

(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
20. April 2006 (20.04.2006)

PCT

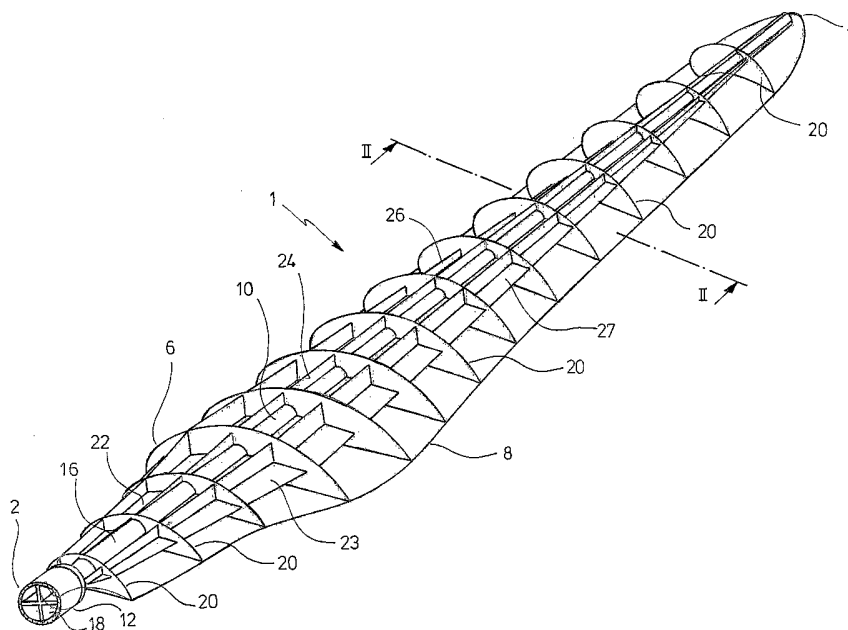
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2006/039953 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation⁷: **F03D 1/06**
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2005/007261
- (22) Internationales Anmeldedatum:
5. Juli 2005 (05.07.2005)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
10 2004 049 098.8 8. Oktober 2004 (08.10.2004) DE
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **EEW MASCHINENBAU GMBH** [DE/DE]; Eichkampredder 3, 24217 Schönberg (DE).
- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **MEYER, Peter** [DE/DE]; Bahnhofstr. 3, 24217 Schönberg (DE).
- (74) Anwälte: **BOTH, Georg** usw.; Uexküll & Stolberg, Be-selerstr. 4, 22607 Hamburg (DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.
- (84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: ROTOR BLADE FOR A WIND POWER SYSTEM

(54) Bezeichnung: ROTORBLATT FÜR EINE WINDENERGIEANLAGE



(57) Abstract: A rotor blade (1) for a wind power system, comprising a gudgeon (10) extending from the root(2) of the rotor blade (1) to the tip (4) of the rotor blade (1). A number of transversal ribs (20) are arranged at a distance from each other on the gudgeon (10). The gudgeon (10), transversal ribs (20) and, optionally, other reinforcing elements (22-29) extending in the longitudinal direction of the rotor blade (1) are surrounding by a covering skin.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2006/039953 A1



Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(57) Zusammenfassung: Ein Rotorblatt (1) für eine Windenergieanlage weist einen sich von der Wurzel (2) des Rotorblatts (1) bis zur Spitze (4) des Rotorblatts (1) erstreckenden Dorn (10) auf. Auf dem Dorn (10) ist eine Anzahl von Querspanten (20) zueinander beabstandet angeordnet. Der Dorn (10), die Querspanten (20) und gegebenenfalls weitere, in Längsrichtung des Rotorblatts (1) verlaufende Versteifungen (22 bis 29) sind von einer Deckhaut umgeben.

Rotorblatt für eine Windenergieanlage

Die Erfindung betrifft ein Rotorblatt für eine Windenergieanlage.
5

Herkömmliche Rotorblätter für Windenergieanlagen bestehen aus zwei Halbschalen und einem Spant, der in dem Hohlraum zwischen den beiden Halbschalen angeordnet ist und sich entlang der Längsachse des Rotorblatts erstreckt. Die Halbschalen der Rotorblätter sind üblicherweise aus einem Glasfaser/Kunstharz-Gemisch hergestellt. Sie werden zu einem Rotorblatt zusammengefügt, indem die glatten Stirnflächen der Halbschalen sowie die Stirnflächen des Längsspants miteinander verklebt werden.
10
15 Ein so zusammengesetztes Rotorblatt wird mit seiner Wurzel an

der Nabe des Rotors einer Windenergieanlage befestigt. Die Rotorblätter sind derart ausgelegt, dass sie die durch den Winddruck und die Rotation der Windenergieanlage erzeugten Kräfte aufnehmen und über die beiden verbundenen Halbschalen sowie den Spant in die Blattwurzel führen. Ein Rotorblatt muss daher entsprechend steif ausgebildet werden. Gleichzeitig müssen die Halbschalen auch entsprechend der gewünschten äußeren Kontur des Rotorblattes ausgeformt sein. Der erläuterte Aufbau der Rotorblätter bedingt eine vergleichsweise hohe Wanddicke der Halbschalen im Bereich der Blattwurzel, während die Wanddicke zur Spitze des Rotorblatts hin abnehmen kann.

