

(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  
21. Mai 2004 (21.05.2004)

PCT

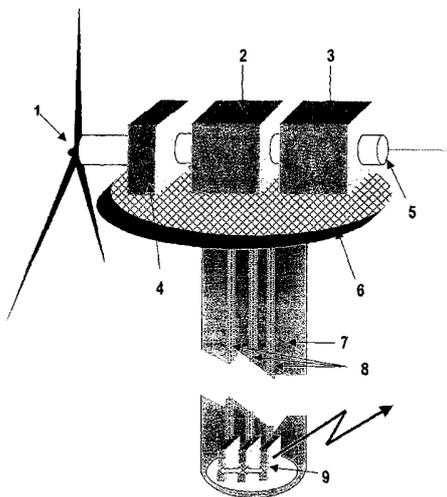
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
WO 2004/042227 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: F03D 9/00 (74) Gemeinsamer Vertreter: REICHEN, Werner; Neuer Wall 13, 20354 Hamburg (DE).
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2002/012466 (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, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZM, ZW.
- (22) Internationales Anmeldedatum: 8. November 2002 (08.11.2002)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): REICHEN, Werner [CH/DE]; Neuer Wall 13, 20354 Hamburg (DE).
- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): FELDMANN, Günther [DE/DE]; Bentgras Weg 21, 26789 Ler (DE).
- (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, IE, IT, LU, MC, NL, PT,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: SYNCHRONOUS MACHINE COMPRISING A PERMANENT MAGNET EXCITED AXIAL FIELD IN A WIND POWER STATION

(54) Bezeichnung: SYNCHRONMASCHINE MIT PERMANENTERREGTEM AXIALFELD IN WINDKRAFTANLAGE



1 Rotor  
2 Generator I (Modul, z.B. SPARK)  
3 Generator II (Modul, z.B. SPARK)  
4 Bremsgenerator (Modul, kann auch gleiche gross wie 2 und 3 sein)  
5 Welle  
6 Tragbühne (drehbar)  
7 Turm  
8 Energieleitungen  
9 Energiezentrale

1 ROTOR  
2 GENERATOR I (MODULE, E.G. SPARK)  
3 GENERATOR II (MODULE, E.G. SPARK)  
4 BRAKE GENERATOR (MODULE, CAN ALSO BE THE SAME SIZE AS 2 AND 3)  
5 SHAFT  
6 SUPPORT PLATFORM (ROTATABLE)  
7 TOWER  
8 TRANSMISSION LINES  
9 POWER CENTER

(57) Abstract: Disclosed are synchronous machines which comprise a permanent magnet excited axial field and a toroidal core winding (SPARK) and are used as novel types of generators having a specific, modular structure and arrangement in wind power stations. Said synchronous machines have the advantage of being provided with a simple design while more efficiently converting mechanical power into electric power.

(57) Zusammenfassung: Synchronmaschinen mit permanenterregtem Axialfeld und Ringkernwicklung (SPARK), als neuartige Generatortypen mit spezifischer, modularer Bauweise und Anordnung, werden in Windkraftanlagen verwendet mit dem Vorteil der einfachen Konstruktion und einer effizienteren Umwandlung von mechanischer in elektrische Energie.

WO 2004/042227 A1



SE, SK, TR), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

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, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, SK, TR), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG)

**Erklärungen gemäß Regel 4.17:**

— hinsichtlich der Berechtigung des Anmelders, ein Patent zu beantragen und zu erhalten (Regel 4.17 Ziffer ii) für die folgenden Bestimmungsstaaten 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, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, UZ, VN, YU, ZA, ZM, ZW, ARIPO-Patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD,

