

(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
13. November 2003 (13.11.2003)

PCT

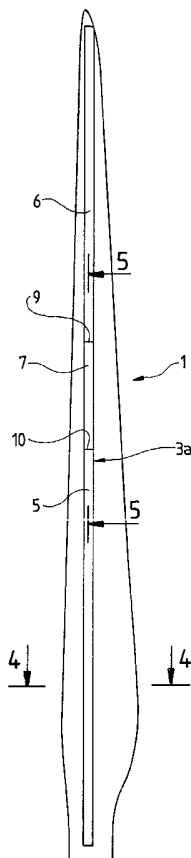
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 03/093672 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation⁷: **F03D 3/06**
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP03/04613
- (22) Internationales Anmeldedatum:
2. Mai 2003 (02.05.2003)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
202 06 942.7 2. Mai 2002 (02.05.2002) DE
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **REPOWER SYSTEMS AG** [DE/DE]; Flughafenstrasse 54, 22335 Hamburg (DE).
- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **KICKERT, Reiner** [DE/DE]; Friedensallee 37, 38104 Braunschweig (DE). **BENDEL, Urs** [DE/DE]; Wahrkamp 3, 24787 Fockbek (DE).
- (74) Anwalt: **SCHAEFER & EMMEL**; Gehölzweg 20, 22043 Hamburg (DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (national): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: ROTOR BLADE FOR WIND ENERGY TURBINES

(54) Bezeichnung: ROTORBLATT FÜR WINDENERGIEANLAGEN



(57) Abstract: The invention relates to a rotor blade (1) for wind energy turbines, comprising a shell (2), whose profile cross-section is reinforced against flexure in the direction of impact by means of flanges (3a, 3b) and struts (4) between the latter, said flanges lying in pairs opposite one another in relation to the chord line (20) of the rotor blade (1). According to the invention, the flanges (3a, 3b) consist of a synthetic material that is fibre-reinforced in the longitudinal direction. The invention is characterised in that the flanges (3a, 3b) comprise a glass-fibre reinforced section and a carbon-fibre reinforced section (5, 6) in the longitudinal direction.

(57) Zusammenfassung: Ein Rotorblatt (1) für Windenergieanlagen, mit einer Schale (2), deren Profilquerschnitt gegen Biegung in Schlagrichtung durch sich in bezug auf die Profilsehne (20) des Rotorblattes (1) paarweise gegenüberliegend vorgesehene Gurte (3a, 3b) and durch Stege (4) zwischen diesen versteift ist, wobei die Gurte (3a, 3b) aus in Längsrichtung faserverstärktem Kunststoff bestehen, ist dadurch gekennzeichnet, dass die Gurte (3a, 3b) in Längsrichtung einen glasfaser- und einen carbonfaserverstärkten Abschnitt (5, 6) aufweisen.

WO 03/093672 A1



(84) Bestimmungsstaaten (*regional*): ARIPO-Patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

— vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

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.

Rotorblatt für Windenergieanlagen

Die Erfindung betrifft ein Rotorblatt der im Oberbegriff des Anspruch 1 genannten Art.

Die gattungsgemäße Rotorblattkonstruktion entspricht dem Standard bei derzeit in Europa gebauten Windenergieanlagen. Die sehr leichte Schale solcher Rotorblätter weist nur eine geringe Eigensteifigkeit auf und ist daher mit an die Schale anlamierten Gurten verstärkt, die über die wesentliche Länge des Rotorblattes laufen und mit in Längsrichtung laufenden Fasern für die Aufnahme hoher Zug- und Druckkräfte ausgebildet sind. Biegekräfte am Rotorblatt treten insbesondere durch Windbelastung in Schlagrichtung auf, also in Richtung senkrecht zur Umlaufebene des Blattes. Dabei verbiegt ein Rotorblatt an jeder Stelle bevorzugt in Richtung senkrecht zu seiner Profilhne, also der Linie, die in einer quer zur Längserstreckung des Blattes stehenden Querschnittsebene von der verrundeten Blatt Nase bis zum dünn auslaufenden hinteren Ende verläuft. Die Gurte sind symmetrisch zur Profilhne gegenüberliegend angeordnet und mit als längsverlaufende Wände ausgebildeten Stegen zwischen den Gurten ausgestützt. Sie bil-

den damit ein ausgesteiftes Tragprofil hoher Biegesteifigkeit in Richtung quer zur Profilsehne des Blattes.

Biegesteifigkeit in Schlagrichtung ist für gattungsgemäße Rotorblätter von wesentlicher Bedeutung. Damit wird u.a. vermieden, daß ein Rotorblatt bei hoher Belastung gegen den Turm der Windenergieanlage schlagen kann. Ferner muß erreicht werden, daß die Biegesteifigkeit des Rotorblattes so hoch ist, daß die Eigenfrequenz des Rotorblattes, die im Wesentlichen proportional von der Steifigkeit und umgekehrt proportional von der Masse abhängt, bei im Betrieb auftretenden Drehzahlen des Rotors nicht angeregt wird.

Gattungsgemäße Rotorblätter weisen üblicherweise Gurte mit Glasfaserverstärkung auf. Diese ist kostengünstig, hat jedoch den Nachteil geringer Steifigkeit und hohen Gewichts. Es ist auch bereits vorgeschlagen worden, zur Verstärkung Carbonfasern zu verwenden. Carbonfaserverstärkte Kunststoffe sind erheblich leichter bei höherer Steifigkeit. Nachteilig dabei sind allerdings die wesentlich höheren Kosten.

