(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) **EP 1 806 277 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
11.07.2007 Patentblatt 2007/28

(51) Int Cl.:
B63H 1/14 *(2006.01)* ***B63H 1/26*** *(2006.01)*
B63H 21/17 *(2006.01)*

(21) Anmeldenummer: **06003966.6**

(22) Anmeldetag: **27.02.2006**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IS IT LI LT LU LV MC NL PL PT RO SE SI SK TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL BA HR MK YU

(30) Priorität: **05.01.2006 DE 102006001008**

(71) Anmelder: **Torqeedo GmbH**
82319 Starnberg (DE)

(72) Erfinder: **Böbel, Friedrich, Dr.**
82547 Eurasburg (DE)

(74) Vertreter: **Gellner, Bernd**
European Patent Attorney
Gartenstrasse 32b
82547 Achmühle (DE)

(54) **Elektro-Bootsantrieb**

(57) Die Erfindung betrifft einen Bootsantrieb mit einem Synchronmotor und einem von dem Synchronmotor angetriebenen Propeller mit Flügelblättern, wobei sich die Steigung der Flügelblätter des Propellers in radialer Richtung ändert.

EP 1 806 277 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Bootsantrieb mit einem Elektromotor und einem von dem Elektromotor angetriebenen Propeller mit Flügelblättern. Ferner bezieht sich die Erfindung auf ein Verfahren zur Optimierung eines Bootsantriebs mit einem Elektromotor und einem von dem Elektromotor angetriebenen Propeller mit Flügelblättern.

[0002] Der Propeller hat von allen Komponenten eines Bootsantriebs den größten Einfluss auf das Fahrverhalten und die Manövrierfähigkeit eines Bootes. Grundsätzlich haben Propeller, die sich langsam durch das Wasser drehen und über eine hohe Steigung und einen großen Durchmesser verfügen, den größten Wirkungsgrad.

[0003] Häufig werden in Außenbordmotoren für Boote Verbrennungsmotoren eingesetzt. Die Drehmomentkennlinie von Verbrennungsmotoren weist bei geringen Drehzahlen nur ein geringes Drehmoment auf, so dass diese für den Antrieb von großen langsam drehenden Propellern ungünstig sind. Die Wirkungsgrade der für Verbrennungsmotoren einsetzbaren Propeller sind deshalb in niedrigen Leistungsklassen auf 20 bis 30% begrenzt.

[0004] Bei den aus dem Stand der Technik bekannten Elektro-Bootsantrieben wurde bisher die Propellerbauart den von Verbrennungsmotoren bekannten Propellern nachempfunden.

[0005] Aufgabe vorliegender Erfindung ist es daher, einen optimierten Bootsantrieb der eingangs genannten Art zur Verfügung zu stellen, sowie ein Verfahren zur Optimierung eines solchen Bootsantriebs zu entwickeln.

[0006] Diese Aufgabe wird durch einen Bootsantrieb mit einem Elektromotor und einem von dem Elektromotor angetriebenen Propeller mit Flügelblättern gelöst, wobei sich die Steigung der Flügelblätter des Propellers in radialer Richtung ändert.

[0007] Verfahrensseitig wird diese Aufgabe dadurch gelöst, dass die Steigung, die Anzahl, die Fläche, das Querschnittsprofil, die axiale Neigung und/oder die radiale Neigung der Flügelblätter in Abhängigkeit von der Charakteristik des Elektromotors, insbesondere der Drehmomentkennlinie des Elektromotors, bestimmt werden.

[0008] Unter Charakteristik des Elektromotors wird insbesondere die Abhängigkeit der Leistung und / oder des Drehmoments des Elektromotors von der Drehzahl verstanden. Erfindungsgemäß wird der Propeller unter Berücksichtigung dieser Parameter für den Elektromotor maßgeschneidert. Von Vorteil werden hierbei noch die Art und Größe des Bootes, welches mit dem Elektromotor angetrieben werden soll, und / oder dessen Einsatzzweck berücksichtigt.

