

(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  
10. April 2014 (10.04.2014)



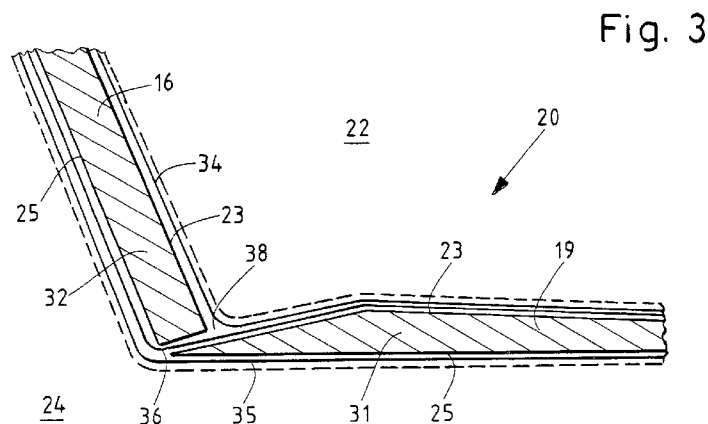
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2014/053225 A1**

- (51) Internationale Patentklassifikation:  
*F03D 1/06* (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2013/002881
- (22) Internationales Anmeldedatum:  
26. September 2013 (26.09.2013)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:  
10 2012 217 904.6  
1. Oktober 2012 (01.10.2012) DE
- (71) Anmelder: **REPOWER SYSTEMS SE** [DE/DE];  
Überseering 10, 22297 Hamburg (DE).
- (72) Erfinder: **EYB, Enno**; Kantstr. 80, 24116 Kiel (DE).  
**BENDEL, Urs**; Groensfurter Weg 10, 24787 Fockbek  
(DE). **MESTER, Hendrik**; Kronshagener Weg 33, 24116  
Kiel (DE).
- (74) Anwalt: **SEEMANN, Ralph**; Seemann & Partner,  
Raboisen 6, 20095 Hamburg (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, 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, 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.
- (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,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: FIBRE COMPOSITE COMPONENT FOR THE ROTOR BLADE OF A WIND TURBINE

(54) Bezeichnung : FASERVERBUNDBAUTEIL FÜR DAS ROTORBLATT EINER WINDTURBINE



(57) Abstract: The invention consists in a fibre composite component (20) for a rotor blade (10) of a wind energy plant, comprising a first sandwich core (31) and a second sandwich core (32) arranged next to the first sandwich core (31), wherein the sandwich cores (31, 32) each have an inner side (23) facing the interior (22) of the rotor blade and an outer side (25) facing the exterior (24) of the rotor blade, wherein the fibre composite component (20) furthermore comprises a first fibre-containing laminate layer (36) which, in the case of the first sandwich core (31), is arranged on the inner side (23) of the first sandwich core (31) and, in the case of the second sandwich core (32), is arranged on the outer side (25) of the second sandwich core (32), a second fibre-containing laminate layer (35) which, in the case of the first sandwich core (31), is arranged on the outer side (25) of the first sandwich core (31) and, in the case of the second sandwich core (32), is arranged on the outer side (25) of the second sandwich core (32), and a third fibre-containing laminate layer (34) which, in the case of the first sandwich core (31) is arranged on the inner side (23) of the first sandwich core (31) and, in the case of the second sandwich core (32), is arranged on the inner side (23) of the second sandwich core (32). The invention furthermore consists in a rotor blade (10) for a wind energy plant, having a fibre composite component (20) according to the invention.

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2014/053225 A1



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)

---

Die Erfindung besteht in einem Faserverbundbauteil (20) für ein Rotorblatt (10) einer Windenergieanlage umfassend einen ersten Sandwichkern (31) und einen neben dem ersten Sandwichkern (31) angeordneten zweiten Sandwichkern (32), wobei die Sandwichkerne (31, 32) jeweils eine dem Rotorblattingeren (22) zugewandte Innenseite (23) und eine dem Rotorblattäußeren (24) zugewandte Außenseite (25) aufweisen, wobei das Faserverbundbauteil (20) ferner eine erste faserhaltige Laminatschicht (36) umfasst, die beim ersten Sandwichkern (31) an der Innenseite (23) des ersten Sandwichkerns (31) und beim zweiten Sandwichkern (32) an der Außenseite (25) des zweiten Sandwichkerns (32) angeordnet ist, eine zweite faserhaltige Laminatschicht (35), die beim ersten Sandwichkern (31) an der Außenseite (25) des ersten Sandwichkerns (31) und beim zweiten Sandwichkern (32) an der Außenseite (25) des zweiten Sandwichkerns (32) angeordnet ist, sowie eine dritte faserhaltige Laminatschicht (34), die beim ersten Sandwichkern (31) an der Innenseite (23) des ersten Sandwichkerns (31) und beim zweiten Sandwichkern (32) an der Innenseite (23) des zweiten Sandwichkerns (32) angeordnet ist. Die Erfindung besteht ferner in einem Rotorblatt (10) für eine Windenergieanlage mit einem erfindungsgemäßen Faserverbundbauteil (20).

5

10

## FASERVERBUNDBAUTEIL FÜR DAS ROTORBLATT EINER WINDTURBINE

### Beschreibung

15

Die Erfindung betrifft ein Faserverbundbauteil für ein Rotorblatt einer Windenergieanlage. Die Erfindung betrifft des Weiteren ein Rotorblatt für eine Windenergieanlage.

