(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
17. Juni 2004 (17.06.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2004/051079 A1

(51) Internationale Patentklassifikation[7]: F03B 17/06

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2003/012731

(22) Internationales Anmeldedatum:
14. November 2003 (14.11.2003)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
102 56 864.2 5. Dezember 2002 (05.12.2002) DE

(71) Anmelder und
(72) Erfinder: **BUTTLER, Ernst** [DE/DE]; Heriburgstrasse 10a, 48157 Münster (DE).

(74) Anwalt: **HONKE, Manfred**; Andrejewski, Honke & Sozien, Theaterplatz 3, 45127 Essen (DE).

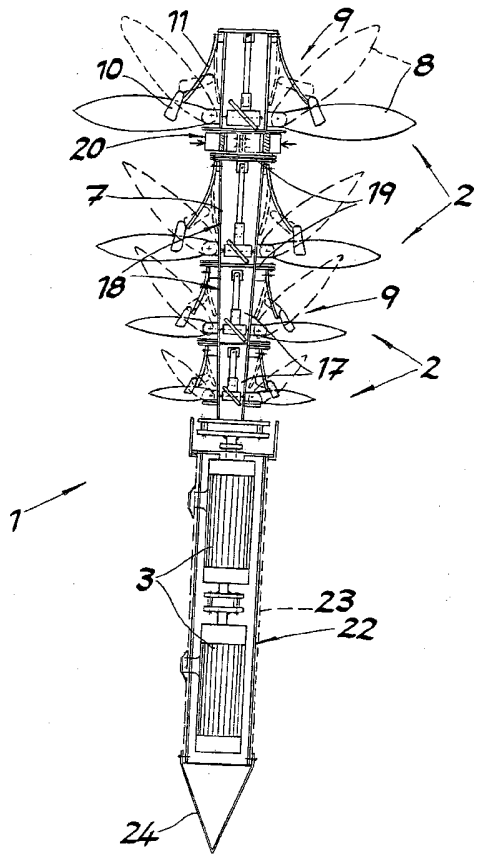
(81) Bestimmungsstaaten *(national)*: AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten *(regional)*: ARIPO-Patent (BW, 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,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: SUBMERGED RUN OF RIVER TURBINE

(54) Bezeichnung: UNTERWASSER ANGEORDNETE LAUFKRAFTTURBINE



(57) **Abstract:** The invention relates to a hydraulic power plant transforming hydraulic energy of a water flow by means of a hydraulic turbine. The inventive hydraulic turbine comprises a rotor, a generator and a float and is anchored in such a way that the rotor thereof is oriented in a direction of flow. In addition, said hydraulic turbine is floating under water surface and the float thereof is impinged upon by a gaseous medium or can be submerged.

(57) **Zusammenfassung:** Es handelt sich um eine Wasserkraftanlage zum Erzeugen von elektrischer Energie unter Umwandlung von Strömungsenergie eines strömenden Gewässers mittels einer Strömungsmaschine mit Rotor, Generator und Schwimmkörper. Die Strömungsmaschine ist verankert und der Rotor in Strömungsrichtung ausgerichtet. Ferner ist die Strömungsmaschine unterhalb der Gewässeroberfläche im Schwebezustand gehalten und ihr Schwimmkörper wahlweise mit einem gasförmigen Medium beaufschlagbar oder flutbar.

WO 2004/051079 A1

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*

— *mit geänderten Ansprüchen*

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.

Wasserkraftanlage

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Wasserkraftanlage zum Erzeugen von elektrischer Energie unter Umwandlung von Strömungsenergie eines strömenden Gewässers, mittels einer Strömungsmaschine mit zumindest

einem Rotor,
einem von dem Rotor angetriebenen Generator und
einem Schwimmkörper für die Strömungsmaschine,

wobei die Strömungsmaschine ortsfest verankert und der Rotor in Strömungsrichtung des Gewässers ausgerichtet ist. - Im Rahmen der Erfindung meint Rotor Schaufel- und Flügelräder sowie Propeller, Mehrflügler oder dergleichen. Als strömende Gewässer sind insbesondere Meeresströmungen und Flüsse verfügbar.

Anders als Windkraftanlagen, welche die Strömungsenergie des Windes in elektrische Energie umwandeln und bei Windstille Stillstandzeiten in Kauf nehmen müssen, können Wasserkraftanlagen ununterbrochen elektrische Energie erzeugen, weil sich strömende Gewässer in ständiger Bewegung befinden. Es sind Wasserkraftanlagen der eingangs beschriebenen Ausführungsform bekannt, die eine an der Wasseroberfläche schwimmende Strömungsmaschine aufweisen. Das ist einerseits in ästhetischer Hinsicht unbefriedigend, weil das Landschaftsbild gestört wird, andererseits muss eine reduzierte Energieumwandlung in Kauf genommen werden, weil der Rotor in der Ausführungsform als regelmäßig Schaufelrad nur teilweise in das strömende Gewässer

eintaucht und angetrieben wird (vgl. DE 41 12 730 C2). Man kennt allerdings auch Strömungsmaschinen zum Einsatz in Unterwasserkraftwerken, bei denen Schaufelräder auf einem Gerüst angeordnet sind und das Gerüst auf einem Fundament im Gewässerboden aufgestellt ist. Bei derartigen Ausführungsformen ist das Niederbringen des Fundamentes aufwändig und eine hinreichende Verankerung des Gerüstes auf dem Fundament kaum gewährleistet, sodass eine hinreichende Ausrichtung der Schaufelräder in Strömungsrichtung kaum gewährleistet ist (vgl. DE 200 11 874 U1). Bei einer anderen Unterwasser-Strömungsmaschine zur Energiegewinnung ist die Laufachse des Rotors am unteren Ende mit einem Zapfen in einem Lager drehbar gelagert. Dieses Lager befindet sich in einem mehrteiligen Fundament, dessen einzelne Fundamentteile zum Einsatzort geschwommen und dort mit Taucherhilfe am Gewässerboden zusammengebaut werden müssen (vgl. DE 299 00 124 U1).

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Wasserkraftanlage der eingangs beschriebenen Ausführungsform zu schaffen, deren Strömungsmaschine im Einsatz nicht sichtbar ist, eine kurzfristige Installation ermöglicht und sich darüber hinaus durch eine in montagetechnischer und wartungstechnischer Hinsicht einfache Bauweise auszeichnet.

Diese Aufgabe löst die Erfindung bei einer gattungsgemäßen Wasserkraftanlage dadurch, dass die Strömungsmaschine unterhalb der Gewässeroberfläche im Schwebezustand gehalten und dass dazu der Schwimmkörper wahlweise mit einem gasförmigen Medium wie beispielsweise Druckluft beaufschlagbar und gegebenenfalls mit Wasser flutbar ist. -

Diese Maßnahmen der Erfindung haben zunächst einmal zur Folge, dass die Strömungsmaschine im Einsatz nicht sichtbar ist und folglich in ästhetischer Hinsicht allen Anforderungen genügt, weil das Landschaftsbild erhalten bleibt. Darüber hinaus ist gewährleistet, dass sich der Rotor stets über seinen gesamten Umfang in strömendem Gewässer befindet und folglich eine optimale Umwandlung von Strömungsenergie in elektrische Energie erreicht wird. Ferner lässt sich eine in konstruktiver Hinsicht verhältnismäßig einfache Bauweise verwirklichen, die einen kurzfristigen Einsatz und eine einfache Montage gewährleistet. Auch Wartungs- und Reparaturarbeiten lassen sich unschwer durchführen, weil die Strömungsmaschine durch Beaufschlagung mit einem gasförmigen Medium wie z. B. Druckluftbeaufschlagung des Schwimmkörpers an die Gewässeroberfläche gehoben werden kann. Tatsächlich lässt sich der Hebe- und Senkvorgang der Strömungsmaschine über eine Druckluftleitung durch Luftzufuhr steuern, gegebenenfalls auch im Wege des Flutens. Auch ein Absenken der Strömungsmaschine auf den Grund des Gewässers ist möglich.