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, ein gattungsgemäßes Rotorblatt bei geringen Kosten steifer auszubilden.

Diese Aufgabe wird mit den Merkmalen des Anspruches 1 gelöst.

Erfindungsgemäß weisen die Gurte, die in üblicher Ausbildung paarweise, also z.B. zu zweit oder zu viert in einem Rotorblatt vorgesehen sein können, in Längsrichtung einen glasfaserverstärkten und einen carbonfaserverstärkten Abschnitt auf. Dadurch ergibt sich, da nur ein Teil der Länge des Rotorblattes mit Carbonfasern versehen ist, eine nur geringe Kostenerhöhung, wobei sich allerdings eine erhebliche Gewichtsreduzierung ergibt. Dadurch kann auch an den anderen Tei-

len des Rotorblattes die Steifigkeit verringert und somit das Gewicht des Blattes insgesamt deutlich reduziert werden. Dadurch können die Mehrkosten, die durch den Einsatz von Carbonfasern entstehen, kompensiert werden. Darüber hinaus führt die Gewichtsreduzierung auch zu Kosteneinsparungen an der gesamten Windenergieanlage. Die abschnittsweise Anordnung reiner Glasfasern und Carbonfasern ist notwendig, da die beiden Faserarten wegen ihres unterschiedlichen Dehnverhaltens nicht gemischt verwendbar sind.

Vorteilhaft sind die Merkmale des Anspruches 2 vorgesehen. Wenn der carbonfaserverstärkte Abschnitt eines Gurtes radial außen liegt, kann der innenliegende glasfaserverstärkte Abschnitt durch die Gewichtsentslastung und Entlastung von dynamischen Kräften leichter und somit billiger gestaltet sein, so daß bei gleicher Steifigkeit, wie bei einem durchgehend glasfaserverstärkten Rotorblatt, die Gesamtkosten auch angesichts der erheblich höheren Kosten von carbonfaserverstärktem Kunststoff nicht höher liegen. Es ergibt sich eine hervorragende Biegesteifigkeit des Rotorblattes und insbesondere eine wesentliche Verringerung von Gefahren durch Schwingungen, da die außen liegenden Bereiche des Rotorblattes wesentlich leichter sind und sich dadurch die Eigenfrequenz des Rotorblattes soweit erhöht, daß sie auch bei den höchsten, im Betrieb vorkommenden Drehzahlen des Rotors nicht angeregt werden kann.

An der Verbindungsstelle der Gurtabschnitte sind diese zug- und druckfest miteinander zu verbinden. Es können beispielsweise vorgefertigte Abschnitte überlappend miteinander verschraubt oder über Flansche verbunden sein. Vorzugsweise sind jedoch die Merkmale des Anspruches 3 vorgesehen. Bei Aneinanderbefestigung der Abschnitte mit Bereichen sich jeweils aufeinander zu verzüngendem Querschnittes lassen sich besonders günstige Festigkeitseigenschaften der Verbindungsstelle erreichen.

Hat der Glasfaserabschnitt an der Stelle, an der die Verjüngung beginnt, den Querschnitt, den er bei durchgängiger Ausbildung des Gurtes mit Glasfasern an dieser Stelle haben müßte und geht sodann durch die wechselseitige Verjüngung der Querschnittsanteile allmählich von Glasfaser auf Carbonfaser über, so ergeben sich hier Probleme mit der unterschiedlichen Dehnbarkeit der verschiedenen Fasern. Glasfasern weisen wesentlich höhere Dehnbarkeit und Bruchgrenze als Carbonfasern auf. An Bereichen der Verbindungsstelle mit großem Glasfaseranteil und kleinem Carbonfaseranteil kommt es somit zu einer Überdehnung der Carbonfasern bis über die Bruchgrenze. Vorteilhaft sind daher die Merkmale des Anspruches 4 vorgesehen. Durch diese Verdickung des Glasfaseranteiles des Gurtes an der Verbindungsstelle läßt sich erreichen, daß die Dehnbarkeit des Glasfaseranteiles auf die des Carbonfaseranteiles reduziert wird, so daß die Überdehnung des Carbonfaseranteiles vermieden wird.

Die Gurte können hoch und schmal, vorzugsweise jedoch gemäß Anspruch 5 mit größerer Breite und geringerer Höhe ausgebildet werden. In diesem Fall genügt ein Gurt auf jeder Seite des Rotorblattes, der sich über einen größeren Teil der Breite des Rotorblattes erstrecken kann. Diese Ausbildung erleichtert auch bei der Herstellung die schichtweise Faseraufbringung.

Bei dem bevorzugten Gurtquerschnitt mit größerer Breite ist die Verbindungsstelle vorzugsweise gemäß Anspruch 6 ausgebildet, wobei also die Verjüngungen der Abschnitte als Höhenverjüngung ausgebildet ist. Dadurch ergibt sich eine sehr große Kontaktfläche zwischen den Abschnitten im Verjüngungsbereich und es wird auch die Herstellung durch schichtweise Aufbringung erleichtert.

