 3 sind wiederum eine Messeinrichtung 10 und eine Applikationseinrichtung 30 gezeigt, die von einer nur zum Teil gezeigten Bewegungseinrichtung geführt werden. Die in Figur 3 geradlinig verlaufenden Fügestellen FS des Fügeteils H1 dienen zur Verklebung mit den in Figur 3 geradlinig verlaufenden Fügestellen FS des Fügeteils H2, während die in Figur 3 gekrümmt verlaufenden Fügestellen FS zur Verklebung mit einem in Figur 3 nicht gezeigten Aussteifungssteg dienen.

Figur 4 zeigt eine schematische Ansicht eines Rotorblatts für eine Windkraftanlage gemäß einer Ausführungsform der Erfindung. Das Rotorblatt wird aus zwei Halbschalen H1 und H2 und

zwei die Halbschalen H1 und H2 aussteifenden Aussteifungsstege S1 und S2 gebildet. Die Bezugszeichen FS kennzeichnen Fügstellen zwischen den verbundenen Halbschalen H1 und H2 (in Figur 4 die linken und rechten Fügstellen FS) und Fügstellen zwischen den Aussteifungsstegen S1 und S2 und den Halbschalen H1 und H2 (in Figur 4 die mittleren Fügstellen FS).

Figur 5 zeigt ein Flussdiagramm eines Verfahrens gemäß einer Ausführungsform der Erfindung, insbesondere zum Vermessen von Oberflächen von Fügstellen FS zumindest zweier zu verbindender Fügeteile H1, H2, S1, und S2 und vorzugsweise zum Verbinden derselben. Das Verfahren ist vorzugsweise in einem Herstellungsverfahren für ein Rotorblatt für eine Windkraftanlage einsetzbar und wird insbesondere mit einer wie vorstehend beschriebenen Vorrichtung ausgeführt.

In einem Schritt ST1 werden zunächst Oberflächenkonturen von Fügstellen FS zu verbindender Fügeteile H1, H2, S1 und S2 vermessen.

In einem Schritt ST2 wird dann zumindest ein Applikationsparameter in Abhängigkeit der vermessenen Oberflächenkonturen ermittelt, wobei der Applikationsparameter vorzugsweise die Menge des zu applizierenden Applikationsmittels umfasst, aber auch z.B. die Bewegungsgeschwindigkeit und/oder die Bewegungsbahn der Applikationseinrichtung 30 und/oder der die Applikationseinrichtung 30 führenden Bewegungseinrichtung 20, 25 umfassen kann.

In einem Schritt ST3 wird das Applikationsmittel auf die Fügstellen FS in Abhängigkeit des ermittelten Applikationsparameters und somit in Abhängigkeit der vermessenen Oberflächenkonturen appliziert. Ergänzend oder alternativ kann die die Applikationseinrichtung 30 führende Bewegungseinrichtung

20, 25 in Abhängigkeit von den vermessenen Oberflächenkonturen gesteuert oder geregelt werden, insbesondere in Bezug auf deren auszuführende Geschwindigkeit und/oder auszuführende Bewegungsbahn.

5

Im Folgenden wird nun die in den Figuren 6A-6E dargestellte Erfindungsvariante beschrieben.

Hierbei werden zwei nur schematisch dargestellte Rotorblatt-
10 halbschalen 70, 71 miteinander verklebt, wobei zwischen die beiden Rotorblatthalbschalen 70, 71 zwei Stege 72, 73 eingesetzt sind, um die Steifigkeit des resultierenden Rotorblattes zu erhöhen, was bei einem Einsatz in einer Windkraftanlage wichtig ist.

15

In einem ersten Schritt gemäß Figur 6A wird zunächst die Rotorblatthalbschale 70 bereitgestellt.

In einem zweiten Schritt gemäß Figur 6B werden dann auf die
20 Innenwand der Rotorblatthalbschale 70 zwei Kleberaupen 74, 75 aufgetragen, die in Längsrichtung der Rotorblatthalbschale 70 verlaufen. Die Kleberaupe 74 wird hierbei in einem Abstand C von dem Seitenrand der Rotorblatthalbschale 70 aufgetragen, während die Kleberaupe 75 in einem Abstand D vom Seitenrand
25 der Rotorblatthalbschale 70 aufgetragen wird. Die Abstände C, D sind hierbei konstruktiv vorgegeben, wobei die Kleberaupen 74, 75 von einem Roboter gesteuert aufgetragen werden, wodurch sichergestellt wird, dass die Abstände C, D mit geringen Toleranzen eingehalten werden.

30

In einem nächsten Schritt gemäß Figur 6C werden dann die Stege 72, 73 auf die Kleberaupen 74, 75 aufgesetzt, um die Stege 72, 73 mit der Rotorblatthalbschale 70 zu verkleben. Hierbei müssen die Stege 72, 73 räumlich exakt ausgerichtet werden,

bis der Klebstoff der Kleberaupen 74, 75 ausgehärtet ist. Diese Ausrichtung der Stege 72, 73 erfolgt manuell durch einen Arbeiter. Zur Erleichterung der manuellen Ausrichtung der Stege 72, 73 sind zwei Laser 76, 77 vorgesehen, die jeweils
5 eine Lasermarkierung 78, 79 auf die freien Enden der Stege 72, 73 projizieren. Der Arbeiter kann die Stege 72, 73 dann entsprechend den Lasermarkierungen 78, 79 ausrichten, wodurch sichergestellt wird, dass die Stege 72, 73 entsprechend der vorgegebenen technischen Spezifikation ausgerichtet sind.

10

In einem weiteren Schritt gemäß Figur 6D werden dann auf die freien Enden der Stege 72 und auf die Klebeflächen der Rotorblatthalbschale 70 weitere Kleberaupen 80, 81, 82, 83 aufgetragen.

15

In einem nächsten Schritt gemäß Figur 6E wird dann die andere Rotorblatthalbschale 71 aufgesetzt und mit der Rotorblatthalbschale 70 und den Stegen 72, 73 verklebt.