Weitere erfindungswesentliche Merkmale sind im Folgenden aufgeführt. So lehrt die Erfindung, dass der Rotor auf einer in Strömungsrichtung des Gewässers ausgerichteten Rotorachse gelagert ist und seine Rotorblätter mittels eines Verstellmechanismus in oder gegen die Strömungsrichtung verstellbar sind, um beispielsweise eine Leistungsminderung bei einem ein vorgegebenes Maß übersteigenden Strömungsdruck zu verhindern. Das gelingt durch gleichsam eine Fahnenstellung der Rotorblätter und folglich Reduzierung der Anströmflächen. - Weiter sieht die

Erfindung vor, dass die Rotorachse als Hohlachse ausgebildet ist und den Schwimmkörper bildet. Eine solche Hohlachse zeichnet sich durch hohe Biegesteifigkeit aus und unterstützt die Ausrichtung des Rotors in Strömungsrichtung des fließenden Gewässers. Erfindungsgemäß sind die Rotorblätter des auf der Rotorachse drehfest gelagerten Rotors in Strömungsrichtung abschwenkbar und mittels Federbeaufschlagung gegen den Strömungsdruck aufrecht gehalten und werden bei Überschreiten des Strömungsdruckes um ein vorgegebenes Maß sukzessive in Strömungsrichtung unter Verkleinerung der Anströmfläche abgeschwenkt. Insoweit wird ein verhältnismäßig einfacher und funktionsgerechter Verstellmechanismus für die Rotorblätter erreicht. Das gilt insbesondere dann, wenn die Rotorblätter auf ihrer strömungsabgewandten Seite mittels Stütznasen gegen aufgespreizte Blattfedern abgestützt sind, die über den Umfang der Rotorachse verteilt und auf der Rotorachse befestigt sind. Die Federkraft dieser Blattfedern definiert jenen Strömungsdruck, bei dem die Rotorblätter aufrecht gehalten werden. Erst wenn der Strömungsdruck die Federkraft der Blattfedern überschreitet, werden die Rotorblätter in gleichsam Fahnenstellung abgeschwenkt.

Nach einer anderen Ausführungsform der Erfindung ist auf der Rotorachse ein Widerlager angeordnet, wobei an den Rotorblättern Lenkhebel angelenkt sind und die Lenkhebel an einem auf der Rotorachse in Achslängsrichtung verschiebbaren Lagerring angelenkt sind und wobei ferner zwischen dem Widerlager und dem Lagerring eine die Rotorachse umgebende Druckfeder in der Ausführungsform einer wendelförmigen Feder angeordnet ist, welche die Rotorblätter über

die Lenkhebel und gegen die Strömungsrichtung des Gewässers beaufschlagt. In diesem Fall werden die Rotorblätter abgeschwenkt, wenn der wirksame Strömungsdruck die Federkraft der Druckfeder übersteigt. Die Rotorachse kann als zumindest am vorderen und hinteren Achsende Spindelachse ausgebildet sein, wobei das Widerlager und/oder das Lager für die Rotorblätter als auf der Spindelachse verstellbare und arretierbare Spindelmuttern ausgebildet sind, um die Druckfeder um ein vorgegebenes Maß vorspannen bzw. den Federdruck variieren zu können. Nach einer abgewandelten Ausführungsform der Erfindung ist zwischen dem Lagerring und dem Lager für die Rotorblätter eine die Spindelachse umgebende schraubenwendelförmige Druckfeder oder Zugfeder angeordnet, wobei der Lagerring sowie das Lager für die Rotorblätter als Spindelmuttern ausgebildet sind. In diesem Fall hängt es von der Strömungsrichtung und folglich Beaufschlagung der Rotorblätter aus der einen oder anderen Richtung ab, ob die zwischen dem Lagerring und dem Lager für die Rotorblätter angeordnete Feder als Druckfeder oder Zugfeder arbeitet.

Weiter lehrt die Erfindung, dass auf der Rotorachse eine Mehrzahl von Rotoren mit jeweils Verstellmechanismus in vorgegebenen Abständen angeordnet ist. Bei dieser Ausführungsform wird der Strömungsdruck aus dem fließenden Gewässer auf eine Mehrzahl von Rotorblättern verteilt, sodass selbst geringe Fließgeschwindigkeiten eine hinreichende Energieumwandlung ermöglichen. Zugleich wird eine Reduzierung des Strömungsdruckes durch seine Verteilung auf die einzelnen Rotorblätter erreicht. Das gilt insbesondere dann, wenn die Außendurchmesser der Rotoren bzw. ihrer

Rotorblätter in Strömungsrichtung des Gewässers um eine vorgegebene Abstufung zunehmen und die vorgeordneten Rotoren übersteigen.

Vorzugsweise ist die Rotorachse als sich in Strömungsrichtung des Gewässers konisch erweiternde Hohlachse ausgebildet und zeichnet sich dadurch nicht nur durch eine strömungsgünstige Konstruktion aus, sondern reduziert zugleich auch die am angeflanschten Generator angreifenden Beanspruchungen und insbesondere Biegekräfte. Die Hohlachse ist zweckmäßigerweise aus Hohlkammern bildenden Achsabschnitten mit jeweils einem Rotor aufgebaut und verlängerbar, wobei die Achsabschnitte mittels gasdichter bzw. luftdichter und wasserdichter Flanschverbindungen aneinander anschließbar sind. Dadurch lässt sich die Rotorachse mit hinreichender Stabilität und Schwimmfähigkeit wahlweise verlängern. In diesem Zusammenhang besteht auch die Möglichkeit, die Rotorachse in vorgegebenen Abständen mittels Führungslager abzustützen. Ferner kann das in Strömungsrichtung hintere Ende der Rotorachse ein Leitwerk aufweisen, sodass einwandfreie Ausrichtung der Rotorachse und der darauf befindlichen Rotoren gewährleistet ist.

Der Generator kann in einem wasserdichten Gehäuse, z. B. Gehäuse aus Halbschalen wie Rohrhälften mit außenseitigen Kühlrippen angeordnet sein, welche vorzugsweise in Gehäuselängsrichtung und folglich Strömungsrichtung verlaufen. Es besteht ferner die Möglichkeit, dass mehrere Generatoren in Reihe hintereinander angeordnet und aneinander sowie an die Rotorachse angeschlossen sind, um eine optimale Energieumwandlung in elektrischen Strom zu erzielen. Aus

strömungstechnischen Gründen kann an das Gehäuse anströmseitig ein hohler Strömungskegel angeflanscht sein, der überdies auch im Generatorbereich für Auftrieb sorgt. Denn der Schwimmkörper ist vorzugsweise von der Hohlachse, gegebenenfalls dem Gehäuse und dem Strömungskegel gebildet. Nach einer anderen Ausführungsform der Erfindung ist der Schwimmkörper von einem Rahmengestell mit Hohlträgern und/oder Kästen für eine oder mehrere Strömungsmaschinen gebildet. Außerdem können an den flutbaren Schwimmkörper eine oder mehrere Gas- oder Druckluftleitungen angeschlossen sein. Endlich sieht die Erfindung vor, dass mehrere Strömungsmaschinen in Reihe nebeneinander und/oder in versetzter Anordnung hintereinander angeordnet und gegebenenfalls mittels flexibler oder elastischer Verbindungsmittel aneinander angeschlossen sind, um gleichsam ein Kraftwerk zu verwirklichen. Die Strömungsmaschine bzw. -maschinen sind mittels Ketten, Trosse oder dergleichen am Ufer oder Grund des Gewässers verankert, sodass im letzteren Fall auch die Verankerung unsichtbar bleibt.