20

Bekannt sind Rotorblätter für Windenergieanlagen aus mehreren Einzelteilen, die in Faserverbundbauweise gefertigt und zu einem Rotorblatt verklebt werden. Die Einzelteile weisen zum Teil erhebliche Ausmaße auf und sind gewöhnlich flächig, d.h. die Dicke ist wesentlich kleiner als die Länge und die Breite.

25

Typische Rotorblätter bestehen aus wenigstens zwei Rotorblattschalen, die die äußere Form und somit die wesentlichen aerodynamischen Eigenschaften des Rotorblattes vorgeben. Beispielsweise ist eine Rotorblattschale für die Saugseite des Rotorblatts, die sogenannte Oberschale, und eine Rotorblattschale für die Druckseite des Rotorblatts, die sogenannte Unterschale, vorgesehen.

30

Die Rotorblattschalen sind üblicherweise im Bereich der größten Profildicke des Rotorblattes durch sogenannte Gurte verstärkt und im Bereich der Gurte durch Hauptstege miteinander verbunden. Die Gurte und die Hauptstege bilden dabei die wesentliche tragende Struktur des Rotorblattes, während die Rotorblattschalen ansonsten relativ leicht und dünn als Sandwichlaminat ausgebildet sind. Dabei werden beispielsweise auf einen leichten Sandwichkern aus beispielsweise Balsaholz beidseitig Schichten aus faserverstärkten Verbundwerkstoffen auflaminiert.

Bekannte Rotorblätter haben oft, insbesondere im Übergangsbereich zur Blattwurzel, Abschnitte, in denen das aerodynamische Profil eine Profilendfläche, die auch als abgeschnittene Hinterkante bezeichnet wird, aufweist. Das Profil weist in diesen Abschnitten somit keine spitz auslaufende Hinterkante auf, sondern endet mit einer quer zur Profilsehne angeordneten Abschlussfläche, die insbesondere unter Ausbildung von scharfen Kanten, in die Rotorblattschalen an der Saugseite und der Druckseite des Profils übergeht. Die Übergangskanten verlaufen im Wesentlichen in Längsrichtung des Rotorblattes und sind im Betrieb erheblichen Belastungen ausgesetzt.

Wenn die Kanten als durchgängiges, an der Kante abknickendes Sandwichlaminat ausgeführt sind, ist der Bauteilwiderstand gegen Biegebelastungen nur gering. Bei höheren Belastungen drohen außerdem Delaminationen im Sandwichlaminat, die zum plötzlichen Bauteilversagen führen können.

Im Stand der Technik werden daher in der Regel die Rotorblattschalen für die Saug- und Druckseite sowie die Abschlussfläche als separate Bauteile in Sandwichlaminatbauweise gefertigt. Die einzelnen Bauteile werden anschließend unter Ausbildung der Über-

gangskanten miteinander verklebt und die Klebestellen bzw. die Übergangskanten zur Erhöhung der Stabilität nochmals überlami- niert. Dieses Fertigungsverfahren ist gekennzeichnet durch eine lange Zykluszeit, weil die einzelnen Verfahrensschritte nicht paralle-  
5 lisiert werden können. Außerdem bedarf es aufwendiger Vorrichtungen zum Einsetzen und Ausrichten der Abschlussfläche zwischen den Rotorblattschalen.

Ausgehend von diesem Stand der Technik besteht die Aufgabe der  
10 vorliegenden Erfindung darin, die mechanische Belastbarkeit von Rotorblättern zu erhöhen und die Fertigung zu vereinfachen und zu beschleunigen.

Diese Aufgabe wird gelöst durch ein Faserverbundbauteil für ein  
15 Rotorblatt einer Windenergieanlage umfassend einen ersten Sandwichkern und einen neben dem ersten Sandwichkern angeordneten zweiten Sandwichkern, wobei die Sandwichkerne jeweils eine dem Rotorblattinneren zugewandte Innenseite und eine dem Rotorblatt-  
äußeren zugewandte Außenseite aufweisen, wobei das Faserver-  
20 bundbauteil ferner eine erste faserhaltige Laminatschicht umfasst, die beim ersten Sandwichkern an der Innenseite des ersten Sand-  
wichkerns und beim zweiten Sandwichkern an der Außenseite des zweiten Sandwichkerns angeordnet ist, eine zweite faserhaltige La-  
minatschicht, die beim ersten Sandwichkern an der Außenseite des  
25 ersten Sandwichkerns und beim zweiten Sandwichkern an der Au-  
ßenseite des zweiten Sandwichkerns angeordnet ist, sowie eine dritte faserhaltige Laminatschicht, die beim ersten Sandwichkern an  
der Innenseite des ersten Sandwichkerns und beim zweiten Sand-  
wichkern an der Innenseite des zweiten Sandwichkerns angeordnet  
30 ist.

Die faserhaltigen Laminatschichten tragen maßgeblich zu der Stabi-

lität des Faserverbundbauteils bei. Faserhaltige Laminatschichten im Rahmen der Erfindung sind insbesondere Schichten aus faserverstärktem Verbundwerkstoff oder Faserverbundwerkstoff. Bekannte Faserverbundwerkstoffe, beispielsweise glasfaserverstärkte Kunststoffe (GFK) oder kohlefaserverstärkte Kunststoffe (CFK), zeichnen sich durch hohe strukturelle Stabilität und geringes Gewicht aus. Außerdem können Faserverbundwerkstoffe vorteilhafterweise nahezu beliebig geformt werden.

Ein Sandwichkern im Rahmen der Erfindung ist insbesondere eine Schicht des Sandwichlaminats aus einem leichten Material, wie beispielsweise Kunststoff, Schaumstoff oder Balsaholz. Die Sandwichkerne des erfindungsgemäßen Faserverbundbauteils haben insbesondere die Funktion, die Laminatschichten des Faserverbundbauteils in einem vorgegebenen Abstand zueinander zu halten. Dadurch wird insbesondere die Flächenstabilität des Faserverbundbauteils weiter erhöht.