— Erfindererklärung (Regel 4.17 Ziffer iv) nur für US

**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.

## SYNCHRONMASCHINE MIT PERMANENTERREGTEM AXIALFELD IN WINDKRAFTANLAGE

**BESCHREIBUNG**

- 15 Vor allem Windkraftanlagen haben in den letzten zwei Dekaden im  
Bereiche der alternativen, bzw. erneuerbaren Energie einen enormen  
Auftrieb erfahren und eine Trendwende zeichnet sich auch in der  
nahen Zukunft nicht ab. Auch die Grössen der Anlagen mit Bezug auf  
die zu erbringende Leistung dürften noch nicht an die Grenzen  
20 gestossen sein. Während für die kleinen Leistungen  
Synchrongeneratoren verwendet werden, werden in der Regel für  
Anlagen im Leistungsbereich von mehr als 5 - 10 kW  
Asynchrongeneratoren eingesetzt mit dem Nachteil ihrer  
leistungsabhängigen Grösse und ihrer aufwändigen  
25 Regelungstechnik. Entsprechend ihren äusseren Dimensionen sind die  
Gondelgrössen zu bemessen, so dass am Ende ein Gebilde mit der  
Ausdehnung eines kleineren Einfamilienhauses zur Aufnahme von  
Generator und der Technik notwendig wird. Hinzu kommt, dass die  
Asynchrongeneratoren eine schlechtere Energiebilanz aufweisen und  
30 weniger verschleissfest sind als Synchrongeneratoren. Sie sind zudem  
auch anfälliger gegen Korrosion, z.B. salzhaltige Luft bei den Offshore-  
Anlagen.
- Bei den Synchrongeneratoren kann das Erregerfeld durch  
Elektromagnete oder durch Permanentmagnete erzeugt werden,  
35 wobei die permanent erregten Generatoren gegenüber den  
elektrisch erregten Magneten wiederum den Vorteil bieten, dass  
Schleifringe, Bürsten und Hilfswicklungen entfallen und sie aus diesem  
Grunde auch viel weniger Wartungsaufwand erfordern. Bei den  
konventionellen Permanentmagneten wirkt sich das grössere

- 40 Anlaufmoment (durch das „Zusammenkleben“ von den Polen der Magnete mit dem Anker) nachteilig auf. Auch bei diesen sind die extensiven Wicklungsköpfe an den Enden räumlich ungünstig, die ausserdem noch durch den zusätzlichen elektrischen Widerstand die Verluste vergrössern.
- 45 Bei einer neuartige Generation von permanent erregten Synchrongeneratoren handelt es sich um eine sog. SPARK (Synchronmaschine mit **p**ermanenterregtem **A**xialfeld und **R**ingkernwicklung). Die Permanentmagnete in der SPARK bestehen aus NdFeB und zeichnen sich durch eine hohe Energiedichte aus. Sie
- 50 haben zudem eine geringere (Material-)Dichte und sind weniger spröde als die üblichen SmCo-Magnete. Die generellen Vorteile der Verwendung von Synchronmaschinen mit permanenterregtem Axialfeld und Ringkernwicklung sind:
- a) die alternierende, axiale Anordnung von Rotoren und Statoren
  - 55 hintereinander auf einer Welle;
  - b) das Fehlen eines „Initialstosses“ zum Anlaufen des Rotors, so dass auch geringere Windstärken den Rotor in Drehung versetzen können;
  - c) das Fehlen eines periodisch variierenden Drehmomentes durch
  - 60 Fehlen des magnetischen Widerstandes, der bei konventionellen Generatoren durch die Dreiphasenwicklungen auftritt;
  - d) die durch das Fehlen der endständigen Wickelköpfe bestehende Möglichkeit die Anzahl von Rotoren und Statoren
  - 65 beliebig zu verändern, i.e. den Generator an die geforderte Leistung anzupassen, bzw.
  - e) eine beliebige Anzahl von SPARK-Einheiten seriell hintereinander zu schalten (modulare Bauweise), so dass eine Aufrüstung zu

70 grösserer Leistung durch Zuschaltung eines Moduls bei  
gleichzeitiger Verlängerung der Rotorblätter auch nachträglich  
möglich ist;

f) durch die Zuschaltung eines Moduls in Umkehrschaltung kann  
die Drehgeschwindigkeit der Generatorwelle auf einfache  
Weise konstant gehalten werden; dieses zugeschaltete Modul  
75 funktioniert so als Bremse;

