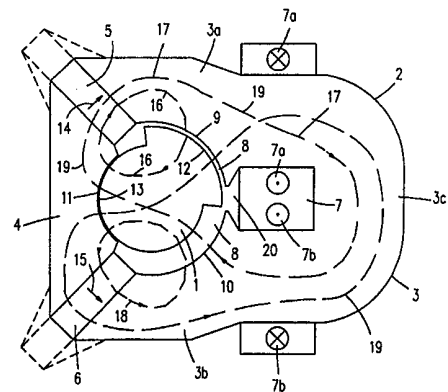


PCTWELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM
Internationales BüroINTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

<p>(51) Internationale Patentklassifikation ⁶ : H02K 26/00, 41/035, E05B 47/00, F02D 11/10</p>	A1	<p>(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 99/13557</p> <p>(43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 18. März 1999 (18.03.99)</p>
<p>(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/IB98/01361</p> <p>(22) Internationales Anmeldedatum: 31. August 1998 (31.08.98)</p> <p>(30) Prioritätsdaten: 197 39 068.4 8. September 1997 (08.09.97) DE</p> <p>(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): KONINKLIJKE PHILIPS ELECTRONICS N.V. [NL/NL]; Groenewoudseweg 1, NL-5621 BA Eindhoven (NL).</p> <p>(71) Anmelder (nur für DE): PHILIPS PATENTVERWALTUNG GMBH [DE/DE]; Röntgenstrasse 24, D-22335 Hamburg (DE).</p> <p>(72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): ACKERMANN, Bernd [NL/NL]; Prof. Holstlaan 6, NL-5656 AA Eindhoven (NL). HOUKES, Martin [NL/NL]; Prof. Holstlaan 6, NL-5656 AA Eindhoven (NL).</p> <p>(74) Anwalt: PEUCKERT, Hermann; Internationaal Octrooibureau B.V., P.O. Box 220, NL-5600 AE Eindhoven (NL).</p>	<p>(81) Bestimmungsstaaten: JP, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).</p> <p>Veröffentlicht <i>Mit internationalem Recherchenbericht.</i></p>	

(54) Title: ELECTROMOTIVE ADJUSTABLE DRIVE**(54) Bezeichnung:** ELEKTROMOTORISCHER VERSTELLANTRIEB**(57) Abstract**

The invention relates to an electromotive adjustable drive with a moving part (1; 26; 46) and a stationary part (2; 25; 45). Said stationary part contains at least one provided first energizing component (5; 29; 51) for generating a magnetic flux, especially a constant magnetic flux, and at least one provided second energizing component (7; 32; 55, 56) for generating a magnetic flux with a variable amplitude. At least one first magnetic circuit (16; 40, 57) and one second magnetic circuit (17; 41; 58) are provided for guiding the magnetic flux generated by the first energizing component (5; 29; 51), whereby the magnetic resistance of the first magnetic circuit (16; 40, 57) and the second magnetic circuit (17; 41; 58) can be controlled by means of the moving part (1; 26; 46) position, and the second energizing component (7; 32; 55, 56) is arranged in the second magnetic circuit (17; 41; 58). The aim of the invention is to further develop an adjustable drive such that a rotating actuator with an adjustable range of more than 90° can be realized. In order to accomplish this, a fixed part (2; 25; 45) contains at least one first (9; 33), one second (10; 34) and one third pole shoe (11; 35) such that the first (9; 33) and the third pole shoes (11; 35) are provided as flux guiding elements of the first magnetic circuit (16; 40; 57) and the second (10; 34) and the third pole shoes (11; 35) are provided as flux guiding elements of the second magnetic circuit (17; 41; 58).



(57) Zusammenfassung

Die Erfindung bezieht sich auf einen elektromotorischen Verstellantrieb mit einem beweglichen Teil (1; 26; 46) und einem feststehenden Teil (2; 25; 45), das wenigstens ein zur Erzeugung eines Magnetflusses, insbesondere eines konstanten Magnetflusses, vorgesehenes erstes Erregerteil (5; 29; 51) und wenigstens ein zur Erzeugung eines in der Amplitude veränderbaren Magnetflusses vorgesehenes zweites Erregerteil (7; 32; 55, 56) aufweist, wobei zur Führung des von dem ersten Erregerteil (5; 29; 51) erzeugten Magnetflusses wenigstens ein erster (16; 40, 57) und ein zweiter (17; 41; 58) magnetischer Kreis vorgesehen sind, wobei der magnetische Widerstand des ersten (16; 40; 57) und des zweiten (17; 41; 58) magnetischen Kreises mittels der Position des beweglichen Teils (1; 26; 46) steuerbar ist und wobei das zweite Erregerteil (7; 32; 55, 56) in dem zweiten magnetischen Kreis (17; 41; 58) angeordnet ist. Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, einen derartigen Verstellantrieb dahingehend weiterzuentwickeln, daß ein Drehaktuator mit einem Verstellbereich von mehr als 90° realisierbar ist. Dies ist dadurch gelöst, daß das feststehende Teil (2; 25; 45) wenigstens einen ersten (9; 33), einen zweiten (10; 34) und einen dritten Polschuh (11; 35) aufweist, daß der erste (9; 33) und der dritte (11; 35) Polschuh als flußführende Elemente des ersten magnetischen Kreises (16; 40; 57) und daß der zweite (10; 34) und der dritte Polschuh (11; 35) als flußführende Elemente des zweiten magnetischen Kreises (17; 41; 58) vorgesehen sind.

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						

Elektromotorischer Verstellantrieb.

BESCHREIBUNG

Die Erfindung bezieht sich auf einen elektromotorischen Verstellantrieb mit einem beweglichen Teil und einem feststehenden Teil, das wenigstens ein zur Erzeugung eines Magnetflusses, insbesondere eines konstanten Magnetflusses, vorgesehenes erstes
5 Erregerteil und wenigstens ein zur Erzeugung eines in der Amplitude veränderbaren Magnetflusses vorgesehenes zweites Erregerteil aufweist, wobei zur Führung des von dem ersten Erregerteil erzeugten Magnetflusses wenigstens ein erster und ein zweiter magnetischer Kreis vorgesehen sind, wobei der magnetische Widerstand des ersten und des zweiten magnetischen Kreises mittels der Position des beweglichen Teils steuerbar ist und
10 wobei das zweite Erregerteil in dem zweiten magnetischen Kreis angeordnet ist.