20

Die Kleberaupen 74, 75 bestehen hierbei aus einem relativ schnell aushärtenden Klebstoff, wohingegen die Kleberaupen 80-83 aus einem langsamer aushärtenden Klebstoff bestehen. Dies ist sinnvoll, weil das Auftragen der beiden Kleberaupen 74, 75 relativ schnell erfolgen kann, wohingegen das Auftragen der Kleberaupen 80-83 wegen der größeren Anzahl der Kleberaupen 80-83 mehr Zeit benötigt.

25

Die Herstellung der Rotorblatthalbschalen 70, 71 erfolgt in der Regel in einer Form, so dass die Rotorblatthalbschalen
30 70, 71 ein konstantes Rotorblattaußenmaß B1, B2 aufweisen, das durch das Innenmaß der verwendeten Form vorgegeben wird, wie aus den Figuren 7A und 7B ersichtlich ist. In der Erfindungsvariante gemäß den Figuren 7A und 7B wird deshalb in der

Regel einmalig das Rotorblattaußenmaß B1 bzw. B2 anhand der verwendeten Form gemessen.

Bei der Herstellung der einzelnen Rotorblatthalbschalen 70, 71 variiert jedoch das jeweilige Rotorblattinnenmaß A1 bzw. A2 von Bauteil zu Bauteil. Im Rahmen der Erfindung wird deshalb das Rotorblattinnenmaß A1, A2 vorzugsweise individuell für jedes Bauteil gemessen.

10 Aus den Messwerten für das Rotorblattinnenmaß A1, A2 und das Rotorblattaußenmaß B1, B2 kann dann eine Dicke D1 des resultierenden Klebspaltes zwischen den beiden Rotorblatthalbschalen 70, 71 berechnet werden. Bei der Applikation der Kleberaupen 82, 83 wird dann ein Applikationsparameter (z.B. 15 Klebstoffmenge) entsprechend angepasst.

Schließlich zeigt Figur 8 eine weitere Variante der Erfindung, die mit den vorstehend beschriebenen Varianten teilweise übereinstimmt, so dass zur Vermeidung von Wiederholungen auf die vorstehende Beschreibung verwiesen wird, wobei für 20 entsprechende Einzelheiten dieselben Bezugszeichen verwendet werden.

Eine Besonderheit besteht hierbei darin, dass nach dem Festkleben der Stege 72, 73 an der Innenwand der Rotorblatthalbschale 70 der Abstand E bzw. F zwischen den freien Enden der Stege 72, 73 und einer Bezugsebene 84 gemessen wird. Die Abstandswerte E, F schwanken in Abhängigkeit von der ebenfalls schwankenden Wandstärke der Rotorblatthalbschale 70. Beim 25 Auftragen der Kleberaupen 80, 81 (vgl. Fig. 6D) auf die freien Enden der Stege 72, 73 können dann die Abstandswerte E, F berücksichtigt werden, um die Kleberaupen 80, 81 entsprechend anpassen zu können. 30

Die Erfindung ist nicht auf die vorstehend beschriebenen bevorzugten Ausführungsformen beschränkt. Vielmehr ist eine Vielzahl von Varianten und Abwandlungen möglich, die ebenfalls von dem Erfindungsgedanken Gebrauch machen und deshalb in den Schutzbereich fallen. Darüber hinaus beansprucht die Erfindung auch Schutz für den Gegenstand und die Merkmale der Unteransprüche unabhängig von den in Bezug genommenen Ansprüchen und Merkmalen.

* * * * *

ANSPRÜCHE

- 5 1. Vorrichtung zum Verbinden von Fügestellen (FS) zumindest
zweier zu verbindender Füge-teile (H1, H2, S1, S2), mit:
- einer Applikationseinrichtung (30) zum Applizieren eines
Applikationsmittels, insbesondere eines Klebe- und/oder
Dichtmaterials, auf zumindest eine der Fügestellen (FS),
- 10 **dadurch gekennzeichnet, dass**
- zumindest eine Messeinrichtung (10) zum Vermessen zumin-
dest einer Oberfläche der Fügestellen (FS) vorgesehen
ist, insbesondere zumindest einer Oberflächenkontur, und
 - eine Bewegungseinrichtung (20, 25) zum Bewegen der Mess-
einrichtung (10) entlang zumindest einer der Fügestellen
15 (FS) vorgesehen ist, und
 - zumindest ein Applikationsparameter in Abhängigkeit der
zumindest einen vermessenen Oberfläche ermittelt wird
und vorzugsweise somit ein oberflächenabhängiger Appli-
kationsvorgang realisierbar ist.
- 20
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,
dass der zumindest eine Applikationsparameter die Menge des
zu applizierenden Applikationsmittels umfasst.
- 25
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeich-
net, dass die Ermittlung in Abhängigkeit zumindest einer Fü-
gestellen-Soll-Kontur erfolgt.
- 30 4. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, da-
durch gekennzeichnet, dass die Ermittlung in Abhängigkeit der
Abweichung zwischen zumindest einer vermessenen Oberflächen-
kontur und zumindest einer Fügestellen-Soll-Kontur erfolgt.

5. Vorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Menge des zu applizierenden Applikationsmittels in Abhängigkeit eines aus der Abweichung ermittelten Korrekturwerts variiert wird.

5

6. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der zumindest eine Applikationsparameter

- 10 - die auszuführende Bewegungsdynamik/Bewegungsbahn der Bewegungseinrichtung (20, 25), insbesondere der Applikationseinrichtung (30), umfasst, und/oder
- den Bahnverlauf der zu applizierenden Applikationsmittelraupe.

15 7. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass

- eine variable, an die zumindest eine vermessene Oberfläche angepasste Applikationsmittel-Ausflussmenge erzeugbar ist, und/oder
- 20 - eine variable, an die zumindest eine vermessene Oberfläche angepasste Bewegungsdynamik/Bewegungsbahn der Bewegungseinrichtung (20, 25), insbesondere der Applikationseinrichtung (30), erzeugbar ist.

