



(11) **EP 2 238 019 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
25.04.2012 Patentblatt 2012/17

(21) Anmeldenummer: **09707102.1**

(22) Anmeldetag: **28.01.2009**

(51) Int Cl.:
B63H 21/17 (2006.01)

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2009/000527

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2009/095212 (06.08.2009 Gazette 2009/32)

(54) **ANTRIEB FÜR EIN WASSERFAHRZEUG MIT EINEM ELEKTROMOTOR**

ELECTRIC ENGINE FOR A SHIP

PROPULSEUR ELECTRIQUE POUR BATEAU

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO SE SI SK TR

(30) Priorität: **30.01.2008 DE 102008006809**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
13.10.2010 Patentblatt 2010/41

(73) Patentinhaber: **Voith Patent GmbH**
89522 Heidenheim (DE)

(72) Erfinder:
• **HOLSTEIN, Benjamin**
89520 Heidenheim (DE)

• **PERNER, Norman**
89233 Ulm (DE)

(74) Vertreter: **Weitzel, Wolfgang et al**
Dr. Weitzel & Partner
Patent- und Rechtsanwälte
Friedenstrasse 10
89522 Heidenheim (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
DE-A1-102006 026 230 FR-A- 1 162 934
US-A- 5 607 329 US-A1- 2006 189 223

EP 2 238 019 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Antrieb für ein Wasserfahrzeug, insbesondere einen Pod-Antrieb oder einen Antrieb für ein Unterwasserfahrzeug.

[0002] Antriebe für Unterwasserfahrzeuge mit außerhalb der Druckhülle untergebrachten Elektromotoren sind bekannt. Hierzu wird beispielsweise auf die US 5509830 verwiesen. Eine solche Konstruktion erlaubt den Verzicht auf einen Durchgang für eine Antriebswelle durch die Druckhülle, sodass der Antrieb ohne druckfeste Dichtungen ausgestaltet werden kann. Darüber hinaus treten die mit solchen Durchführungen für Antriebswellen verbundenen Vibrations- und Geräuschprobleme nicht auf. Zusätzlich wird auf die US 5 607 329 A verwiesen.

[0003] Ein anderes Anwendungsbeispiel sind Pod-Schiffsantriebe, für die ein elektrischer Antriebsmotor in einer drehbar an einem Schiffsrumpf angelenkten Gondel untergebracht ist. Die Energie zum Betrieb der außenseitig angebrachten Antriebsmaschine wird Oblischerweise mittels eines Dieselgenerators erzeugt, der an einem geeigneten Ort im Schiffsrumpf untergebracht ist.

[0004] Pod-Schiffsantriebe weisen eine Vielzahl von Vorteilen gegenüber konventionellen Antrieben auf. Dies ist zum einen die Verbindung eines effektiven Vortriebsorgans mit einer Steuereinheit, die sich aus der Drehbarkeit von Pod-Schiffsantrieben relativ zur Schiffslängsachse ergibt. Dieser Umstand ist insbesondere für Fähren und Eisbrecher von Bedeutung. Darüber hinaus zeichnen sich Pod-Schiffsantriebe durch eine verringerte Geräuschentwicklung innerhalb des Schiffsrumpfs und geringere Vibrationsneigung aus. Ferner wird im Schiffsrumpf durch die Verlagerung wenigstens von Teilen des Antriebs nach außen zusätzlicher Platz geschaffen. Aufgrund der genannten Vorteile haben sich Pod-Schiffsantriebe, insbesondere für Kreuzfahrtschiffe, bei denen neben der hohen Eigenmanövrierfähigkeit ein hoher Komfortanspruch für die Passagiere besteht, durchgesetzt.

[0005] Die US 2714866 offenbart eine Gestaltung eines Pod-Schiffsantriebs mit einem frischwasserumströmten Elektromotor mit koaxialer Anordnung von Rotor und Stator. Der radial innenliegende Rotor ist drehstarr mit einer Hohlwelle verbunden, die über eine Kupplung mit einer koaxial innerhalb der Hohlwelle angeordneten Antriebswelle des Propellers zusammenwirkt. Aufgrund der zwischengeschalteten Kupplung ist die Konstruktion aufwendig, zusätzlich wird die Antriebswelle des Propellers über Radiallager mit relativ kleinem Durchmesser abgestützt.