Wegen der geforderten hohen Wanddicke weisen Rotorblätter für moderne Windenergieanlagen ein hohes Gewicht auf. Dies ist mit mehreren Nachteilen verbunden. Zum einen ist der Transport eines Rotorblatts sehr aufwendig. Ferner sind herkömmliche Rotorblätter nur unter schwierigen Umständen an einer Windenergieanlage zu montieren, was in der Regel nur mit Hilfe großer Krananlagen möglich ist. Zudem ändern sich während der Montage bzw. Demontage beim Austausch eines Rotorblatts die statischen Verhältnisse der gesamten Windenergieanlage erheblich. Dies kann es bei größeren Anlagen erforderlich machen, dass die Windenergieanlage bei der Montage bzw. Demontage der Rotorblätter mittels eines weiteren Krans abgestützt werden muss.

25

Es ist Aufgabe der Erfindung, ein Rotorblatt für eine Windenergieanlage zu schaffen, das über ein möglichst geringes Gewicht verfügt und trotzdem in der Lage ist, die beim Betrieb einer Windenergieanlage auftretenden hohen Kräfte aufzunehmen.

30

Diese Aufgabe wird gelöst durch ein Rotorblatt für eine Windenergieanlage mit den Merkmalen des Anspruchs 1. Vorteilhaft ausgegestaltete Ausführungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen.

5

Das erfindungsgemäße Rotorblatt für eine Windenergieanlage weist einen Dorn auf, der sich von der Wurzel des Rotorblatts bis zur Spitze des Rotorblatts erstreckt. Auf dem Dorn ist eine Anzahl von Querspanten auf Abstand zueinander angeordnet.

10 Eine Deckhaut umgibt den Dorn und die Querspanten.

Der Begriff "ein Dorn" ist hier im Sinne von "mindestens ein Dorn" zu verstehen. Denn Rotorblätter, die in dem von der Deckhaut umgebenen Bereich mehrere Dorne aufweisen, die sich im Wesentlichen in Längsrichtung des Rotorblatts erstrecken und dabei im Prinzip auch gekrümmt verlaufen können, fallen ebenfalls unter die Erfindung.

Die Deckhaut kann eine auf den nach oben weisenden Stirnflächen der Querspanten aufliegende Oberschale und eine auf den nach unten weisenden Stirnflächen der Querspanten aufliegende Unterschale aufweisen, wobei die Oberschale bzw. die Unterschale auch mehrteilig ausgebildet sein können. Es ist aber auch denkbar, dass die Deckhaut einstückig gestaltet ist, z.B. aus einer aufgewickelten Bahn (siehe unten).

Der Dorn verjüngt sich vorzugsweise zur Spitze des Rotorblatts hin und hat z.B. eine konische Form. Grundsätzlich deckt hier der Begriff "Dorn" auch eine zylindrische Grundform mit ab. Da bei den im Betrieb des Rotorblatts auftretenden Kräften im Bereich der Wurzel des Rotorblatts ein größeres Flächenträg-

30

- 4 -

heitsmoment erforderlich ist als im Bereich der Spitze des Rotorblatts, ist ein sich verjüngender Dorn mit Gewichtsvorteilen verbunden.

5 Bei dem erfindungsgemäßen Rotorblatt bilden der Dorn und die Querspanten ein Grundgerüst. Die Querspanten dienen der Abstützung der Deckhaut des Rotorblattes, die - im Gegensatz zu den eingangs erläuterten vorbekannten Rotorblättern - keine tragende Funktion übernehmen muss. Die Form der Querspanten
10 entspricht bevorzugt der Kontur des Umfanges des Rotorblatts in der jeweiligen Erstreckungsebene der Querspanten. Denkbar ist es aber auch, dass die einzelnen Querspanten die Deckhaut in der jeweiligen Erstreckungsebene nur punktuell abstützen.

15 Der Dorn ist vorzugsweise hohl und in seinem Inneren mit einer Quer- und Längsversteifung versehen, z.B. mit einem Kreuzspant. Auf diese Weise lässt sich die Steifigkeit des Rotorblatts erhöhen. Die gewünschte Erhöhung der Steifigkeit kann jedoch auch mit Hilfe anderer Spantanordnungen erzielt werden.
20 Besonders vorteilhaft sind winkelige Anordnungen.

Bei bevorzugten Ausführungsformen der Erfindung enthält das Rotorblatt ferner mindestens einen Längsspant, der sich zwischen dem Dorn und der Deckhaut über zumindest einen Teil der
25 Länge des Rotorblatts erstreckt. Dabei können z.B. zwei Längsspanten vorgesehen sein, die zwischen dem Dorn und der Vorderkante des Rotorblatts sowie zwischen dem Dorn und der Hinterkante des Rotorblatts verlaufen; zusätzliche Längsspanten können sich z.B. quer zu diesen beiden Längsspanten erstrecken.
30 Ferner kann zusätzlich mindestens eine Längssteife vorhanden sein, die sich quer zu einem Längsspant zwischen diesem Längs-

