

PCT
 WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM
 Internationales Büro
 INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE
 INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)



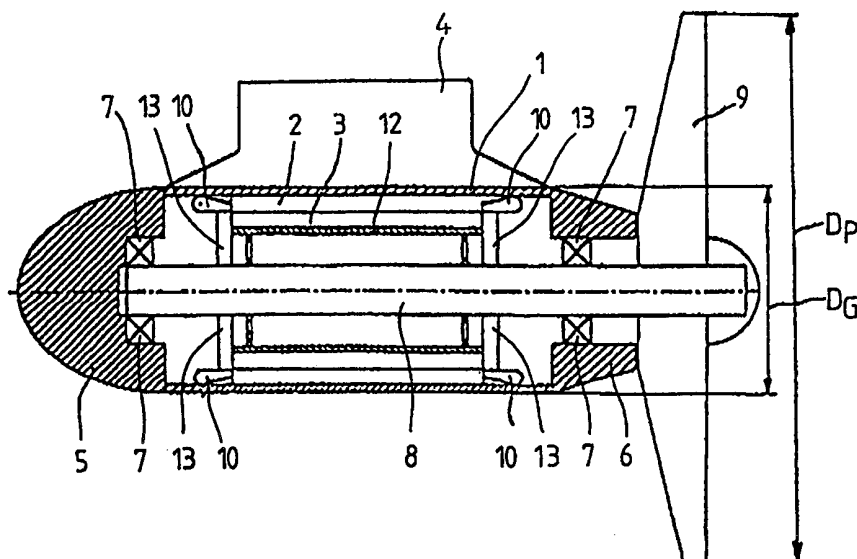
(51) Internationale Patentklassifikation ⁶ : B63H 23/24, 5/12, H02K 9/08, 9/19, 5/02, H02M 5/00, H01R 39/08	A2	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 99/36312 (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 22. Juli 1999 (22.07.99)
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE98/03770 (22) Internationales Anmeldedatum: 22. Dezember 1998 (22.12.98) (30) Prioritätsdaten: 198 01 448.1 16. Januar 1998 (16.01.98) DE (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE]; Wittelsbacherplatz 2, D-80333 München (DE). (72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): RZADKI, Wolfgang [DE/DE]; Groothegen 4 E, D-21509 Glinde (DE). MEYER, Christian [DE/DE]; Strasse 344 Nr. 7B, D-13591 Berlin (DE). SCHÜRING, Ingo [DE/DE]; Bruchsaler Strasse 14, D-10715 Berlin (DE). HEIN, Peter [DE/DE]; Lenthersteig 24, D-13629 Berlin (DE). (74) Gemeinsamer Vertreter: SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT; Postfach 22 16 34, D-80506 München (DE).	(81) Bestimmungsstaaten: AU, CA, CN, JP, KR, NO, RU, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE). Veröffentlicht <i>Ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts.</i>	

(54) Title: ELECTRICAL DRIVE MECHANISM FOR SHIPS

(54) Bezeichnung: ELEKTRISCHE ANTRIEBSEINRICHTUNG FÜR SCHIFFE

(57) Abstract

Disclosed is an electrical drive mechanism for ships, comprising a housing (1) arranged like a pod on the underside of the ship's hull to accommodate an electric motor with a rotor (3) and a stator (2) and at least one propeller (9) disposed on the shaft bearing the rotor. In order to improve the effective propulsion of said electrical drive mechanism for ships, the electric motor is designed as a synchronous permanent magnet motor, wherein the rotor (3) has permanent magnets (1) to excite the stator and the housing (1) is embodied as a radiator forming an external wall. Additional cooling devices (13, 14) can be arranged inside the housing (1). The housing (1) and the shaft (4) can be made of a light metal, especially an aluminium alloy.



(57) Zusammenfassung

Beschrieben wird eine elektrische Antriebseinrichtung für Schiffe, bestehend aus einem an der Unterseite des Schiffsrumpfes gondelartig angeordneten Gehäuse (1) zur Aufnahme eines Elektromotors mit Läufer (3) und Stator (2), wobei an der den Läufer (3) tragenden Welle (8) wenigstens ein Propeller (9) angeordnet ist. Um den Propulsionswirkungsgrad einer solchen elektrischen Antriebseinrichtung für Schiffe zu verbessern, wird der elektrische Motor als permanentmagneterregter Synchronmotor ausgebildet, wobei der Läufer (3) Permanentmagnete (11) zur Erregung des Stators (2) aufweist und dass das Gehäuse (1) als Aussenwandkühler ausgebildet ist. Im Innenraum des Gehäuses (1) können zusätzliche Kühleinrichtungen (13, 14) angeordnet sein. Gehäuse (1) und Schaft (4) können aus Leichtmetall sein, insbesondere aus einer Aluminiumlegierung.

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidschan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	ML	Mali	TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	MN	Mongolei	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MR	Mauretanien	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MW	Malawi	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MX	Mexiko	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CG	Kongo	KE	Kenia	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	PL	Polen		
CM	Kamerun	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CN	China	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CU	Kuba	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
CZ	Tschechische Republik	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DE	Deutschland	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
DK	Dänemark	LR	Liberia	SG	Singapur		
EE	Estland						

Beschreibung

Elektrische Antriebseinrichtung für Schiffe

Die Erfindung betrifft eine elektrische Antriebseinrichtung für Schiffe, bestehend aus einem an der Unterseite des Schiffsrumpfes gondelartig angeordneten Gehäuse zur Aufnahme
5 eines Elektromotors mit Läufer und Stator, wobei an der den Läufer tragenden Welle wenigstens ein Propeller angeordnet ist.