[0006] Ein weiteres Ausführungsbeispiel eines Pod-Schiffsantriebs ist aus der DE 102004048754 A1 bekannt geworden. Beschrieben wird ein Pod-Schiffsantrieb mit hohem Wirkungsgrad, wobei ein langsam laufender, großbauender Propeller von einem schnelllaufenden Elektromotor über ein zwischengeschaltetes hydrodynamisches Leistungsverzweigungsgetriebe angetrieben wird. Durch diese Maßnahme entsteht ein energieeffizientes

Antriebssystem, das allerdings konstruktiv aufwendig ist.

[0007] Alternativ wurden daher gattungsgemäße Direktantriebe ohne zwischengeschaltete Getriebe vorgeschlagen, die hochpolige, großbauende Elektromotoren verwenden. Eine mögliche Ausgestaltung besteht darin, den Rotor eines Elektromotors als Außenläufer auszubilden und drehstarr mit einem Propeller in einer umlaufenden Einheit zu verbinden. Beispielhaft wird hierzu auf den durch die DE 3141339 A1 offenbarten Antrieb für ein Unterwasserfahrzeug verwiesen.

[0008] Hieraus geht ein Antrieb hervor, bei dem der Stator eines Elektromotors in einer umlaufenden Nut eines zylindrischen Abschnitts des Fahrzeugrumpfs untergebracht ist. Der Rotor des Elektromotors ist in der Nabe einer umlaufenden Einheit angelegt, die gleichzeitig den Propeller trägt. Der Luftspalt zwischen dem Rotor und dem Stator ist wassergeflutet. Zum Ablauf der umlaufenden Einheit sind Wälzlager vorgesehen, wobei die Lagerschalen an den axialen Seitenflächen der umlaufenden Einheit, beziehungsweise der umlaufenden Nut zur Aufnahme des Stators, angebracht sind. Mit einer solchen Lageranordnung können Kippmomente auf den Propeller, die die Luftspaltdimensionen verändern, nur schwer abgefangen werden. Darüber hinaus sind Wälzlager problematisch im Hinblick auf limitierte Flächenpressungen und die Widerstandsfähigkeit gegenüber einer Verschmutzung durch Sedimente. Darüber hinaus können solche Lager nur in begrenztem Maß Stöße und Vibrationen aufnehmen, beziehungsweise sie erlauben nur geringfügige Deformationen.

[0009] Zur konstruktiven Verbesserung des Antriebs wurden daher in der bereits genannten Druckschrift DE 3141339 A1 elektrische Antriebe in Form von Scheibenmotoren offenbart. Hierbei werden Kippmomente auf die umlaufende Einheit durch magnetische Kräfte am Luftspalt des Elektromotors abgestützt. Eine entsprechende Konstruktion ist aus der EP 1140618 A1 bekannt. Nachteilig ist jedoch, dass die vom Propeller ausgehenden statischen und dynamischen Belastungen unmittelbar auf die Luftspalttoleranzen des Scheibenmotors wirken und somit dessen Leistungsabgabe beeinflussen. Ferner sind Lagerungen solcher Scheibenmotoranordnungen aufgrund der radialen Erstreckung der Rotorscheibe nach radial innen versetzt, sodass mit abnehmendem Lagerumfang die Flächenpressungen im Lager zunehmen.

[0010] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Antrieb für ein Wasserfahrzeug anzugeben, der die voranstehend dargelegten Nachteile überwindet. Gefordert wird ein getriebefreier Direktantrieb, der zu einem konstruktiv vereinfachten und dennoch standfesten gattungsgemäßen Schiffsantrieb führt und dessen großbauender Elektromotor einen effizienten Antrieb für einen langsam umlaufenden Propeller bietet.

[0011] Die Aufgabe wird durch die Merkmale des unabhängigen Anspruchs gelöst. Demnach umfasst der erfindungsgemäße Antrieb für ein Wasserfahrzeug eine

umlaufende Einheit, die neben dem Propeller zusätzlich den Rotor eines Elektromotors trägt, sodass eine drehfeste Verbindung zwischen dem Rotor und dem Propeller vorliegt. Der Elektromotor weist eine koaxiale Anordnung von Rotor und Stator und ein radial gerichtetes magnetisches Feld im Luftspalt zwischen Rotor und Stator auf. Der Stator ist entweder in einem zum Luftspalt hinweisenden Teil des Rumpfs des Wasserfahrzeugs oder in einem am Rumpf des Wasserfahrzeugs drehbar angelegten Gondelgehäuse eines Pod-Antriebs untergebracht. Bevorzugt wird ein radial großbauender Generator mit einer Vielzahl von Polen.