Ein derartiger elektromotorischer Verstellantrieb ist aus dem Artikel "Performance prediction of Laws Relay actuator", IEE Proceedings, Vol. 137, Pt. B, No. 1, Jan. 1990, Seiten 1 bis 13, von H.R. Bolton und Y. Shakweh, bekannt. Dieser bekannte
15 elektromotorische Verstellantrieb wird auch als Laws Relay bezeichnet und weist als bewegliches Teil einen weichmagnetischen Rotor mit zwei Rotorpolschuhen sowie als feststehendes Teil einen Stator mit vier symmetrisch über den Umfang verteilten Statorpolschuhen auf. Der Stator weist zwei Permanentmagnete auf, die einen konstanten Magnetfluß erzeugen, sowie zwei Erregerspulen, mittels derer ein in der Amplitude
20 veränderbarer Magnetfluß erzeugt werden kann. Die vier Statorpolschuhe und die zwei Rotorpolschuhe dieses bekannten elektromotorischen Verstellantriebes weisen jeweils den gleichen Umfangswinkel auf. Der maximal mögliche Verstellwinkel dieses elektromotorischen Verstellantriebes ist jeweils so groß wie der Umfangswinkel der Stator- und der Rotorpolschuhe. Da am Umfang des Luftspaltes sowohl für die Permanentmagnete
25 als auch für die Erregerspulen Platz benötigt wird, ist der maximale Verstellbereich dieses Verstellantriebes auf Werte unterhalb von 90° begrenzt.

Es ist Aufgabe der Erfindung, einen elektromotorischen Verstellantrieb der eingangs genannten Art zu schaffen, mittels dessen ein Drehaktuator mit einem Verstellbereich von mehr als 90° realisierbar ist.

5 Diese Aufgabe ist erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß das feststehende Teil wenigstens einen ersten, einen zweiten und einen dritten Polschuh aufweist, daß der erste und der dritte Polschuh als flußführende Elemente des ersten magnetischen Kreises und daß der zweite und der dritte Polschuh als flußführende Elemente des zweiten magnetischen Kreises vorgesehen sind.

10 Das erste Erregerteil ist sowohl in dem ersten als auch in dem zweiten magnetischen Kreis angeordnet, so daß sich der von dem ersten Erregerteil erzeugte Magnetfluß, der vorzugsweise konstant ist, über den ersten und/oder über den zweiten magnetischen Kreis schließen kann. Das zweite Erregerteil ist nur in dem zweiten magnetischen Kreis angeordnet. Es ist vorzugsweise als Erregerspule ausgebildet, wobei mittels Variation des Erregerstromes ein in der Amplitude veränderbarer Magnetfluß erzeugt
15 werden kann. Das bewegliche Teil, das vorzugsweise weichmagnetisch ausgebildet ist, ist sowohl in dem ersten als auch in dem zweiten magnetischen Kreis derart angeordnet, daß sich der Widerstand des ersten und des zweiten magnetischen Kreises in Abhängigkeit der Position des beweglichen Teils ändert. Vorzugsweise sind das bewegliche Teil und das feststehende Teil so ausgeführt, daß sich bei Bewegung des beweglichen Teils der
20 Widerstand des ersten magnetischen Kreises und der Widerstand des zweiten magnetischen Kreises gegensinnig ändern, d.h., daß bei einer Bewegung des beweglichen Teils in einer ersten Richtung der Widerstand des ersten magnetischen Kreises zunimmt und der Widerstand des zweiten magnetischen Kreises abnimmt und daß bei Drehung des beweglichen Teils in der entgegengesetzten zweiten Richtung der Widerstand des ersten
25 magnetischen Kreises abnimmt und der Widerstand des zweiten magnetischen Kreises zunimmt. Der erfindungsgemäße elektromotorische Verstellantrieb weist wenigstens drei Polschuhe auf, von denen der erste im ersten magnetischen Kreis, der zweite im zweiten magnetischen Kreis und der dritte in beiden magnetischen Kreisen, d.h. sowohl in dem ersten als auch in dem zweiten magnetischen Kreis angeordnet ist. Der dritte Polschuh wird
30 somit in beiden magnetischen Kreisen als flußführendes Element benutzt. Der Verstellantrieb läßt sich daher mit drei Polschuhen des feststehenden Teils realisieren. Dies hat insbesondere bei einem rotierenden Verstellantrieb den Vorteil, daß sich maximale Verstellwinkelbereiche

von mehr als 90° realisieren lassen. Bei symmetrischer Anordnung der drei Polschuhe des feststehenden Teils stehen bei einem rotierenden Verstellantrieb jeweils ca. 120° als Umfangswinkel zur Verfügung. Damit läßt sich auch bei Berücksichtigung des für das erste und das zweite Erregerteil erforderlichen Umfangswinkels ein Stellbereich von mehr als 90°
5 sicher realisieren.

Eine vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung ist gekennzeichnet durch die Merkmale des Anspruchs 2. Mit dieser vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung läßt sich das erzielbare Drehmoment des Verstellantriebes vergrößern. Der von dem dritten Erregerteil erzeugte Magnetfluß ist vorzugsweise in etwa genauso groß wie der von dem
10 ersten Erregerteil erzeugte Magnetfluß. Dadurch kann das Drehmoment des elektromotorischen Verstellantriebs verdoppelt werden. In einer ersten Maximalposition des beweglichen Teils wird der von dem dritten Erregerteil erzeugte magnetische Fluß im wesentlichen über den vierten magnetischen Kreis und der von dem ersten Erregerteil erzeugte magnetische Fluß im wesentlichen über den ersten magnetischen Kreis geführt. Der
15 von dem dritten Erregerteil erzeugte magnetische Fluß ist daher stark mit dem zweiten Erregerteil verkoppelt, während der von dem ersten Erregerteil erzeugte magnetische Fluß nicht bzw. nur wenig mit dem zweiten Erregerteil verkoppelt ist. In der entgegengesetzten Maximalposition wird der von dem ersten Erregerteil erzeugte magnetische Fluß im wesentlichen über den zweiten magnetischen Kreis und der von dem dritten Erregerteil
20 erzeugte magnetische Fluß im wesentlichen über den dritten magnetischen Kreis geführt. Daher ist in dieser entgegengesetzten zweiten Maximalposition der von dem ersten Erregerteil erzeugte magnetische Fluß mit dem zweiten Erregerteil verkettet, während der von dem dritten Erregerteil erzeugte magnetische Fluß kaum mit dem zweiten Erregerteil verkettet ist.

25 Die Ausgestaltung der Verstellvorrichtung gemäß Anspruch 3 hat den Vorteil, daß die Permanentmagnete fertigungstechnisch günstig in Nuten des feststehenden Teils eingesetzt werden können. Als Permanentmagnete können quaderförmige Blöcke verwendet werden, die sich sehr kostengünstig herstellen lassen. Da die Permanentmagnete auf dem feststehenden Teil angeordnet sind, kann das feststehende Teil an dem Ort der
30 Permanentmagnete nach außen hin erweitert werden, um eine Flußfokussierung zu ermöglichen. Dies ist insbesondere bei der vorteilhaften Ausgestaltung der Verstellvorrichtung gemäß Anspruch 6 günstig. Ferritmagnete sind kostengünstiger als

beispielsweise NdFeB-Magnete, sie weisen jedoch eine geringere magnetische Flußdichte auf und benötigen daher mehr Bauraum.