Im Folgenden wird die Erfindung anhand einer lediglich ein Ausführungsbeispiel darstellenden Zeichnung näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine erfindungsgemäße Strömungsmaschine in schematischer Seitenansicht,

Fig. 2 den Gegenstand nach Fig. 1 in Frontansicht,

Fig. 3 eine erfindungsgemäße Wasserkraftanlage mit mehreren in Reihe nebeneinander angeordneten Strömungsmaschinen in Frontansicht,

Fig. 4 einen Ausschnitt aus dem Gegenstand nach Fig. 1 mit in Generatorrichtung abschwenkbaren Rotorblättern,

Fig. 5 den Gegenstand nach Fig. 4 mit in entgegengesetzter Richtung abschwenkbaren Rotorblättern,

Fig. 6 eine abgewandelte Ausführungsform des Gegenstandes nach Fig. 1 mit einem in einem Gehäuse untergebrachten Generator,

Fig. 7 eine abgewandelte Ausführungsform des Gegenstandes nach Fig. 6,

Fig. 8 eine weiter abgewandelte Ausführungsform des Gegenstandes nach Fig. 1,

Fig. 9 eine abgewandelte Ausführungsform des Gegenstandes nach Fig. 8,

Fig. 10 eine weiter abgewandelte Ausführungsform des Gegenstandes nach Fig. 7 und

Fig. 11 ausschnittsweise eine Draufsicht auf den Gegenstand nach Fig. 3.

In den Figuren ist eine Wasserkraftanlage zum Erzeugen von elektrischer Energie bzw. elektrischem Strom unter Umwandlung von Strömungsenergie eines strömenden Gewässers dargestellt. Diese Wasserkraftanlage weist zumindest eine Strömungsmaschine 1 mit zumindest einem Rotor 2, einen von dem Rotor 2 angetriebenen Generator 3 und einen Schwimmkörper 4 für die Strömungsmaschine 1 auf, wobei die Strömungsmaschine 1 ortsfest, z. B. an uferseitigen und/oder wassergrundseitigen Festpunkten 5 derart verankert ist, dass der Rotor 2 in Strömungsrichtung des Gewässers ausgerichtet ist. Die Strömungsmaschine 1 ist unterhalb der Gewässeroberfläche 6 in einem Schwebezustand gehalten. Dazu ist der Schwimmkörper 4 wahlweise mit Druckluft oder einem anderen gasförmigen Medium beaufschlagbar und gegebenenfalls mit Wasser flutbar. Die dazu erforderlichen Ventil- und Steuereinrichtungen sind nicht dargestellt.

Der Rotor 2 ist auf einer in Strömungsrichtung des Gewässers ausgerichteten Rotorachse 7 gelagert. Seine Rotorblätter 8 sind mittels eines Verstellmechanismus 9 in oder gegen die Strömungsrichtung verstellbar. Außerdem können die Rotorblätter 8 zur Veränderung ihres Anstellwinkels um ihre Längsachse verstellbar sein. Bei einigen Ausführungsformen ist die Rotorachse 7 als Hohlachse ausgebildet, die zugleich den Schwimmkörper 4 bildet. Die Rotorblätter 8 des auf der Rotorachse 7 drehfest gelagerten Rotors 2 sind in Strömungsrichtung abschwenkbar und mittels Federbeaufschlagung gegen den Strömungsdruck aufrecht gehalten. Bei Überschreiten des Strömungsdruckes um ein vorgegebenes Maß werden die Rotorblätter 8 sukzessive in Strömungsrichtung unter

Verkleinerung der Anströmfläche in gleichsam Fahnenstellung abgeschwenkt. Das ist gestrichelt angedeutet. Im Einzelnen sind die Rotorblätter 8 auf ihrer strömungsabgewandten Seite mittels Stütznasen 10 gegen aufgespreizte Blattfedern 11 abgestützt, die über den Umfang der Rotorachse 7 verteilt und auf der Rotorachse 7 befestigt sind.

Bei einer anderen Ausführungsform ist auf der Rotorachse 7 ein Widerlager 12 angeordnet. Ferner sind an den Rotorblättern 8 Lenkhebel 13 angelenkt, die ebenfalls an einem auf der Rotorachse 7 in Achslängsrichtung verschiebbaren Lagerring 14 angelenkt sind. Zwischen dem Widerlager 12 und dem Lagerring 14 ist eine die Rotorachse 7 umgebende Druckfeder 15 angeordnet, welche die Rotorblätter 8 über die Lenkhebel 13 gegen die Strömungsrichtung des Gewässers beaufschlagt. Die Rotorachse 7 kann zumindest am vorderen und hinteren Achsende als Spindelachse 7a, 7b ausgebildet sein, wobei das Widerlager 12 und/oder das Lager 16 für die Rotorblätter 8 als auf der Spindelachse 7a, 7b verstellbare und arretierbare Spindelmuttern ausgebildet sind. - Bei einer abgewandelten Ausführungsform ist zwischen dem Lagerring 14 und dem Lager 16 für die Rotorblätter 8 eine die Spindelachse 7 umgebende schraubenwendelförmige Druckfeder 15' angeordnet, die in Abhängigkeit von der Strömungsrichtung auch als Zugfeder arbeiten kann. Der Lagerring 14 sowie das Lager 16 für die Rotorblätter 8 sind als Spindelmuttern ausgebildet.

Auf der Rotorachse 7 kann eine Mehrzahl von Rotoren 2 mit jeweils Verstellmechanismus 9 in vorgegebenen Abständen angeordnet sein. In diesem Fall nehmen die Außendurchmesser

der Rotoren 2 bzw. ihrer Rotorblätter 8 in Strömungsrichtung des Gewässers um eine vorgegebene Abstufung zu und übersteigen die vorgeordneten Rotoren, wodurch gleichsam ein angedeuteter Strömungskegel gebildet wird. Bei dieser Ausführungsform empfiehlt sich eine Ausbildung der Rotorachse 7 als sich in Strömungsrichtung des Gewässers konisch erweiternde Hohlachse, die mit ihrem verjüngten Ende an einen Generator 3 angeschlossen ist. Die Hohlachse kann aus Hohlkammern 17 bildenden Achsabschnitten 18 mit jeweils einem Rotor 2 und Verstellmechanismus 9 aufgebaut sein und folglich um eine Mehrzahl von Achsabschnitten 18 verlängerbar sein. Dazu sind die Achsabschnitte 18 mittels gas- bzw. luftdichter und wasserdichter Flanschverbindungen 19 aneinander anschließbar. Im Übrigen besteht die Möglichkeit, die Rotorachse 7 in vorgegebenen Abständen mittels Führungslager 20 abzustützen. - Bei einer Ausführungsform weist das in Strömungsrichtung hintere Ende der Rotorachse 7 ein Leitwerk 21 auf, wodurch die Ausrichtung der Strömungsmaschine 1 in Strömungsrichtung stabilisiert wird.

Der Generator 3 kann in einem Gehäuse 22, z. B. aus Halbschalen bestehenden Gehäuse mit außenseitigen Kühlrippen 23 angeordnet sein. Es besteht auch die Möglichkeit, mehrere Generatoren 3 in Reihe hintereinander anzuordnen und aneinander sowie an die Rotorachse 7 anzuschließen. Auch in diesem Fall können die Generatoren 3 eingehaust sein. Vorzugsweise ist anströmseitig an das Gehäuse 22 ein hohler Strömungskegel 24 angeflanscht.

Bei einer Ausführungsform ist der Schwimmkörper 4 von der Hohlachse 7, gegebenenfalls dem Gehäuse 22 und dem Strömungskegel 24 gebildet. Bei einer anderen Ausführungsform ist der Schwimmkörper 4 von einem Rahmengestell 25 mit Hohlträgern 26 und/oder Kästen für eine oder mehrere Strömungsmaschinen 1 gebildet. Dieses Rahmengestell 25 kann zum Aufsetzen mit Kufen 27 bestückt sein.