Ein Schiffsantrieb der Eingangs beschriebenen Art ist beispielsweise aus der US-PS 2,714,866 bekannt. Bei diesem aus dem Stand der Technik bekannten Schiffsantrieb wird als Motor ein dreiphasiger Wechselstrommotor mit einem Kurzschlußläufer verwendet, wobei der Läufer auf einer Hohlwelle aufsitzt, die ihrerseits über eine Kupplung mit der innerhalb der Hohlwelle
15 verlaufenden Antriebswelle gekoppelt ist. Die Antriebswelle ist dabei direkt mit dem Propeller gekoppelt. Bei diesem Schiffsantrieb ist der Stator des Motors von einem rohrförmigen Gehäuse umgeben, daß seinerseits in ein rohrsattelartiges Gehäuseteil des an der Unterseite des Schiffsrumpfes befestigten, gondelartigen Gehäuses eingefügt ist. Die Kühlung des Motors einschließlich der Lager des Läufers erfolgt mit Frischwasser, das aus einem im Schiffsrumpf angeordneten Tank in das Innere des Motorgehäuses gepumpt und im Kreislauf ge-
20 führt wird.

Bei einem anderen, aus der US-PS 5,403,216 bekannten Schiffsantrieb dieser Art, der für Antriebsleistungen von 10 MW ausgelegt werden kann, stützt sich der dynamoelektrische Motor mit seinem Stator über radial angeordnete Stegbleche in dem umgebenden Gehäuse ab. Die hierzu verwendeten Stegbleche dienen zugleich zur Ausbildung von Kühlkanälen für ein aus dem Schiffsrumpf herausgeführtes gasförmiges Kühlmittel.
30

- Wie weiterhin aus der EP 0 590 867 A1 bekannt, wird als Motor üblicherweise ein Synchronmotor mit elektrisch erregtem Kurzschlußläufer verwendet, wobei der Läufer durch Anordnung auf der hohl ausgebildeten, von Wasser durchströmten Antriebswelle zusätzlich gekühlt werden kann. Bei einer derartigen Antriebseinrichtung ist man im übrigen bemüht, das Verhältnis zwischen dem maximalen Durchmesser des Antriebsgehäuses und dem Propellerdurchmesser kleiner als 0,65 zu wählen, vorzugsweise in den Bereich von 0,4 bis 0,5 zu legen. Hierbei ist zu berücksichtigen, daß der Propellerdurchmesser nicht beliebig groß gewählt werden kann. Das genannte Verhältnis der Außendurchmesser von Antriebsgehäuse und Propeller beeinflusst den Propulsionswirkungsgrad, wobei dieser um so größer ausfällt, je kleiner das genannte Durchmesser Verhältnis ist.
- 15 Zur Kühlung eines unter Wasser betriebenen Elektromotors ist es im übrigen aus der US-PS 2,862,122 bekannt, das als Kühlmittel verwendete Isolieröl so im Kreislauf zu pumpen, daß es in Kühlkanälen, die axial im Bereich der Gehäusewandung verlaufen, Wärme an das umgebende Wasser abgibt.
- 20 Weiterhin ist es aus der DE-Publikation „Siemens-Z.“, 1975, Heft 49, Seiten 368 bis 374, bekannt, für den Propellerantrieb von U-Booten permanenterregte Läufer anstelle von Kurzschlußläufern oder von über Schleifringe fremderregten Läufern bei Synchronmotoren zu verwenden. Bei diesen bekannten
- 25 Einsatzzwecken sind die axial sehr kurz ausgebildeten Motoren innerhalb des Schiffsrumpfes angeordnet, wobei die aus jeweils mehreren Permanentmagneten aufgebauten Polschuhe des Läufers mit dem Polschaft verklebt sind. Das Ständerblechpaket dieses Motors ist von zwei Kühlringen umgeben, die von
- 30 Frischwasser durchströmt werden, welches in Wärmetauschern durch Seewasser rückgekühlt wird.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, bei einem elektrischen Schiffsantrieb der Eingangs genannten Art den Propulsionswirkungsgrad zu verbessern.

Die Lösung dieser Aufgabenstellung ist erfindungsgemäß dadurch gekennzeichnet, daß der elektrische Motor als Synchronmotor ausgebildet ist, wobei der Läufer Permanentmagnete zur Erregung des Stators aufweist und daß das Gehäuse als Außenwandkühler ausgebildet ist.