Die Gurte könnten alternativ in der erforderlichen Form vorgefertigt und vorausgehärtet angeliefert und im Blatt, beispielsweise durch Verklebung mit der Schale, befestigt werden. Vorzugsweise sind jedoch die Merkmale des Anspruches 7

vorgesehen. Hierbei wird in an sich üblicher Weise an Ort und Stelle der Gurt angefertigt und ausgehärtet. Es entfällt die nachträgliche Verklebung mit der Schale und insbesondere ergeben sich wesentliche Vorteile bei der Herstellung der Verbindungsstelle, die z.B. unter schichtweiser Verlegung von Fasern abgestufter Länge an der Verbindungsstelle mit Verjüngung und Verdickung des Glasfaserabschnittes an der Verbindungsstelle präzise eingebracht werden können.

Vorzugsweise sind die Merkmale des Anspruches 8 vorgesehen, womit, insbesondere bei Ausbildung gemäß Anspruch 9 sich günstige Verhältnisse für Kosten, Steifigkeit, Gewicht und Schutz gegen Resonanzbruch ergeben.

In den Zeichnungen ist die Erfindung beispielsweise und schematisch dargestellt, es zeigen:

Fig. 1 eine Frontansicht auf eine Windenergieanlage,

Fig. 2 eine Seitenansicht der Windenergieanlage der Fig. 1,

Fig. 3 eine Schnittdarstellung eines Rotorblattes der Windenergieanlage der Figuren 1 und 2 im Schnitt der Linie 3-3 in Fig. 4,

Fig. 4 einen Schnitt nach Linie 4-4 in Figur 3 und

Fig. 5 einen Schnitt nach Linie 5-5 in Figur 3 durch die Verbindungsstelle zwischen den Abschnitten.

Die Figuren 1 und 2 zeigen in einer Ansicht in Richtung der Rotorachse bzw. quer dazu eine Windenergieanlage mit einem auf einem Boden aufgestellten

Turm, an dessen Spitze eine drehbare Gondel einen um eine im Wesentlichen waagerechte Achse umlaufenden Rotor trägt, der aus drei Rotorblättern 1 besteht. Im dargestellten Ausführungsbeispiel einer Windenergieanlage im Leistungsbereich einiger MW liegt die Länge des Rotorblattes 1 bei etwa 40 m.

Die Schnittdarstellungen der Figuren 3 und 4 zeigen den inneren Aufbau eines Rotorblattes 1 mit einer relativ dünnen Schale 2, die üblicherweise aus glasfaserverstärktem Kunststoff besteht, jedoch auch als Sandwichkonstruktion ausgebildet sein kann, und die auf ihrer Innenseite, und zwar auf den in Richtung der Rotordrehachse vorn und hinten liegenden Flächen je einen anlamierten Gurt 3a, 3b trägt. Die Gurte 3a und 3b sind im Ausführungsbeispiel im wesentlichen identisch ausgebildet. Anstelle jedes der Gurte 3a, 3b, wie in der Ausführungsform dargestellt, können auch mehrere parallele Gurte in schmalerer Ausbildung vorgesehen sein.

Wie Fig. 4 zeigt, sind zwischen den Gurten 3a und 3b Stege 4 vorgesehen, die als über die Länge des Gurtes durchgehende, ausgesteifte flächige Platten ausgebildet sind. Mit den Gurten 3a und 3b und den Stegen 4 ergibt sich ein in Richtung senkrecht zur Zeichnungsebene der Figur 3, also senkrecht zu der in Fig. 4 dargestellten Profilsehne 20 biegesteifes Profil.

Wie Figur 3 zeigt, weist jeder der Gurte 3a, 3b in Längsrichtung des Blattes zwei Abschnitte 5, 6 auf, die an einer Verbindungsstelle 7 in geeigneter Weise miteinander verbunden sind.

In ganzer Länge ist jeder der Gurte 3a, 3b aus faserverstärktem Kunststoff mit in Längsrichtung des Gurtes, also unidirektional verlaufenden Verstärkungsfasern ausgebildet. Bei den Abschnitten 5 und 6 werden jedoch unterschiedliche Fasermaterialien verwendet, und zwar in einem der Abschnitte Glasfasern und im an-

deren der Abschnitte Carbonfasern. Im Ausführungsbeispiel verlaufen beide Abschnitte 5, 6 über etwa die Hälfte der Länge des Rotorblattes 1.

Im bevorzugten Ausführungsbeispiel weist der radial außen liegende Abschnitt 6 eine Carbonfaserverstärkung und der radial innen liegende Abschnitt 5 eine Glasfaserverstärkung auf.

Figur 5 zeigt im Längsschnitt durch den Gurt im Bereich der Verbindungsstelle 7 einen bevorzugten Aufbau der Verbindungsstelle.

Der dargestellte Gurt hat, wie aus Figur 4 hervorgeht, eine wesentlich größere Breite als Höhe. Bei einem typischen Rotorblatt einer Länge von etwa 40 m weist der Gurt eine Breite von etwa 60 cm und eine Höhe im Bereich von etwa 5 cm auf. Der Gurt beginnt soweit wie möglich innen an der Nabe und verläuft zur Vereinfachung der Fertigung mit konstanter Breite bis in die Spitze des Rotorblattes. Die Anpassung des Gurtquerschnittes an die jeweils auftretenden, aufzunehmenden Kräfte erfolgt durch Höhenänderung. Im Allgemeinen kann dabei der Gurtquerschnitt, also die Höhe, von innen nach außen abnehmen.