Die vorteilhafte Ausgestaltung der Vorrichtung gemäß Anspruch 3 hat ferner die Eigenschaft, daß der von dem zweiten Erregerteil erzeugte magnetische Fluß im wesentlichen über den ersten Polschuh, das bewegliche Teil und den zweiten Polschuh zu dem ersten Erregerteil zurückgeführt wird. Über den dritten Polschuh fließt nahezu kein von dem zweiten Erregerteil erzeugter magnetischer Fluß. Dies bedeutet, daß das Reluktanzmoment im wesentlichen von der Luftspaltgeometrie des Luftspaltes zwischen dem ersten Polschuh und dem beweglichen Teil und dem zweiten Polschuh und dem beweglichen Teil bestimmt wird. Der Luftspalt zwischen dem dritten Polschuh und dem beweglichen Teil hat nur einen sehr geringen Einfluß auf das Reluktanzmoment. Dadurch wird es möglich, das Reluktanzmoment durch eine entsprechende Gestaltung des Luftspaltes zwischen dem beweglichen Teil und dem ersten und dem zweiten Polschuh zu minimieren bzw. zu eliminieren und das Klebemoment durch entsprechende Gestaltung des Luftspaltes zwischen dem feststehenden Teil und dem dritten Polschuh zu minimieren bzw. zu eliminieren. Somit ergibt sich ein elektromotorischer Verstellantrieb, dessen Gesamtdrehmoment praktisch kein Klebemoment und kein Reluktanzmoment aufweist, sondern nur aus einem Hybriddrehmoment besteht, das über den gesamten Verstellbereich des Rotors nahezu konstant ist. Das Hybriddrehmoment entsteht durch die Zusammenwirkung des von dem ersten und dem dritten Erregerteil erzeugten Magnetflusses, des von dem zweiten Erregerteil erzeugten Magnetflusses und der Verkettung dieser einzelnen Magnetflüsse mit der Erregerspule des zweiten Erregerteils.

Es sind jedoch auch andere Drehmomentverläufe durch entsprechende Gestaltung der Oberflächengeometrie der Polschuhe des feststehenden Teils und der Geometrie des beweglichen Teils möglich. Insbesondere können auch unsymmetrische Verläufe der Luftspaltgeometrie verwendet werden und somit die Drehmomentverläufe an unterschiedlichste Anforderungen angepaßt werden. Insbesondere ist es möglich, ein magnetisches Rückstellmoment zu realisieren, das das bewegliche Teil bei ausgeschaltetem Erregerstrom des zweiten Erregerteils in eine definierte Ruheposition bewegt. Ebenso könnten zwei oder mehrere Ruhepositionen realisiert werden, wobei es von der Position und der Geschwindigkeit des beweglichen Teils beim Abschalten des Stromes des zweiten Erregerteils abhängt, welche dieser Ruhepositionen das bewegliche Teil einnimmt.

Die Ausgestaltung des Verfahrens gemäß Anspruch 5 hat den Vorteil, daß der maximale Stellbereich der Verstellvorrichtung auch auf Werte von $> 120^\circ$ ausgeweitet werden kann. Der maximale Verstellbereich wird im wesentlichen durch dem Umfangswinkel des ersten und des zweiten Polschuhes des feststehenden Teils bestimmt.

5 Dementsprechend erhöht sich der maximal mögliche Verstellbereich, wenn der Umfangswinkel des dritten Polschuhes zugunsten der Umfangswinkel des ersten und des zweiten Polschuhes verkleinert wird.

In vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung kann der Stellantrieb auch als Linearaktuator ausgeführt werden. Ein derartiger Linearaktuator ist insbesondere zur
10 Betätigung eines Türschließmechanismus verwendbar.

Ist der erfindungsgemäße Stellantrieb als Drehaktuator ausgeführt, so kann damit vorzugsweise eine Drosselklappe betätigt werden, die in einer Leitung eines Verbrennungsmotors zur Steuerung eines Gas- oder Flüssigkeitsstromes vorgesehen ist.

15 Einige schematisch dargestellte Ausführungsbeispiele der Erfindung werden nachfolgend anhand der Zeichnung in den Fig.1 bis 9 näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 einen als Drehaktuator ausgeführten elektromotorischen Verstellantrieb mit einem weichmagnetischen Rotor und einem feststehenden Stator, der drei Polschuhe, zwei Permanentmagnete und zwei Erregerspulen aufweist, wobei sich der weichmagnetische
20 Rotor in einer ersten Maximalposition befindet,

Fig. 2 den elektromotorischen Verstellantrieb gemäß Fig.1, wobei sich der Rotor in einer Mittelposition befindet,

Fig. 3 den Verstellantrieb gemäß Fig.1, wobei sich der Rotor in einer zweiten Maximalposition befindet,

25 Fig. 4 eine abgeänderte Ausführungsform des elektromotorischen Verstellantriebes gemäß Fig.1, wobei der Luftspalt zwischen dem Rotor und einem ersten und zweiten Polschuh des Stators zur Minimierung des Reluktanzmomentes ungleichförmig ausgebildet ist,

Fig. 5 eine vorteilhafte Ausgestaltung des elektromotorischen
30 Verstellantriebes gemäß Fig.4, wobei der Luftspalt zwischen dem Rotor und dem dritten Statorpolschuh zur Minimierung des Klebemomentes ungleichförmig ausgebildet ist,

Fig. 6 einen elektromotorischen Verstellantrieb, der als Linearaktuator ausgeführt ist, in einer Mittelposition,

Fig. 7 den Linearaktuator gemäß Fig.6 in einer ersten Maximalposition und

Fig. 8 den Linearaktuator gemäß Fig.6 in einer zweiten Maximalposition,

5 Fig. 9 eine abgeänderte Ausführungsform des Linearaktuators gemäß Fig.6, wobei der Linearaktuator kastenförmig konstruiert ist, um eine kompakte Bauweise zu realisieren.