Durch die Ausbildung des Antriebsgehäuses als Außenwandkühler ist es erstmalig möglich, die Kühlung des Elektromotors durch das das Gehäuse umgebende bzw. umströmende Wasser zu bewirken. Durch diese Außenwandkühlung kann auf die Ausbildung von Kühlkanälen und dergleichen im Inneren des Gehäuses, wie dies aus dem Stand der Technik bekannt ist, verzichtet werden, so daß der radiale Raumbedarf des Synchronmotors und somit der Außendurchmesser des Antriebsgehäuses deutlich verringert werden kann. Dies führt zu einem günstigeren Verhältnis zwischen dem Außendurchmesser der Antriebseinrichtung und dem Außendurchmesser des Propellers, so daß die Antriebseinrichtung einen wesentlich besseren Propulsionswirkungsgrad aufweist. Insbesondere lassen sich bei Anwendung der erfindungsgemäßen Maßnahmen Schiffsantriebe konstruieren, bei denen das Verhältnis von Außendurchmesser des strömungsgünstig gestalteten Gehäuseteils zum Außendurchmesser des Propellers kleiner oder höchstens gleich 0,4 ist. Die Ausbildung des Gehäuses als Außenwandkühler erfolgt gemäß einer ersten Ausführungsform der Erfindung dadurch, daß der Stator des Motors mit dem Gehäuse kraftschlüssig verbunden ist. Diese kraftschlüssige Verbindung zwischen Stator einerseits und Gehäuseinnenwand andererseits kann beispielsweise durch eine Schrumpfverbindung hergestellt werden.

Gemäß einer zweiten Ausführungsform der Erfindung ist der Stator des Motors mit dem Gehäuse zur Ausbildung des Außenwandkühlers formschlüssig, beispielsweise über Profilverbindungen, verbunden. In beiden Fällen, nämlich im Falle der kraftschlüssigen sowie der formschlüssigen Verbindung zwischen Stator einerseits und Gehäuseinnenwand andererseits, wird ein direkter und guter Wärmeübergang zwischen Motor und

dem sich auf der Außenseite des Antriebsgehäuses befindlichen Kühlmediums Wassers bewirkt.

Um auch im Betrieb im oberen Leistungsbereich von mehr als 5 MW eine ausreichende Kühlung des Elektromotors und insbesondere der Wickelköpfe zu gewährleisten, wird mit der Erfindung weiterhin vorgeschlagen, daß im Inneren des Gehäuses zusätzliche Kühleinrichtungen angeordnet sind, die insbesondere auf die im Gehäuse vorhandenen Wickelköpfe wirkend ausgebildet sind. In diesem Fall ist es zweckmäßig, jedem Wickelkopf des Stators eine solche zusätzliche Kühleinrichtung zuzuordnen. Diese zusätzlichen Kühleinrichtungen lassen sich in dem durch die Motorkonstruktion ohnehin vorhandenen Innenraum ohne besonderen zusätzlichen Aufwand anordnen, indem beispielsweise als Kühleinrichtungen Lüfter gewählt werden, die innerhalb der Wickelköpfe auf der Läuferwelle angeordnet sind.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung ist jede zusätzliche Kühleinrichtung als jedem Wickelkopf stirnseitig zugeordneter, im Querschnitt rohrförmiger Ring ausgebildet, der mit Sprühlöchern versehen ist und dessen Innenraum mittels einer Pumpe an einen unterhalb der Läuferwelle befindlichen Isolieröl-Sumpf angeschlossen ist.

Bei beiden Ausführungsformen zur Ausgestaltung der zusätzlichen Kühleinrichtungen wird dem Kühlmittel - sei es Luft oder Isolieröl - in gleicher Weise wie dem Stator über die umgebende Gehäusewand des Motors die Wärme entzogen, so daß auch für diese zusätzliche Kühleinrichtung das Antriebsgehäuse als Außenwandkühler dient.

Weiterhin wird mit der Erfindung vorgeschlagen, daß im Inneren des Gehäuses Wärmeleitelemente, zum Beispiel in der Form von Wärmeleitbrücken, aus einem gut wärmeleitenden Material angeordnet sind. Durch diese Ausbildung von Wärmeleitbrücken ist es möglich, die Wärmeableitung an das Antriebsgehäuse und somit an das das Gehäuse umgebende Kühlwasser deutlich zu er-

höhen, wobei die Ausbildung dieser Wärmebrücken insbesondere bei der nur kraftschlüssigen Verbindung zwischen Stator des Motors und Gehäuse anzuwenden ist, um eine quasi formschlüssige Verbindung und somit vollflächige Wärmeableitung zu ermöglichen.

Zur Versorgung des elektrischen Motors mit elektrischer Energie wird erfindungsgemäß vorgeschlagen, daß die Energieversorgung über eine Schleifringanordnung erfolgt. Durch die Verwendung einer Schleifringanordnung kann auf biegsame Kabel, die den Drehwinkel begrenzen und stör anfällig sind, verzichtet werden. Dabei handelt es sich bei den Schleifringen um kostengünstige Standardbauteile. Gemäß einer praktischen Ausführungsform der Erfindung weist die Schleifringanordnung vorzugsweise einstückige Schleifringe und mehrteilige Pole auf, die in Kontakt mit den Schleifringen stehen.

Um sicherzustellen, daß die Energieversorgung des elektrischen Motors störungsfrei erfolgt, wird erfindungsgemäß vorgeschlagen, daß die Schleifringanordnung eine Kontaktüberwachungsvorrichtung aufweist, die den Kontaktzustand feststellt.

Gemäß einer praktischen Ausführungsform der Erfindung ist der Läufer über ein Läuferstützrohr mit der Propellerwelle verbunden.