An den flutbaren Schwimmkörper 4 sind eine oder mehrere Druckluftleitungen 28 angeschlossen. Zur Verwirklichung eines Wasserkraftwerkes können mehrere Strömungsmaschinen 1 in Reihe nebeneinander und/oder in versetzter Anordnung hintereinander angeordnet und gegebenenfalls mittels flexibler oder biegeelastischer Verbindungsmittel 29 aneinander angeschlossen sein. - Die Strömungsmaschine oder -maschinen 1 sind mittels Ketten, Trosse 30 oder dergleichen am Ufer 31 und/oder Grund 32 des Gewässers in Festpunkten 5 verankert. Bei einer Verankerung am Grund 32 des Gewässers kann man unter Verzicht auf ein aufwendiges Fundament einen Schlag- oder Bohrpfahl 33 einbringen.

Patentansprüche:

1. Wasserkraftanlage zum Erzeugen von elektrischer Energie unter Umwandlung von Strömungsenergie eines strömenden Gewässers, mittels einer Strömungsmaschine mit zumindest

- einem Rotor,

- einem von dem Rotor angetriebenen Generator und

- einem Schwimmkörper für die Strömungsmaschine,

wobei die Strömungsmaschine ortsfest verankert und der Rotor in Strömungsrichtung des Gewässers ausgerichtet ist, dadurch gekennzeichnet, dass die Strömungsmaschine (1) unterhalb der Gewässeroberfläche im Schwebezustand gehalten und dass dazu der Schwimmkörper (4) wahlweise mit einem gasförmigen Medium z. B. Druckluft beaufschlagbar und gegebenenfalls mit Wasser flutbar ist.

2. Wasserkraftanlage nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Rotor (2) auf einer in Strömungsrichtung des Gewässers ausgerichteten Rotorachse (7) gelagert ist und seine Rotorblätter (8) mittels eines Verstellmechanismus (9) in oder gegen die Strömungsrichtung verstellbar sind.

3. Wasserkraftanlage nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Rotorachse (7) als Hohlachse ausgebildet ist und den Schwimmkörper (4) bildet.

4. Wasserkraftanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Rotorblätter (8) des auf der Rotorachse (7) drehfest gelagerten Rotors (2) in Strömungsrichtung abschwenkbar sind und mittels Federbeaufschlagung gegen den Strömungsdruck aufrecht gehalten sind und bei Überschreiten des Strömungsdruckes um ein vorgegebenes Maß sukzessive in Strömungsrichtung unter Verkleinerung der Anströmfläche abgeschwenkt werden.

5. Wasserkraftanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Rotorblätter (8) auf ihrer strömungsabgewandten Seite mittels Stütznasen (10) gegen aufgespreizte Blattfedern (11) abgestützt sind, die über den Umfang der Rotorachse (7) verteilt und auf der Rotorachse (7) befestigt sind.

6. Wasserkraftanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass auf der Rotorachse (7) ein Widerlager (12) angeordnet ist, dass an den Rotorblättern (8) Lenkhebel (13) angelenkt sind, dass die Lenkhebel (13) an einem auf der Rotorachse (7) in Achslängsrichtung verschiebbaren Lagerring (14) angelenkt sind, und dass zwischen dem Widerlager (12) und dem Lagering (14) eine die Rotorachse (7) umgebende Druckfeder (15) angeordnet ist, welche die Rotorblätter (8) über die Lenkhebel (13) und gegen die Strömungsrichtung des Gewässers beaufschlagt.

7. Wasserkraftanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 4 oder 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Rotorachse (7) zumindest am vorderen und hinteren Achsende als Spindelachse (7a, 7b) ausgebildet ist, und dass das

Widerlager (12) und/oder das Lager (16) für die Rotorblätter (8) als auf der Spindelachse (7a, 7b) verstellbare und arretierbare Spindelmuttern ausgebildet sind.

8. Wasserkraftanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 4 oder 6, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen dem Lagerring (14) und dem Lager (16) für die Rotorblätter (8) eine die Spindelachse (7) umgebende Druckfeder (15') oder Zugfeder angeordnet ist und der Lagerring (14) sowie das Lager (16) für die Rotorblätter (8) als Spindelmuttern ausgebildet sind.

9. Wasserkraftanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass auf der Rotorachse (7) in vorgegebenen Abständen eine Mehrzahl von Rotoren (2) mit jeweils Verstellmechanismus (9) angeordnet ist.

10. Wasserkraftanlage nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Außendurchmesser der Rotoren (2) bzw. ihrer Rotorblätter (8) in Strömungsrichtung des Gewässers um eine vorgegebene Abstufung zunehmen und die jeweils vorgeordneten Rotoren (2) übersteigen.

11. Wasserkraftanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Rotorachse (7) als sich in Strömungsrichtung des Gewässers konisch erweiternde Hohlachse ausgebildet ist.

12. Wasserkraftanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Hohlachse (7) aus

Hohlkammern (17) bildenden Achsabschnitten (18) mit jeweils einem Rotor (2) und Verstellmechanismus (9) aufgebaut und um weitere Achsabschnitte (18) verlängerbar ist, wobei die Achsabschnitte (18) mittels gas- bzw. luftdichter und wasserdichter Flanschverbindungen (19) aneinander anschließbar sind.

13. Wasserkraftanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Rotorachse (7) in vorgegebenen Abständen mittels Führungslager (20) abgestützt ist.

14. Wasserkraftanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass das in Strömungsrichtung hintere Ende der Rotorachse (7) ein Leitwerk (21) aufweist.

15. Wasserkraftanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass der Generator (3) in einem Gehäuse (22), z. B. aus Halbschalen gebildeten Gehäuse mit außenseitigen Kühlrippen (23) angeordnet ist.

16. Wasserkraftanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass mehrere Generatoren (3) in Reihe hintereinander angeordnet und gekuppelt sowie an die Rotorachse (7) angeschlossen sind.

17. Wasserkraftanlage nach Anspruch 15 oder 16, dadurch gekennzeichnet, dass an dem Gehäuse (22) anströmseitig ein hohler Strömungskegel (24) angeflanscht ist.

18. Wasserkraftanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 17, dadurch gekennzeichnet, dass der Schwimmkörper (4) von der Hohlachse (7), gegebenenfalls dem Gehäuse (22) und dem Strömungskegel (24) gebildet ist.

19. Wasserkraftanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 17, dadurch gekennzeichnet, dass der Schwimmkörper (4) von einem Rahmengestell (25) mit Hohlträgern (26) und/oder Kästen und gegebenenfalls Kufen (27) für eine oder mehrere Strömungsmaschinen (1) gebildet ist.

20. Wasserkraftanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 19, dadurch gekennzeichnet, dass an den flutbaren Schwimmkörper (4) eine oder mehrere Gas- oder Druckluftleitungen (28) angeschlossen sind.

21. Wasserkraftanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 20, dadurch gekennzeichnet, dass mehrere Strömungsmaschinen (1) in Reihe nebeneinander und/oder in versetzter Anordnung hintereinander und/oder übereinander angeordnet und gegebenenfalls mittels flexibler oder biegeelastischer Verbindungsmittel (29) aneinander angeschlossen sind.

22. Wasserkraftanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 21, dadurch gekennzeichnet, dass die Strömungsmaschine(n) (1) mittels Ketten, Trosse (30) oder dergleichen am Ufer (31) und/oder Grund (32) des Gewässers in Festpunkten (5) verankert sind.