Fig. 1 zeigt einen als Drehaktuator ausgeführten elektromotorischen
10 Verstellantrieb. Dieser elektromotorische Verstellantrieb weist als bewegliches Teil einen weichmagnetischen Rotor 1 und als feststehendes Teil einen Stator 2 auf. Der Stator 2 weist ein erstes weichmagnetisches Eisenjoch 3 und ein zweites weichmagnetisches Eisenjoch 4 auf. Das erste weichmagnetische Eisenjoch 3 ist U-förmig ausgebildet. Es weist einen ersten Schenkel 3a, einen zweiten Schenkel 3b sowie ein Verbindungsstück 3c auf. Am Ende des
15 ersten Schenkels 3a ist als erstes Erregerteil ein erster Permanentmagnet 5 und am Ende des zweiten Schenkels 3b als drittes Erregerteil ein zweiter Permanentmagnet 6 angeordnet. Der erste Permanentmagnet 5 und der zweite Permanentmagnet 6 sind quaderförmig ausgebildet. Dadurch lassen sich diese fertigungstechnisch günstig herstellen. Der erste Permanentmagnet 5 und der zweite Permanentmagnet 6 sind mittels des zweiten Eisenjoches 4 miteinander
20 verbunden, so daß der erste Permanentmagnet 5, das erste Eisenjoch 3, der zweite Permanentmagnet 6 und das zweite Eisenjoch 4 einen geschlossenen magnetischen Kreis bilden. Der Stator 2 weist als zweites Erregerteil eine Statorspule 7 auf, welche eine erste Statorwicklung 7a und eine zweite Statorwicklung 7b umfaßt. Die Statorspule 7 ist in einer Nut 20 des ersten weichmagnetischen Eisenjoches 3 angeordnet. Der Rotor 1 ist innerhalb
25 des Stators 2 angeordnet und durch einen Luftspalt 8 von dem Stator 2 getrennt. Die Permanentmagnete 5 und 6 können sowohl als Ferritmagnete als auch als NdFeB-Magnete ausgeführt sein. Da Ferritmagnete eine kleinere magnetische Flußdichte erzeugen, kann es erforderlich sein, die Permanentmagnete 5 und 6 in der in der Fig.1 gestrichelt gezeichneten Weise zu verlängern. In entsprechender Weise ist es dann vorteilhaft, den Stator 2 in der in
30 der Fig.1 gestrichelt gezeichneten Weise im Bereich der Permanentmagnete 5 bzw. 6 zu erweitern, um eine Flußfokussierung zu ermöglichen. Der erste Schenkel 3a des ersten Eisenjoches 3 weist einen ersten Polschuh 9, der zweite Schenkel 3b des ersten Eisenjoches

3 einen zweiten Polschuh 10 und das zweite Eisenjoch 4 einen dritten Polschuh 11 auf. Der Rotor 1 weist einen ersten Rotorpolschuh 12 und einen zweiten Rotorpolschuh 13 auf, wobei der erste Rotorpolschuh 12 zur Zusammenarbeit mit dem ersten Statorpolschuh 9 und dem zweiten Statorpolschuh 10 vorgesehen ist und der zweite Rotorpolschuh 13 zur

5 Zusammenarbeit mit dem dritten Statorpolschuh 11 vorgesehen ist. Der erste Permanentmagnet 6 erzeugt einen ersten konstanten Magnetfluß 14, der in Richtung auf das erste Eisenjoch 3 gerichtet ist, und der zweite Permanentmagnet 6 erzeugt einen zweiten konstanten Magnetfluß 15, der ebenfalls in Richtung auf das erste Eisenjoch 3 gerichtet ist. Zur Führung des von dem ersten Permanentmagneten 5 erzeugten ersten Magnetflusses 14

10 ist im wesentlichen ein erster magnetischer Kreis 16 und ein zweiter magnetischer Kreis 17 vorgesehen. Der erste magnetische Kreis 16 verläuft von dem ersten Permanentmagneten 5 über den Schenkel 3a des ersten Eisenjoches 3, den ersten Statorpolschuh 9, den Rotor 1, den dritten Statorpolschuh 11 und über das zweite Eisenjoch 4 zurück zu dem ersten Permanentmagneten 5. Der zweite magnetische Kreis 17 umfaßt den ersten

15 Permanentmagneten 5, den ersten Schenkel 3a des ersten Eisenjoches 3, das Verbindungsstück 3c, die Statorspule 7, den zweiten Schenkel 3b, den zweiten Statorpolschuh 10, den Rotor 1, den dritten Statorpolschuh 11 und das zweite Eisenjoch 4. Zur Führung des von dem zweiten Permanentmagneten 6 erzeugten zweiten Magnetflusses 15 ist ein dritter magnetischer Kreis 18 und ein vierter magnetischer Kreis 19 vorgesehen.

20 Der dritte magnetische Kreis 18 umfaßt den zweiten Permanentmagneten 6, den zweiten Schenkel 3b des ersten Eisenjoches 3, den zweiten Statorpolschuh 10, den Rotor 1, den dritten Statorpolschuh 11 sowie das zweite Eisenjoch 4. Der vierte magnetische Kreis 19 umfaßt den zweiten Permanentmagneten 6, den zweiten Schenkel 3b des ersten Eisenjoches 3, das Verbindungsstück 3c, die Statorspule 7, den ersten Schenkel 3a, den ersten

25 Statorpolschuh 9, den Rotor 1, den dritten Statorpolschuh 11 sowie das zweite Eisenjoch 4. Die Widerstände der magnetischen Kreise 16 bis 19 sind jeweils abhängig von der Position des Rotors 1. Die Fig.1 zeigt den Rotor 1 in der ersten Maximalposition, in der der erste Rotorpolschuh 12 dem ersten Statorpolschuh 9 gegenüberliegt. In dieser ersten Maximalposition ist der Widerstand des ersten magnetischen Kreises 16 und des vierten

30 magnetischen Kreises 19 relativ gering, während der Widerstand des zweiten magnetischen Kreises 17 und des dritten magnetischen Kreises 18 relativ groß ist. Daher wird der von dem ersten Permanentmagneten 5 erzeugte erste Magnetfluß 14 im wesentlichen im ersten

magnetischen Kreis 16 geführt und der von dem zweiten Permanentmagneten 6 erzeugte zweite Magnetfluß 15 im wesentlichen in dem vierten magnetischen Kreis 19. Der erste Magnetfluß 14 ist daher fast gar nicht mit der Statorspule 7 verkettet, während der zweite Magnetfluß 15 fast vollständig mit der Statorspule 7 verkoppelt ist.

5 Die Statorspule 7 wird mittels einer nicht näher dargestellten Vorrichtung mittels eines Erregerstromes gespeist. Dieser Erregerstrom kann in der Amplitude und in der Richtung gesteuert werden, so daß auch der von der Statorspule 7 erzeugte Magnetfluß in Amplitude und Richtung veränderbar ist. Mittels Steuerung des Erregerstromes der Statorspule 7 kann die Winkelstellung des Rotors 1 gesteuert werden. In der in der Fig. 1
10 gezeigten ersten Maximalposition wird der Statorstrom so in Richtung und Amplitude gesteuert, daß sich in der gezeigten Position ein Gleichgewicht zwischen Antriebsdrehmoment und Gegendrehmoment ergibt.