- 5 -

spant und der Deckhaut über zumindest einen Teil der Länge des Rotorblatts erstreckt. Die Längsspannten und Längssteifen stabilisieren das aus dem Dorn (oder den Dornen) und den Querspannten bestehende Grundgerüst zusätzlich und bilden damit eine Tragstruktur, von der die Deckhaut an vielen Stellen gehalten werden kann. Dabei ist es möglich, die Deckhaut auch an den Längsspannten und an den Längssteifen nur punktuell zu unterstützen; es ist aber auch denkbar, dass die Längsspannten und Längssteifen gar nicht bis an die Deckkante heranreichen. Dieses Konzept ermöglicht es, die Deckhaut sehr dünn auszugestalten, sodass die Deckhaut eine Membran bildet, die im Wesentlichen nur auf Zugkräfte beansprucht wird. Wegen der im Betrieb des Rotorblatts unter den Windkräften auftretenden Durchbiegungen der Deckhaut sollte der Dorn einen Durchmesser haben, der möglichst 90% des Abstandes zwischen der Deckhaut an der Oberseite und an der Unterseite des Rotorblatts nicht überschreiten, damit genügend Platz für derartige Durchbiegungen zur Verfügung steht. Die weiter oben erwähnte einstückige Struktur der Deckhaut lässt sich z.B. durch Aufwickeln von Bahnware auf die Tragstruktur erzielen.

Das Rotorblatt kann ferner mindestens ein Zugband aufweisen, das sich im Bereich der Deckhaut über zumindest einen Teil der Länge des Rotorblatts erstreckt. Dabei kann ein jeweiliges Zugband auf der äußeren Oberfläche oder an der Innenseite der Deckhaut angeordnet sein, z.B. im Bereich der Vorderkante und der Hinterkante der Tragstruktur. Durch die Zugbänder werden die durch den Winddruck entstehenden Biegungen und Schwingungen des Rotorblatts in Zugkräfte umgesetzt, die in die Blattwurzel eingeleitet werden. Je nach Anforderung können die Zugbänder mit abgerundeter oder mit eckiger Querschnittsform ge-

staltet sein; auch ein kreisrunder oder quadratischer Querschnitt ist denkbar.

Die zuvor erläuterten Komponenten des Rotorblatts (oder zumindest einige dieser Komponenten), nämlich Dorn, Querspanten, Deckhaut, Quer- und Längsversteifung im Inneren des Dorns, Längsspanten, Längssteifen und Zugbänder, weisen bei bevorzugten Ausführungsformen der Erfindung einen Verbundwerkstoff auf, vorzugsweise einen Verbundwerkstoff mit einem Fasermaterial und einem aushärtbaren Harz. Besonders vorteilhafte Fasermaterialien sind Kohlenstofffasern, Glasfasern und Aramidfasern (d.h. Fasern aus aromatischen Polyamiden, z.B. von Dupont mit der Bezeichnung "Kevlar" vertrieben). Auch Mischungen derartiger Fasermaterialien sind denkbar. Als Harz eignen sich z.B. Epoxidharz und Polyesterharz. Je nach Beanspruchung des betreffenden Bauteils können die Fasern gerichtet oder auch multidirektional angeordnet sein. Auch geflochtene Fasern oder gehäckselte Monofasern sind denkbar. Ferner kann eine Variation des Harzanteils in weiten Bereichen sinnvoll sein, bis zu einer Reduzierung auf Null.

Insbesondere bei Kohlenstofffasern ist das Verhältnis von Zugfestigkeit zu Dichte wesentlich günstiger als bei Stahl oder Aluminium. Ein Rotorblatt, bei dem die Deckhaut in erfindungsgemäßer Weise von einem Grundgerüst getragen wird und das unter Verwendung derartiger Verbundmaterialien gefertigt ist, ist daher viel leichter als ein herkömmliches Rotorblatt. Durch das erfindungsgemäße Rotorblatt werden somit die eingangs erläuterten Nachteile der herkömmlichen Rotorblätter vermieden.

- 7 -

Wegen der hohen Festigkeiten der Verbundwerkstoffe sind im Prinzip so geringe Materialstärken möglich, dass durch zusätzliche Maßnahmen für eine ausreichende Steifigkeit der Komponenten oder einzelner Komponenten des Rotorblatts gesorgt werden muss. Dies geschieht vorzugsweise, indem die jeweilige Komponente (Dorn, Querspannten, Quer- und Längsversteifung im Inneren des Dorns, Längsspannten, Längssteifen) als Sandwichstruktur gestaltet wird. Dabei weist die Sandwichstruktur vorzugsweise eine obere Deckschicht, eine geschäumte Mittellage (also eine Mittellage mit einem Schaumstoff) und eine untere Deckschicht auf, wobei die beiden Deckschichten vorzugsweise einen der erläuterten Verbundwerkstoffe enthalten. Wenn die Deckhaut nicht als Membran ausgebildet sein soll, kann auch für die Deckhaut eine Sandwichstruktur sinnvoll sein. Je nach Konstruktion und Anordnung eines Zugbands kann sich sogar in diesem Fall eine Sandwichstruktur empfehlen.