Ein Vorteil der Erfindung besteht darin, dass die erste Laminatschicht, die erfindungsgemäß beim ersten Sandwichkern an der Innenseite und beim zweiten Sandwichkern an der Außenseite angeordnet ist, den Verbindungsbereich zwischen den beiden Sandwichkernen stabilisiert. Hierfür verläuft die erste Laminatschicht insbesondere ununterbrochen von der Innenseite des ersten Sandwichkerns zwischen den beiden Sandwichkernen hindurch zur Außenseite des zweiten Sandwichkerns. Die erfindungsgemäße erste Laminatschicht erfüllt dabei insbesondere eine Klammerfunktion zwischen den beiden Sandwichkernen. Dadurch gewährleistet die Erfindung auch dann eine ausreichende Stabilität des Sandwichlaminats, wenn das Faserverbundbauteil an der Verbindung von dem ersten Sandwichkern und dem zweiten Sandwichkern eine Kante aufweist.

Ein weiterer Vorteil der Erfindung besteht darin, dass das entsprechende Bauteil in einem Arbeitsgang gefertigt werden kann und die Verbindungsstelle zwischen den beiden Sandwichkernen nicht nachträglich verstärkt werden muss.

Die Innenseite eines Sandwichkerns bezeichnet im Rahmen der Erfindung insbesondere eine Seite oder Seitenfläche des Sandwichkerns, die bei bestimmungsgemäßem Einsatz des erfindungsgemäßen Faserverbundbauteils in einem Rotorblatt einer Windenergieanlage dem Inneren des Rotorblattes zugewandt ist. Entsprechend bezeichnet die Außenseite eines Sandwichkerns insbesondere die der Innenseite abgewandte Seite des Sandwichkerns.

Die erste Laminatschicht, die zweite Laminatschicht und/oder die dritte Laminatschicht umfassen vorzugsweise jeweils wenigstens eine Lage Fasermaterial, das in einer Matrix aus ausgehärtetem Matrixmaterial eingebettet ist.

Die lagenweise Anordnung des Fasermaterials der Laminatschichten hat insbesondere fertigungstechnische Vorteile. Beispielsweise ist die Ausrichtung der Fasern, die maßgeblich die Stabilität des Faserverbundbauteils bestimmt, bei lagenweiser Anordnung der Fasern leichter vorzugeben und zu kontrollieren. Auch ermöglicht die lagenweise Anordnung der Fasern, abhängig vom konkreten Faserverbundbauteil besonders belastete Bereiche oder Abschnitte der Laminatschichten durch zusätzliche Fasern oder Fasermateriallagen zu verstärken.

Unter Matrixmaterial werden im Rahmen der Erfindung insbesondere ursprünglich fließfähige Natur- oder Kunstharze verstanden, die insbesondere unter Luft-, Wärme- und/oder Lichteinwirkung, inklusi-

ve Einwirkung von UV-Licht, aushärten. Fasermaterial bezeichnet insbesondere Glasfaserhalbzeug, Kohlefaserhalbzeug oder Kunststofffaserhalbzeug in Form von Fasermatten, Gewebe, Gelege, Vlies oder Endlosfasern. Die Fertigung des erfindungsgemäßen Faserverbundbauteils kann sowohl unter Verwendung von harzgetränktem Fasermaterial, so genannten Prepregs, als auch unter Verwendung von trockenem Fasermaterial, das, beispielsweise in einem Vakuuminfusionsverfahren, mit Harz getränkt wird, erfolgen.

Die mechanische Stabilität des erfindungsgemäßen Faserverbundbauteils wird vorteilhafterweise weiter erhöht, wenn die erste Laminatschicht, die zweite Laminatschicht und die dritte Laminatschicht eine gemeinsame Matrix aus ausgehärtetem Matrixmaterial aufweisen. Insbesondere sind vorteilhafterweise das Fasermaterial bzw. die Fasern des Fasermaterials der drei Laminatschichten in einer einzigen Matrix aus ausgehärtetem Matrixmaterial eingebettet. Auf diese Weise wird insbesondere ein Delaminieren bzw. Ablösen einzelner Laminatschichten innerhalb des Sandwichlaminats wirksam verhindert.

Vorzugsweise sind der erste Sandwichkern und der zweite Sandwichkern, insbesondere bereichsweise, unter einem Winkel zueinander angeordnet bzw. winkelig zueinander angeordnet. Hierdurch wird insbesondere erreicht, dass sich das Sandwichlaminat im Bereich des ersten Sandwichkerns und das Sandwichlaminat im Bereich des zweiten Sandwichkerns gegenseitig stabilisieren. Der Winkel liegt vorzugsweise in einem Bereich zwischen  $10^\circ$  und  $170^\circ$ , insbesondere zwischen  $25^\circ$  und  $165^\circ$ .

Als bevorzugte Anwendung der Erfindung ist oder umfasst das erfindungsgemäße Faserverbundbauteil eine Rotorblattschale oder eine Rotorblattteilschale.



Bei einer darüber hinaus bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist oder umfasst das Faserverbundbauteil eine Rotorblattschale oder eine Rotorblattteilschale und/oder einen Abschlusssteg für eine Profilendfläche des Rotorblattes oder einen Bereich des Rotorblattes, in dem ein aerodynamisches Profil des Rotorblattes eine abgeschnittene Hinterkante aufweist.