In Figur 5 ist der Bereich der Verbindungsstelle 7 dargestellt, dessen Lage, etwa in Längsmittte des Blattes, in Figur 3 dargestellt ist. Wie Figur 5 zeigt, verläuft der Glasfaseranteil 5 bis zum Punkt 8 mit unveränderter Höhe und verjüngt dann in der Höhe bis zum Punkt 9 auf 0. Bei schichtweisem Faseraufbau kann dies erreicht werden durch entsprechende Verkürzung der Fasern.

Außerhalb der Verbindungsstelle 7 liegt auch der Carbonfaserabschnitt 6 auf der Schale 2 und ist über die Schräge zwischen den Punkten 9 und 8 verlaufend bis über den Punkt 8 hinweg zum Punkt 10 auf den Glasfaserabschnitt 5 verlegt. Zwischen den Punkten 8 und 10 hat der Carbonfaserabschnitt 6 eine sehr geringe

Höhe mit wenigen Faserlagen und wächst vom Punkt 10 bis zum Punkt 11 in der Höhe kontinuierlich bis zum vollen Querschnitt, den er auch außerhalb der Verbindungsstelle 7 aufweist.

Es ergibt sich durch diese Anordnung ein allmählicher Übergang zwischen den vom Glasfaserabschnitt 5 und vom Carbonfaserabschnitt 6 aufnehmbaren Kräften mit großer Verbindungsfläche zwischen den Abschnitten. Der Querschnitt gemäß Figur 5 ist über die Breite des Gurtes konstant.

Innerhalb der Verbindungsstelle 7 werden bei Zug- oder Druckbelastung Teile beider Abschnitte 5, 6 belastet. Dabei ist jedoch zu beachten, daß Glasfasern etwa doppelte Bruchgrenze und doppelte Dehnbarkeit wie Carbonfasern aufweisen. Bei einer durch eine Kraft hervorgerufenen Dehnung beider Abschnitte kann also der zu Anfang noch geringe Carbonfaseranteil schon überlastet sein, wenn der Glasfaseranteil noch wenig gedehnt ist und wenig Kraft aufnimmt.

Um dies zu vermeiden, ist über die Verbindungsstelle 7 hinweg eine den Glasfaserabschnitt 5 verdickende Lage 12 mit Glasfaserverstärkung aufgebracht. Diese ist an der kritischen Stelle zwischen den Punkten 10 und 8 von der Dicke des Glasfaserabschnittes 5, so daß an dieser Stelle der Glasfaserquerschnitt etwa verdoppelt wird. Damit wird erreicht, daß an dieser kritischen Stelle die Dehnbarkeit (in Zug- oder Druckrichtung) des Glasfaseranteiles des Gurtes soweit verringert wird, daß die Glasfasern nicht überdehnt werden.

Von der dicksten Stelle der zusätzlichen Lage 12 nimmt diese etwa ab den Punkten 13 und 14 in der Dicke ab und läuft, sich verjüngend, auf dem Glasfaserabschnitt 5 bei 15 und auf dem Carbonabschnitt 6 bei 16 aus. Dadurch werden allmählich übergehende Kraftverläufe erzielt.

Die in den Figuren dargestellten Gurte 3a und 3b sind hinsichtlich der Verbindungsstelle 7 identisch ausgebildet.

In alternativer Ausführung könnten die Gurte auch ausgehärtet vorgefertigt hergestellt und anschließend in die Schale 2 eingebracht und flächig aufgeklebt werden. An der Verbindungsstelle 7 könnten vorgefertigte Abschnitte 5, 6 zum Beispiel überlappend verschraubt oder sonstig verflanscht sein.

Vorzuziehen ist jedoch eine Herstellung an Ort und Stelle. Dabei könnten die Gurtabschnitte 5, 6 als im beabsichtigten Querschnitt vorgefertigte und mit Matrixmaterial vorgetränkte Stränge zugeschnitten und verlegt werden, um dann an Ort und Stelle auszuhärten. Auf diese Weise könnte auch eine Ausbildung der Verbindungsstelle 7 gemäß Fig. 5 erreicht werden.

Vorzuziehen ist jedoch eine Verlegung, bei der die Gurte an Ort und Stelle durch übereinander Aufbringung von vorgetränkten Fasern, vorzugsweise bahnweise, hergestellt werden. Hiermit läßt sich auch die in Fig. 5 dargestellte Verbindungsstelle 7 einfach und in hoher Qualität herstellen.