25 8. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der zumindest eine Applikationsparameter, insbesondere die Menge des zu applizierenden Applikationsmittels und/oder die auszuführende Bewegungsdynamik/Bewegungsbahn, so festgelegt wird, dass die Füllung einer
30 Fuge gewährleistet wird, aber eine Überfüllung der Fuge zumindest reduziert wird.

9. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Messeinrichtung (10) zumindest eines von Folgenden umfasst:

- zumindest einen Sensor, insbesondere einen 2D- oder 3D-Sensor,
- zumindest einen Abstandssensor,
- zumindest einen optischen Sensor,
- zumindest ein Kamerasystem.

10. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Messeinrichtung (10) zusätzlich zur Bahnführung dient und somit vorzugsweise eine messeinrichtungsgeführte Applikationsmittel-Applizierung realisierbar ist.

15

11. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass

- die Bewegungseinrichtung (20, 25) zum Bewegen der Applikationseinrichtung (30) entlang zumindest einer der Fügestellen (FS) dient, insbesondere die Applikationseinrichtung (30) zusammen mit der Messeinrichtung (10) durch die Bewegungseinrichtung (20, 25) bewegbar ist, und/oder

20

- die Messeinrichtung (10) an der Applikationseinrichtung (30) angeordnet ist und vorzugsweise relativ zur Bewegungsrichtung nach vorne gerichtet ist.

25

12. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Bewegungseinrichtung

30

- einen Mehrachsroboter (20) umfasst, an dem die Messeinrichtung (10) und/oder die Applikationseinrichtung (30) montiert ist, und/oder
- eine verfahrbare Portalkonstruktion (25) umfasst, die zumindest zwei Seitenteile (26) und einen die Seitenteile

le (26) verbindenden Träger (27) umfasst, wobei der Mehrachsroboter (20) entlang dem Träger (27) verfahrbar ist und vorzugsweise von dem Träger (27) nach unten ragt.

5

13. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine insbesondere dynamische Mischeinrichtung vorgesehen ist, um Mehr-Komponenten-Klebematerial zu mischen und die Mischeinrichtung vorzugsweise unmittelbar vor oder in der Applikationseinrichtung (30) angeordnet ist.

14. Vorrichtung nach Anspruch 12 oder 13, dadurch gekennzeichnet, dass eine Materialversorgung (50) an der verfahrbaren Portalkonstruktion (25) montiert ist und von der Portalkonstruktion (25) mitgeführt wird.

15. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorrichtung eine Dosiereinheit (60) zum Dosieren des zu applizierenden Applikationsmittels umfasst, die vorzugsweise zusammen mit dem Mehrachsroboter (20) entlang dem Träger (27) verfahrbar ist.

16. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch eine Rechen-/Steuereinheit (40), die konfiguriert ist, um die Ermittlung(en) durchzuführen, und/oder die Ermittlung(en) in Echtzeit erfolgen.

17. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch einen Handhabungsapparat, der konfiguriert ist, um nach der Applizierung des Klebe- und/oder Dichtmaterials die zu verbindenden Füge-teile (H1, H2, S1, S2) zum Verkleben zusammenzuführen.

18. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die zu verbindenden Füge-
teile (H1, H2) Halbschalen zur Herstellung eines Rotorblatts für eine
Windkraftanlage und/oder Aussteifungsstege (S1, S2) dafür
5 sind und die Vorrichtung somit zweckmäßig eine Vorrichtung
zum Herstellen von Rotorblättern für Windkraftanlagen ist.

19. Verfahren zum Verbinden von Fügestellen (FS) zumindest
zweier zu verbindender Füge-
teile (H1, H2, S1, S2), wobei:

- 10 - eine Applikationseinrichtung (30) entlang zumindest ei-
ner der Fügestellen (FS) bewegt wird und ein Applikati-
onsmittel auf zumindest eine der Fügestellen (FS) appli-
ziert,

dadurch gekennzeichnet, dass

- 15 - zumindest eine Messeinrichtung (10) entlang zumindest
einer der Fügestellen (FS) bewegt wird,
- zumindest eine Oberfläche der Fügestellen (FS) vermessen
wird, insbesondere zumindest eine Oberflächenkontur, und
- zumindest ein Applikationsparameter in Abhängigkeit der
20 zumindest einen vermessenen Oberfläche ermittelt wird
und vorzugsweise somit ein oberflächenabhängiger Appli-
kationsvorgang realisierbar ist.

20. Verfahren nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, dass
25 das Verfahren ein Herstellverfahren für ein Rotorblatt für
eine Windkraftanlage ist.

21. Verfahren nach einem der Ansprüche 19 oder 20,
dadurch gekennzeichnet,

- 30 a) dass mindestens ein Steg (72, 73) auf eine Innenwand ei-
ner ersten Rotorblatthalbschale (70) geklebt wird, wobei
ein erstes Klebematerial (74, 75) mit einer ersten Topf-
zeit verwendet wird,

- b) dass eine zweite Rotorblatthalbschale (71) mit der ersten Rotorblatthalbschale (70) und mit dem Steg (72, 73) verklebt wird, wobei ein zweites Klebematerial (80-83) mit einer zweiten Topfzeit verwendet wird, und
- 5 c) dass die erste Topfzeit kürzer ist als die zweite Topfzeit.
22. Verfahren nach einem der Ansprüche 19 bis 21,
- a) Messung eines Halbschaleninnenmaßes (A1, A2) bei zwei
10 Rotorblatthalbschalen (70, 71), die miteinander verbunden werden,
- b) Messung eines Halbschalenaußenmaßes (B1, B2) bei den beiden Rotorblatthalbschalen (70, 71), die miteinander verbunden werden,
- 15 c) Berechnung der Wandstärke der beiden Rotorblatthalbschalen und/oder eines Klebspaltmaßes des Klebspaltes zwischen den beiden Rotorblatthalbschalen (70, 71) aus dem gemessenen Halbschaleninnenmaß (A1, A2) und dem gemessenen Halbschalenaußenmaß (B1, B2),
- 20 d) Applikation des Klebematerials (82, 83) zum Zusammenkleben der beiden Rotorblatthalbschalen (70, 71), und
- e) Einstellung des Applikationsparameters beim Applizieren des Klebematerials in Abhängigkeit von der berechneten Wandstärke und/oder in Abhängigkeit von dem berechneten
25 Klebspaltmaß,
- f) wobei das Halbschalenaußenmaß (B1, B2) vorzugsweise einmalig an einer vorgegebenen Fertigungsform für die Rotorblatthalbschalen (70, 71) gemessen wird,
- g) während das Halbschaleninnenmaß (A1, A2) vorzugsweise
30 individuell für jede Rotorblatthalbschale (70, 71) gemessen wird.