[0009] Mit Hilfe der Erfindung vorausgehender numerischer Studien wurden unter Berücksichtigung neuester hydrodynamischer Kenntnisse verschiedene Propellertypen konstruiert und im Hinblick auf ihr Zusammenspiel mit einem diese antreibenden Elektromotor untersucht. Insbesondere wurde deren Wirkungsgrad gemessen und bei der Optimierung berücksichtigt.

[0010] Diese Untersuchungen haben gezeigt, dass ein von einem Elektromotor angetriebener Propeller den besten Wirkungsgrad erzielt, wenn sich die Steigung der Flügelblätter in radialer Richtung ändert. Auf diese Weise kann der Propeller die im Wasser auftretenden unterschiedlichen radialen Anströmgeschwindigkeiten am effektivsten nutzen.

[0011] Mit dem Begriff "Steigung" bezeichnet man den Weg, den ein Propeller ohne jeden Schlupf bei einer Umdrehung zurücklegen würde. Diese idealisierte Größe lässt sich am fahrenden Boot allerdings nicht ermitteln, da in der Praxis immer Schlupf auftritt. Man misst daher die Steigung eines Propellers mit Hilfe des Anstellwinkels seiner Flügelblätter.

[0012] Die Erfindung zeigt insbesondere bei Synchronmotoren wesentliche Vorteile. Die Drehmomentcharakteristik des Synchronmotors, nämlich hohes Drehmoment bei niedrigen Drehzahlen, unterstützt gerade den Einsatz solcher Propeller mit sich in radialer Richtung ändernder Steigung, die in der Fachliteratur auch als "variable pitch propeller" bezeichnet werden.

[0013] Vorzugsweise wird nicht nur die Steigung des Propellers optimiert, sondern auch die Flächen der Propellerblätter, deren Anzahl und Querschnittsprofil sowie deren axiale und radiale Neigung.

[0014] Hinsichtlich der Anzahl der Flügelblätter haben sich Propeller mit drei oder fünf Flügelblättern als besonders günstig erwiesen.

[0015] Aufgrund ihres hohen Drehmoments können Synchronmotoren mit einer Eingangsleistung von beispielsweise 400 W bereits Propeller mit einem Durchmesser von 30 cm drehen. Für den Leistungsbereich bis 5 kW, das heißt der Synchronmotor besitzt eine Eingangsleistung bis 5 kW, haben sich Propellerdurchmesser zwischen 25 und 40 cm bewährt.

[0016] Die Erfindung stellt einen hocheffizienten Bootsantrieb zur Verfügung, der im Hinblick auf den Wirkungsgrad optimiert ist. Das Zusammenwirken eines drehmomentstarken Elektromotors, vorzugsweise eines Synchronmotors, mit einem an dessen Drehmomentkennlinie und dessen Leistungsbereich angepassten Propellers hat wesentliche Vorteile gegenüber den konventionellen Bootsantrieben.

[0017] Insbesondere bei Bootsmotoren mit einer Eingangsleistung bis 10 kW, bevorzugt bei Bootsmotoren mit einer Eingangsleistung bis 5 kW, besonders bevorzugt bei Bootsmotoren mit einer Eingangsleistung bis 2,5 kW, bringt der Einsatz der erfindungsgemäßen Propeller mit in radialer Richtung sich ändernder Steigung der Flügelblätter deutliche Vorteile. Bisher wurde eine Optimierung der Propellertechnik für Bootsantriebe in diesem Leistungsbereich, insbesondere für Elektro-Bootsantriebe, gescheut, da der große numerische Aufwand und die notwendigerweise individuelle Herstellung der so berechneten Propeller offensichtlich als unrentabel betrachtet wurden. Erst die der vorliegenden Erfindung vor-

ausgehenden, aufwändigen Berechnungen und die nachfolgenden Tests mit den anhand der Berechnungsergebnisse entwickelten Propellern haben gezeigt, dass im Gegenteil die Verwendung der erfindungsgemäßen Propeller bei Elektro-Bootsantrieben, insbesondere bei Bootsantrieben in den oben genannten Leistungsklassen, besonders vorteilhaft ist.

[0018] Neben der erfindungsgemäßen Ausgestaltung des Propellers hat es sich als günstig erwiesen, alle strömungsmechanisch sensiblen Komponenten wie den Schaft und den Pylon zu optimieren. Der strömungsmechanische Widerstand des Motorschafts eines Außenbordmotors hängt stark von der Bauform ab. Vorzugsweise werden für den Schaft und den Pylon strömungsmechanisch optimierte Profile eingesetzt.