PATENTANSPRÜCHE

1. Rotorblatt (1) für Windenergieanlagen, mit einer Schale (2), deren Profilquerschnitt gegen Biegung in Schlagrichtung durch sich in bezug auf die Profilhne (20) des Rotorblattes (1) paarweise gegenüberliegend vorgesehene Gurte (3a, 3b) und durch Stege (4) zwischen diesen versteift ist, wobei die Gurte (3a, 3b) aus in Längsrichtung faserverstärktem Kunststoff bestehen, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Gurte (3a, 3b) in Längsrichtung einen glasfaser- und einen carbonfaserverstärkten Abschnitt (5, 6) aufweisen.
2. Rotorblatt nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die carbonfaserverstärkten Abschnitte (6) der Gurte (3a, 3b) radial außen angeordnet sind.
3. Rotorblatt nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Abschnitte (5, 6) an einer Verbindungsstelle (7) über deren Länge mit zu ihren Enden (9, 10) sich verjüngendem Querschnitt aneinander befestigt sind.
4. Rotorblatt nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Glasfaserabschnitt (5) in einem die Verbindungsstelle (7) übergreifenden Bereich (15, 16) um den Faktor verdickt (13) ist, um den seine Bruchdehnung höher ist als die des Carbonfaserabschnittes (6).
5. Rotorblatt nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Gurte (3a, 3b) in ihrem Querschnitt größerer Breite als Höhe aufweisen.

6. Rotorblatt nach den Ansprüchen 3 und 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Abschnitte (5, 6) an der Verbindungsstelle (7) in ihrer Höhe verjüngt sind.
7. Rotorblatt nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Gurte (3a, 3b) an Ort und Stelle geformt und ausgehärtet sind.
8. Rotorblatt nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Länge des Glasfaserabschnittes (5) wenigstens 30% der Länge des Rotorblattes (1) beträgt.
9. Rotorblatt nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Länge beider Abschnitte (5, 6) je etwa 50% der Länge des Rotorblattes (1) beträgt.