23. Verfahren nach einem der Ansprüche 19 bis 22, gekennzeichnet durch folgende Schritte:

- 5 a) Festlegung einer gewünschten Position (C, D) von mindestens einem Steg (72, 73) in einer Rotorblatthalbschale (70),
- b) Applizieren des Klebematerials (74, 75) mittels eines Roboters an der festgelegten Position (C, D) auf die Innenwand der Rotorblatthalbschale (70).

10 24. Verfahren nach einem der Ansprüche 19 bis 23, gekennzeichnet durch folgende Schritte:

- a) Festkleben von mindestens einem Steg (72, 73) an einer Innenwand einer Rotorblatthalbschale (70) mittels eines Klebematerials (74, 75),
- 15 b) Ausrichten des Stegs (72, 73) während der Aushärtungszeit des Klebematerials (74, 75),
- c) Projizieren einer optischen Ausrichtungshilfe (78, 79) auf den Steg (72, 73), um das Ausrichten des Stegs (72, 73) zu erleichtern, insbesondere durch Projizieren einer
- 20 Lasermarkierung auf den Steg mittels eines Lasers (76, 77).

25. Verfahren nach einem der Ansprüche 19 bis 24, gekennzeichnet durch folgende Schritte:

- 25 a) Messung eines Halbschaleninnenmaßes (A1, A2) bei zwei Rotorblatthalbschalen (70, 71), die miteinander verbunden werden,
- b) Festkleben von mindestens einem Steg (72, 73) an einer Innenwand einer der beiden Rotorblatthalbschalen (70),
- 30 c) Messen eines Abstandsmaßes (E, F) zwischen einer Bezugsebene (84) und dem freien Ende des Stegs (72, 73),
- d) Berechnen eines Spaltmaßes des Klebspaltes zwischen dem freien Ende des Stegs (72, 73) und der darauf festzuklebenden Rotorblatthalbschale (71) in Abhängigkeit von den

gemessenen Halbschaleninnenmaßen und dem gemessenen Abstandsmaß,

- 5 e) Applizieren von Klebematerial (80, 81) zum Zusammenkleben des freien Endes des Stegs (72, 73) mit der Innenwand der anderen Rotorblatthalbschale, wobei ein Applikationsparameter in Abhängigkeit von dem berechneten Spaltmaß des Klebespaltes.

10 26. Rotorblatt für eine Windkraftanlage, hergestellt mittels eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 19 bis 25.