GEÄNDERTE ANSPRÜCHE

[beim Internationalen Büro am 13 April 2004 (13.04.04) eingegangen, ursprüngliche Ansprüche 1 - 3 durch neuer Anspruch 1 ersetzt]

1. Wasserkraftanlage zum Erzeugen von elektrischer Energie unter Unwandlung von Strömungsenergie eines strömenden Gewässers, mittels einer Strömungsmaschine (1) mit zumindest

- einem Rotor (2),
- einem von dem Rotor (2) angetriebenen Generator (3) und
- einem Schwimmkörper (4) für die Strömungsmaschine (1),

wobei

a) die Strömungsmaschine (1) ortsfest verankert und der Rotor (2) in Strömungsrichtung des Gewässers ausgerichtet ist,

b) die Strömungsmaschine (1) unterhalb der Gewässeroberfläche im Schwebezustand gehalten ist,

c) dazu der Schwimmkörper (4) wahlweise mit einem gasförmigen Medium z. B. Druckluft beaufschlagbar und gegebenenfalls mit Wasser flutbar ist,

d) der Rotor (2) auf einer in Strömungsrichtung des Gewässers ausgerichteten Rotorachse (7) gelagert ist,

e) die Rotorblätter (8) des Rotors (2) mittels eines Verstellmechanismus (9) in oder gegen die Strömungsrichtung verstellbar sind und

f) die Rotorachse (7) als Hohlachse ausgebildet ist und den Schwimmkörper (4) bildet.

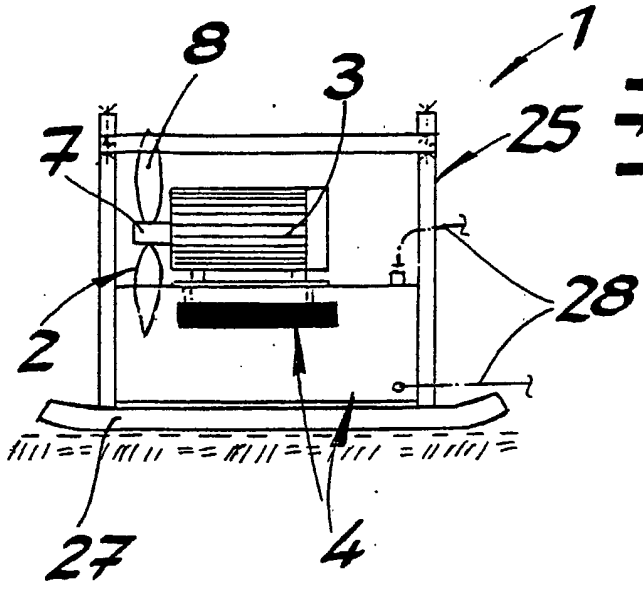


Fig.1

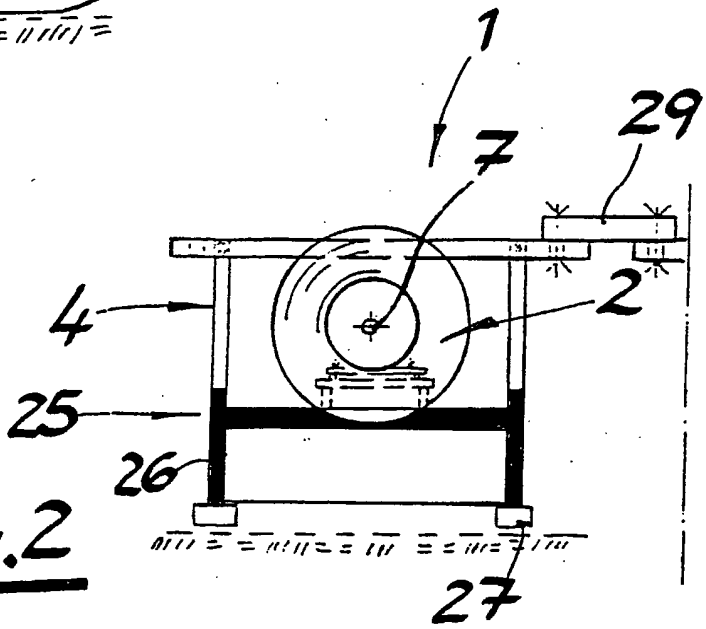


Fig.2

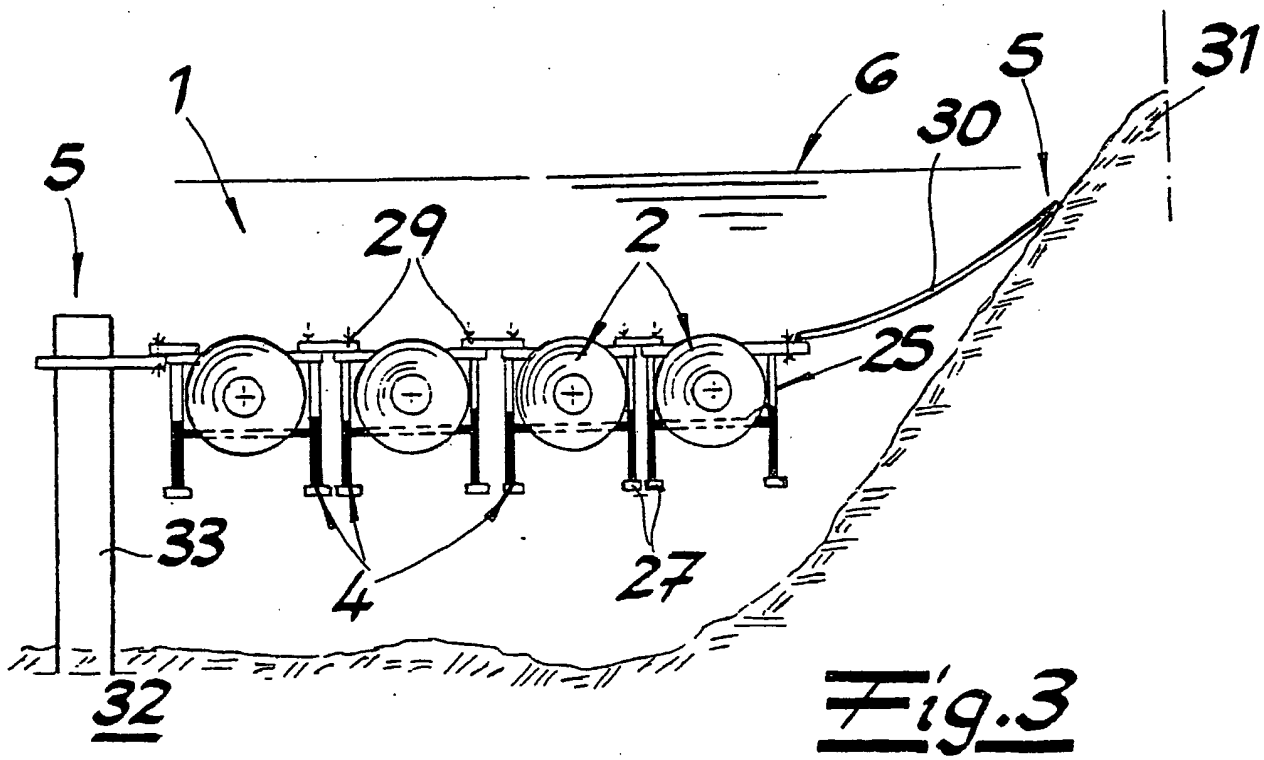
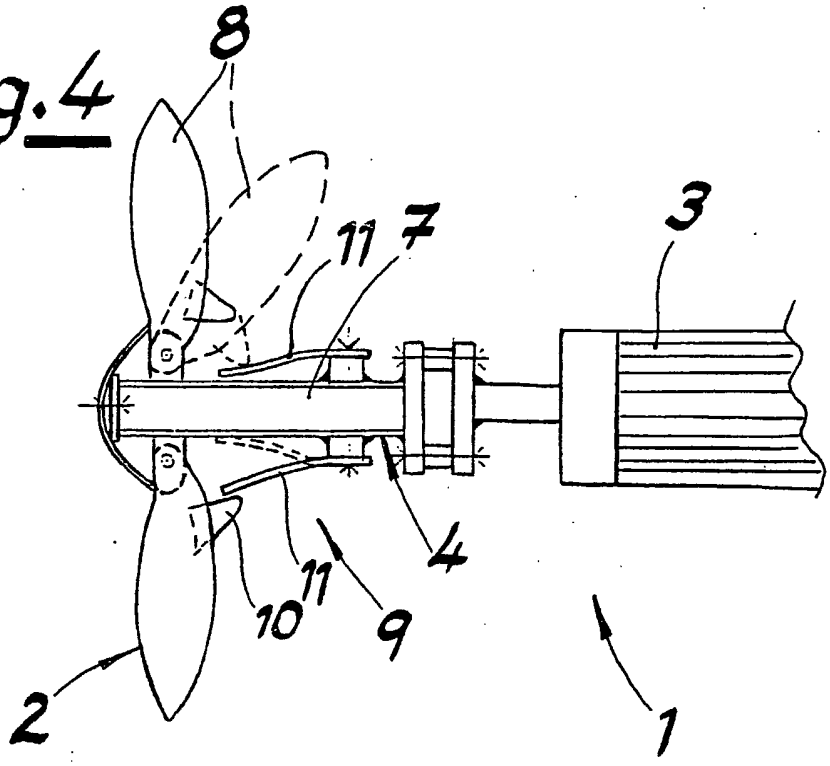