Dies ist beispielsweise im nabennahen Bereich, d.h. im Übergangsbereich hin zur Rotorblattwurzel, üblicherweise der Fall.

Die der Erfindung zugrunde liegende Aufgabe wird auch gelöst durch ein Rotorblatt für eine Windenergieanlage mit einem erfindungsgemäßen Faserverbundbauteil.

Vorzugsweise umfasst das erfindungsgemäße Rotorblatt einen, insbesondere nabennahen, Bereich, in dem ein aerodynamisches Profil des Rotorblattes eine Profilendfläche, insbesondere eine abgeschnittene Hinterkante, aufweist.

Des Weiteren ist vorzugsweise vorgesehen, dass das erfindungsgemäße Faserverbundbauteil in dem Bereich des Rotorblattes, in dem ein aerodynamisches Profil des Rotorblattes eine Profilendfläche, insbesondere eine abgeschnittene Hinterkante, aufweist, angeordnet ist.

Weitere Merkmale der Erfindung werden aus der Beschreibung erfindungsgemäßer Ausführungsformen zusammen mit den Ansprüchen und den beigefügten Zeichnungen ersichtlich. Erfindungsgemäße Ausführungsformen können einzelne Merkmale oder eine Kombination mehrerer Merkmale erfüllen.

Die Erfindung wird nachstehend ohne Beschränkung des allgemeinen Erfindungsgedankens anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die Zeichnungen beschrieben, wobei bezüglich aller im Text nicht näher erläuterten erfindungsgemäßen Einzelheiten ausdrücklich auf die Zeichnungen verwiesen wird. Es zeigen:

- 5 Fig. 1 schematisch einen nabennahen Bereich eines erfindungsgemäßen Rotorblattes;
- 10 Fig. 2 schematisch eine Schnittdarstellung des erfindungsgemäßen Rotorblattes entlang der Linie A-A in Fig. 1;
- Fig. 3 schematisch eine Schnittdarstellung des Sandwichlaminats des erfindungsgemäßen Rotorblattes entlang der  
15 Linie B-B in Fig. 1 und
- Fig. 4 schematisch eine Schnittdarstellung des Sandwichlaminats des erfindungsgemäßen Rotorblattes entlang der  
20 Linie C-C in Fig. 1.

In den Zeichnungen sind jeweils gleiche oder gleichartige Elemente und/oder Teile mit denselben Bezugsziffern versehen, so dass von einer erneuten Vorstellung jeweils abgesehen wird.

- 25 Fig. 1 zeigt schematisch den nabennahen Bereich eines erfindungsgemäßen Rotorblattes 1.

Das Rotorblatt verfügt über eine im Querschnitt runde Blattwurzel 12 zur Verbindung des Rotorblattes 10 mit einer Nabe einer Windenergieanlage. Entlang der Längserstreckung des Rotorblattes 10  
30 hinter der Blattwurzel 12 weist das Rotorblatt 10 im Querschnitt ein mit Abstand zur Blattwurzel 12 variierendes aerodynamisches Profil

auf. Erst in einigem Abstand, beispielsweise mehrere Meter, hinter der Blattwurzel 12 weist das Rotorblatt 10 ein aerodynamisches Profil mit spitz zulaufender Hinterkante 14 auf. In dem davor liegenden Übergangsbereich weist das Rotorblatt 10 hingegen ein aerodynamisches Profil mit einer Profilendfläche, insbesondere einer abgeschnittenen Hinterkante, auf, d.h., dass das aerodynamische Profil mit einem quer zur Profilsehne angeordneten Abschlusssteg 16 endet oder abgeschlossen wird.

Fig. 2 zeigt schematisch eine Schnittdarstellung des Rotorblattes 10 in diesem Bereich entlang der in Fig. 1 dargestellten Linie A-A.

Die tragende Struktur des Rotorblattes 10 umfasst zwei Gurte 17, die zusammen mit zwei Stegen 18 eine stabile Kastenstruktur ausbilden. Die Außenhülle des Rotorblattes 10 umfasst Rotorblattschalen 19, 19', die mit der tragenden Struktur aus Gurten 17 und Stegen 18 verbunden, z.B. verklebt, sind. Alternativ können beispielsweise die Gurte 17 in die Rotorblattschalen 19, 19' integriert sein.

Typischerweise sind wenigstens zwei Rotorblattschalen, die Unterschale 19 auf der Druckseite sowie die Oberschale 19' auf der Saugseite des Rotorblattes, vorgesehen. Für die Erfindung ist es dabei unerheblich, ob die Rotorblattschalen 19, 19' sich einstückig über die gesamte Länge des Rotorblattes 10 erstrecken oder aus mehreren Rotorblattteilschalen bestehen.

Das Rotorblatt 10 wird im Bereich der Profilnase 13 angeströmt. An dem in Anströmrichtung hinteren Ende des aerodynamischen Profils befindet sich ein flächiger, quer zur Profilsehne angeordneter Abschlusssteg 16.

Bei dem gezeigten Beispiel für ein erfindungsgemäßes Rotorblatt 10

sind die Unterschale 19 und der Abschlusssteg 16 Bestandteile eines gemeinsamen Faserverbundbauteils 20 in Sandwichlaminatbauweise.

5 Fig. 3 zeigt den Aufbau des Sandwichlaminats des Faserverbundbauteils 20 in einer schematischen Schnittdarstellung entlang der Linie B-B in Fig. 1.