Die Verbindungen zwischen Komponenten des Rotorblatts, also zwischen den Teilen der Tragstruktur und zur Deckhaut, können auf vielfältige Weise gestaltet werden. Grundsätzlich ist hierfür jede den Belastungen im Betrieb standhaltende Verbindung geeignet. Denkbar sind z.B. Klebe-, Schraub- oder Nietverbindungen. Formschlüssige Verbindungen, die z.B. auch zusätzlich verklebt sein können, lassen sich ebenfalls anwenden. Vorzugsweise sind die Verbindungen mit einem Verbundwerkstoff der oben erläuterten Art ausgestaltet. Dazu können auch winkelförmige Strukturen eingesetzt werden. In einer bevorzugten Ausführungsform wird z.B. über die gesamte Kantenlänge der Verbindungsstelle ein Grundkörper aus Kohlenstofffasern, Glasfasern, Aramidfasern oder einem Gemisch dieser Materialien aufgebracht, z.B. mit einem Querschnitt wie ein Winkelprofil,

- 8 -

und mit Harz getränkt. Dieser Grundkörper kann z.B. aus einem
Mattenmaterial bestehen, das aus multidirektional geflochtenen
Fasern dieser Fasermaterialien hergestellt ist oder auch aus
gehäckselten Monofasern. Eine weitere Verbindungsmöglichkeit
5 ist die Injektion von Harz, Aramidfasern, Kohlenstofffasern,
Glasfasern oder eines Gemisches davon in die Verbindungsfugen
zwischen den einzelnen Teilen oder Komponenten.

Die Wurzel des Dorns kann mit einem Flanschteil versehen sein,
10 das einen größeren Umfang hat als der sich zur Spitze des Ro-
torblatts hin erstreckende übrige Teil des Dorns. Der Übergang
von diesem Flanschteil zu dem sich anschließenden zur Spitze
weisenden Teil des Dorns kann z.B. über einen Winkel oder als
angeschrägte Fläche ausgebildet sein.

15

Vorzugsweise ist eine im Bereich der Wurzel des Rotorblatts in
den Dorn eingebrachte oder den Dorn umfassende Stahleinlage
vorgesehen, die zur Verbindung des Rotorblatts mit einem Ro-
torflansch einer Windenergieanlage eingerichtet ist. Dazu kann
20 auf dem zur Spitze des Rotorblatts weisenden Ende des oben er-
wähnten Flanschteils eine als Ring gestaltete Stahleinlage
(oder hier besser Stahlauflage) angeordnet sein. Eine Ferti-
gung aus anderen Metallen als Stahl ist ebenfalls denkbar.
Dieser Ring ist vorzugsweise mit Löchern versehen, die zur
25 Aufnahme von Bolzen dienen, mit deren Hilfe sich das Rotor-
blatt mit der Nabe (Rotorflansch) einer Windenergieanlage ver-
binden lässt. Der Sinn des Stahlringes ist es, eine Befesti-
gungsstelle für die Verbindungsbolzen bereitzustellen, die aus
einem belastbaren und insbesondere auch harten Material be-
30 steht, das geeignet ist, den auf die Verbindung von Rotorblatt
und Nabe einwirkenden Kräften standzuhalten und gleichzeitig

weniger anfällig für Beschädigungen ist als der Verbundwerkstoff des Dornes.

Im folgenden wird die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen weiter beschrieben. Die Zeichnungen zeigen in

Figur 1 eine räumliche Darstellung einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen Rotorblatts ohne Deckhaut,

10 Figur 2 einen Querschnitt durch das Rotorblatt gemäß Figur 1 entlang der Achse II-II, wobei die Deckhaut eingezeichnet ist,

15 Figur 3 eine Veranschaulichung von Verbindungen zwischen Komponenten des Rotorblatts in einem Teilquerschnitt und

Figur 4 einen Längsschnitt durch den Dorn im Bereich der Wurzel des Rotorblatts aus Figur 1.

20 In Figur 1 sind der Aufbau und das Traggerüst eines Rotorblatts 1 für eine Windenergieanlage veranschaulicht. Das Rotorblatt 1 erstreckt sich in Längsrichtung von einer Wurzel 2, wo es an der Nabe einer Windenergieanlage montiert werden kann, bis zu einer Spitze 4 und hat eine Vorderkante 6 und eine Hinterkante 8.

Im Inneren des Rotorblatts 1 ist in Längsrichtung ein Dorn 10 angeordnet, der ein wesentliches Element der Tragstruktur bildet. Im Ausführungsbeispiel ist der Dorn 10 (abgesehen von einer Versteifungsstruktur in seinem Innenraum, siehe unten) rotationssymmetrisch gestaltet. Im Bereich der Wurzel 2 des Ro-

- 10 -

torblatts 1 weist der Dorn 10 ein Flanschteil 12 von relativ großem Durchmesser auf (siehe auch Figur 4), das über einen abgeschrägten Übergang 14 in ein Hauptteil 16 übergeht. Das Hauptteil 16 ist konisch gestaltet und verjüngt sich allmählich in Richtung auf die Spitze 4 des Rotorblatts 1 zu. Zur Versteifung des Dorns 10 dient ein in seinem Innenraum angeordneter Kreuzspant 18, siehe auch Figur 2. Ansonsten ist der Innenraum des Dorns 10 hohl.

10 Auf dem Dorn 10 ist zueinander beabstandet eine Anzahl von Querspannten 20 befestigt. Im Ausführungsbeispiel gibt die Umfangslinie eines jeweiligen Querspannts 20 die Querschnittsform des Rotorblatts 1 an der betreffenden Stelle vor.

15 In Längsrichtung des Rotorblatts 1 erstrecken sich Längsspannten 22, 23, 24 und 25 sowie Längssteifen 26, 27, 28 und 29, siehe Figur 1 und Figur 2. Die Längsspannten 22 bis 25 verlaufen per definitionem zwischen dem Dorn 10 und der Deckhaut des Rotorblatts 1, während die Längssteifen 26 bis 29 von den Längsspannten 22 bis 25 ausgehen und auf die Deckhaut zulaufen. Die Längsspannten 22 bis 25 und die Längssteifen 26 bis 29 müssen die Deckhaut jedoch nicht berühren, da die Deckhaut bereits von den Querspannten 20 in ausreichendem Maße abgestützt und in ihrer Form definiert wird.