Fig.3

Fig.4



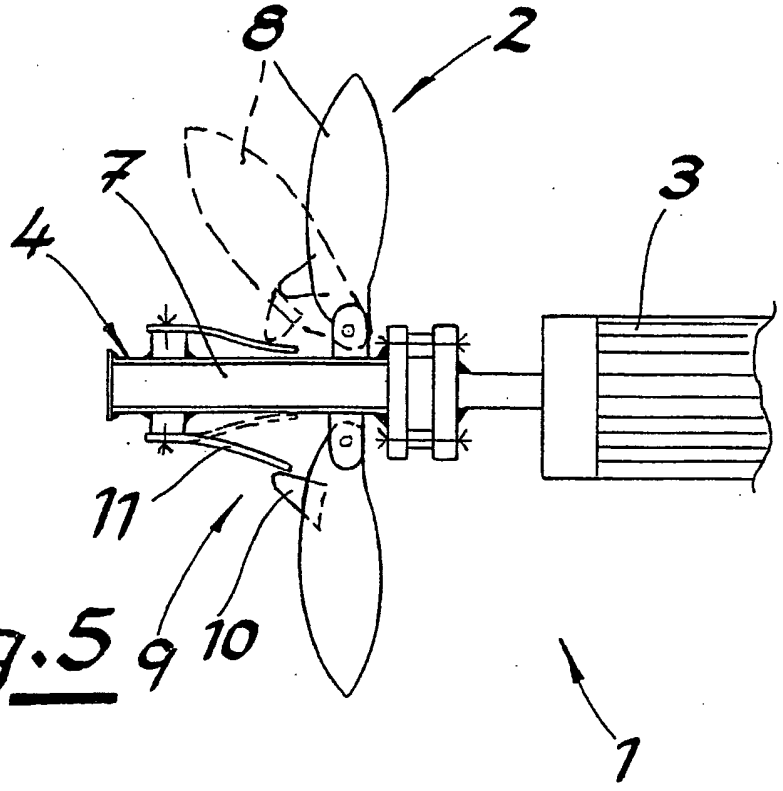


Fig.5

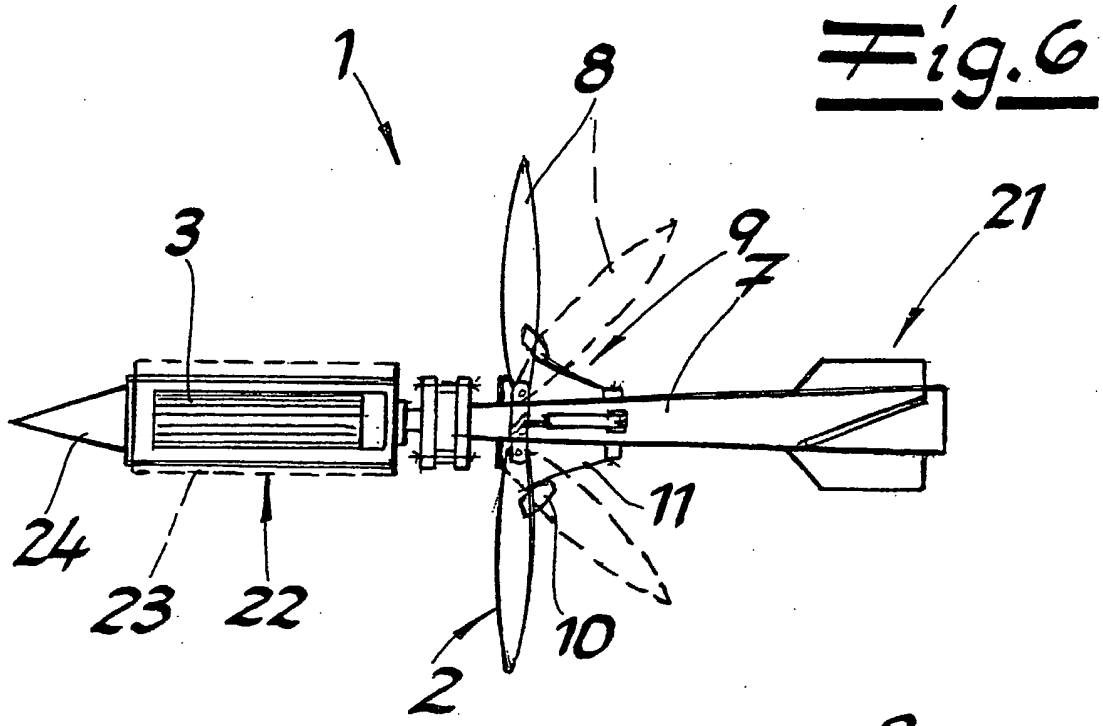


Fig.6

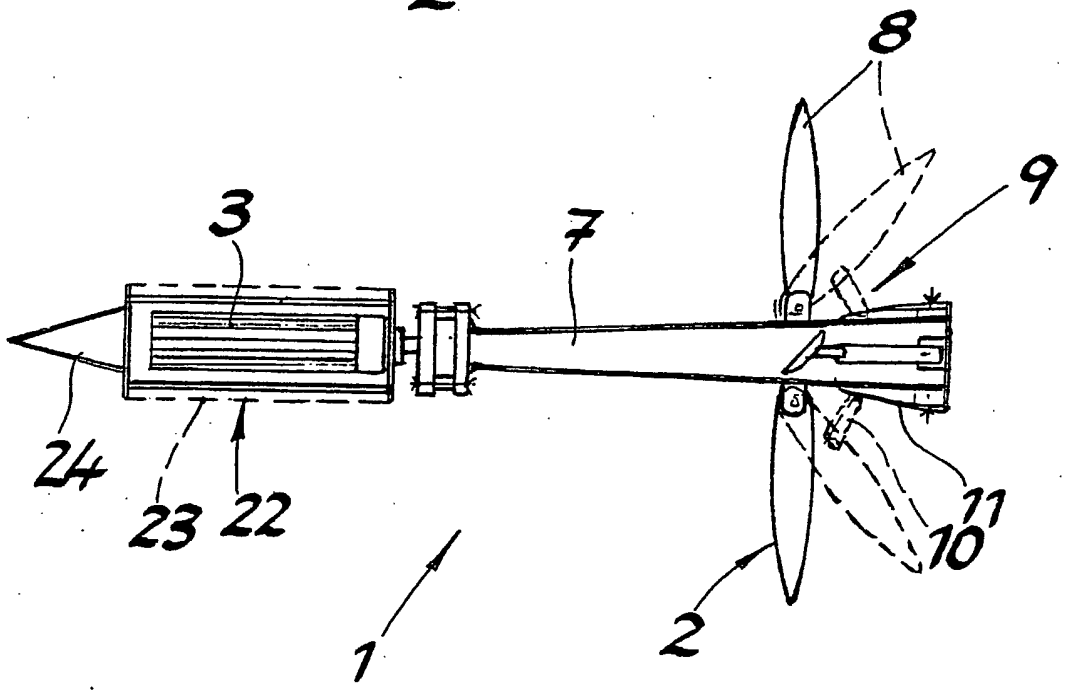


Fig.7

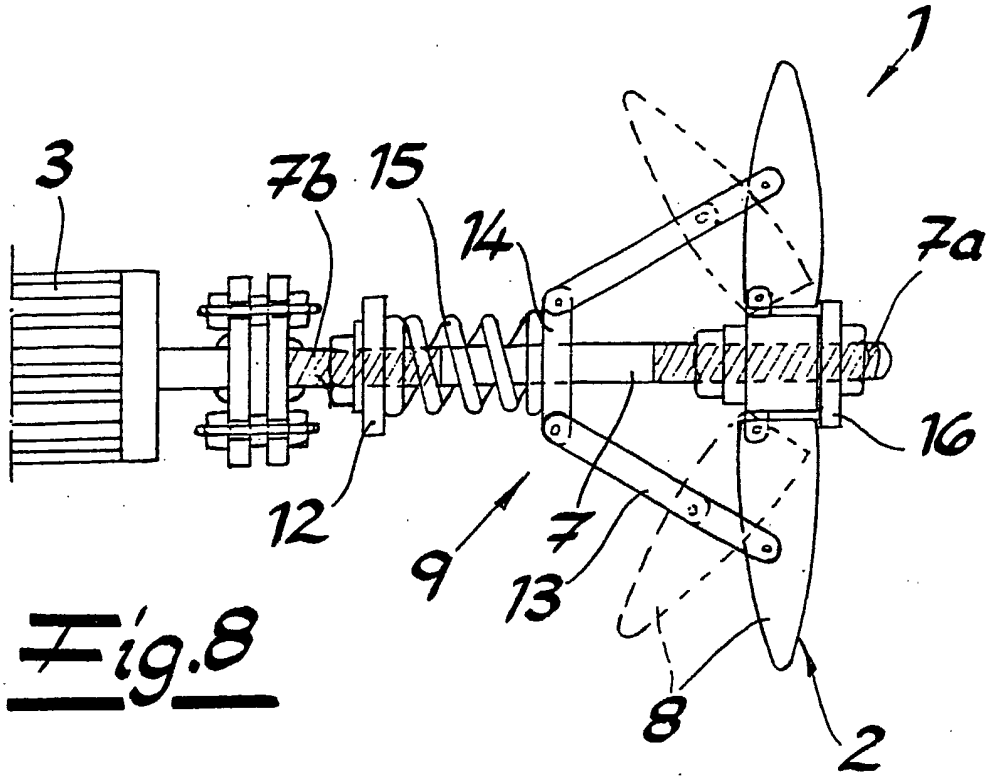


Fig.8

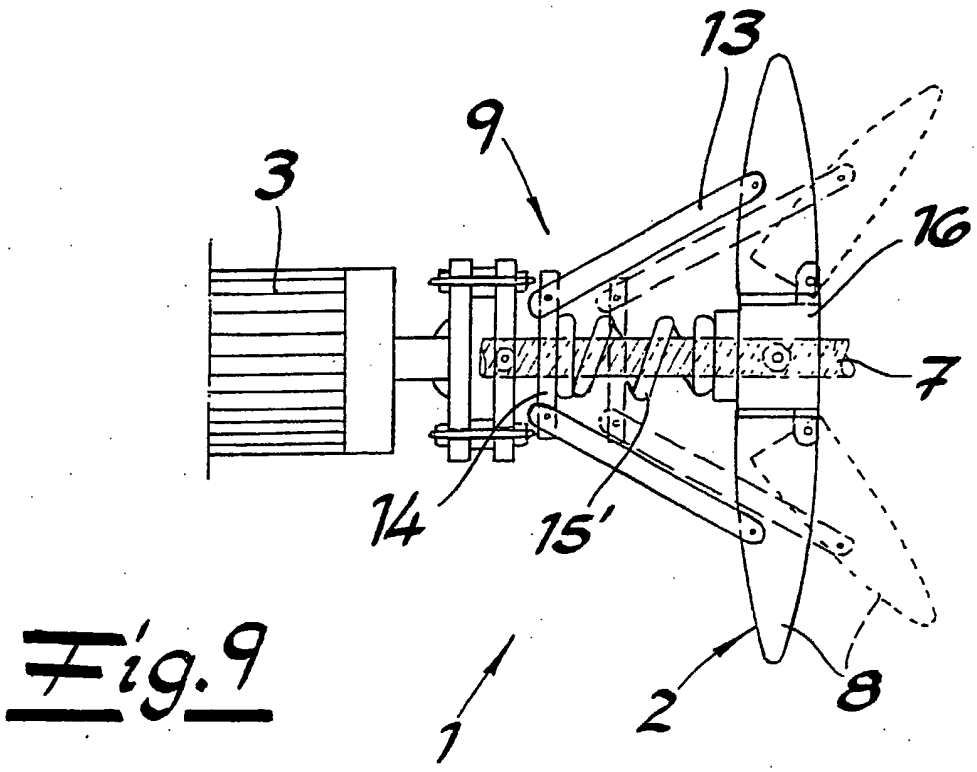


Fig.9

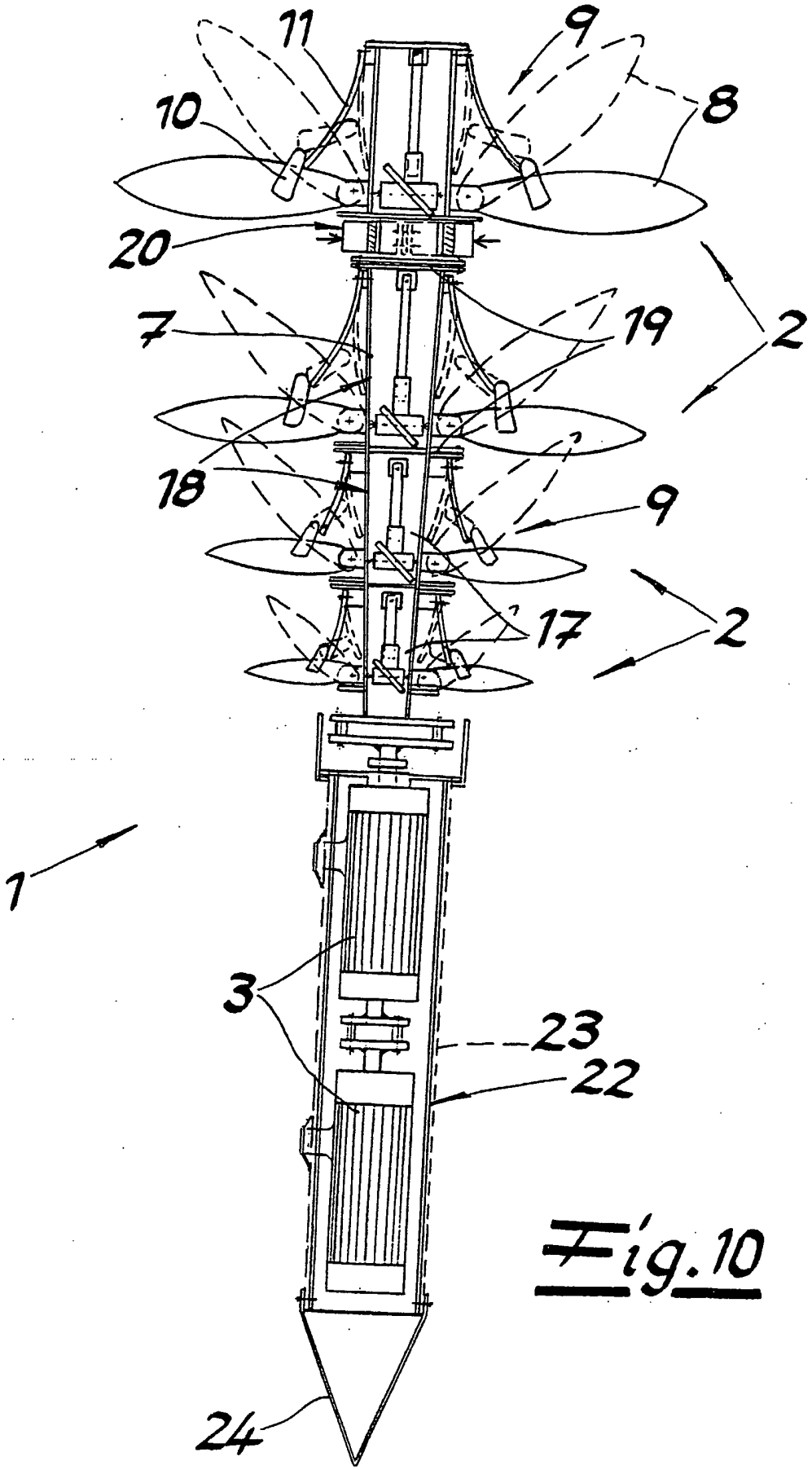


Fig. 10

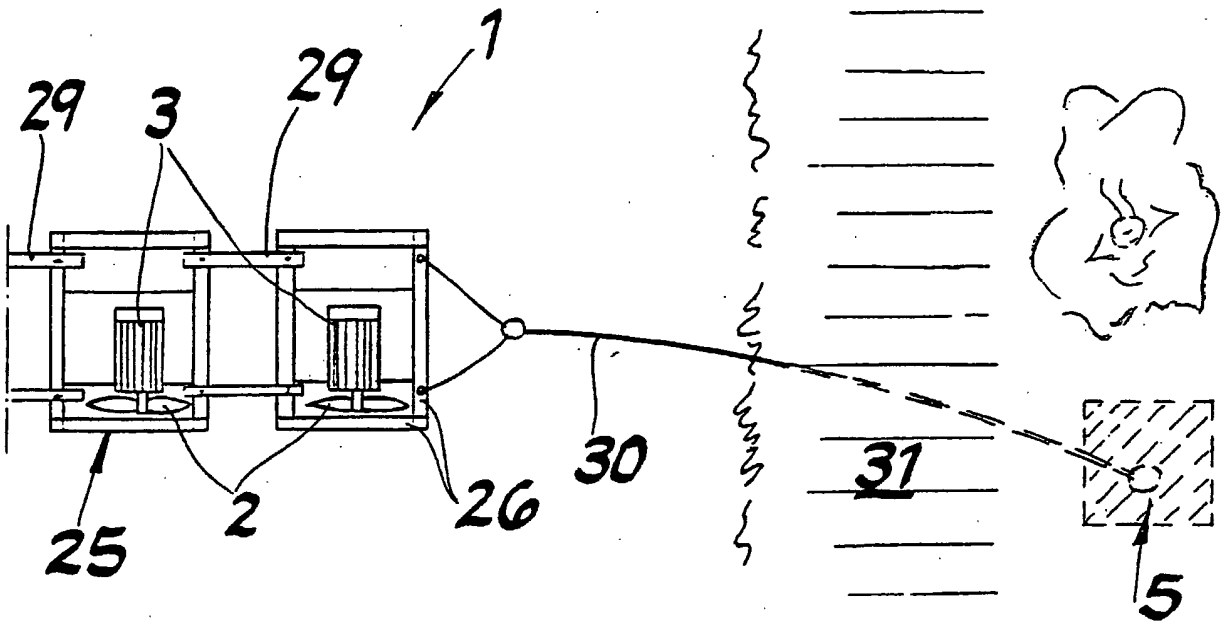


Fig.11

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP 03/12731

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 F03B17/06

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 F03B

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 4 868 408 A (HESH FRANK) 19 September 1989 (1989-09-19)	1,20,22
Y		2
Y		3,9-13, 16,17, 19,21
Y	column 3, line 26 - line 60; figures	4,6-8
A		5
Y	US 4 095 918 A (MOUTON JR WILLIAM J ET AL) 20 June 1978 (1978-06-20) claims 8,9; figure 6	2,19
Y	GB 200 027 A (HENRY ROBERT SOLINGER; ERNEST GEORGE MESSER) 5 July 1923 (1923-07-05) the whole document	3,9-13, 16,17,21
	-/--	

[X] Further documents are listed in the continuation of box C.

[X] 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
2 March 2004	09/03/2004

Name and mailing address of the ISA	Authorized officer
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	Criado Jimenez, F

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 1992)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP 03/12731