Fig. 2 zeigt den elektromotorischen Verstellantrieb gemäß Fig. 1 mit dem Stator 1 in einer Mittelposition. In dieser Mittelposition ist der Erregerstrom der Statorspule
15 7 ausgeschaltet, so daß sich der erste Rotorpolschuh 12 symmetrisch zu dem ersten Statorpolschuh 9 und dem zweiten Statorpolschuh 10 ausrichtet. Der von dem ersten Permanentmagneten 5 erzeugte erste Magnetfluß 14 wird im wesentlichen im ersten magnetischen Kreis 16 geführt, und der von dem zweiten Permanentmagneten 6 erzeugte zweite Magnetfluß 15 wird im wesentlichen im dritten Magnetkreis 18 geführt.

20 Fig. 3 zeigt den elektromotorischen Verstellantrieb gemäß Fig. 1 in einer zweiten Maximalposition. In dieser zweiten Maximalposition wird die Statorspule 7 von einem Erregerstrom durchflossen, der entgegengesetzt zu dem Erregerstrom gemäß der in Fig. 1 gezeigten ersten Maximalposition gerichtet ist. Die zweite Maximalposition ist um ca. 95° im Uhrzeigersinn gegenüber der in der Fig. 1 gezeigten ersten Maximalposition
25 versetzt. In dieser zweiten Maximalposition liegt der erste Rotorpolschuh 12 dem zweiten Statorpolschuh 10 gegenüber. In dieser zweiten Maximalposition ist der Widerstand des ersten magnetischen Kreises 16 und des vierten magnetischen Kreises 19 relativ groß, während der Widerstand des zweiten magnetischen Kreises 17 und des dritten magnetischen Kreises 18 relativ klein ist. Der von dem ersten Permanentmagneten 5 erzeugte erste
30 Magnetfluß 14 wird daher im wesentlichen im zweiten magnetischen Kreis 17 geführt, und der von dem zweiten Permanentmagneten 6 erzeugte zweite Magnetfluß 15 wird im wesentlichen in dem dritten magnetischen Kreis 18 geführt. Somit ist der erste magnetische

Fluß 14 nahezu komplett mit der Statorspule 7 verkettet, während der zweite Magnetfluß 15 fast gar nicht mit der Statorspule 7 verkettet ist.

Fig.4 zeigt einen elektromotorischen Verstellantrieb gemäß Fig.1, wobei sich die Breite des Luftspaltes 8 zwischen dem ersten Rotorpolschuh 12 und dem ersten und dem zweiten Statorpolschuh 9 bzw. 10 sich entlang des Umfangswinkels des ersten Statorpolschuhes 9 bzw. des zweiten Statorpolschuhes 10 ändert. Der erste Statorpolschuh 9 und der zweite Statorpolschuh 10 weisen keinen konstanten Radius mehr auf. Der Abstand zwischen dem ersten Statorpolschuh 9 und dem Mittelpunkt des Rotors 1 nimmt entgegen dem Uhrzeigersinn in Richtung auf den ersten Permanentmagneten 5 kontinuierlich ab. In entsprechender Weise nimmt der Abstand zwischen dem zweiten Statorpolschuh 10 und dem Mittelpunkt des Rotors 1 im Uhrzeigersinn in Richtung auf den zweiten Permanentmagneten 6 kontinuierlich ab. Dadurch wird das Reluktanzmoment, das durch das Zusammenwirken von Stator 2, Rotor 1 und dem von der Statorspule 7 erzeugten Magnetfluß entsteht, kompensiert.

Das zweite Eisenjoch 4 führt im wesentlichen nur den von dem ersten Permanentmagneten 5 erzeugten ersten Magnetfluß 14 und den von dem zweiten Permanentmagneten 6 erzeugten zweiten Magnetfluß 15. Da die Permanentmagnete 5 und 6 für den von der Statorspule 7 erzeugten magnetischen Fluß einen großen magnetischen Widerstand darstellen, führt das zweite Eisenjoch 4 fast gar keinen von der Statorspule 7 erzeugten magnetischen Fluß. Daher wird das Reluktanzmoment fast ausschließlich durch den Luftspalt zwischen dem ersten Statorpolschuh 9 bzw. dem zweiten Statorpolschuh 10 und dem ersten Rotorpolschuh 12 bestimmt.

Diese Eigenschaft wird in der in der Fig.5 gezeigten Anordnung ausgenutzt, um einen elektromotorischen Verstellantrieb zu schaffen, bei dem sowohl das Klebemoment als auch das Reluktanzmoment eliminiert sind.

Der erste Statorpolschuh 9, der zweite Statorpolschuh 10 sowie der erste Rotorpolschuh 12 der in der Fig.5 gezeigten elektromotorischen Stellvorrichtung sind identisch zu dem in Fig.4 beschriebenen Aufbau. Durch die unsymmetrische Ausgestaltung des Luftspaltes 8 zwischen dem ersten Rotorpolschuh 12 und dem ersten und dem zweiten Statorpolschuh 9 bzw. 10 wird ein zusätzliches Klebemoment erzeugt, das durch die Wechselwirkung zwischen dem ersten Permanentmagneten 5, dem zweiten Permanentmagneten 6 und den weichmagnetischen Komponenten des Stellantriebs entsteht.

Dieses Klebemoment wird bei der in der Fig.5 gezeigten Anordnung durch eine entsprechende Ausgestaltung des Luftspaltes 8 zwischen dem dritten Statorpolschuh 11 und dem zweiten Rotorpolschuh 13 kompensiert. Durch diese Kompensation des Klebemomentes mittels der Gestaltung des Luftspaltes 8 zwischen dem dritten Statorpolschuh 11 und dem
5 zweiten Rotorpolschuh 13 wird kein zusätzliches Reluktanzmoment erzeugt, da, wie bereits beschrieben, der von der Statorspule 7 erzeugte magnetische Fluß fast gar nicht über den Luftspalt 8 von dem dritten Statorpolschuh 11 zu dem zweiten Rotorpolschuh 13 fließt.

Somit besteht das Gesamtdrehmoment des in der Fig.5 gezeigten elektromotorischen Verstellantriebes praktisch nur aus dem für Positionieraufgaben
10 erwünschten Hybriddrehmoment. Sowohl das Klebemoment als auch das Reluktanzmoment sind weitgehend kompensiert. Für eine weitere detaillierte Anpassung des Drehmomentes an die Anforderungen einer speziellen Anwendung kann es sinnvoll sein, auch der Geometrie der Oberfläche des ersten Rotorpolschuhes 12 eine besondere Gestalt zu geben. Insgesamt ist es möglich, durch entsprechende Gestaltung des Luftspaltes 8 die Drehmomentverläufe auf
15 vielfältige Weise an unterschiedlichste Anforderungen anzupassen.