Das Faserverbundbauteil 20 umfasst einen ersten Sandwichkern 31 für die Unterschale 19 sowie einen zweiten Sandwichkern 32 für den Abschlusssteg 16. Die Sandwichkerne 31, 32 umfassen beispielsweise Latten oder Platten aus Balsaholz und sind im Wesentlichen flächig ausgebildet. Dabei ist jeweils eine Innenseite 23 der Sandwichkerne 31, 32 dem Rotorblatinneren 22 zugewandt und eine Außenseite 25 der Sandwichkerne 31, 32 dem Rotorblattäußeren 24.

Die Sandwichkerne 31 und 32 sind unter einem Winkel zueinander nebeneinander angeordnet, wobei ein Spalt zwischen den Sandwichkernen 31, 32 verbleibt. Der Sandwichkern 31 ist am Rand keilförmig ausgebildet, so dass der Spalt zwischen den in einem Winkel zueinander angeordneten Sandwichkernen 31, 32 eine im Wesentlichen konstante Spaltbreite aufweist.

25 Das Sandwichlaminat des Faserverbundbauteils 20 umfasst des Weiteren mehrere Laminatschichten 34, 35, 36. Hierbei handelt es sich um eine innere Laminatschicht 34, die jeweils über die Innenseite 23 der beiden Sandwichkerne 31, 32 verläuft. Des Weiteren ist eine äußere Laminatschicht 35 vorgesehen, die jeweils über die Außenseiten 25 der beiden Sandwichkerne 31, 32 verläuft. Eine dritte Laminatschicht 36 verläuft zwischen der Innenseite 23 des Sandwichkerns 31 für die Unterschale 19 und der inneren Laminat-

schicht 34, setzt sich fort in dem Spalt zwischen den Sandwichkernen 31, 32 und verläuft dann zwischen der Außenseite 25 des Sandwichkerns 32 für den Abschlusssteg und der äußeren Laminatschicht 35.

5

Die drei Laminatschichten 34, 35, 36 umfassen jeweils eine oder mehrere Lagen an Fasermaterial, beispielsweise Matten aus Glasfasern. Die Faserlagen der Laminatschichten 34, 35, 36, in Fig. 3 schematisch als durchgezogene Linien dargestellt, sowie die beiden Sandwichkerne 31, 32 sind in einer gemeinsamen Harzmatrix 38 aus ausgehärtetem Harz eingebettet, deren Oberflächenkonturen in Fig. 3 als gestrichelte Linien dargestellt sind. Die Oberflächenkonturen der Harzmatrix 38 bilden gleichzeitig die Oberflächen des Faserverbundbauteils zum Rotorblatinneren 22 und zum Rotorblattäußeren 24 hin.

10

15

Fig. 4 zeigt schematisch eine Schnittdarstellung des Faserverbundbauteils 20 in einer Schnittebene, die näher an der Blattwurzel 12 liegt und in Fig. 1 durch die Linie C–C dargestellt ist.

20

Der Aufbau des Sandwichlaminats des Faserverbundbauteils 20 mit zwei Sandwichkernen 31, 32 und drei Laminatschichten 34, 35, 36 entspricht grundsätzlich dem in Fig. 3 gezeigten Aufbau. Im Detail ergeben sich jedoch einige Unterschiede.

25

Nahe an der Blattwurzel 12 sind die Sandwichkerne 31, 32 in einem viel flacheren Winkel zueinander angeordnet, um einen gleichmäßigen Übergang in die runde Blattwurzel 12 zu erreichen. Zur Ausbildung eines Spaltes mit im Wesentlichen konstanter Spaltbreite sind in diesem Bereich beide Sandwichkerne 31, 32 am Rand keilförmig ausgebildet. Die dritte Laminatschicht 36 erstreckt sich dadurch in einem flachen Winkel von der Innenseite 23 des ersten Sandwich-

30

kerns 31 zur Außenseite 25 des zweiten Sandwichkerns 32, was sich positiv auf die Stabilität der Verbindung zwischen den beiden Sandwichkernen 31, 32 auswirkt.

5 Des Weiteren sind sowohl die Sandwichkerne 31, 32 als auch die Laminatschichten 34, 35, 36 zur Erhöhung der mechanischen Stabilität am Übergang zur Blattwurzel 12 dicker ausgebildet als in dem in Fig. 3 dargestellten Bereich des Faserverbundbauteils 20.

10 Alle genannten Merkmale, auch die den Zeichnungen allein zu entnehmenden sowie auch einzelne Merkmale, die in Kombination mit anderen Merkmalen offenbart sind, werden allein und in Kombination als erfindungswesentlich angesehen. Erfindungsgemäße Ausführungsformen können durch einzelne Merkmale oder eine Kombination  
15 mehrerer Merkmale erfüllt sein.

20

Bezugszeichenliste

|    |            |                     |
|----|------------|---------------------|
|    | 10         | Rotorblatt          |
|    | 12         | Blattwurzel         |
| 5  | 13         | Blattnase           |
|    | 14         | Hinterkante         |
|    | 16         | Abschlusssteg       |
|    | 17         | Gurt                |
|    | 18         | Steg                |
| 10 | 19         | Unterschale         |
|    | 19'        | Oberschale          |
|    | 20         | Faserverbundbauteil |
|    | 22         | Rotorblattinneres   |
|    | 23         | Innenseite          |
| 15 | 24         | Rotorblattäußeres   |
|    | 25         | Außenseite          |
|    | 31, 32     | Sandwichkern        |
|    | 34, 35, 36 | Laminatschicht      |
|    | 38         | Harzmatrix          |