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication,where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	DE 647 287 C (WALTER CONRAD DIPL ING DR) 1 July 1937 (1937-07-01) page 2, line 56 - line 112; figures 1-3	4,6-8
P,A	WO 03/046375 A (PIZZAGALLI ROBERTO) 5 June 2003 (2003-06-05) abstract page 3, line 9 - line 12 page 3, line 17 - line 22 page 4, line 4 - line 15 claims 1-3,7,12,15 figures	2,9, 14-17,19
A	WO 02/064974 A (OBATA AKIRA) 22 August 2002 (2002-08-22) abstract figures 3,7,13b	5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No
PCT/EP 03/12731

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)		Publication date
US 4868408	A	19-09-1989	NONE		
US 4095918	A	20-06-1978	DK	352876 A	16-04-1977
			ES	452413 A1	16-12-1977
			IT	1073717 B	17-04-1985
GB 200027	A	05-07-1923	NONE		
DE 647287	C	01-07-1937	NONE		
WO 03046375	A	05-06-2003	IT	MI20012505 A1	29-05-2003
			WO	03046375 A1	05-06-2003
WO 02064974	A	22-08-2002	JP	3435540 B2	11-08-2003
			JP	2002242816 A	28-08-2002
			WO	02064974 A1	22-08-2002

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP 03/12731

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 F03B17/06

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 7 F03B

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 4 868 408 A (HESH FRANK) 19. September 1989 (1989-09-19)	1,20,22
Y		2
Y		3,9-13, 16,17, 19,21
Y		4,6-8
A	Spalte 3, Zeile 26 - Zeile 60; Abbildungen	5
Y	US 4 095 918 A (MOUTON JR WILLIAM J ET AL) 20. Juni 1978 (1978-06-20) Ansprüche 8,9; Abbildung 6	2,19