Es wäre auch möglich, den ersten Permanentmagneten 5 und/oder den zweiten Permanentmagneten 6 durch Erregerspulen mit einem weichmagnetischen Kern zu ersetzen. Dadurch würde sich ein Verstellantrieb mit einem sehr großen Arbeitsbereich ergeben.

Fig.6 zeigt einen elektromotorischen Verstellantrieb, der als Linearaktuator
20 ausgeführt ist. Der Linearaktuator weist ein feststehendes Teil 25 sowie als bewegliches Teil einen länglichen Kolben 26 auf. Das feststehende Teil 25 weist ein erstes Eisenjoch 27 und ein zweites Eisenjoch 28 auf. Das erste Eisenjoch 27 und das zweite Eisenjoch 28 sind mittels eines ersten Permanentmagneten 29 und eines zweiten Permanentmagneten 30 miteinander verbunden. Das zweite Eisenjoch 28 weist eine Nut 31 auf, in der eine
25 Erregerspule 32 angeordnet ist. Das zweite Eisenjoch 28 weist einen ersten Polschuh 33 und einen zweiten Polschuh 34 auf. Das erste Eisenjoch 27 weist einen dritten Polschuh 35 auf. Der erste Polschuh 33 und der zweite Polschuh 34 sind mittels eines ersten Luftspaltes 36 von dem Kolben 26 getrennt. Der dritte Polschuh 35 ist mittels eines Luftspaltes 37 von dem
30 Kolben 26 getrennt.

Der erste Permanentmagnet 29 erzeugt einen ersten Magnetfluß 38, und der zweite Permanentmagnet 30 erzeugt einen zweiten Magnetfluß 39.

In der in der Fig.6 gezeigten Stellung befindet sich der Kolben 26 in einer Mittelposition. Die Erregerspule 32 wird nicht von einem Erregerstrom durchflossen. Der von dem ersten Permanentmagneten 29 erzeugte Magnetfluß 38 wird im wesentlichen in einem ersten magnetischen Kreis 40 und der von dem zweiten Permanentmagneten 30 erzeugte magnetische Fluß 39 wird im wesentlichen in einem dritten magnetischen Kreis 42 geführt.

Der erste magnetische Kreis 40 umfaßt den ersten Permanentmagneten 29, das zweite Eisenjoch 28, den ersten Polschuh 33, den ersten Luftspalt 36, den Kolben 26, den zweiten Luftspalt 37, den dritten Polschuh 35 sowie das erste Eisenjoch 27.

Der dritte magnetische Kreis 42 umfaßt den zweiten Permanentmagneten 30, das zweite Eisenjoch 28, den zweiten Polschuh 34, den ersten Luftspalt 36, den Kolben 26, den zweiten Luftspalt 37, den dritten Polschuh 35 sowie das erste Eisenjoch 27.

In der in der Fig.6 gezeigten Mittelposition ist weder der von dem ersten Permanentmagneten 29 erzeugte erste Magnetfluß 38 noch der von dem zweiten Permanentmagneten 30 erzeugte zweite Magnetfluß 39 mit der Erregerspule 32 verkettet.

Fig.7 zeigt den Linearaktuator gemäß Fig.6 in einer ersten Maximalposition, in der der Kolben 26 gegenüber der in der Fig.6 gezeigten Mittelposition nach links verschoben ist. Der Kolben 26 ist in dieser ersten Maximalposition derart angeordnet, daß sich eine maximale Überdeckung zwischen dem ersten Polschuh 33 und dem Kolben 26 ergibt. Der von dem ersten Permanentmagneten 29 erzeugte erste Magnetfluß 38 wird weiterhin in dem ersten Magnetkreis 40 geführt. Der von dem zweiten Permanentmagneten 30 erzeugte zweite Magnetfluß 39 wird dagegen in einem vierten Magnetkreis 43 geführt. Der vierte magnetische Kreis 43 umfaßt den zweiten Permanentmagneten 30, das zweite Eisenjoch 28, die Erregerspule 32, den ersten Polschuh 33, den ersten Luftspalt 36, den Kolben 26, den zweiten Luftspalt 37, den dritten Polschuh 35 sowie das erste Eisenjoch 27. In dieser in der Fig.6 dargestellten ersten Maximalposition ist der erste Magnetfluß 38 nicht mit der Erregerspule 32 verkettet, während der zweite Magnetfluß 39 fast vollständig mit der Erregerspule 32 verkettet ist. Der Strom in der Erregerspule 32 ist so gerichtet, daß der von der Erregerspule 32 erzeugte Magnetfluß die gleiche Richtung aufweist wie der von dem zweiten Permanentmagneten 30 erzeugte zweite magnetische Fluß 39.

Fig.8 zeigt den Linearaktuator in einer zweiten Maximalposition, in der der Kolben 26 gegenüber der Mittelposition nach rechts verschoben ist. Der Kolben 26 ist so

angeordnet, daß sich eine maximale Überdeckung zwischen dem Kolben 26 und dem zweiten Polschuh 34 ergibt. Der von dem zweiten Permanentmagneten 30 erzeugte zweite magnetische Fluß 39 wird im wesentlichen über den dritten magnetischen Kreis 42 geführt. Der von dem ersten Permanentmagneten 39 erzeugte erste Magnetfluß 38 wird über einen zweiten magnetischen Kreis 41 geführt. Dieser zweite magnetische Kreis 41 umfaßt den ersten Permanentmagneten 29, das zweite Eisenjoch 28, die Erregerspule 32, den zweiten Polschuh 34, den ersten Luftspalt 36, den Kolben 26, den zweiten Luftspalt 37, den dritten Polschuh 35 sowie das erste Eisenjoch 27. Somit ist der erste Magnetfluß 38 fast vollständig mit der Erregerspule 32 verkettet, während der zweite Magnetfluß 39 fast gar nicht mit der Erregerspule 32 verkettet ist. Der Erregerstrom in der Erregerspule 32 ist so gerichtet, daß der von der Erregerspule 32 erzeugte Magnetfluß in Richtung des von dem ersten Permanentmagneten 29 erzeugten ersten Magnetflusses 38 gerichtet ist.