25

Im Ausführungsbeispiel besteht die Deckhaut aus einer Ober-
schale 30 und einer Unterschale 31, siehe Figur 2. Die Ober-
schale 30 und die Unterschale 31 werden als getrennte Bauteile
gefertigt und an der Tragstruktur des Rotorblatts 1 zusammen-
30 gefügt. Dazu dienen im Ausführungsbeispiel Nut/Feder-
Verbindungen an der Vorderkante 6 und an der Hinterkante 8 des

- 11 -

Rotorblatts 1, die miteinander verklebt werden. Bei dieser Konstruktion sind die Oberschale 30 und die Unterschale 31 wegen der separaten Fertigung relativ dicke Bauteile.

5 Alternativ ist es möglich, die Deckhaut des Rotorblatts 1 als Membran aus sehr dünnem Material zu gestalten, vorzugsweise aus Kohlenstofffasern, die sich mittels textiler Techniken verarbeiten lassen und z.B. als Bahnware um die Tragstruktur des Rotorblatts 1 von der Wurzel 2 bis zur Spitze 4 gewickelt
10 werden können. Bei Bedarf kann dem Kohlenstofffasermaterial ein aushärtendes Harz zugesetzt werden.

In Figur 2 ist zu erkennen, dass das Rotorblatt 1 im Bereich seiner Hinterkante 8 eine als Zugband dienende Kantenverstärkung 32 und im Bereich seiner Vorderkante 6 ein ebenfalls als
15 Zugband dienendes winkliges Zwischenstück 34 aufweist. Ferner ist an der Vorderkante 6 ein Eisschutzprofil 36 aus Metall vorgesehen.

20 Im Ausführungsbeispiel sind die Teile und Komponenten des Rotorblatts 1 aus einem Verbundwerkstoff gefertigt, der Kohlenstofffasern und ein aushärtbares Harz (vorzugsweise Epoxidharz oder Polyesterharz) enthält. Die Verwendung eines anderen Fasermaterials (z.B. von Glasfasern oder von Aramidfasern, wie
25 weiter oben erläutert) oder von Mischungen verschiedener Faserarten ist ebenfalls denkbar. Dabei sind der Dorn 10, die Querspanten 20, die sich abschnittsweise zwischen den Querspanten 20 erstreckenden Längsspanten 22 bis 25 und Längssteifen 26 bis 29 und auch die Oberschale 30 und die Unterschale
30 31 als Sandwichstrukturen gestaltet. Eine derartige Sandwichstruktur besitzt eine obere Deckschicht und eine untere Deck-

schicht aus dem erläuterten Verbundwerkstoff und dazwischen eine Hartschaumschicht, die die beiden Deckschichten auf Abstand hält, was zu einer hohen Steifigkeit und Knickfestigkeit des entsprechenden Bauteils führt.

5

In Figur 3 ist veranschaulicht, wie die einzelnen Teile des Rotorblatts 1 miteinander verbunden werden können, und zwar anhand der Verbindungen zwischen dem Dorn 10, dem Längsspannt 24 und der Oberschale 30. Längs der Berührungsstellen ist jeweils eine Winkelstruktur 40 angeordnet. Die Winkelstrukturen 40 enthalten eine abgewinkelte Matte mit einem Fasermaterial (z.B. Kohlenstofffasern, Glasfasern und/oder Aramidfasern), die mit einem aushärtbaren Harz getränkt wird und nach Anlegen an der jeweiligen Verbindungsstelle die zu verbindenden Teile quasi miteinander verklebt. Weitere Einzelheiten dazu und auch zu anderen Verbindungstechniken sind bereits weiter oben erläutert.

10
15

Wie bereits erwähnt, besitzt der Dorn 10 im Bereich der Wurzel 2 ein Flanschteil 12 von größerem Durchmesser, das über einen abgeschrägten Übergang 14 in das Hauptteil 16 des Dorns 10 übergeht. In Figur 4 ist gezeigt, wie das Flanschteil 12 mit der Nabe einer Windenergieanlage verbunden werden kann. Zu diesem Zweck befindet sich über dem Übergang 14 eine ringartige Flanschauflage 42 aus Stahl, die eine stabile Unterlage für eine Anzahl von Bolzen 44 bildet. Mit Hilfe der Bolzen 44 kann der das gesamte Rotorblatt 1 tragende Dorn 10 mit der in Figur 4 nicht eingezeichneten Nabe verschraubt werden.