Die Flexibilität der erfindungsgemäßen elektrischen Antriebseinrichtung kann erfindungsgemäß dadurch erhöht werden, daß die als außengekühlter elektrischer Synchronmotor ausgebildete elektrische Antriebseinrichtung, insbesondere zum Antrieb von ruderblattlosen Schiffen, einen Zwischenkreisumrichter, insbesondere einen Spannungszwischenkreisumrichter oder Direktumrichter aufweist. Durch diese Umrichter kann der elektrische Synchronmotor durch Energieversorgung mit unterschiedlichen Frequenzen angetrieben werden, da diese Umrichter die Frequenzen der Energieversorgung in die Frequenz des

Synchronmotors umwandeln. Gemäß einer praktischen Ausführungsform der Erfindung erfolgt die Energieversorgung über einen von einem Antriebsaggregat angetriebenen Generator und einen Direkt- oder Zwischenkreisumrichter, wobei die elektrische Verbindung zwischen dem Umrichter und dem Antriebsmotor eine Schleifringanordnung oder eine Kabelschleife aufweist.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung sind die Permanentmagnete des Läufers des Synchronmotors als Luftspaltnagnete auf U-förmigen geblechten oder massigen Jochen angeordnet.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung sind die Permanentmagnete als Flußkonzentrationsanordnung angeordnet.

Zur Vermeidung von Streufeldern sowie zum Schutz der Permanentmagneten wird weiterhin vorgeschlagen, daß die Permanentmagnete von einem Blechpaket umschlossen angeordnet sind.

Aus elektrischen, elektrostatischen sowie aus Gewichtsgründen kann es weiterhin vorteilhaft sein, daß das Gehäuse der gondelartigen Antriebseinrichtung aus Leichtmetall, vorzugsweise einer Aluminiumlegierung besteht.

Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung der zugehörigen Zeichnung, in der verschiedene Ausführungsbeispiele einer erfindungsgemäßen elektrischen Antriebseinrichtung für Schiffe beispielhaft schematisch dargestellt sind. In der Zeichnung zeigt:

Fig. 1 einen Längsschnitt durch eine erfindungsgemäße Antriebseinrichtung mit Luftkühlung der Wickelköpfe des Stators;

Fig. 2 einen Längsschnitt durch eine erfindungsgemäße Antriebseinrichtung mit Sprühkühlung der Wickelköpfe des Stators;

- Fig. 3 einen Längsschnitt durch eine erfindungsgemäße Antriebseinrichtung, bei der der Stator des Motors mit dem Gehäuse kraftschlüssig durch eine Schrumpfverbindung verbunden ist;
- 5 Fig. 4 eine ausschnittsweise Darstellung einer ersten Ausführungsform zur Anordnung von Permanentmagneten und Joch;
- Fig. 5 eine ausschnittsweise Darstellung einer zweiten Ausführungsform zur Anordnung von Permanentmagneten und Joch und
- 10 Fig. 6 eine ausschnittsweise Darstellung einer dritten Ausführungsform zur Anordnung von Permanentmagneten und Joch.
- 15 Die Antriebseinrichtungen gemäß den Abbildungen Fig. 1 bis Fig. 3 bestehen aus einem strömungsgünstig gestalteten, die Form einer Gondel aufweisenden Gehäuse 1 mit einem darin angeordneten, aus Stator 2 und Läufer 3 bestehenden Synchronmotor sowie einem Schaft 4, über den die Antriebseinrichtung am
- 20 Boden eines nicht dargestellten Schiffsrumpfes gondelartig befestigt ist.

Das Gehäuse 1 weist - wie aus Fig. 1 und Fig. 2 ersichtlich - Endkappen 5 und 6 auf, die Lager 7 einer Antriebswelle 8 tragen. Während bei der Ausführungsform gemäß den Abbildungen

25 Fig. 1 und 2 nur an einem Ende der Antriebswelle 8 ein Propeller 9 angeordnet ist, sind bei der Ausführungsform gemäß Fig. 3 an beiden Enden der Antriebswelle 8 Propeller 9 angeordnet.

Wie insbesondere aus Fig. 3 ersichtlich, ist der Stator 2 des Synchronmotors kraftschlüssig in das hohlzylindrische Gehäuse

30 1 eingepaßt. Beim dargestellten Ausführungsbeispiel erfolgt diese kraftschlüssige Verbindung durch Aufschrumpfen des Gehäuseteils auf das Blechpaket des Stators 2, wobei aufgrund der Blechpaketlänge der Sitz mehrfach abgestuft ist. Die

35 Wicklungen des Stators 2 sind in den Abbildungen Fig. 1 bis

Fig. 3 teilweise anhand der Wickelköpfe 10 dargestellt. Der Läufer 3 des Synchronmotors ist in an sich bekannter Weise als mit Permanentmagneten 11 versehener Läufer 3 ausgebildet und ruht mittels einer Tragkonstruktion 12 auf der Antriebs-
5 welle 8.

Die Kühlung des Synchronmotors erfolgt durch die kraftschlüssige und/oder formschlüssige Verbindung zwischen Stator 2 und Gehäuse 1 derart, daß das Gehäuse 1 als Außenwandkühler ausgebildet ist. Die Kühlung des Synchronmotors erfolgt somit
10 durch das das Gehäuse 1 umgebende bzw. umströmende Wasser, ohne daß zusätzliche Kühlmedien durch im Stator 2 oder zwischen Stator 2 und Gehäuse 1 vorgesehene Kühlkanäle geleitet werden müssen, wie dies aus dem Stand der Technik bekannt ist.