[0012] Der Luftspalt zwischen dem Rotor und dem Stator ist geflutet, wobei in diesem Bereich entweder Umgebungswasser, vorzugsweise gefiltert, oder Frischwasser zugeführt wird. Zur Abtrennung vom wassergefüllten Luftspalt wird vorzugsweise die Statorverblechung wasserdicht abgekapselt. Dies gelingt entweder durch ein Spaltrohr aus einem austenitischen Stahl oder einem anderen nicht elektrisch leitfähigen Werkstoff. Hierfür kommt unter anderem ein glas- oder kohlefaserverstärktes Material oder ein Elastomer in Frage. Alternativ kann die Abdichtung durch eine Vergussmasse erfolgen.

[0013] Für den Fall, dass zur Abdichtung des Stators ein Volumenbereich abgekapselt wird, wird bevorzugt für diesen Bereich ein Druckausgleichsgefäß vorgesehen. Entsprechend zum Stator wird der Rotor abgekapselt, so weit dieser nicht rein passiv mit Permanentmagneten ausgeführt ist. Dies betrifft demnach Ausführungen mit Fremderregung, wobei für diesen Fall bevorzugt die zur Fremderregung notwendige Energie über den Luftspalt hinweg berührungslos, insbesondere induktiv, übertragen wird.

[0014] Erfindungsgemäß wird zur Abstützung der umlaufenden Einheit in Axialrichtung zu beiden Seiten des Luftspalts wenigstens ein wassergeschmiertes Gleitlager angeordnet, das so ausgestaltet und orientiert ist, dass wenigstens eine Abstützung in Radialrichtung für die umlaufende Einheit erfolgt. Die wassergeschmierten Gleitlager führen zu einer Vielzahl von Vorteilen, zum einen zeichnen sie sich durch eine hohe Tragkraft sowie eine hohe Widerstandsfähigkeit gegen Verschmutzen und das Eindringen von Sedimenten aus. Ferner tolerieren sie insbesondere bei der Verwendung einer Hart-Weich-Paarung im gewissen Maße Strukturdeformationen und können so Vibrationen und Stöße aufnehmen.

[0015] Des Weiteren sind die erfindungsgemäß verwendeten wassergeschmierten Gleitlager kostengünstig und können aus einzelnen Segmenten aufgebaut sein, die wiederum separat tauschbar sind.

[0016] Die erfindungsgemäß verwendeten wassergeschmierten Gleitlager zur axialen Abstützung der umlaufenden Einheit erlauben die sichere Führung auch für leistungsstarke Antriebe. Zusätzlich wird bevorzugt, für die großen auftretenden Achsschübe ein zusätzliches, separat angelegtes Axiallager vorzusehen, das ebenfalls als wassergeschmiertes Gleitlager, wiederum insbesondere in Form einer Hart-Weich-Paarung für die Lage-

rungsflächen ausgebildet ist. Bevorzugt wird des Weiteren eine segmentierte Gestaltung des Gleitlagers, sodass bei Verschleiß Einzelkomponenten ausgetauscht werden können. Außerdem vereinfacht sich damit die Montage und die Justage des Gleitlagers.

[0017] Für eine Weiterbildung der Erfindung wird der Bereich der umlaufenden Einheit, der zur Abstützung des Propellers dient, axial von jenem Bereich beabstandet, in dem der Rotor angeordnet ist und an dem die wassergeschmierten Gleitlager zur radialen Abstützung vorgesehen sind. Ferner wird das Axiallager zum Abfangen des Propellerschubs möglichst nah am Einleitungspunkt der Propellerkräfte angelegt. Die Weitergestaltung ist deshalb vorteilhaft, da die Propellerkräfte und die damit verbundenen Deformationen möglichst vom Rotor und dessen Lagerung ferngehalten werden, hierdurch bleiben während des Betriebs die Luftspalttoleranzen weitgehend konstant, sodass unerwünschte Fluktuationen in der Antriebsleistung vermieden werden.

[0018] Zur Umsetzung der bevorzugten Beabstandung des Propellers gegenüber den in Axialrichtung zu beiden Seiten des Luftspalts angeordneten Gleitlagern wird eine Nabenscheibe vorgesehen, die den Propeller trägt und die drehstarr mit dem den Rotor tragenden Teil der umlaufenden Einheit verbunden ist. Dieser Teil kann zylindrisch oder hohlzylindrisch ausgebildet sein.