20
25

Patentansprüche

1. Rotorblatt für eine Windenergieanlage, mit einem sich von der Wurzel (2) des Rotorblatts (1) bis zur Spitze (4) des Rotorblatts (1) erstreckenden Dorn (10), auf dem eine Anzahl von Querspanten (20) zueinander beabstandet angeordnet ist, und mit einer Deckhaut (30, 31), die den Dorn (10) und die Querspanten (20) umgibt.
5
- 10 2. Rotorblatt nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Deckhaut (30, 31) eine auf den nach oben weisenden Stirnflächen der Querspanten (20) aufliegende Oberschale (30) und eine auf den nach unten weisenden Stirnflächen der Querspanten (20) aufliegende Unterschale (31) aufweist.
15
3. Rotorblatt nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Dorn (10) sich zur Spitze (4) des Rotorblatts (1) hin verjüngend ausgebildet ist, vorzugsweise konisch verjüngend.
20
4. Rotorblatt nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Dorn (10) hohl und in seinem Inneren mit einer Quer- und Längsversteifung versehen ist, vorzugsweise mit einem Kreuzspant (18).
25
5. Rotorblatt nach einem der Ansprüche 1 bis 4, gekennzeichnet durch mindestens einen Längsspant (22, 23, 24, 25), der sich zwischen dem Dorn (10) und der Deckhaut (30, 31) über zumindest einen Teil der Länge des Rotorblatts (1) erstreckt.
30

6. Rotorblatt nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass zwei Längsspanten (22, 23) vorgesehen sind, die zwischen dem Dorn (10) und der Vorderkante (6) des Rotorblatts (1) sowie zwischen dem Dorn (10) und der Hinterkante (8) des Rotorblatts (1) verlaufen.
7. Rotorblatt nach Anspruch 5 oder 6, gekennzeichnet durch mindestens eine Längssteife (26, 27, 28, 29), die sich quer zu einem Längsspannt (22, 23) zwischen diesem Längsspannt (22, 23) und der Deckhaut (30, 31) über zumindest einen Teil der Länge des Rotorblatts (1) erstreckt.
8. Rotorblatt nach einem der Ansprüche 1 bis 7, gekennzeichnet durch mindestens ein Zugband (32, 34), das sich im Bereich der Deckhaut (30, 31) über zumindest einen Teil der Länge des Rotorblatts (1) erstreckt.
9. Rotorblatt nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens eine der in der folgenden Liste aufgeführten Komponenten des Rotorblatts (1) einen Verbundwerkstoff, vorzugsweise mit einem Fasermaterial und einem aushärtbaren Harz, aufweist: Dorn (10), Querspannten (20), Deckhaut (30, 31), Quer- und Längsversteifung (18) im Inneren des Dorns (10), Längsspanten (22, 23, 24, 25), Längssteifen (26, 27, 28, 29), Zugbänder (32, 34).
10. Rotorblatt nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass der Verbundwerkstoff mindestens eines der aus der folgenden Liste ausgewählten Fasermaterialien aufweist: Kohlenstofffasern, Glasfasern, Aramidfasern.

11. Rotorblatt nach Anspruch 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, dass der Verbundwerkstoff mindestens eines der aus der folgenden Liste ausgewählten Harze aufweist: Epoxidharz, Polyesterharz.
- 5
12. Rotorblatt nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens eine der in der folgenden Liste aufgeführten Komponenten des Rotorblatts eine Sandwichstruktur aufweist: Dorn (10), Querspannten (20), Deckschicht (30, 31), Quer- und Längsversteifung (18) im Inneren des Dorns (10), Längsspannten (22, 23, 24, 25), Längssteifen (26, 27, 28, 29), Zugbänder (32, 34).
- 10
13. Rotorblatt nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Sandwichstruktur eine obere Deckschicht, eine geschäumte Mittellage und eine untere Deckschicht aufweist, wobei die beiden Deckschichten vorzugsweise einen Verbundwerkstoff gemäß Anspruch 10 oder 11 aufweisen.
- 15
14. Rotorblatt nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass Verbindungen zwischen Komponenten (10, 18, 20, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 34) des Rotorblatts (1) mit einem Verbundwerkstoff gemäß Anspruch 10 oder 11 ausgestaltet sind, vorzugsweise unter Verwendung winkelförmiger Strukturen (40).
- 20
15. Rotorblatt nach einem der Ansprüche 1 bis 14, gekennzeichnet durch eine im Bereich der Wurzel (2) des Rotorblatts (1) in den Dorn eingebrachte oder den Dorn (10) umfassende Stahleinlage (42), die zur Verbindung des Rotorblatts (1)
- 25
- 30

- 16 -

mit einem Rotorflansch einer Windenergieanlage eingerichtet ist.