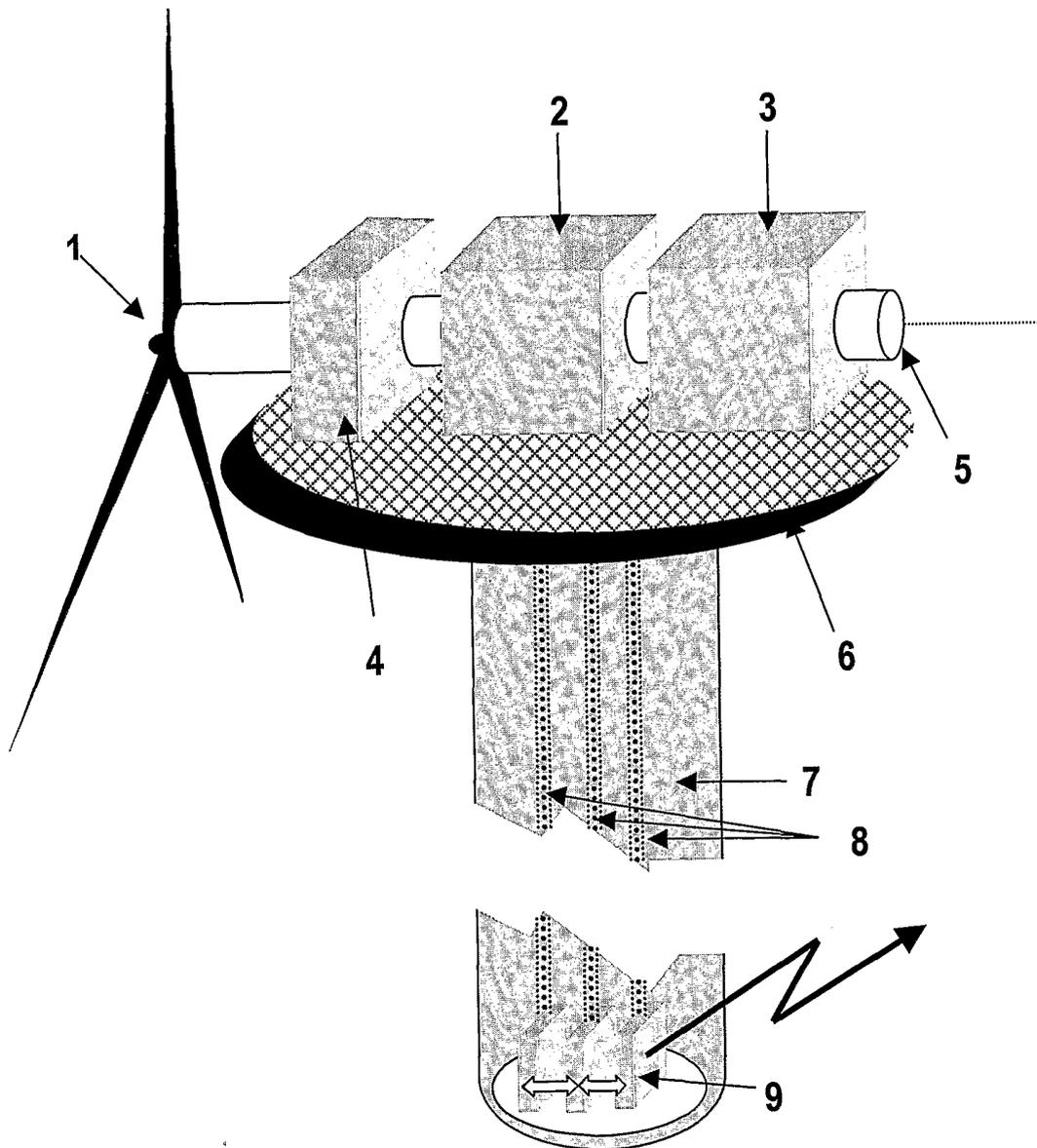
g) dass bei geeigneter Anordnung der Energiezusammenführung  
von den einzelnen Elemente (z.B. SPARK) durch einen  
einfachen Umrichter auch mehrere Element als Bremse genutzt  
werden können.

80 h) Windkraftanlagen, die mit Synchronmaschinen mit  
permanent-erregtem Axialfeld und Ringkernwicklung  
ausgestattet sind, sind zudem praktisch wartungsfrei, weil der  
Generatorteil ein in sich geschlossenes System darstellt.

Die Erfindung besteht in der Konstruktion von Windkraftanlagen, in  
85 welchen die Umwandlung von mechanischer Energie in elektrische  
Energie mittels einer (oder mehreren) Synchronmaschine(n) mit  
permanent-erregtem Axialfeld und Ringkernwicklung (SPARK) erfolgt,  
gemäss Figur 1. Die SPARK's (2,3 und 4) werden dabei als Einheiten  
(Module) gebaut, so dass die Welle (5) an einem Ende mit Nocken  
90 versehen ist und am anderen mit Nuten. Diese Einheiten werden auf  
der drehbaren Tragbühne (6) in einem Abstand hintereinander fixiert,  
so dass die durch klimatische oder betriebsabhängige  
Temperaturveränderungen bedingten Verlängerungen oder  
Verkürzungen der Welle (5) kompensiert werden. Der Rotor (1) wird mit  
95 der ersten Einheit (4) fest verbunden. Die Energieleitungen (8) werden  
von jedem einzelnen SPARK in die Energiezentrale (9) geleitet, in der  
auch die entsprechenden Steuerungen angebracht sind, die die  
Energie in der vom Anwender gewünschten Form verfügbar machen.