15 Beim Betrieb des Synchronmotors im oberen Leistungsbereich kann es notwendig sein, die Wickelköpfe 10 des Stators 2 einer zusätzlichen Kühlung zu unterziehen. In Fig. 1 ist eine erste Ausführungsform für eine solche zusätzliche Kühleinrichtung zur Kühlung der Wickelköpfe 10 des Stators 2 dargestellt. Bei dieser ersten Ausführungsform ist innerhalb der
20 Wickelköpfe 10, das heißt in radialer Richtung zwischen den Wickelköpfen 10 einer jeden Stirnseite des Stators 2, auf der Antriebswelle 8 jeweils ein Lüfter 13 angeordnet. Mit Hilfe dieser Lüfter 13 wird die im Innenraum des Synchronmotors befindliche Luft konvektiv umgewälzt und umströmt dabei die
25 Wickelköpfe 10. Die von der verwirbelten Luft aufgenommene Wärme wird der Luft über das als Außenwandkühler ausgebildete Gehäuse 1 durch das das Gehäuse 1 umströmende Wasser entzogen.

30 In Fig. 2 ist eine zweite Ausführungsform zur Ausbildung der zusätzlichen Kühleinrichtung dargestellt. Bei diesem Ausführungsbeispiel ist zur Kühlung der Wickelköpfe 10 des Stators 2 stirnseitig zu den Wickelköpfen 10 jeweils ein im Querschnitt rohrförmiger Ring 14 angeordnet, der in Richtung auf

die Wickelköpfe 10 mit Sprühöffnungen versehen ist. Über diese Sprühöffnungen kann Isolieröl versprüht werden, das sich als Öl-Sumpf 15 unterhalb der Antriebswelle 8 befindet und von dort jeweils mittels einer außerhalb des Gehäuses 1 angeordneten Pumpe in den Ring 14 gepumpt wird. Dem in dem Öl-Sumpf 15 befindlichen Isolieröl wird die Wärme ebenfalls über das als Außenwandkühler ausgebildete Gehäuse 1 durch das das Gehäuse 1 umströmende Wasser entzogen. Selbstverständlich ist es auch möglich, beide Kühleinrichtungen zur Kühlung der Wickelköpfe 10 des Stators 2 zu kombinieren, so daß die Kühlung der Wickelköpfe 10 sowohl über die Lüfter 13 als auch über den Ring 14 versprühtes Isolieröl erfolgt. Bei der Ausbildung des Öl-Sumpfes 15 im Gehäuse 1 ist darauf zu achten, daß der Isolierölpegel nicht so weit ansteigt, daß Isolieröl in den Luftspalt zwischen Stator 2 und Läufer 3 des Synchronmotors gelangt, da hierdurch der Wirkungsgrad des Motors erheblich beeinträchtigt würde.

Dadurch, daß der Synchronmotor mit seinem Stator 2 form-schlüssig und/oder kraftschlüssig in das strömungsgünstig gestaltete Gehäuse 1 eingefügt ist und der mit den Permanentmagneten 11 versehene Läufer 3 in radialer Richtung weniger Platz beansprucht als ein Kurzschlußläufer, kann das Gehäuse 1 einen relativ kleinen Außendurchmesser D_g aufweisen, so daß das Verhältnis zwischen dem Außendurchmesser D_g des Gehäuses 1 und dem Außendurchmesser D_p des Propellers 9 einen relativ kleinen Wert von beispielsweise 0,35 erreicht, selbst dann, wenn der Synchronmotor für eine Antriebsleistung von bis zu 20 MW und mehr ausgelegt ist.

Diese Ausgestaltung des Gehäuses 1 des elektrischen Schiffsantriebs als Außenwandkühler ist unabhängig davon, ob das gondelartige Gehäuse 1 am Schiffsrumpf starr oder drehbar angeordnet ist. Besonders vorteilhaft zum Manövrieren ist es jedoch, wenn das gondelartige Gehäuse 1 um die Längsachse des Schaftes 4 drehbar ist, so daß dieser Antrieb auch für ruderlose Schiffe geeignet ist.

In den Abbildungen Fig. 4, 5 und 6 sind drei Ausführungsformen zur Ausbildung des Läufers 3 dargestellt.

Gemäß Fig. 6 sind die Permanentmagnete 11 als Luftspaltmagnete ausgebildet, die auf einem U-förmigen, geblechten oder
5 massiven Joch 16 angeordnet sind.

Gemäß Fig. 4 sind die auf dem Rotorrohr 17 angeordneten Permanentmagnete 11 als Flußkonzentrationsanordnung angeordnet, wobei die Permanentmagnete 11 zwischen den Jochen 16 angeordnet sind.

10 Die Ausbildung gemäß Fig. 5 zeigt schließlich eine Anordnung, bei der die Permanentmagnete 11 von dem Blechpaket des Joches 16 umschlossen sind, wodurch Streuungen des Magnetfeldes deutlich verringert werden.

Insgesamt ist somit festzustellen, daß aufgrund der Ausbildung des Gehäuses 1 des elektrischen Schiffsantriebs als Außenwandkühler die Baugröße dieser Antriebseinrichtung deutlich verringert werden kann, was zu einer Erhöhung des Propulsionswirkungsgrades führt.