20

25

5

10

### Patentansprüche

- 15 1. Faserverbundbauteil (20) für ein Rotorblatt (10) einer Wind-  
energieanlage umfassend einen ersten Sandwichkern (31)  
und einen neben dem ersten Sandwichkern (31) angeordne-  
ten zweiten Sandwichkern (32), wobei die Sandwichkerne (31,  
32) jeweils eine dem Rotorblattinneren (22) zugewandte In-  
20 nenseite (23) und eine dem Rotorblattäußeren (24) zuge-  
wandte Außenseite (25) aufweisen, wobei das Faserverbund-  
bauteil (20) ferner eine erste faserhaltige Laminatschicht (36)  
umfasst, die beim ersten Sandwichkern (31) an der Innenseite  
(23) des ersten Sandwichkerns (31) und beim zweiten Sand-  
25 wichkern (32) an der Außenseite (25) des zweiten Sandwich-  
kerns (32) angeordnet ist, eine zweite faserhaltige Laminat-  
schicht (35), die beim ersten Sandwichkern (31) an der Au-  
ßenseite (25) des ersten Sandwichkerns (31) und beim zwei-  
ten Sandwichkern (32) an der Außenseite (25) des zweiten  
30 Sandwichkerns (32) angeordnet ist, sowie eine dritte faserhal-  
tige Laminatschicht (34), die beim ersten Sandwichkern (31)  
an der Innenseite (23) des ersten Sandwichkerns (31) und



beim zweiten Sandwichkern (32) an der Innenseite (23) des zweiten Sandwichkerns (32) angeordnet ist.

- 5 2. Faserverbundbauteil (20) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Laminatschicht (36), die zweite Laminatschicht (35) und/oder die dritte Laminatschicht (34) jeweils wenigstens eine Lage Fasermaterial umfassen, das in einer Matrix (38) aus ausgehärtetem Matrixmaterial eingebettet ist.
- 10 3. Faserverbundbauteil (20) nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Laminatschicht (36), die zweite Laminatschicht (35) und die dritte Laminatschicht (34) eine gemeinsame Matrix (38) aus ausgehärtetem Matrixmaterial aufweisen.
- 15 4. Faserverbundbauteil (20) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Sandwichkern (31) und der zweite Sandwichkern (32), insbesondere bereichsweise, unter einem Winkel zueinander angeordnet sind.
- 20 5. Faserverbundbauteil (20) nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass das Faserverbundbauteil (20) eine Rotorblattschale (19, 19') oder eine Rotorblattteilschale (19, 19') und/oder einen Abschlusssteg (16) für eine Profilendfläche des Rotorblattes (10) ist oder umfasst.
- 25 6. Rotorblatt (10) für eine Windenergieanlage mit einem Faserverbundbauteil (20) nach einem der Ansprüche 1 bis 5.
- 30 7. Rotorblatt (10) nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass das Rotorblatt (10) einen, insbesondere nabennahen,

Bereich umfasst, in dem ein aerodynamisches Profil des Rotorblattes (10) eine Profilendfläche aufweist.

- 5 8. Rotorblatt (10) nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass das Faserverbundbauteil (20) in dem Bereich des Rotorblattes (10), in dem ein aerodynamisches Profil des Rotorblattes (10) eine Profilendfläche aufweist, angeordnet ist.