[0019] Erfindungsgemäß ist der Rotor als Innenläufer ausgebildet. Demnach umfasst die umlaufende Einheit einen den Rotor tragenden oder diesen aufnehmenden Teil, der in eine Ausnehmung in jenem Teil des Schiffsrumpfs beziehungsweise der Gondel, der zur Aufnahme des Stators dient (feststehender Teil), eingeführt ist. Nachfolgend wird dieser als Tragkörper bezeichnet. Entsprechend läuft der Tragkörper durch die wassergeschmierten Gleitlager zu beiden Seiten des Luftspalts an der Innenwandung der Ausnehmung im feststehenden Teil ab.

[0020] Ein besonderer Vorteil dieser Ausgestaltung ist darin zu sehen, dass der Tragkörper zur Aufnahme und/oder zur Abstützung des Rotors ein separates Auftriebsvolumen aufweisen kann, beispielsweise durch eine voluminöse, wasserdicht ausgeführte Ausgestaltung oder durch separate Auftriebskörper. Durch das Auftriebsvolumen können die wassergeschmierten Gleitlager zu beiden Seiten des Luftspalts entlastet werden und/oder die umlaufende Einheit wird so austariert, dass eine definierte Vorspannung der Lager vorgenommen wird. Hierdurch wird insbesondere beim Anlaufen der Bereich der Mischreibung in den Lagern schnell durchlaufen.

[0021] Die Erfindung wird nachfolgend anhand eines Ausführungsbeispiels in Verbindung mit einer Figurendarstellungen genauer erläutert. In dieser ist im Einzelnen Folgendes dargestellt:

55 **Figur 1** zeigt einen erfindungsgemäßen Antrieb im Axialschnitt, wobei der Rotor als Innenläufer ausgebildet ist.

[0022] Figur 1 zeigt schematisch vereinfacht eine bevorzugte Ausgestaltung der Erfindung im Längsschnitt längs der Rotationsachse 17. Dargestellt ist eine umlaufende Einheit 1, umfassend einen Propeller 2, der von einer Nabenscheibe 15 getragen wird. Einen zusätzlichen Teil der umlaufenden Einheit 1 stellt die Haube 14 dar, die strömungsgünstig gestaltet ist.

[0023] Der Rotor 4 des Elektromotors 3 ist Teil der umlaufenden Einheit und ist coaxial zum Stator 5 angeordnet, der in einem feststehenden Teil 16 untergebracht ist. Das feststehende Teil kann entweder ein drehbar an einem Schiffsrumpf angelenktes Gondelgehäuse eines Pod-Schiffsantriebs oder ein Teil des Schiffsrumpfs selbst sein, etwa der Heckbereich eines Unterwasserfahrzeugs.

[0024] Zu beiden Seiten des Luftspalts 11 ist zum Ablauf der umlaufenden Einheit 1 am feststehenden Teil 16 ein erstes wassergeschmiertes Gleitlager 12.1 und ein zweites wassergeschmiertes Gleitlager 12.2 vorgesehen. Für die vorliegende Ausgestaltung sind diese wassergeschmierten Gleitlager 12.1, 12.2 als Radiallager ausgebildet. Weitere Ausgestaltungen, etwa eine Kombination aus Radial- und Axiallager, sind denkbar. Für die dargestellte bevorzugte Ausgestaltung wird jedoch zum Abfangen der Schubkräfte des Propellers 2 ein separates Axiallager 13 vorgesehen, das möglichst propellernah angebracht ist. Vorliegend erfolgt die Abstützung an einem mit dem feststehenden Teil 16 verbundenen Flansch 19, wobei das separate Axiallager 13 doppeltwirkend ausgebildet ist und Zug-/Schubbelastungen des Propellers 2 in Axialrichtung auffängt.

[0025] Die erfindungsgemäß verwendeten wassergeschmierten Gleitlager 12.1, 12.2 und das entsprechend ausgeführte separate Axiallager 13 sind bevorzugt segmentiert und als Hart-Weich-Paarung angelegt. Hierdurch entstehen Lager mit hoher Tragkraft, die unempfindlich gegenüber eindringenden Sedimenten sind. Darüber hinaus sind die Lager kostengünstig und können die Kräfte und Momente auch für Antriebe mit hoher Leistung im Bereich von einigen Megawatt sicher abfangen. Ferner federn die Lager durch eine gewisse Eigenelastizität Stöße sicher ab. Das heißt, sie sind bis zu einem gewissen Maß verformbar. Allerdings nur so weit, wie die notwendigen Toleranzen des Luftspalts 11 für den Elektromotor 3 sicher eingehalten werden können.