Für Marine- oder andere Spezialschiffe kann der Antrieb
20 und/oder sein Schaft aus einer Aluminiumlegierung bestehen. Aluminium erlaubt eine besonders leichte Ausführung bei gegenüber Stahl verbesserter Wärmeleitung. Derartige Schiffe können daher auch bei höheren Wassertemperaturen als die 32 °C, bis zu den rechnerisch der Einsatz in der reinen Außenkühlerausführung möglich ist, eingesetzt werden.
25

Patentansprüche

1. Elektrische Antriebseinrichtung für Schiffe, bestehend aus einem an der Unterseite des Schiffsrumpfes gondelartig angeordneten Gehäuse (1) zur Aufnahme eines Elektromotors mit Läufer (3) und Stator (2), wobei an der den Läufer (3) tragenden Welle (8) wenigstens ein Propeller (9) angeordnet ist, dadurch gekennzeichnet, daß der elektrische Motor als Synchronmotor ausgebildet ist, wobei der Läufer (3) Permanentmagnete (11) zur Erregung des Stators (2) aufweist und daß das Gehäuse (1) als Außenwandkühler ausgebildet ist.
2. Elektrische Antriebseinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Stator (2) des Motors mit dem Gehäuse (1) kraftschlüssig verbunden ist.
3. Elektrische Antriebseinrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Stator (2) des Motors mit dem Gehäuse (1) formschlüssig verbunden ist.
4. Elektrische Antriebseinrichtung nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß im Innenraum des Gehäuses (1) zusätzliche Kühleinrichtungen angeordnet sind.
5. Elektrische Antriebseinrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die zusätzlichen Kühleinrichtung als auf im Gehäuse (1) vorhandene Wickelköpfe (10) wirkend ausgebildet sind.
6. Elektrische Antriebseinrichtung nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß die zusätzliche Kühleinrichtung aus einem innerhalb des jeweiligen Wickelkopfes (10) auf der Läuferwelle (8) angeordneten Lüfter (13) besteht.

7. Elektrische Antriebseinrichtung nach mindestens einem der Ansprüche 4 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß jedem Wickelkopf (10) stirnseitig ein im Querschnitt rohrförmiger Ring (14) zugeordnet ist, der mit Sprühlöchern
5 versehen ist und dessen Innenraum mittels einer Pumpe an einen unterhalb der Läuferwelle (8) befindlichen Isolieröl-Sumpf (15) angeschlossen ist.

8. Elektrische Antriebseinrichtung nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß im Inneren des Gehäuses Wärmeleitelemente, zum Beispiel
10 in Form von Wärmebrücken, aus gut wärmeleitendem Material angeordnet sind.

9. Elektrische Antriebseinrichtung für Schiffe, bestehend aus einem an der Unterseite des Schiffsrumpfes gondelartig
15 angeordneten Gehäuse (1) zur Aufnahme eines Elektromotors, vorzugsweise eines permanenterregten Synchronmotors, insbesondere nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß der elektrische Motor über eine Schleifringanordnung mit elektrischer Energie
20 versorgt wird.

10. Elektrische Antriebseinrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Schleifringanordnung vorzugsweise einstückige Schleifringe und mehrteilige Pole, die in Kontakt mit den Schleifringen stehen, aufweist.

25 11. Elektrische Antriebseinrichtung nach Anspruch 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Schleifringanordnung eine Kontaktüberwachungsvorrichtung aufweist.

12. Elektrische Antriebseinrichtung nach mindestens einem der Ansprüche 9 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Schleifringanordnung schwingungsgedämpft gelagert
30 ist.

13. Elektrische Antriebseinrichtung nach Anspruch 12 oder 13, dadurch gekennzeichnet, daß der Läufer (3) über ein Läuferstützrohr (12) mit der Propellerwelle (8) verbunden ist.

5 14. Elektrische Antriebseinrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß der als außengekühlter elektrischer Synchronmotor ausgebildete Elektromotor mit einer Energieversorgung durch einen Umrichter, insbesondere zum Antrieb von ruderblattlosen
10 Schiffen, ausgebildet ist.

15. Elektrische Antriebseinrichtung nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß diese eine elektrische Leistungsaufnahme zwischen 0,5 und 30 Megawatt oder mehr aufweist und zum Antrieb von
15 seegängigen Schiffen aller Art, zum Beispiel von Marineschiffen, Containerschiffen, Fahrgastschiffen, Eisbrechern, Versorgern, Tankern, Fähren, Offshoreeinheiten etc., ausgebildet ist.

16. Elektrische Antriebseinrichtung nach einem oder mehreren
20 der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß diese eine elektrische Leistungsaufnahme von mehr als 5 MW, insbesondere von mehr als 12 MW, aufweist.

17. Elektrische Antriebseinrichtung nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,
25 net, daß diese als außengekühlter elektrischer Synchronmotor mit einer Energieversorgung durch einen Zwischenkreisumrichter, insbesondere einem Spannungszwischenkreisumrichter, insbesondere zum Antrieb von ruderblattlosen Schiffen, ausgebildet ist.