* * * * *

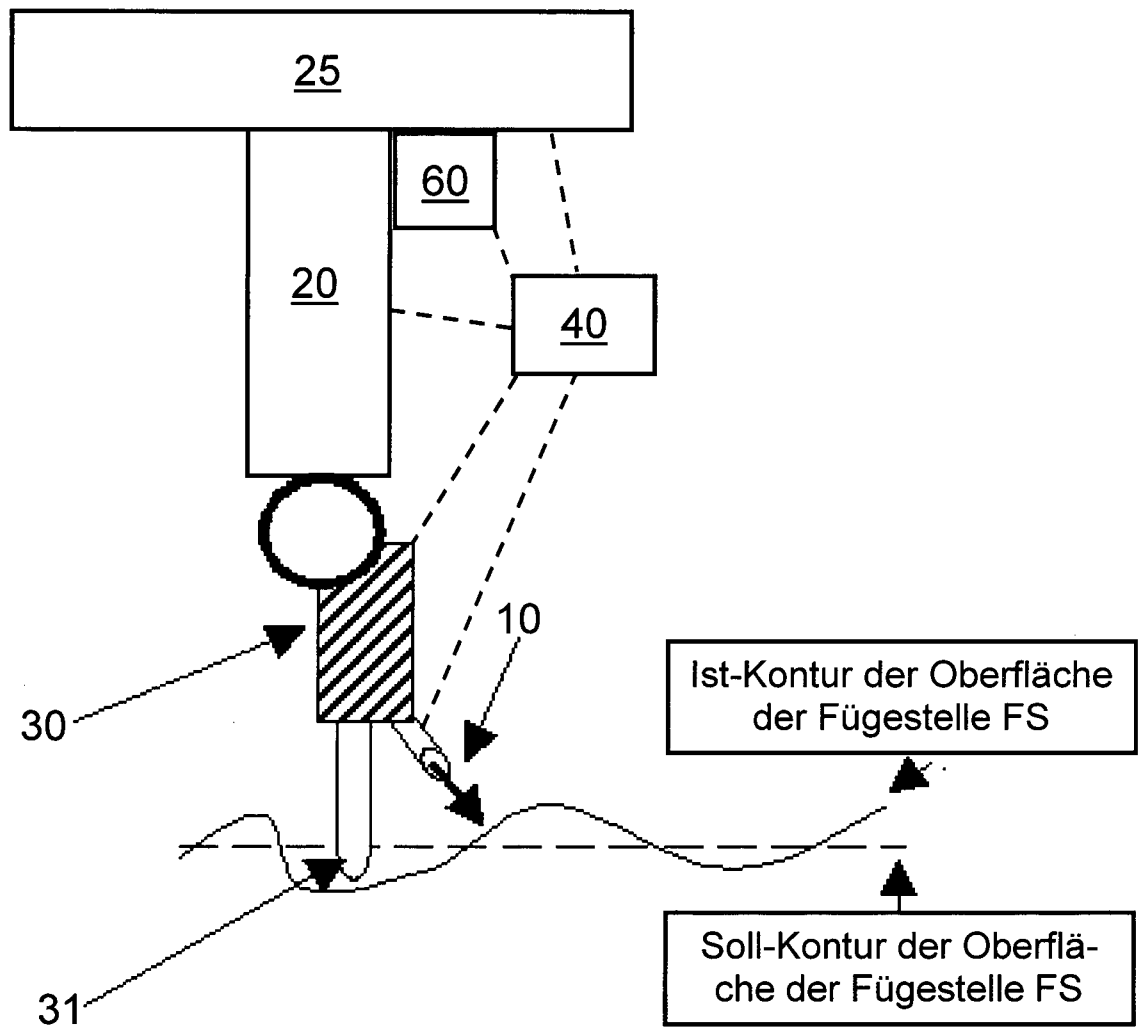


FIG. 2

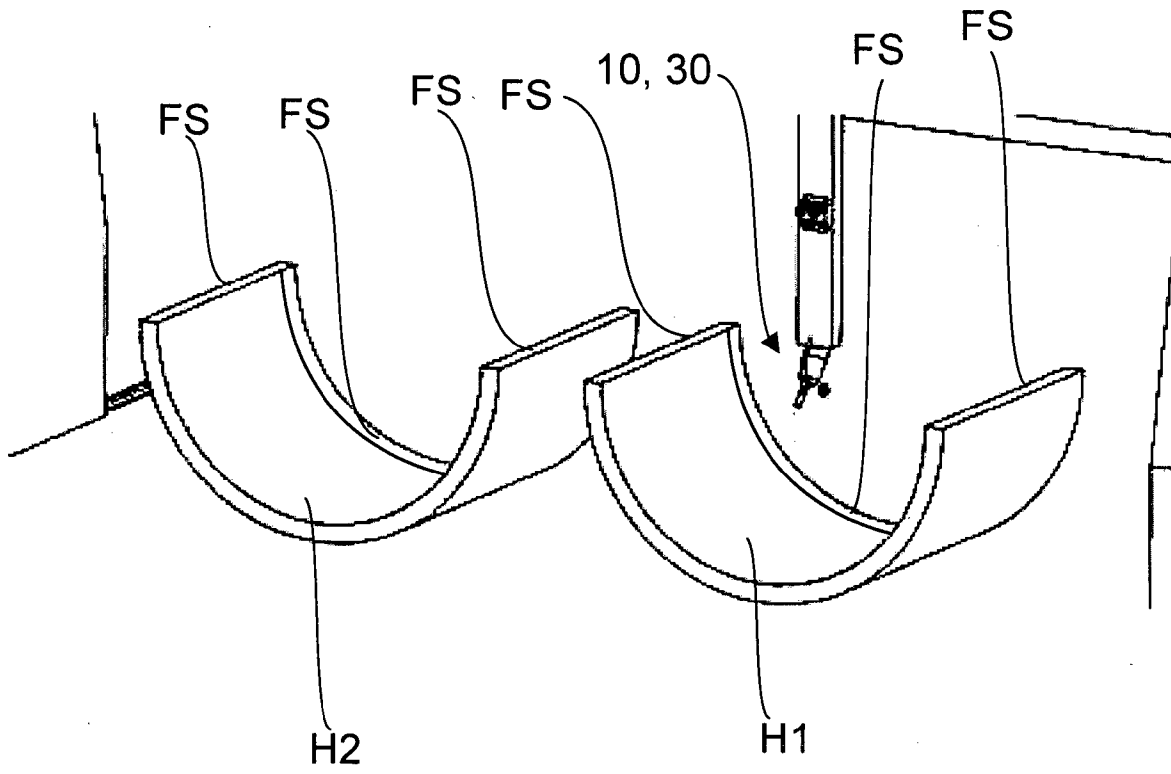


FIG. 3

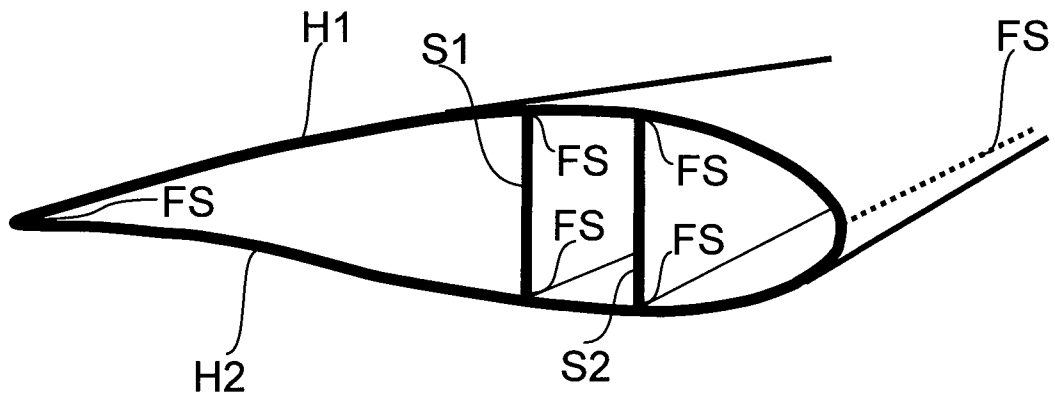


FIG. 4

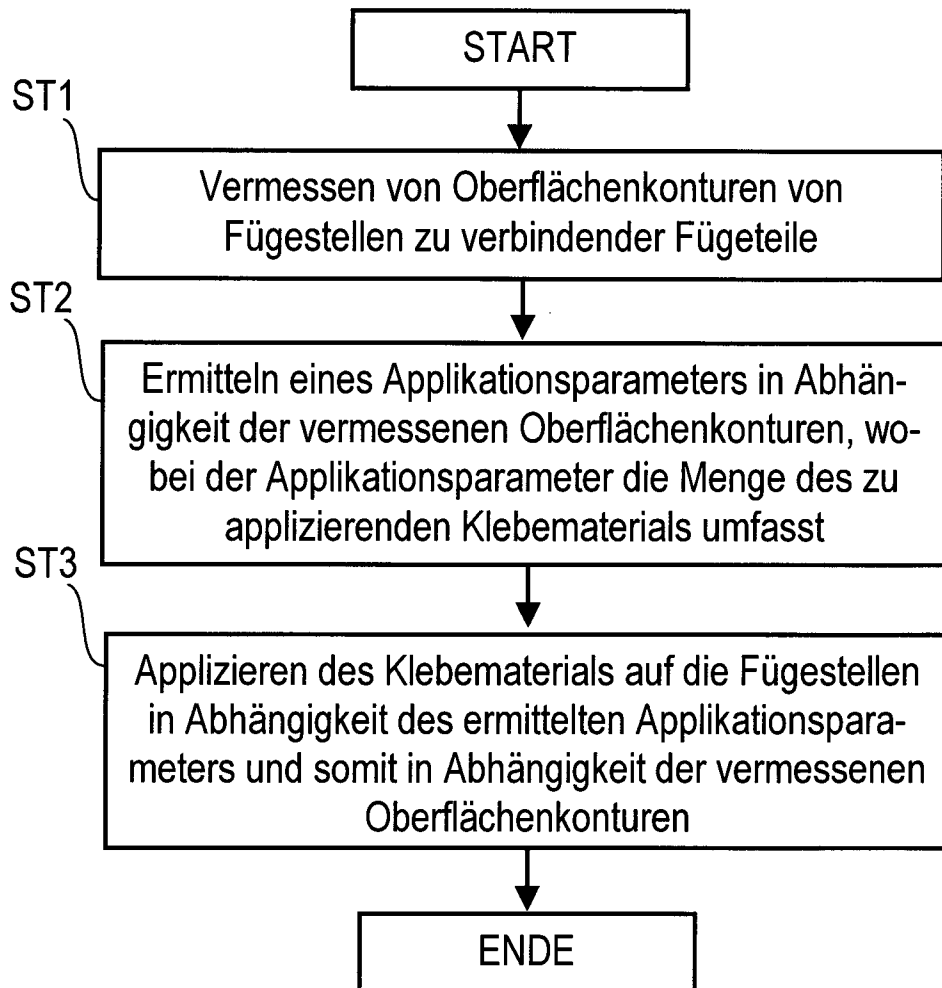


FIG. 5

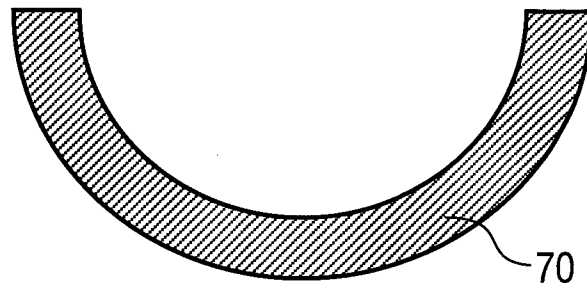


Fig. 6A

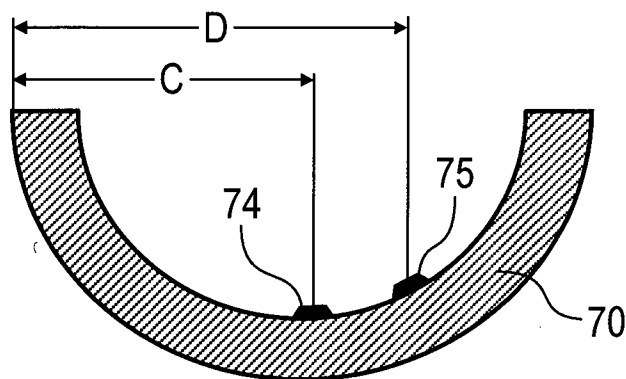


Fig. 6B

7/10

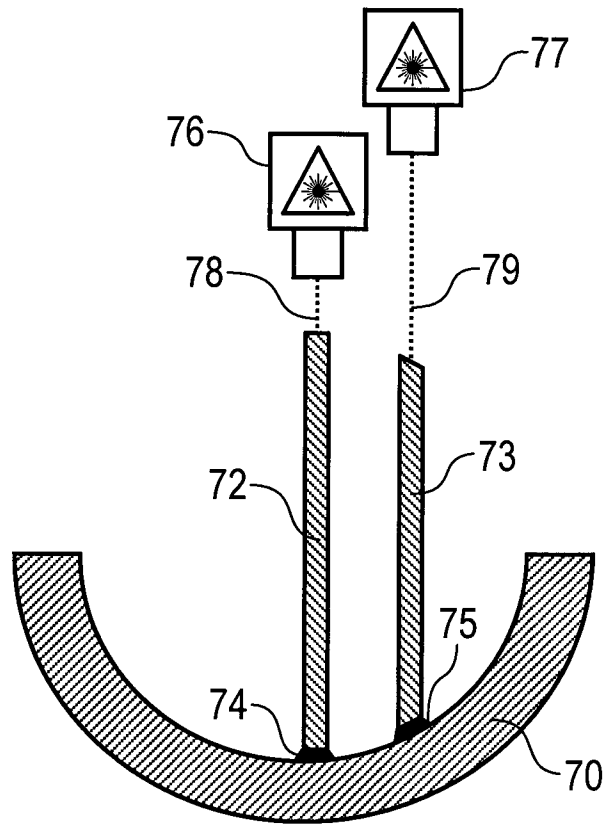


Fig. 6C

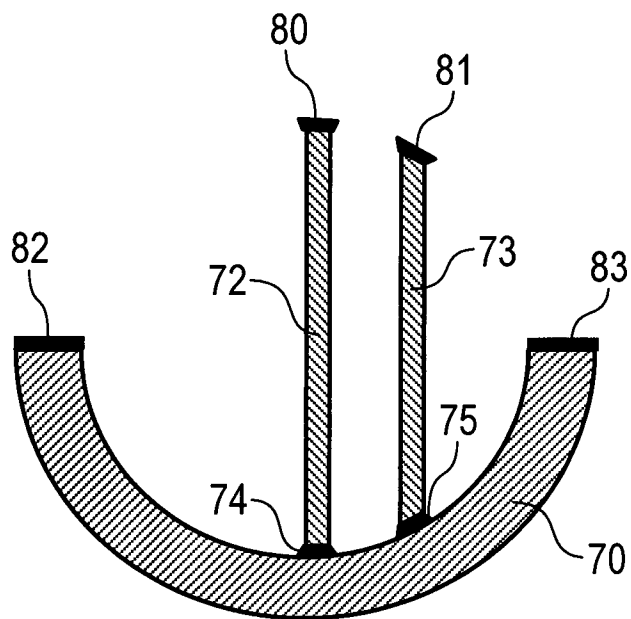


Fig. 6D

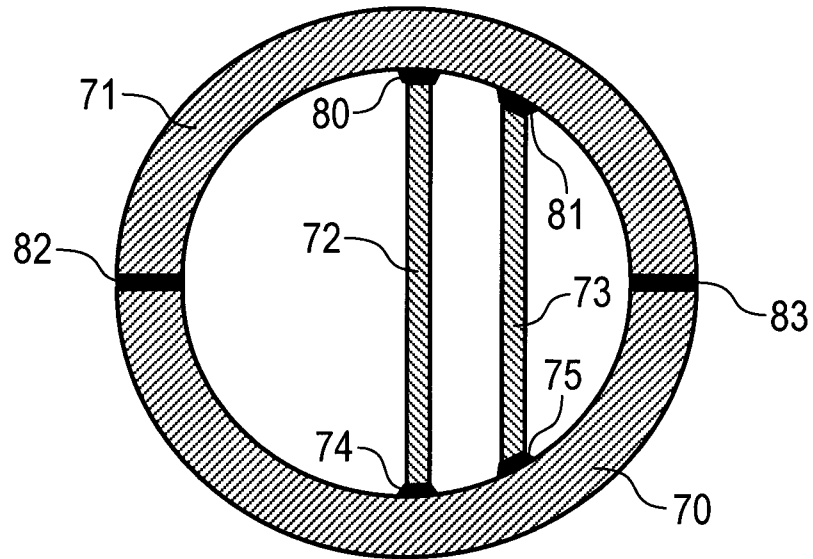


Fig. 6E

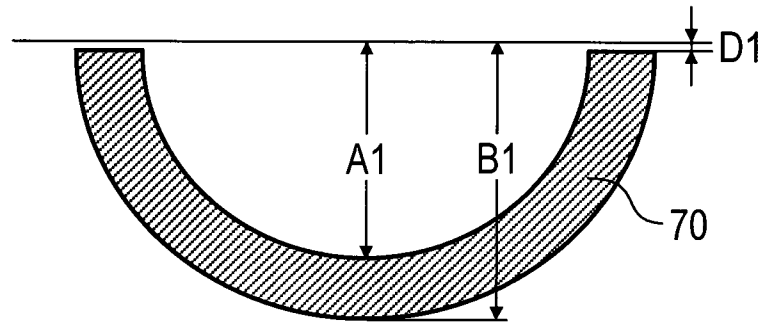


Fig. 7A

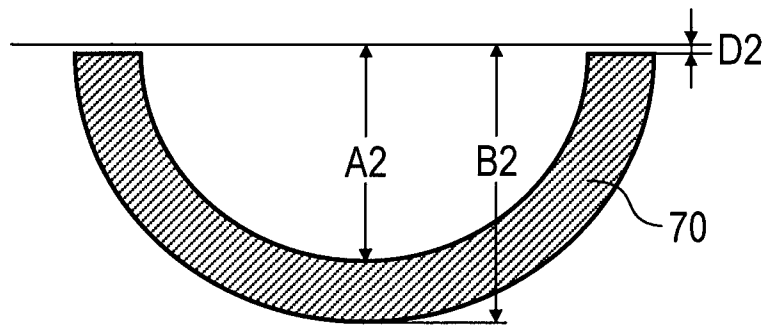


Fig. 7B

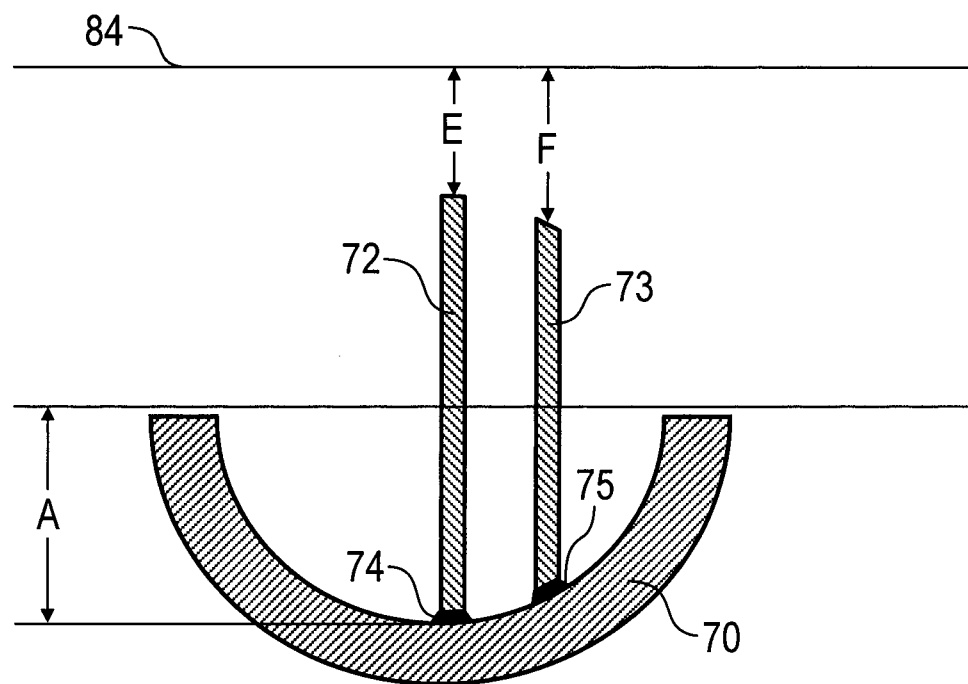


Fig. 8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2013/001324

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. G05B19/42
ADD. B25J9/16

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)
G05B B25J F16B

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 10 2007 062535 A1 (KUKA SYSTEMS GMBH [DE]) 25 June 2009 (2009-06-25)	1-17,19
Y	paragraphs [0001] - [0010], [0022] - [0025], [0028] - [0031], [0036] - [0038], [0040] - [0042]	18,20-26
Y	EP 2 261 501 A2 (NORDEX ENERGY GMBH [DE]) 15 December 2010 (2010-12-15) paragraphs [0001] - [0033]	18,20-26
X	GB 2 405 465 A (PROPHET CONTROL SYSTEMS LTD [GB]) 2 March 2005 (2005-03-02) pages 3,4 page 12, last paragraph - page 16, line 2	1-15,17,19
	----- -/--	