[0026] Der Elektromotor 3 weist eine wasserdichte Abkapselung, insbesondere der verblechten Bereiche, auf. Hierzu ist zum Schutz der Statorbleche ein abgekapselter Statorbereich 8 vorgesehen. Für die dargestellte Ausführungsform wird ein Rotor 4 mit Fremderregung gewählt, sodass auch rotorseitig ein abgekapselter Rotorbereich 7 vorliegt. Zur Fremderregung ist eine Einheit zur berührungslosen Energieübertragung 6 zur Zuführung der für die Fremderregung notwendigen Energie vom bestehenden Teil 16 zur umlaufenden Einheit 1 vorgesehen. Diese kann als ringförmige Spulenanordnung zur induktiven Energieübertragung oder als Erregermaschine ausgebildet sein. Die Details der Ausgestaltung

sind in den Figuren nicht dargestellt.

[0027] Für die Ausführung des abgekapselten Rotorbereichs 7 und des abgekapselten Statorbereichs 8 sind unterschiedliche Ausgestaltungen denkbar, beispielsweise die Verwendung eines Spaltrohrs oder der Einsatz von Vergussmassen zur wasserdichten Abkapselung. Für das dargestellte Ausführungsbeispiel wird der abgekapselte Bereich in der umlaufenden Einheit, der abgekapselte Rotorbereich 7, durch ein wenigstens teilweise elastisches Material aus GFK vom wassergefüllten Bereich des Luftspalts 11 getrennt. Zum Druckausgleich des abgekapselten Rotorbereichs 7 ist ein Druckausgleichsgefäß 9 vorgesehen.

[0028] Der Rotor 4 ist als Innenläufer ausgeführt. Entsprechend ist der den Rotor tragende Teil 10 der umlaufenden Einheit 1 als ein Tragkörper 18 ausgebildet, der den Rotor 4 aufnimmt oder abstützt. Dieser Tragkörper 18 ist in eine Ausnehmung im feststehenden Teil 16 eingeführt und stützt sich mittels der wassergeschmierten Gleitlager 12.1, 12.2 in Radialrichtung gegen die Innenwand dieser Ausnehmung im feststehenden Teil 16 ab.

[0029] Ein Vorteil, der sich aus einer Ausgestaltung mit einem Rotor als Innenläufer ergibt, ist darin zu sehen, dass der in die Ausnehmung im feststehenden Teil 16 eingeführte Tragkörper 18 mit einem eigenen Auftriebsvolumen versehen werden kann. Dies gelingt dadurch, dass wenigstens Teile dieses Tragkörpers 18 abgedichtet und hohl oder mit einem schwimmfähigen Material ausgebildet werden. Hierfür kommt eine zylindrische oder hohlzylindrische Ausgestaltung in Frage. Durch die Auftriebskräfte wird das Eigengewicht der umlaufenden Einheit 1 wenigstens teilweise kompensiert. Hieraus resultiert eine Entlastung asymmetrischer, statischer Lagerkräfte in den wassergeschmierten Gleitlagern 12.1, 12.2, sodass sich insbesondere das Langsamlaufverhalten verbessert.

[0030] Darüber hinaus kann durch ein Austarieren der umlaufenden Einheit durch entsprechende Wahl der Auftriebskräfte der Haube 14, der Nabenscheibe 15 sowie des Tragkörpers 18 die relative Lage des Auftriebspunktes und des Schwerpunkts der umlaufenden Einheit 2 und die Größe des hieraus resultierenden Moments so eingestellt werden, dass die wassergeschmierten Gleitlager 12.1, 12.2 definiert vorgespannt werden und so Lagerschwingungen abgedämpft werden. Des Weiteren wird die Mischreibungphase bei niedrigen Drehzahlen schneller durchlaufen.

[0031] In der Figurendarstellung sind die in Axialrichtung gesehen zu beiden Seiten des Luftspalts angeordneten, wassergeschmierten Gleitlager 12.1, 12.2 im Wesentlichen auf dem durch den Luftspalt 11 vorgegebenen Radius angeordnet. Dies stellt eine bevorzugte Ausgestaltung dar, da auf diese Weise radial großbauende Lager mit entsprechend verringerter Flächenpressung entstehen. Allerdings sind Ausgestaltungen denkbar, bei denen die wassergeschmierten Gleitlager 12.1, 12.2 auf einem vom Luftspalt 11 abweichenden Radius angeordnet sind. So ist es möglich, aus konstruktiven Gründen

die wassergeschmierten Gleitlager 12.1, 12.2 auf einen noch größeren oder auch auf einen verkleinerten Durchmesser zu setzen.