30 18. Elektrische Antriebseinrichtung nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß diese als außengekühlter elektrischer Synchron-

motor mit einer Energieversorgung durch einen Direktumrichter, insbesondere zum Antrieb von ruderblattlosen Schiffen, ausgebildet ist.

19. Elektrische Antriebseinrichtung nach einem oder mehreren
5 der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,
net, daß ihre Energieversorgung über einen von einem
Antriebsaggregat angetriebenen Generator und einen Direkt-
oder Zwischenkreisumrichter erfolgt, wobei die elektrische
Verbindung zwischen dem Umrichter und dem Antriebsmotor eine
10 Schleifringanordnung oder eine Kabelschleife aufweist.

20. Elektrische Antriebseinrichtung nach mindestens einem
der Ansprüche 1 bis 19, dadurch gekennzeichnet,
daß die Permanentmagnete (11) als Luftspaltnagnete ausgebil-
det auf U-förmigen, geblechten oder massiven Jochen (16) an-
15 geordnet sind.

21. Elektrische Antriebseinrichtung nach mindestens einem
der Ansprüche 1 bis 20, dadurch gekennzeichnet,
daß die Permanentmagnete (11) als Flußkonzentrationsanordnung
angeordnet sind.

20 22. Elektrische Antriebseinrichtung nach mindestens einem
der Ansprüche 1 bis 21, dadurch gekennzeichnet,
daß die Permanentmagnete (11) von einem Blechpaket umschlos-
sen angeordnet sind.

23. Elektrische Antriebseinrichtung nach mindestens einem
25 der Ansprüche 1 bis 22, dadurch gekennzeichnet,
daß das Gehäuse (1) aus Leichtmetall, vorzugsweise einer Alu-
miniumlegierung, besteht.

24. Elektrische Antriebseinrichtung nach Anspruch 23,
dadurch gekennzeichnet, daß der Schaft (4) aus
30 Leichtmetall, vorzugsweise einer Aluminiumlegierung,
besteht.

25. Elektrische Antriebseinrichtung nach Anspruch 23 oder 24, dadurch gekennzeichnet, daß sie als Antreib für ein Marineschiff verwendet wird.

1/4

Fig. 1

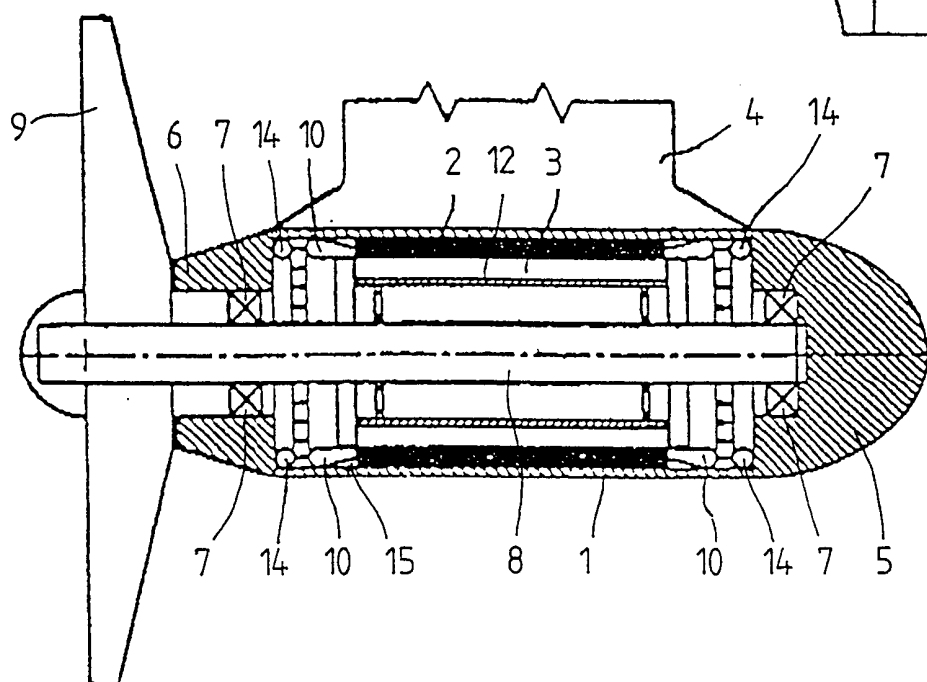
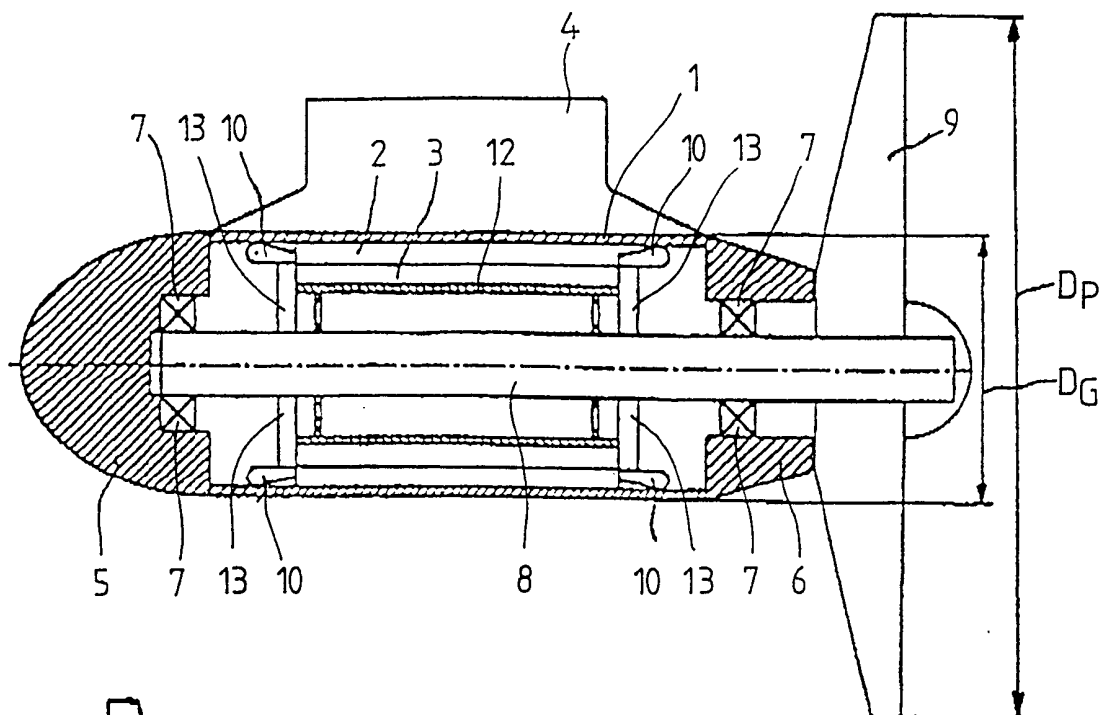