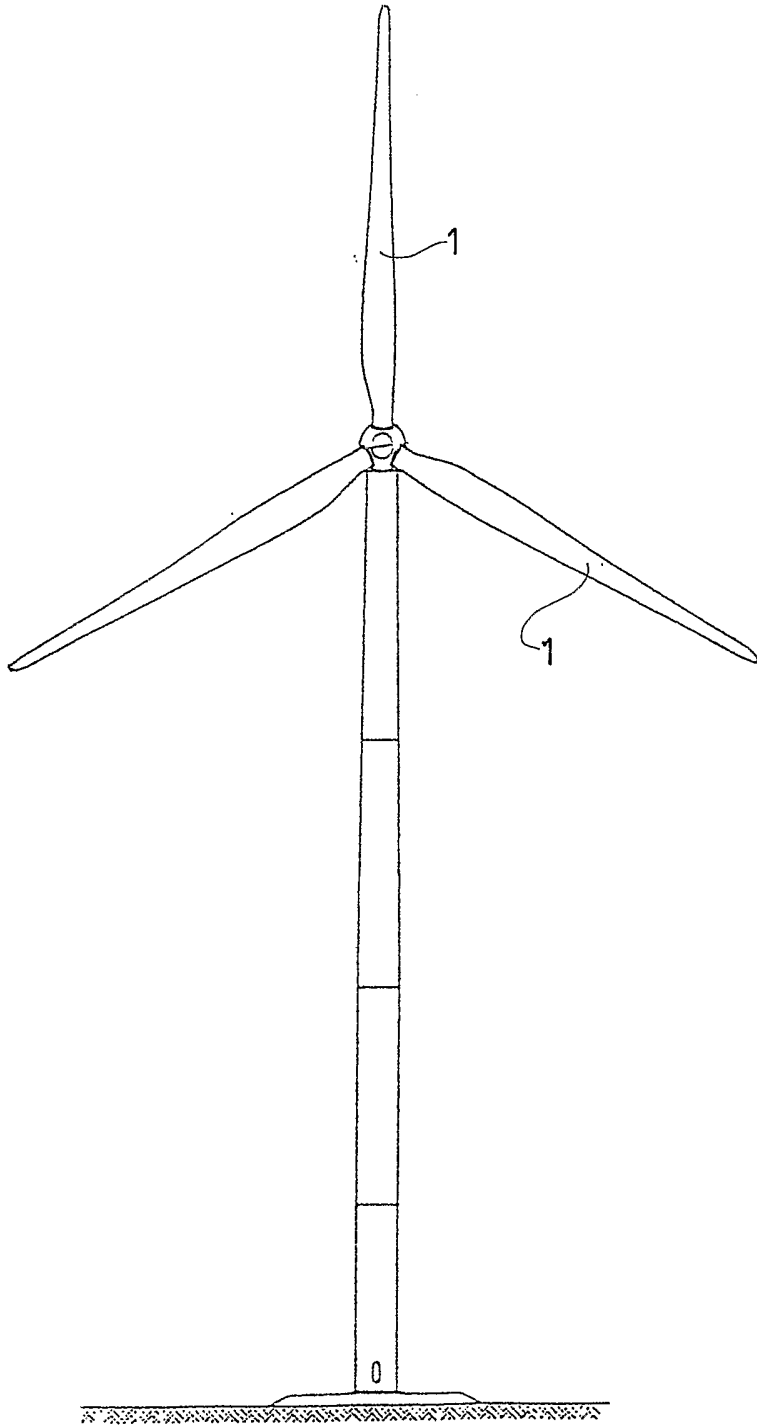


Fig. 1

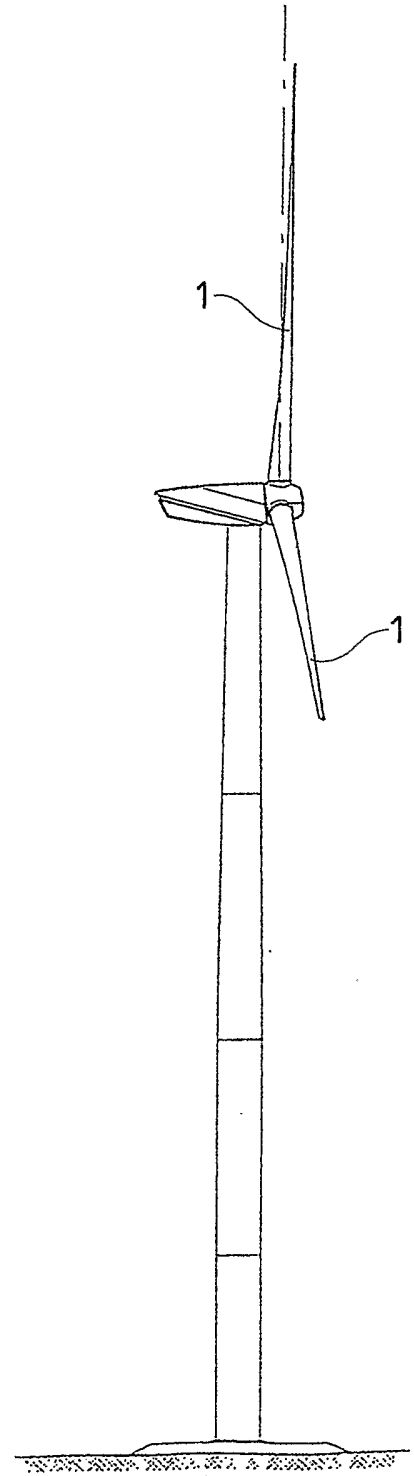


Fig. 2

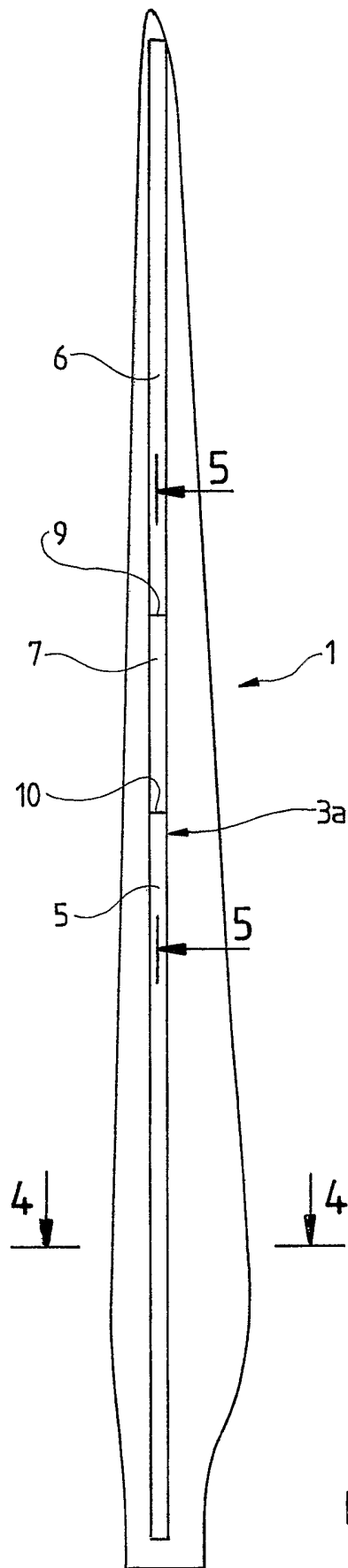


Fig. 3

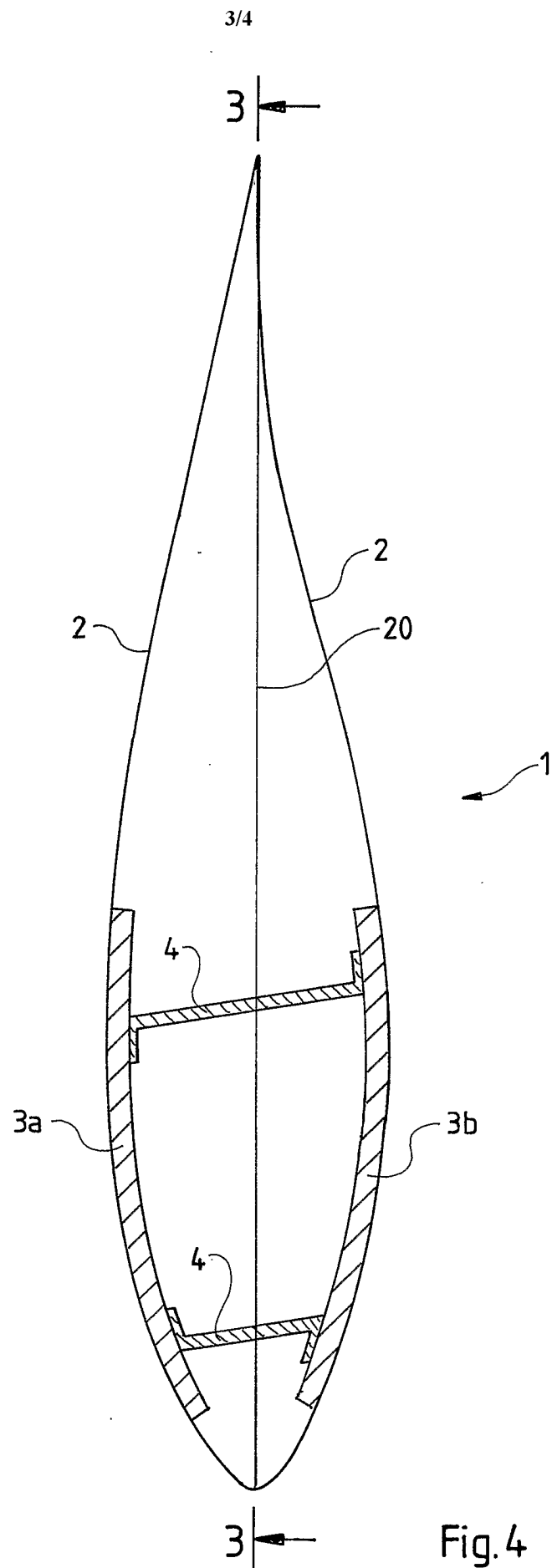


Fig. 4

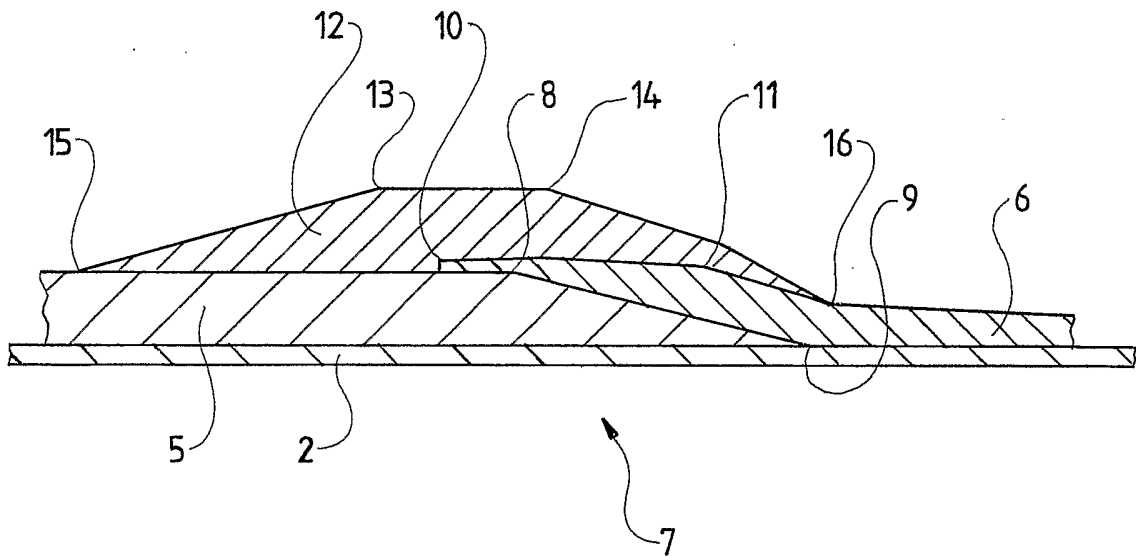


Fig. 5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 03/04613

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 F03D3/06

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

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category ° | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|------------|---|-----------------------|
| X | US 4 339 230 A (HILL PAUL W) 13 July 1982 (1982-07-13) abstract; figures 1,2,3A column 1, line 56 -column 2, line 52 column 7, line 22-39 column 7, line 56-63 claims | 1,2,5, 7-9 |
| X | WO 00 14405 A (MOELLER LARSEN FLEMMING ;OLSEN KAJ (DK); GRABAU PETER (DK); LM GLA) 16 March 2000 (2000-03-16) abstract; figures 1,2 page 1, line 18 -page 2, line 9 page 3, line 14 -page 4, line 14 claims 1-3 | 1,2,5, 7-9 |
| | --- -/-- | |

 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.
- *G* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

16 October 2003

Date of mailing of the international search report

24/10/2003

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

Richmond, R

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 03/04613

| C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT | | |
|--|--|-----------------------|
| Category ° | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
| A | <p>US 4 976 587 A (JOHNSTON J FORD ET AL) 11 December 1990 (1990-12-11) abstract; figures 2,3 column 7, line 1-5 column 8, line 28-59 column 9, line 38-45 claims</p> <p style="text-align: center;">---</p> | 1,2,5, 7-9 |
| A | <p>EP 0 258 926 A (STRIJENSE KUNSTSTOFF TECH BV) 9 March 1988 (1988-03-09) abstract; figures 1,3 column 4, line 31-40 claims</p> <p style="text-align: center;">---</p> | 1,2,5, 7-9 |
| A | <p>US 5 375 324 A (WALLACE VERNON R ET AL) 27 December 1994 (1994-12-27) abstract; figures 2-6 column 2, line 60-64 column 10, line 15-46</p> <p style="text-align: center;">---</p> | 1,2,5, 7-9 |
| A | <p>US 5 482 584 A (HERRMANN AXEL S ET AL) 9 January 1996 (1996-01-09) abstract; figures 1-5 column 3, line 8 -column 4, line 58</p> <p style="text-align: center;">-----</p> | 7 |