[0032] Weitere Ausgestaltungen der Erfindung sind im Rahmen der nachfolgenden Schutzansprüche denkbar. So kann ein erfindungsgemäßer Antrieb mehr als einen Propeller umfassen, dabei ist es insbesondere für einen Pod-Schiffsantrieb denkbar, dass ein ziehender und schiebender Propeller zu beiden Seiten einer Gondel angebracht sind, wobei es denkbar ist, dass jeder Propeller durch einen separaten Elektromotor angetrieben wird oder mehrere Propeller mit einem Elektromotor anzutreiben.

Patentansprüche

1. Antrieb für ein Wasserfahrzeug, umfassend

1.1 eine drehbar an einen Schiffsrumpf anlenkbare Gondel;

1.2 eine umlaufende Einheit (1) mit einem Propeller (2);

1.3 einen Elektromotor (3) mit einer coaxialen Anordnung von Rotor (4) und Stator (5) und einem radial gerichteten magnetischen Feld, wobei der Rotor (4) als Innenläufer ausgebildet und in drehstarrer Verbindung mit dem Propeller (2) steht;

1.4 wobei der Stator (5) in die Gondel aufgenommen ist und der Rotor (4) von einem Tragkörper (18) getragen wird, der als Teil der umlaufenden Einheit (1) in eine Ausnehmung in der Gondel eingeführt ist; und

1.5 der Luftspalt (11) zwischen dem Rotor (4) und dem Stator (5) geflutet ist, wobei der Rotor (4) und/oder der Stator (5) wasserdicht abgekapselt sind; und

1.6 in Axialrichtung gesehen zu beiden Seiten des Luftspalts (11) wassergeschmierte Gleitlager (12.1, 12.2) angeordnet sind, mittels derer der Tragkörper (18) an der Innenwandung der Ausnehmung in der Gondel umläuft; und

1.7 der Tragkörper (18) ein separates Auftriebsvolumen zur Entlastung und/oder Austarierung der wassergeschmierten Gleitlager (12.1, 12.2) aufweist

2. Antrieb nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das separate Auftriebsvolumen durch hohle, abgedichtete Teile des Tragkörpers (18) und/oder durch schwimmfähige Materialien am Tragkörper (18) ausgebildet wird.

3. Antrieb nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Propeller (2) gegenüber den zu beiden Seiten des Luftspalts (11) angeordneten Gleitlagern (12.1, 12.2) axial beabstandet ist.

4. Antrieb nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Propeller (2) von einer Nabenscheibe (15) getragen wird, die drehstarr mit dem den Rotor tragenden Teil (10) der umlaufenden Einheit (1) verbunden ist.

5. Antrieb nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein separates Axiallager (13) für die umlaufende Einheit (1) vorgesehen ist, das als wassergeschmiertes Gleitlager ausgebildet ist.

6. Antrieb nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** das separate Axiallager (13) der umlaufenden Einheit (1) in Axialrichtung gesehen zwischen dem Propeller und dem Rotor angeordnet ist.

7. Antrieb nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Rotor (4) und/oder der Stator (5) durch ein Spaltrohr aus einem elektrisch nicht leitfähigen Werkstoff oder durch eine Vergussmasse wasserdicht abgekapselt sind.

8. Antrieb nach wenigstens einem der vorausgehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** dem wasserdicht abgekapselten Rotor (4) und/oder Stator (5) ein Druckausgleichsgefäß zugeordnet ist.

9. Verwendung eines Antriebs nach einem der vorausgehenden Ansprüche für einen Pod-Schiffsantrieb und/oder zum Antrieb eines Unterwasserfahrzeugs.