Fig.9 zeigt eine abgeänderte Ausführungsform des Linearaktuators gemäß Fig.6. Der Linearaktuator gemäß Fig.9 ist kastenförmig konstruiert, um einen geringen Bauraum zu realisieren. Der Linearaktuator gemäß Fig.9 weist ein feststehendes Teil 45 sowie als bewegliches Teil einen Kolben 46 auf. Das feststehende Teil 45 weist ein erstes Eisenjoch 47, ein zweites Eisenjoch 48, ein drittes Eisenjoch 49 und ein viertes Eisenjoch 50 auf. Das erste Eisenjoch 47 ist mittels eines ersten Permanentmagneten 51 mit dem zweiten Eisenjoch 48 verbunden. Der erste Permanentmagnet 51 erzeugt einen konstanten Magnetfluß 51a. Das erste Eisenjoch 47 ist mittels eines zweiten Permanentmagneten 52, der in Fig. 9 von dem ersten Eisenjoch 47 weitgehend verdeckt ist, mit dem dritten Eisenjoch 49 verbunden. Der zweite Permanentmagnet 52 erzeugt einen konstanten Magnetfluß 52a. Das zweite Eisenjoch 48 und das vierte Eisenjoch 50 sind mittels eines zylinderförmigen fünften Eisenjoches 53 verbunden, welches als Träger einer ersten Erregerspule 55 vorgesehen ist. Das dritte Eisenjoch 49 ist mittels eines zylinderförmigen sechsten Eisenjoches 54 mit dem vierten Eisenjoch 50 verbunden, wobei das sechste Eisenjoch 54 als Träger einer zweiten Erregerspule 56 vorgesehen ist. Die Funktionsweise des in der Fig.9 gezeigten Linearaktuators ist entsprechend der Funktionsweise des zu den Fig.6 bis 8 beschriebenen Linearaktuators. Dementsprechend ist ein erster magnetischer Kreis 57, ein zweiter magnetischer Kreis 58, ein dritter magnetischer Kreis 59 und ein vierter magnetischer Kreis 60 vorgesehen. Der erste magnetische Kreis 57 umfaßt das erste Eisenjoch 47, den Kolben 46, das dritte Eisenjoch 49 und den zweiten Permanentmagneten 52. Der dritte magnetische

Kreis 59 umfaßt das erste Eisenjoch 47, den Kolben 46, das zweite Eisenjoch 48 sowie den ersten Permanentmagneten 51. Der zweite magnetische Kreis 58 umfaßt den ersten Permanentmagneten 51, das erste Eisenjoch 47, den Kolben 46, das dritte Eisenjoch 49, das sechste Eisenjoch 54 mit der zweiten Erregerspule 56, das vierte Eisenjoch 50, das fünfte Eisenjoch 53 mit der ersten Erregerspule 55 sowie das zweite Eisenjoch 48. Der vierte magnetische Kreis 60 umfaßt den zweiten Permanentmagneten 52, das erste Eisenjoch 47, den Kolben 46, das zweite Eisenjoch 48, das fünfte Eisenjoch 53 mit der ersten Erregerspule 55, das vierte Eisenjoch 50, das sechste Eisenjoch 54 mit der zweiten Erregerspule 56, sowie das dritte Eisenjoch 49.

PATENTANSPRÜCHE

1. Elektromotorischer Verstellantrieb mit einem beweglichen Teil (1; 26; 46) und einem feststehenden Teil (2; 25; 45), das wenigstens ein zur Erzeugung eines Magnetflusses, insbesondere eines konstanten Magnetflusses, vorgesehene erstes Erregerteil (5; 29; 51) und wenigstens ein zur Erzeugung eines in der Amplitude veränderbaren Magnetflusses vorgesehene zweites Erregerteil (7; 32; 55, 56) aufweist, wobei zur Führung des von dem ersten Erregerteil (5; 29; 51) erzeugten Magnetflusses wenigstens ein erster (16; 40; 57) und ein zweiter (17; 41; 58) magnetischer Kreis vorgesehen sind, wobei der magnetische Widerstand des ersten (16; 40; 57) und des zweiten (17; 41; 58) magnetischen Kreises mittels der Position des beweglichen Teils (1; 26; 46) steuerbar ist und wobei das zweite Erregerteil (7; 32; 55, 56) in dem zweiten magnetischen Kreis (17; 41; 58) angeordnet ist, dadurch gekennzeichnet, daß das feststehende Teil (2; 25; 45) wenigstens einen ersten (9; 33), einen zweiten (10; 34) und einen dritten Polschuh (11; 35) aufweist, daß der erste (9; 33) und der dritte (11; 35) Polschuh als flußführende Elemente des ersten magnetischen Kreises (16; 40; 57) und daß der zweite (10; 34) und der dritte (11; 35) Polschuh als flußführende Elemente des zweiten magnetischen Kreises (17; 41; 58) vorgesehen sind.
2. Elektromotorischer Stellantrieb nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das feststehende Teil (2; 25; 45) ein zur Erzeugung eines im wesentlichen konstanten Magnetflusses vorgesehene drittes Erregerteil (6; 30; 52) aufweist, daß zur Führung des von dem dritten Erregerteil (6; 30; 52) erzeugten Magnetflusses ein dritter (18; 42; 59) und ein vierter (19; 43; 60) magnetischer Kreis vorgesehen sind, daß das zweite Erregerteil (7; 32; 55, 56) sowohl im zweiten (17; 41; 58) als auch im vierten magnetischen Kreis (19; 43; 60) angeordnet ist, daß der zweite (10; 34) und der dritte Polschuh (11; 35) als flußführende Elemente des dritten (18; 42; 59) magnetischen Kreises und der erste (9; 33) und der dritte (11; 35) Polschuh als flußführende Elemente des vierten (19; 43; 60) magnetischen Kreises vorgesehen sind und daß der dritte Polschuh (11;

35) zwischen dem ersten (5; 29; 51) und dem dritten Erregerteil (6; 30; 52) angeordnet ist.

3. Stellantrieb nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das erste (5; 29; 51) und/oder das dritte Erregerteil (6; 30; 52) ein Permanentmagnet (5, 6; 29, 30; 51, 52) ist.
4. Stellantrieb nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Luftspalt (8) zwischen dem beweglichen Teil (1; 26; 46) und dem ersten (9; 33) und dem zweiten Polschuh (10; 34) hinsichtlich eines geringen Reluktanzmomentes optimiert ist und daß der Luftspalt (8) zwischen dem feststehenden Teil (2; 25; 45) und dem dritten Polschuh (11; 35) hinsichtlich eines geringen Klebmomentes optimiert ist.
5. Stellantrieb nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Stellantrieb als Drehaktuator ausgeführt ist und daß der Umfangswinkel des dritten Polschuhes (11; 35) kleiner als der Umfangswinkel des ersten (9; 33) und des zweiten (10; 34) Polschuhes ist.
6. Stellantrieb nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Permanentmagnete (5, 6; 29, 30; 51, 52) als Ferritmagnete ausgeführt sind.
7. Stellantrieb nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Stellantrieb als Linearaktuator ausgeführt ist.
8. Türschließmechanismus mit einem Stellantrieb nach Anspruch 7.
9. Verbrennungsmotor mit wenigstens einer Leitung, in der eine Drosselklappe zur Steuerung eines Gas- oder Flüssigkeitsstromes vorgesehen ist, dadurch gekennzeichnet, daß zur Verstellung der Drosselklappe ein Stellantrieb nach Anspruch 1 vorgesehen ist.
10. Kraftfahrzeug mit einem Stellantrieb nach Anspruch 1.