10

Fig. 1

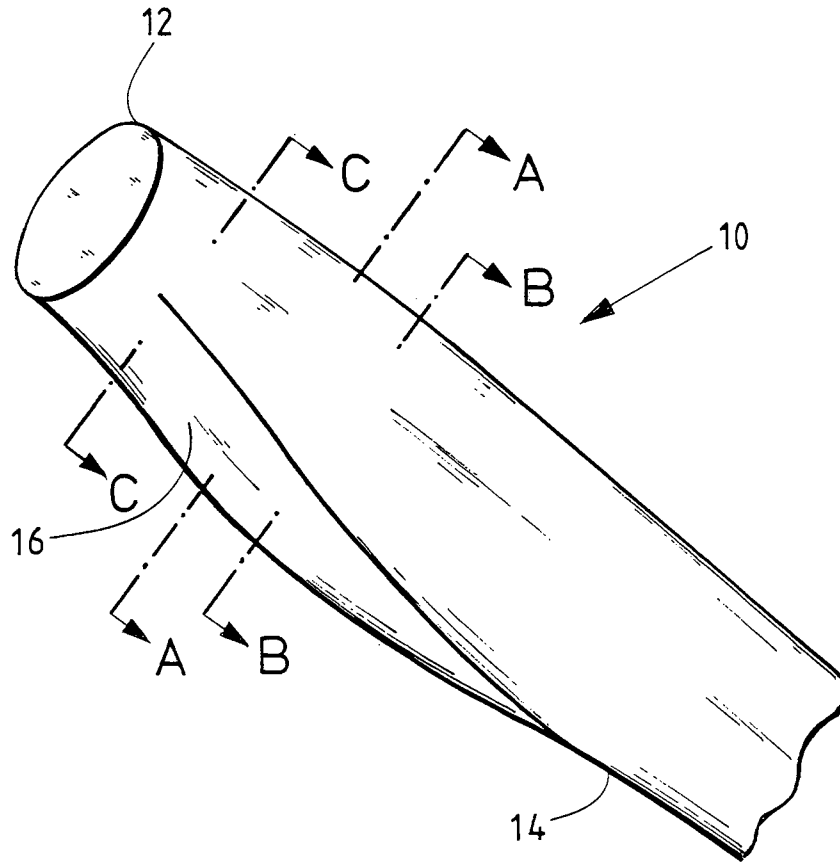


Fig. 2

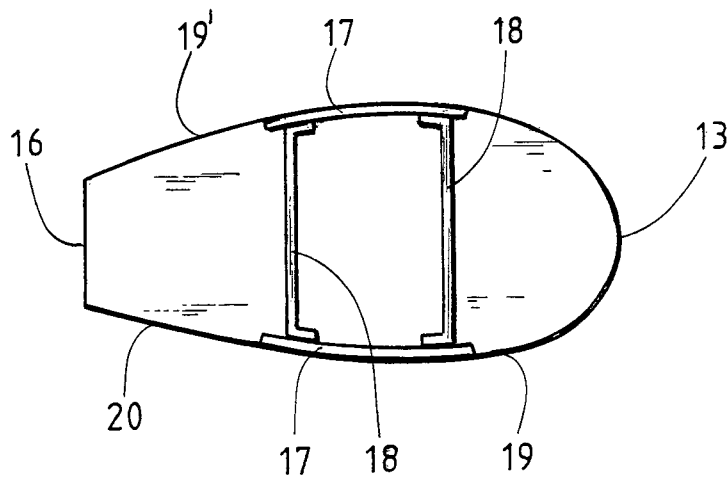


Fig. 3

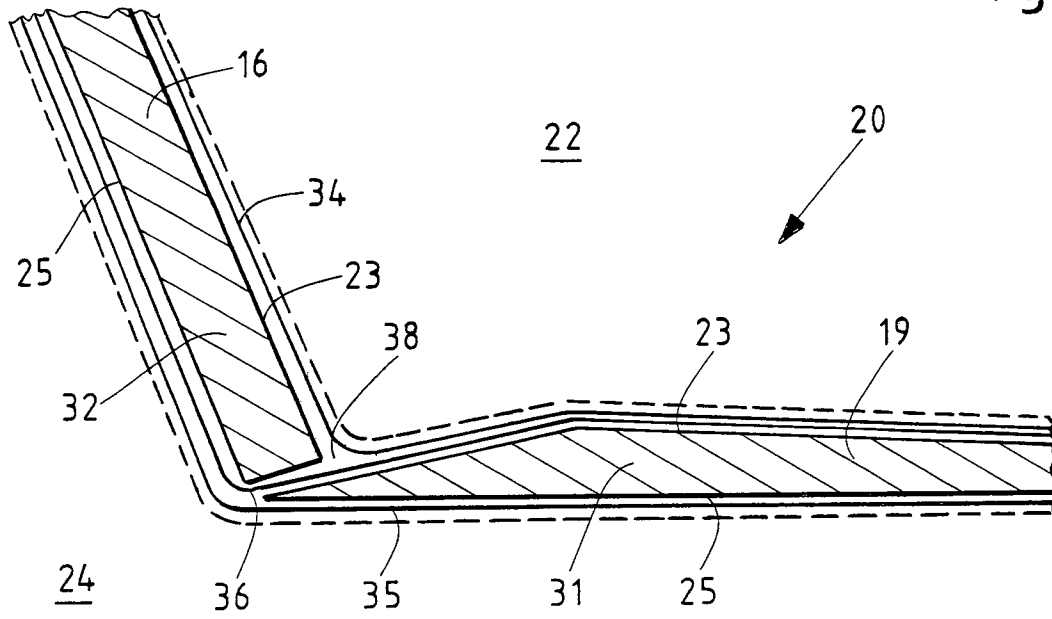
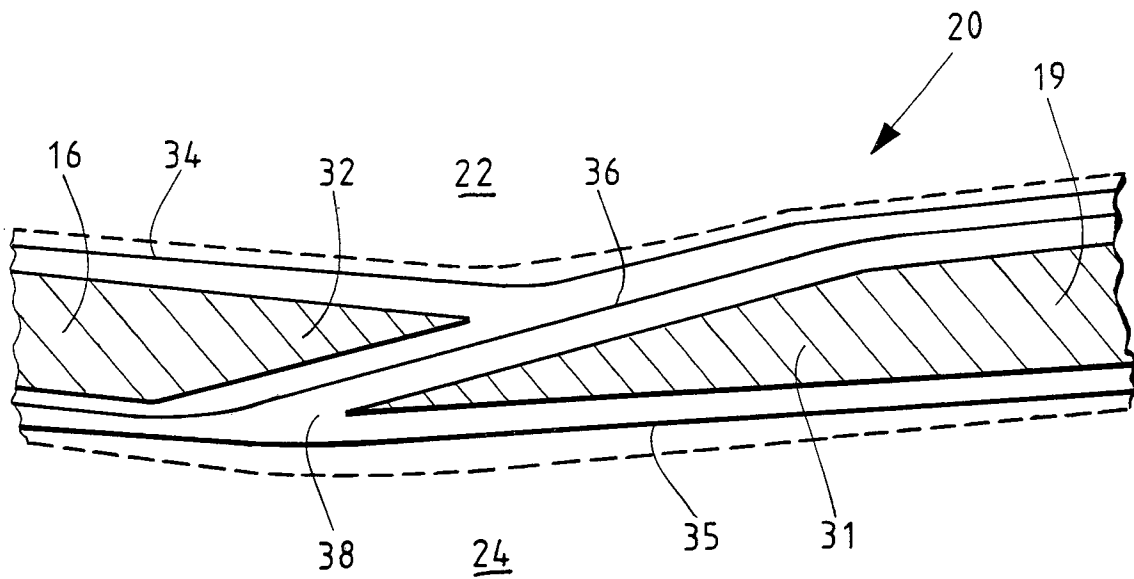


Fig. 4



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/EP2013/002881

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
INV. F03D1/06  
ADD.  
  