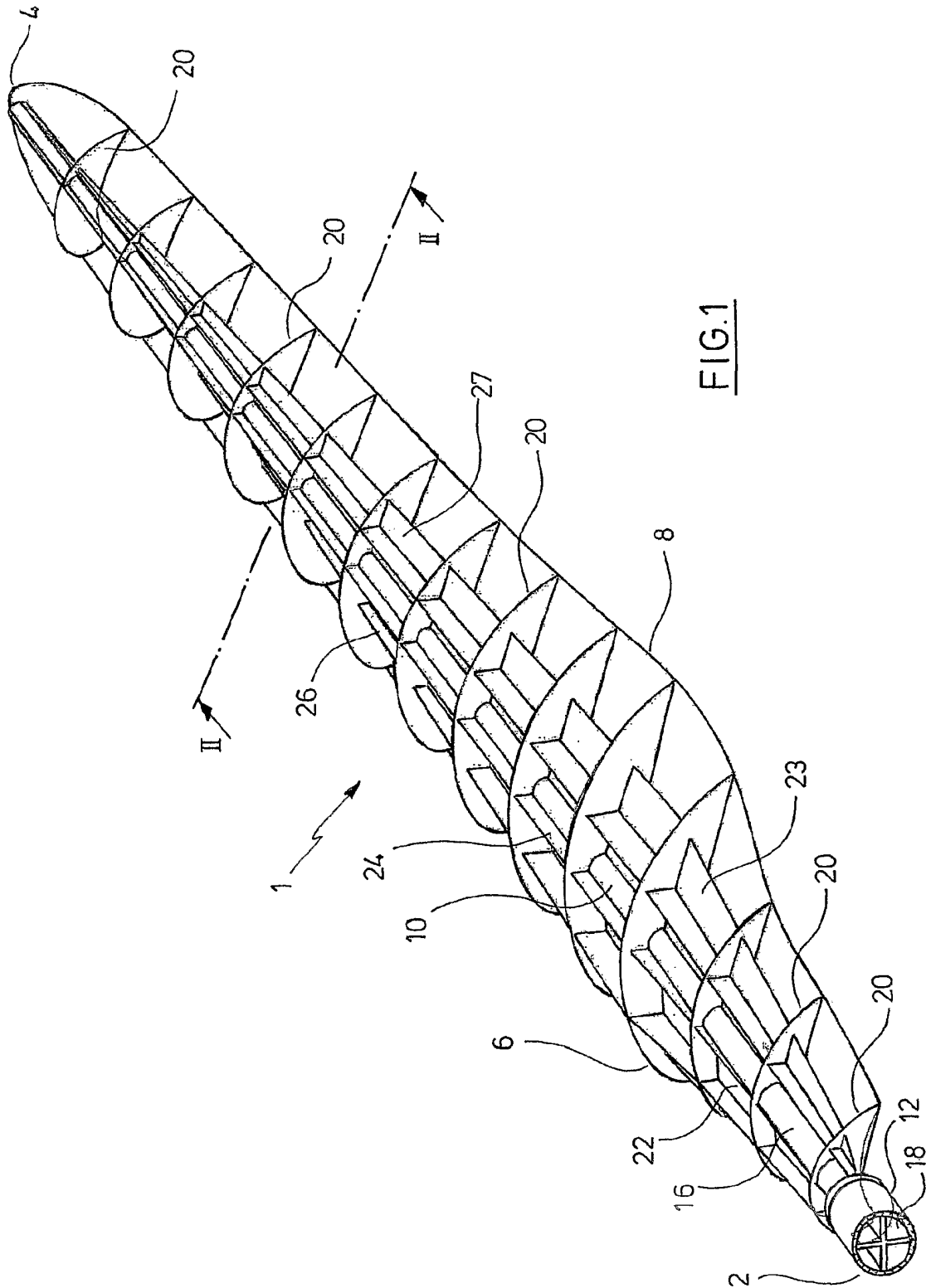


FIG.1

ERSATZBLATT (REGEL 26)

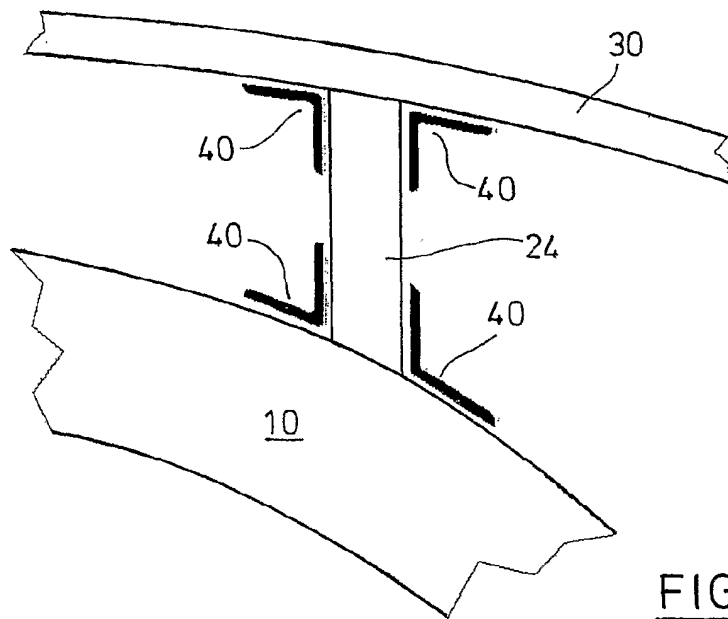


FIG. 3

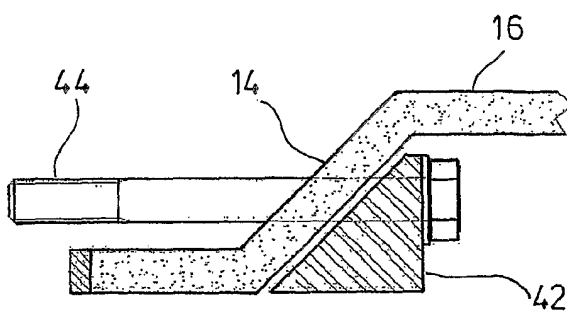
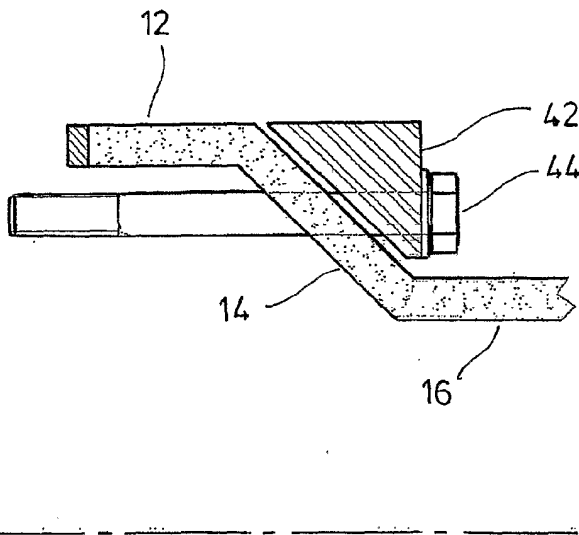