FIGUR 1



- 1 Rotor
- 2 Generator I (Modul, z.B. SPARK)
- 3 Generator II (Modul, z.B. SPARK)
- 4 Bremsgenerator (Modul, kann auch gleiche gross wie 2 und 3 sein)
- 5 Welle
- 6 Tragbühne (drehbar)
- 7 Turm
- 8 Energieleitungen
- 9 Energiezentrale

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/EP 02/12466

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
IPC 7 F03D9/00

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, WPI Data

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 01 07784 A (DEBLESER YVES ;JEUMONT IND (FR)) 1 February 2001 (2001-02-01) page 6, line 21 - line 33; figures -----	1-3
Y	EP 0 627 805 A (SECRETARY TRADE IND BRIT) 7 December 1994 (1994-12-07) abstract column 6, line 38 - line 41 column 2, line 29 - line 20 column 4, line 5 - line 9; figure 2 -----	1-3
Y	DE 196 52 673 A (JENSEN MARTEN DIPL ING) 25 June 1998 (1998-06-25) abstract; figures -----	1-3
A	EP 0 486 765 A (MROZ FRANZ) 27 May 1992 (1992-05-27) abstract; figures -----	3

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  
  
**30 June 2003**

Date of mailing of the international search report  
  
**07/07/2003**

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  
  
**Criado Jimenez, F**

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 02/12466

Patent document cited in search report	A	Publication date		Patent family member(s)	Publication date
WO 0107784	A	01-02-2001	FR	2796671 A1	26-01-2001
			CA	2344221 A1	01-02-2001
			EP	1115977 A1	18-07-2001
			WO	0107784 A1	01-02-2001
			JP	2003505647 T	12-02-2003
			US	6504260 B1	07-01-2003
EP 0627805	A	07-12-1994	CA	2124660 A1	04-12-1994
			DE	69401241 D1	06-02-1997
			DE	69401241 T2	22-05-1997
			DK	627805 T3	20-01-1997
			EP	0627805 A2	07-12-1994
			ES	2095718 T3	16-02-1997
			GB	2278738 A ,B	07-12-1994
			JP	7075311 A	17-03-1995
			US	5844341 A	01-12-1998
			DE 19652673	A	25-06-1998
DE	29623937 U1	21-09-2000			
EP 0486765	A	27-05-1992	DE	9015887 U1	18-04-1991
			DE	59103281 D1	24-11-1994
			DK	486765 T3	10-04-1995
			EP	0486765 A1	27-05-1992

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 02/12466

**A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES**  
 IPK 7 F03D9/00

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

**B. RECHERCHIERTER 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, WPI Data

**C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN**

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	WO 01 07784 A (DEBLESER YVES ; JEUMONT IND (FR)) 1. Februar 2001 (2001-02-01) Seite 6, Zeile 21 - Zeile 33; Abbildungen	1-3
Y	EP 0 627 805 A (SECRETARY TRADE IND BRIT) 7. Dezember 1994 (1994-12-07) Zusammenfassung Spalte 6, Zeile 38 - Zeile 41 Spalte 2, Zeile 29 - Zeile 20 Spalte 4, Zeile 5 - Zeile 9; Abbildung 2	1-3
Y	DE 196 52 673 A (JENSEN MARTEN DIPL ING) 25. Juni 1998 (1998-06-25) Zusammenfassung; Abbildungen	1-3
A	EP 0 486 765 A (MROZ FRANZ) 27. Mai 1992 (1992-05-27) Zusammenfassung; Abbildungen	3

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

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

30. Juni 2003

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

07/07/2003

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

Criado Jimenez, F

# INTERNATIONALE RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 02/12466

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 0107784	A	01-02-2001	FR 2796671 A1	26-01-2001
			CA 2344221 A1	01-02-2001
			EP 1115977 A1	18-07-2001
			WO 0107784 A1	01-02-2001
			JP 2003505647 T	12-02-2003
			US 6504260 B1	07-01-2003
			-----	
EP 0627805	A	07-12-1994	CA 2124660 A1	04-12-1994
			DE 69401241 D1	06-02-1997
			DE 69401241 T2	22-05-1997
			DK 627805 T3	20-01-1997
			EP 0627805 A2	07-12-1994
			ES 2095718 T3	16-02-1997
			GB 2278738 A ,B	07-12-1994
			JP 7075311 A	17-03-1995
			US 5844341 A	01-12-1998
			-----	
DE 19652673	A	25-06-1998	DE 19652673 A1	25-06-1998
			DE 29623937 U1	21-09-2000
-----				
EP 0486765	A	27-05-1992	DE 9015887 U1	18-04-1991
			DE 59103281 D1	24-11-1994
			DK 486765 T3	10-04-1995
			EP 0486765 A1	27-05-1992
-----				