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 27 August 2013	Date of mailing of the international search report 02/09/2013
--	---

Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer Prokopiou, Platon
--	--

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2013/001324

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2010/106123 A1 (FRAUNHOFER GES FORSCHUNG [DE]; AIRBUS OPERATIONS GMBH [DE]; NIERMANN D) 23 September 2010 (2010-09-23) pages 3-8	1-20
A	----- EP 1 473 142 A1 (AIRBUS GMBH [DE]) 3 November 2004 (2004-11-03) paragraphs [0015] - [0027], [0036] - [0038], [0043] -----	1-20

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No PCT/EP2013/001324

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 102007062535 A1	25-06-2009	DE 102007062535 A1 EP 2242623 A1 WO 2009080233 A1	25-06-2009 27-10-2010 02-07-2009

EP 2261501 A2	15-12-2010	DE 102009024324 A1 EP 2261501 A2 US 2011126978 A1	02-12-2010 15-12-2010 02-06-2011

GB 2405465 A	02-03-2005	GB 2405465 A WO 2005022081 A2	02-03-2005 10-03-2005

WO 2010106123 A1	23-09-2010	CA 2754697 A1 CN 102356015 A DE 102010010685 A1 EP 2408655 A1 JP 2012520791 A US 2012043009 A1 WO 2010106123 A1	23-09-2010 15-02-2012 03-02-2011 25-01-2012 10-09-2012 23-02-2012 23-09-2010

EP 1473142 A1	03-11-2004	AT 327090 T CA 2466003 A1 CA 2736941 A1 DE 10319926 A1 EP 1473142 A1 ES 2264063 T3 JP 4427381 B2 JP 2004331054 A US 2004236454 A1 US 2007107826 A1	15-06-2006 02-11-2004 02-11-2004 25-11-2004 03-11-2004 16-12-2006 03-03-2010 25-11-2004 25-11-2004 17-05-2007