Claims

1. A drive unit for a watercraft, including

1.1 a rotatable gondola, steerable with respect to a ship hull;

1.2 a rotating unit (1) with a propeller (2);

1.3 an electric motor (3) with a coaxial arrangement of rotor (4) and stator (5) and a radially-oriented magnetic field, whereas the rotor (4) is designed as an internal rotor and is connected in a torsionally rigid manner to the propeller (2);

1.4 whereas the stator (5) is received in the gondola and the rotor (4) is carried by a supporting body (18), which is inserted into a recess in the gondola as a part of the rotating unit (1); and

1.5 the air gap (11) between the rotor (4) and the stator (5) is flooded, whereas the rotor (4) and/or the stator (5) are encapsulated in a watertight manner;

and

1.6 water-lubricated slide bearings (12.1, 12.2) are arranged, seen in axial direction, on both sides of the air gap (11), bearings by means of which the supporting body (18) rotates against

the inside wall of the recess in the gondola; and
1.7 the supporting body (18) has a separate buoyancy volume for relieving and/or balancing the water lubricated slide bearings (12.1, 12.2).

2. The drive unit of claim 1, **characterised in that** the separate buoyancy volume is formed of hollow and sealed parts of the supporting body (18) and/or of buoyant materials on the supporting body (18).
3. The drive unit of claim 1 or 2, **characterised in that** the propeller (2) is axially spaced apart from the slide bearings (12.1,12.2) arranged on both sides of the air gap (11).
4. The drive unit of claim 3, **characterised in that** the propeller (2) is carried by a hub disc (15), which is connected in a torsionally rigid manner to a rotor-carrying part (10) of the rotating unit (1).
5. The drive unit according to any of the preceding claims, **characterised in that** a separate axial bearing (13) is provided for the rotating unit (1), which is designed as a water lubricated slide bearing.
6. The drive unit of claim 5, **characterised in that** the separate axial bearing (13) of the rotating unit (1), seen in axial direction, is arranged between the propeller and the rotor.
7. The drive unit according to any of the preceding claims, **characterised in that** the rotor (4) and/or the stator (5) are encapsulated in a watertight manner by a can made of a non electrically-conducting material or of a casting compound.
8. The drive unit according to at least one of the preceding claims, **characterised in that** a pressure compensation vessel is allocated to the rotor (4) and/or stator (5) which is encapsulated in a watertight manner.
9. The application of a drive unit according to one of the previous claims for a pod ship drive unit and/or for driving a submersible.

Revendications

1. Système d'entraînement pour véhicule marin, comprenant
 - 1.1 une gondole rotative, dirigeable au niveau d'une coque de navire;
 - 1.2 une unité rotative (1) avec un propulseur (2);
 - 1.3 un moteur électrique (3) avec un agencement coaxial du rotor (4) et du stator (5) et un champ magnétique orienté radialement, où le

rotor (4) est sous forme de rotor interne et forme une connexion rigide en torsion avec le propulseur (2);

1.4 où le stator (5) est logé dans la gondole et le rotor (4) est porté par un corps support (18), qui, comme partie intégrante de l'unité rotative (1), est introduit dans un évidement situé dans la gondole; et

1.5 l'entrefer (11) entre le rotor (4) et le stator (5) est inondé, où le rotor (4) et/ou le stator (5) sont encapsulés de manière étanche; et

1.6 des paliers de glissement (12.1,12.2) lubrifiés à l'eau sont disposés, vus dans la direction axiale, des deux côtés de l'entrefer (11), au moyen desquels paliers le corps support (18) tourne contre la paroi intérieure de l'évidement situé dans la gondole; et

1.7 le corps support (18) présente un volume de flottaison séparé pour soulagement et/ou équilibrage des paliers de glissement (12.1,12.2) hydrolubrifiés.

2. Système d'entraînement selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le volume de flottaison séparé est constitué de pièces creuses et étanches du corps support (18) et/ou de matériaux flottants au niveau du corps support (18).
3. Système d'entraînement selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** le propulseur (2) est espacé axialement des paliers de glissement (12.1,12.2) disposés des deux côtés de l'entrefer (11).
4. Système d'entraînement selon la revendication 3, **caractérisé en ce que** le propulseur (2) est porté par un disque de moyeu (15), qui est solidaire de manière fixe en rotation de la partie (10) de l'unité rotative (1) portant le rotor.
5. Système d'entraînement selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'un** palier axial séparé (13) est prévu pour l'unité rotative (1), palier en forme de palier de glissement hydrolubrifié.
6. Système d'entraînement selon la revendication 5, **caractérisé en ce que** le palier axial séparé (13) de l'unité rotative (1) est disposé, vu dans la direction axiale, entre le propulseur et le rotor.
7. Système d'entraînement selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le rotor (4) et/ou le stator (5) sont encapsulés de manière étanche grâce à un tuyau fendu constitué d'un matériau électriquement non conducteur ou d'une masse de coulage.