Fig. 2

3/4

Fig. 4

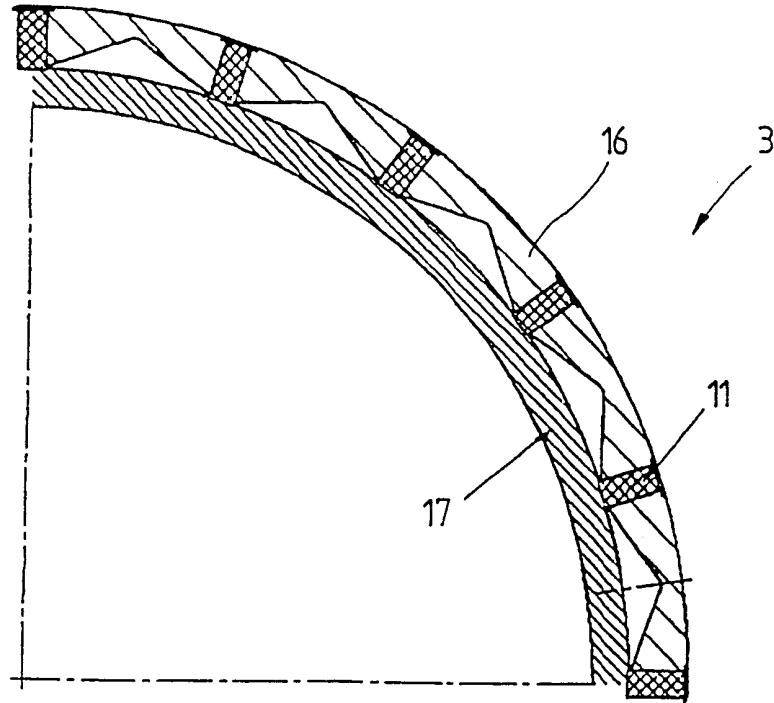
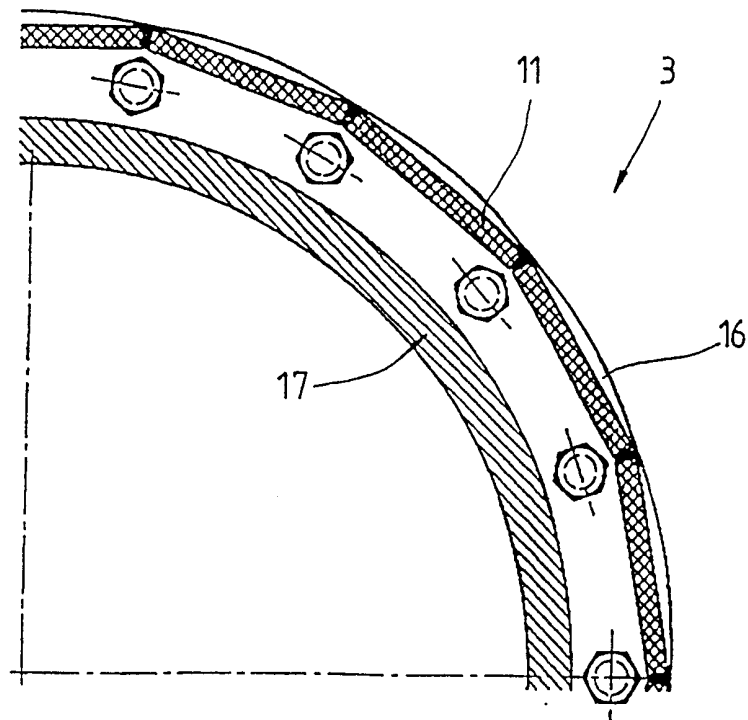


Fig. 5



4/4

Fig. 6