Patentansprüche

1. Bootsantrieb mit einem Elektromotor und einem von dem Elektromotor angetriebenen Propeller mit Flügelblättern, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich die Steigung der Flügelblätter des Propellers in radialer Richtung ändert.

2. Bootsantrieb nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Elektromotor als Synchronmotor ausgeführt ist.

3. Bootsantrieb nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steigung der Flügelblätter von der Charakteristik des Elektromotors, insbesondere der Drehmomentkennlinie des Elektromotors, abhängt.

4. Bootsantrieb nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Anzahl, die Fläche, das Querschnittsprofil, die axiale Neigung und/oder die radiale Neigung der Flügelblätter von der Charakteristik des Elektromotors, insbesondere der Drehmomentkennlinie des Elektromotors, abhängen.

5. Bootsantrieb nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Propeller drei Flügelblätter besitzt.

6. Bootsantrieb nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Propeller fünf Flügelblätter besitzt.

7. Bootsantrieb nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Propeller einen Durchmesser zwischen 25 und 40 cm besitzt.

8. Bootsantrieb nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Eingangsleistung des Elektromotors weniger als 10 kW, bevorzugt weniger als 5 kW, beträgt.

9. Verfahren zur Optimierung eines Bootsantriebs mit einem Elektromotor und einem von dem Elektromotor angetriebenen Propeller mit Flügelblättern, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steigung, die Anzahl, die Fläche, das Querschnittsprofil, die axiale Neigung und/oder die radiale Neigung der Flügelblätter in Abhängigkeit von der Charakteristik des Elektromotors, insbesondere der Drehmomentkennlinie des Elektromotors, bestimmt werden.

Europäisches Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 06 00 3966

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE

Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
Y	US 6 231 407 B1 (HEIN PETER ET AL) 15. Mai 2001 (2001-05-15) * Spalte 2, Zeile 66 - Spalte 3, Zeile 7; Abbildungen 1,2 * -----	1-9	INV. B63H1/14 B63H1/26 B63H21/17
Y	DE 29 34 348 A (LEHMANN ET AL) 20. März 1980 (1980-03-20) * Seite 9, Zeile 11 - Zeile 26; Abbildungen 1-6 * -----	1-9	
Y	DE 42 26 637 A1 (SCHNEEKLUTH, HERBERT, PROF. DR.-ING., 5100 AACHEN, DE) 17. Februar 1994 (1994-02-17) * Spalte 1, Zeile 1 - Zeile 37 * -----	3,4,9	
Y	US 5 352 093 A (HANNON ET AL) 4. Oktober 1994 (1994-10-04) * Spalte 1, Zeile 18 - Zeile 34 * * Spalte 2, Zeile 34 - Zeile 59 * -----	5-7	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) B63H

Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt

Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer
Den Haag	23. Mai 2006	DE SENA HERNANDORENA

KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE

X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet
Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie
A : technologischer Hintergrund
O : nichtschriftliche Offenbarung
P : Zwischenliteratur

T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze
E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
D : in der Anmeldung angeführtes Dokument
L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument

& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR. EP 06 00 3966

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

23-05-2006

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 6231407 B1	15-05-2001	AU 712505 B2	11-11-1999
		AU 3335597 A	14-01-1998
		CA 2259193 A1	31-12-1997
		CN 1225608 A	11-08-1999
		WO 9749605 A1	31-12-1997
		DE 19627323 A1	02-01-1998
		DE 29724214 U1	27-07-2000
		DK 907556 T3	28-01-2002
		EP 0907556 A1	14-04-1999
		ES 2165071 T3	01-03-2002
		KR 2000022538 A	25-04-2000
		NO 986122 A	23-12-1998
DE 2934348 A	20-03-1980	FI 782630 A	29-02-1980
		JP 55055090 A	22-04-1980
		NO 792722 A	29-02-1980
		SE 7907104 A	29-02-1980
DE 4226637 A1	17-02-1994	KEINE	
US 5352093 A	04-10-1994	KEINE	

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82