8. Système d'entraînement selon l'une quelconque au moins des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'**un récipient de compensation de pression est affecté au rotor (4) et/ou stator (5) encapsulé de manière étanche. 5
9. Application d'un entraînement selon l'une quelconque des revendications précédentes pour système d'entraînement de navire Pod et/ou pour système d'entraînement d'un sous-marin. 10

15

20

25

30

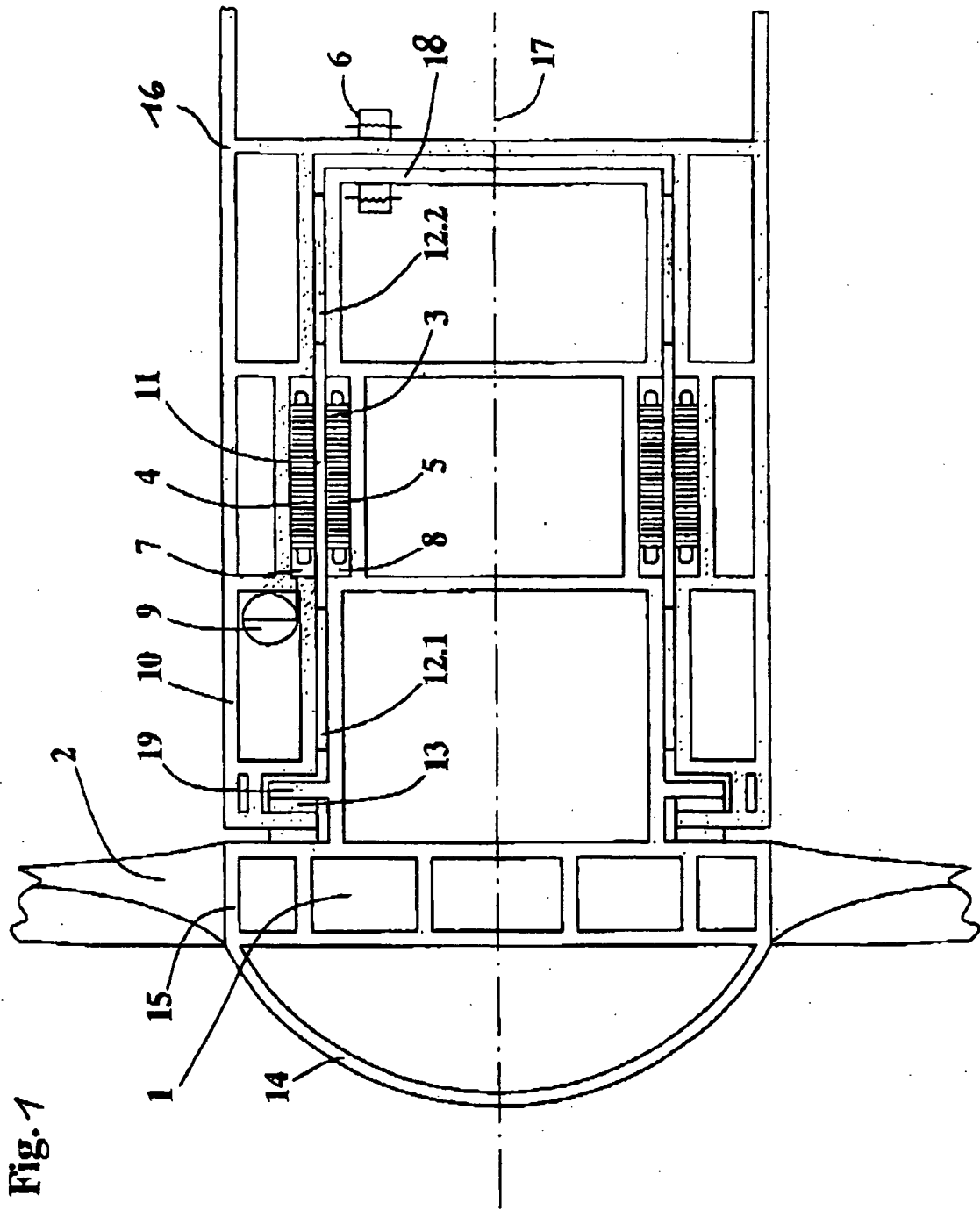
35

40

45

50

55



IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- US 5509830 A [0002]
- US 5607329 A [0002]
- US 2714866 A [0005]
- DE 102004048754 A1 [0006]
- DE 3141339 A1 [0007] [0009]
- EP 1140618 A1 [0009]