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 03/04613

| Patent document cited in search report | Publication date | Patent family member(s) | Publication date |
|--|------------------|-------------------------|---------------------------|
| US 4339230 | A | 13-07-1982 | NONE |
| <hr/> | | | |
| WO 0014405 | A | 16-03-2000 | DK 112798 A 10-03-2000 |
| | | | AT 244363 T 15-07-2003 |
| | | | AU 5504399 A 27-03-2000 |
| | | | CN 1120298 B 03-09-2003 |
| | | | DE 69909306 D1 07-08-2003 |
| | | | WO 0014405 A1 16-03-2000 |
| | | | EP 1112448 A1 04-07-2001 |
| | | | US 6457943 B1 01-10-2002 |
| <hr/> | | | |
| US 4976587 | A | 11-12-1990 | NONE |
| <hr/> | | | |
| EP 0258926 | A | 09-03-1988 | NL 8602097 A 16-03-1988 |
| | | | EP 0258926 A1 09-03-1988 |
| <hr/> | | | |
| US 5375324 | A | 27-12-1994 | EP 0708887 A1 01-05-1996 |
| | | | WO 9502763 A1 26-01-1995 |
| | | | US 5499904 A 19-03-1996 |
| <hr/> | | | |
| US 5482584 | A | 09-01-1996 | DE 4335221 C1 16-03-1995 |
| | | | DE 59401468 D1 13-02-1997 |
| | | | DK 657646 T3 02-06-1997 |
| | | | EP 0657646 A1 14-06-1995 |
| | | | US 5632602 A 27-05-1997 |
| <hr/> | | | |

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 03/04613

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 IPK 7 F03D3/06

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 IPK 7 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)

EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

| Kategorie° | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile | Betr. Anspruch Nr. |
|------------|--|--------------------|
| X | US 4 339 230 A (HILL PAUL W) 13. Juli 1982 (1982-07-13) Zusammenfassung; Abbildungen 1,2,3A Spalte 1, Zeile 56 -Spalte 2, Zeile 52 Spalte 7, Zeile 22-39 Spalte 7, Zeile 56-63 Ansprüche --- | 1,2,5, 7-9 |
| X | WO 00 14405 A (MOELLER LARSEN FLEMMING ;OLSEN KAJ (DK); GRABAU PETER (DK); LM GLA) 16. März 2000 (2000-03-16) Zusammenfassung; Abbildungen 1,2 Seite 1, Zeile 18 -Seite 2, Zeile 9 Seite 3, Zeile 14 -Seite 4, Zeile 14 Ansprüche 1-3 --- -/-- | 1,2,5, 7-9 |



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

- *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 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

16. Oktober 2003

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

24/10/2003

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

Richmond, R

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 03/04613

| C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN | | |
|--|---|--------------------|
| Kategorie ^a | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile | Betr. Anspruch Nr. |
| A | US 4 976 587 A (JOHNSTON J FORD ET AL) 11. Dezember 1990 (1990-12-11) Zusammenfassung; Abbildungen 2,3 Spalte 7, Zeile 1-5 Spalte 8, Zeile 28-59 Spalte 9, Zeile 38-45 Ansprüche --- | 1,2,5, 7-9 |
| A | EP 0 258 926 A (STRIJENSE KUNSTSTOFF TECH BV) 9. März 1988 (1988-03-09) Zusammenfassung; Abbildungen 1,3 Spalte 4, Zeile 31-40 Ansprüche --- | 1,2,5, 7-9 |
| A | US 5 375 324 A (WALLACE VERNON R ET AL) 27. Dezember 1994 (1994-12-27) Zusammenfassung; Abbildungen 2-6 Spalte 2, Zeile 60-64 Spalte 10, Zeile 15-46 --- | 1,2,5, 7-9 |
| A | US 5 482 584 A (HERRMANN AXEL S ET AL) 9. Januar 1996 (1996-01-09) Zusammenfassung; Abbildungen 1-5 Spalte 3, Zeile 8 -Spalte 4, Zeile 58 ----- | 7 |

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT
Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 03/04613

| Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument | Datum der Veröffentlichung | Mitglied(er) der Patentfamilie | Datum der Veröffentlichung |
|--|-------------------------------|-----------------------------------|---|
| US 4339230 | A | 13-07-1982 | KEINE |
| WO 0014405 | A | 16-03-2000 | DK 112798 A 10-03-2000 AT 244363 T 15-07-2003 AU 5504399 A 27-03-2000 CN 1120298 B 03-09-2003 DE 69909306 D1 07-08-2003 WO 0014405 A1 16-03-2000 EP 1112448 A1 04-07-2001 US 6457943 B1 01-10-2002 |
| US 4976587 | A | 11-12-1990 | KEINE |
| EP 0258926 | A | 09-03-1988 | NL 8602097 A 16-03-1988 EP 0258926 A1 09-03-1988 |
| US 5375324 | A | 27-12-1994 | EP 0708887 A1 01-05-1996 WO 9502763 A1 26-01-1995 US 5499904 A 19-03-1996 |
| US 5482584 | A | 09-01-1996 | DE 4335221 C1 16-03-1995 DE 59401468 D1 13-02-1997 DK 657646 T3 02-06-1997 EP 0657646 A1 14-06-1995 US 5632602 A 27-05-1997 |