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

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 2 444 660 A1 (MITSUBISHI HEAVY IND LTD [JP]) 25 April 2012 (2012-04-25) paragraphs [0019], [0020], [0025], [0026], [0034] - [0039]; figure 2<br>----- | 1-8                   |
| X         | EP 2 110 552 A1 (SIEMENS AG [DE]) 21 October 2009 (2009-10-21) paragraphs [0035], [0036]; figure 5<br>-----  | 1-8                   |
| A         | JP S61 192866 A (YAMAHA MOTOR CO LTD) 27 August 1986 (1986-08-27) figure 2<br>-----  | 1                     |
| A         | EP 2 341 241 A1 (GAMESA INNOVATION & TECH SL [ES]) 6 July 2011 (2011-07-06) figures 7,8a-8d<br>-----   | 1                     |

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<br><br>8 January 2014 | Date of mailing of the international search report<br><br>15/01/2014 |
|---|--|

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

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

|   |
|---|
| International application No<br>PCT/EP2013/002881 |
|---|

| Patent document cited in search report | Publication date | Patent family member(s) | Publication date |            |
|--|------------------|-------------------------|------------------|------------|
| EP 2444660                             | A1               | 25-04-2012              | EP 2444660 A1    | 25-04-2012 |
|  |                  |                         | US 2012093656 A1 | 19-04-2012 |
|  |                  |                         | WO 2011004504 A1 | 13-01-2011 |
| -----                                  |                  |                         |                  |            |
| EP 2110552                             | A1               | 21-10-2009              | CN 101559652 A   | 21-10-2009 |
|  |                  |                         | EP 2110552 A1    | 21-10-2009 |
|  |                  |                         | US 2009257881 A1 | 15-10-2009 |
|  |                  |                         | US 2012194960 A1 | 02-08-2012 |
| -----                                  |                  |                         |                  |            |
| JP S61192866                           | A                | 27-08-1986              | NONE             |            |
| -----                                  |                  |                         |                  |            |
| EP 2341241                             | A1               | 06-07-2011              | CN 102197216 A   | 21-09-2011 |
|  |                  |                         | EP 2341241 A1    | 06-07-2011 |
|  |                  |                         | ES 2341073 A1    | 14-06-2010 |
|  |                  |                         | US 2011200444 A1 | 18-08-2011 |
|  |                  |                         | WO 2010049560 A1 | 06-05-2010 |
| -----                                  |                  |                         |                  |            |

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2013/002881

| <b>A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES</b><br>INV. F03D1/06<br>ADD.   |  |  |
|---|--|--|
| Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC   |  |  |
| <b>B. RECHERCHIERTE GEBIETE</b>   |  |  |
| Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole )<br>F03D   |  |  |
| 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)<br>EPO-Internal, WPI Data   |  |  |
| <b>C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN</b>  |  |  |
| Kategorie*  | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile   | Betr. Anspruch Nr.   |
| X   | EP 2 444 660 A1 (MITSUBISHI HEAVY IND LTD [JP]) 25. April 2012 (2012-04-25)<br>Absätze [0019], [0020], [0025], [0026], [0034] - [0039]; Abbildung 2<br>----- | 1-8  |
| X   | EP 2 110 552 A1 (SIEMENS AG [DE]) 21. Oktober 2009 (2009-10-21)<br>Absätze [0035], [0036]; Abbildung 5<br>-----  | 1-8  |
| A   | JP S61 192866 A (YAMAHA MOTOR CO LTD) 27. August 1986 (1986-08-27)<br>Abbildung 2<br>-----   | 1  |
| A   | EP 2 341 241 A1 (GAMESA INNOVATION & TECH SL [ES]) 6. Juli 2011 (2011-07-06)<br>Abbildungen 7,8a-8d<br>-----   | 1  |
| <input type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie   |  |  |
| * Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :<br>"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist<br>"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist<br>"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)<br>"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht<br>"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<br>"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden<br>"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<br>"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist |
| Datum des Abschlusses der internationalen Recherche<br>8. Januar 2014   |  | Absenddatum des internationalen Recherchenberichts<br>15/01/2014   |
| Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde<br>Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2<br>NL - 2280 HV Rijswijk<br>Tel. (+31-70) 340-2040,<br>Fax: (+31-70) 340-3016  |  | Bevollmächtigter Bediensteter<br>Bradley, David  |

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2013/002881

| Im Recherchenbericht<br>angeführtes Patentdokument | Datum der<br>Veröffentlichung | Mitglied(er) der<br>Patentfamilie | Datum der<br>Veröffentlichung |
|--|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| EP 2444660   | A1                            | 25-04-2012                        | EP 2444660 A1 25-04-2012      |
|  |                               |                                   | US 2012093656 A1 19-04-2012   |
|  |                               |                                   | WO 2011004504 A1 13-01-2011   |
| -----  |                               |                                   |                               |
| EP 2110552   | A1                            | 21-10-2009                        | CN 101559652 A 21-10-2009     |
|  |                               |                                   | EP 2110552 A1 21-10-2009      |
|  |                               |                                   | US 2009257881 A1 15-10-2009   |
|  |                               |                                   | US 2012194960 A1 02-08-2012   |
| -----  |                               |                                   |                               |
| JP S61192866                                       | A                             | 27-08-1986                        | KEINE                         |
| -----  |                               |                                   |                               |
| EP 2341241   | A1                            | 06-07-2011                        | CN 102197216 A 21-09-2011     |
|  |                               |                                   | EP 2341241 A1 06-07-2011      |
|  |                               |                                   | ES 2341073 A1 14-06-2010      |
|  |                               |                                   | US 2011200444 A1 18-08-2011   |
|  |                               |                                   | WO 2010049560 A1 06-05-2010   |
| -----  |                               |                                   |                               |