FIG. 4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP2005/007261

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 F03D1/06

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)
IPC 7 F03D B64C

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 practical, search terms used)

EPO-Internal, PAJ, 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 1 184 566 A (TORRES MARTINEZ, MANUEL) 6 March 2002 (2002-03-06) abstract paragraphs '0012!', '0014!', '0017!', '0019!', '0020!', '0024!; figures	1-3,8-11
A	GB 707 620 A (ERNST EINAR FORSMAN) 21 April 1954 (1954-04-21) page 1, lines 8-15 page 2, line 92 - page 3, line 13; figures 8-10	4
A	GB 09851 A A.D. 1913 (WALTER WILLIAM NOBBS; ALBERT JOHN THOMAS) 9 April 1914 (1914-04-09) page 3, line 47 - line 56; figure 4	5-7,14
	-/--	

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in 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 document 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

Date of mailing of the international search report

9 September 2005

22/09/2005

Name and mailing address of the ISA
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Criado Jimenez, F

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP2005/007261

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 2003, no. 12, 5 December 2003 (2003-12-05) & JP 2003 314431 A (TOHO TENAX CO LTD), 6 November 2003 (2003-11-06) abstract -----	12,13
A	EP 0 690 228 A (WOLF HIRTH GMBH) 3 January 1996 (1996-01-03) page 4, line 26 - line 32 -----	14
A	US 4 260 332 A (WEINGART ET AL) 7 April 1981 (1981-04-07) column 4, line 42 - column 5, line 3; figures -----	15
A	US 6 280 279 B1 (TANGER JONATHAN PAUL ET AL) 28 August 2001 (2001-08-28) figures -----	5-8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No
PCT/EP2005/007261

Patent document cited in search report	A	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 1184566	A	06-03-2002	ES 2178903 A1 EP 1184566 A1 WO 0073651 A1	01-01-2003 06-03-2002 07-12-2000
GB 707620	A	21-04-1954	NONE	
GB 191309851	A	09-04-1914	NONE	
JP 2003314431	A	06-11-2003	NONE	
EP 0690228	A	03-01-1996	DE 4423115 A1 DE 59508869 D1 DK 690228 T3 EP 0690228 A1	04-01-1996 28-12-2000 26-03-2001 03-01-1996
US 4260332	A	07-04-1981	NONE	
US 6280279	B1	28-08-2001	NONE	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2005/007261

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 F03D1/06

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchiertes Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 7 F03D B64C

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, PAJ, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP 1 184 566 A (TORRES MARTINEZ, MANUEL) 6. März 2002 (2002-03-06) Zusammenfassung Absätze '0012!, '0014!, '0017!, '0019!, '0020!, '0024!; Abbildungen	1-3,8-11
A	GB 707 620 A (ERNST EINAR FORSMAN) 21. April 1954 (1954-04-21) Seite 1, Zeilen 8-15 Seite 2, Zeile 92 - Seite 3, Zeile 13; Abbildungen 8-10	4
A	GB 09851 A A.D. 1913 (WALTER WILLIAM NOBBS; ALBERT JOHN THOMAS) 9. April 1914 (1914-04-09) Seite 3, Zeile 47 - Zeile 56; Abbildung 4	5-7,14
	----- -/--	

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* älteres Dokument, 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

I 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 anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

Z Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der Internationalen Recherche

9. September 2005

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

22/09/2005

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Criado Jimenez, F

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2005/007261

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der In Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Bd. 2003, Nr. 12, 5. Dezember 2003 (2003-12-05) & JP 2003 314431 A (TOHO TENAX CO LTD), 6. November 2003 (2003-11-06) Zusammenfassung -----	12,13
A	EP 0 690 228 A (WOLF HIRTH GMBH) 3. Januar 1996 (1996-01-03) Seite 4, Zeile 26 - Zeile 32 -----	14
A	US 4 260 332 A (WEINGART ET AL) 7. April 1981 (1981-04-07) Spalte 4, Zeile 42 - Spalte 5, Zeile 3; Abbildungen -----	15
A	US 6 280 279 B1 (TANGER JONATHAN PAUL ET AL) 28. August 2001 (2001-08-28) Abbildungen -----	5-8

INTERNATIONAL RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2005/007261

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 1184566 A	06-03-2002	ES 2178903 A1 EP 1184566 A1 WO 0073651 A1	01-01-2003 06-03-2002 07-12-2000
GB 707620 A	21-04-1954	KEINE	
GB 191309851 A	09-04-1914	KEINE	
JP 2003314431 A	06-11-2003	KEINE	
EP 0690228 A	03-01-1996	DE 4423115 A1 DE 59508869 D1 DK 690228 T3 EP 0690228 A1	04-01-1996 28-12-2000 26-03-2001 03-01-1996
US 4260332 A	07-04-1981	KEINE	
US 6280279 B1	28-08-2001	KEINE	