Y	GB 200 027 A (HENRY ROBERT SOLINGER; ERNEST GEORGE MESSER) 5. Juli 1923 (1923-07-05) das ganze Dokument	3,9-13, 16,17,21

-/--

[X] Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

[X] 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	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
2. Maerz 2004	09/03/2004

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde	Bevollmächtigter Bediensteter
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	Criado Jimenez, F

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP 03/12731

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	DE 647 287 C (WALTER CONRAD DIPL ING DR) 1. Juli 1937 (1937-07-01) Seite 2, Zeile 56 - Zeile 112; Abbildungen 1-3	4,6-8
P,A	WO 03/046375 A (PIZZAGALLI ROBERTO) 5. Juni 2003 (2003-06-05) Zusammenfassung Seite 3, Zeile 9 - Zeile 12 Seite 3, Zeile 17 - Zeile 22 Seite 4, Zeile 4 - Zeile 15 Ansprüche 1-3,7,12,15 Abbildungen	2,9, 14-17,19
A	WO 02/064974 A (OBATA AKIRA) 22. August 2002 (2002-08-22) Zusammenfassung Abbildungen 3,7,13b	5

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP 03/12731

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 4868408	A	19-09-1989	KEINE		
US 4095918	A	20-06-1978	DK	352876 A	16-04-1977
			ES	452413 A1	16-12-1977
			IT	1073717 B	17-04-1985
GB 200027	A	05-07-1923	KEINE		
DE 647287	C	01-07-1937	KEINE		
WO 03046375	A	05-06-2003	IT	MI20012505 A1	29-05-2003
			WO	03046375 A1	05-06-2003
WO 02064974	A	22-08-2002	JP	3435540 B2	11-08-2003
			JP	2002242816 A	28-08-2002
			WO	02064974 A1	22-08-2002