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

INV. G05B19/42

ADD. B25J9/16

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

G05B B25J F16B

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

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 10 2007 062535 A1 (KUKA SYSTEMS GMBH [DE]) 25. Juni 2009 (2009-06-25)	1-17,19
Y	Absätze [0001] - [0010], [0022] - [0025], [0028] - [0031], [0036] - [0038], [0040] - [0042]	18,20-26
Y	EP 2 261 501 A2 (NORDEX ENERGY GMBH [DE]) 15. Dezember 2010 (2010-12-15) Absätze [0001] - [0033]	18,20-26
X	GB 2 405 465 A (PROPHET CONTROL SYSTEMS LTD [GB]) 2. März 2005 (2005-03-02) Seiten 3,4 Seite 12, letzter Absatz - Seite 16, Zeile 2	1-15,17,19
	----- -/--	



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

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

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

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

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

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

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

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

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

27. August 2013

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

02/09/2013

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Prokopiou, Platon

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	WO 2010/106123 A1 (FRAUNHOFER GES FORSCHUNG [DE]; AIRBUS OPERATIONS GMBH [DE]; NIEMANN D) 23. September 2010 (2010-09-23) Seiten 3-8	1-20
A	----- EP 1 473 142 A1 (AIRBUS GMBH [DE]) 3. November 2004 (2004-11-03) Absätze [0015] - [0027], [0036] - [0038], [0043] -----	1-20

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2013/001324

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102007062535 A1	25-06-2009	DE 102007062535 A1	25-06-2009
		EP 2242623 A1	27-10-2010
		WO 2009080233 A1	02-07-2009

EP 2261501 A2	15-12-2010	DE 102009024324 A1	02-12-2010
		EP 2261501 A2	15-12-2010
		US 2011126978 A1	02-06-2011

GB 2405465 A	02-03-2005	GB 2405465 A	02-03-2005
		WO 2005022081 A2	10-03-2005

WO 2010106123 A1	23-09-2010	CA 2754697 A1	23-09-2010
		CN 102356015 A	15-02-2012
		DE 102010010685 A1	03-02-2011
		EP 2408655 A1	25-01-2012
		JP 2012520791 A	10-09-2012
		US 2012043009 A1	23-02-2012
		WO 2010106123 A1	23-09-2010

EP 1473142 A1	03-11-2004	AT 327090 T	15-06-2006
		CA 2466003 A1	02-11-2004
		CA 2736941 A1	02-11-2004
		DE 10319926 A1	25-11-2004
		EP 1473142 A1	03-11-2004
		ES 2264063 T3	16-12-2006
		JP 4427381 B2	03-03-2010
		JP 2004331054 A	25-11-2004
		US 2004236454 A1	25-11-2004
		US 2007107826 A1	17-05-2007