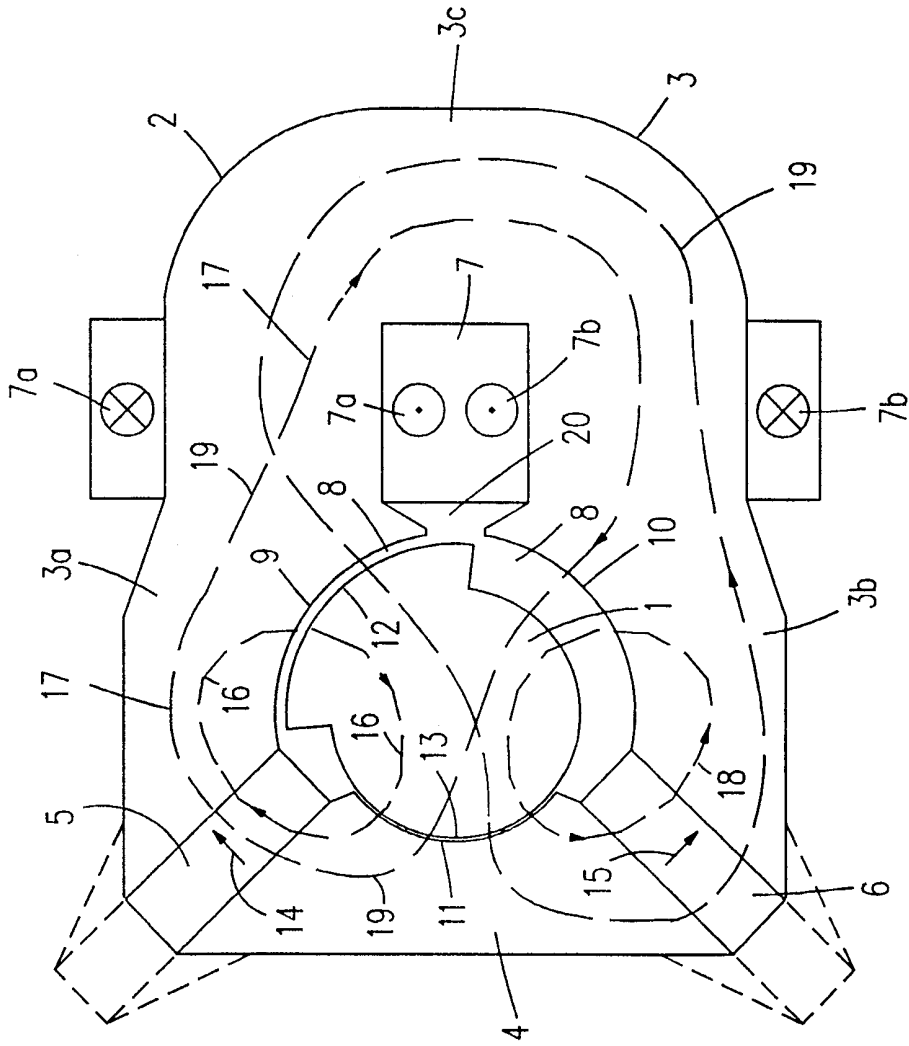


FIG.1

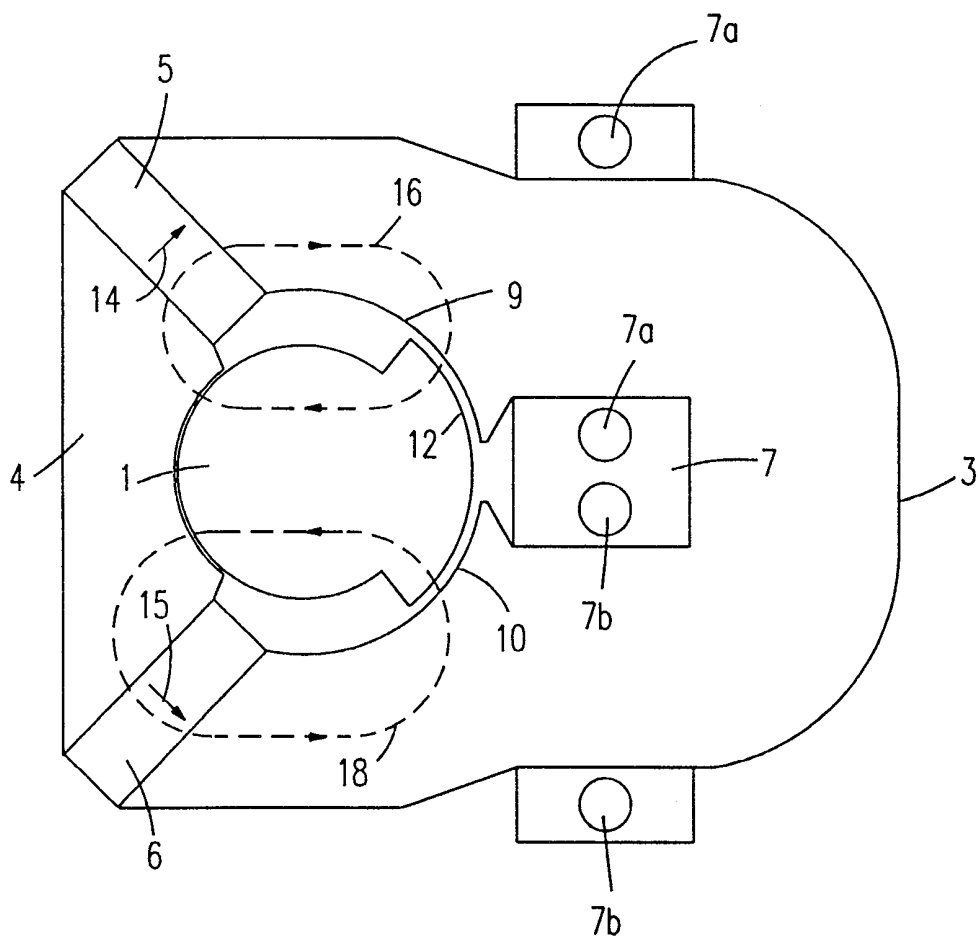


FIG.2

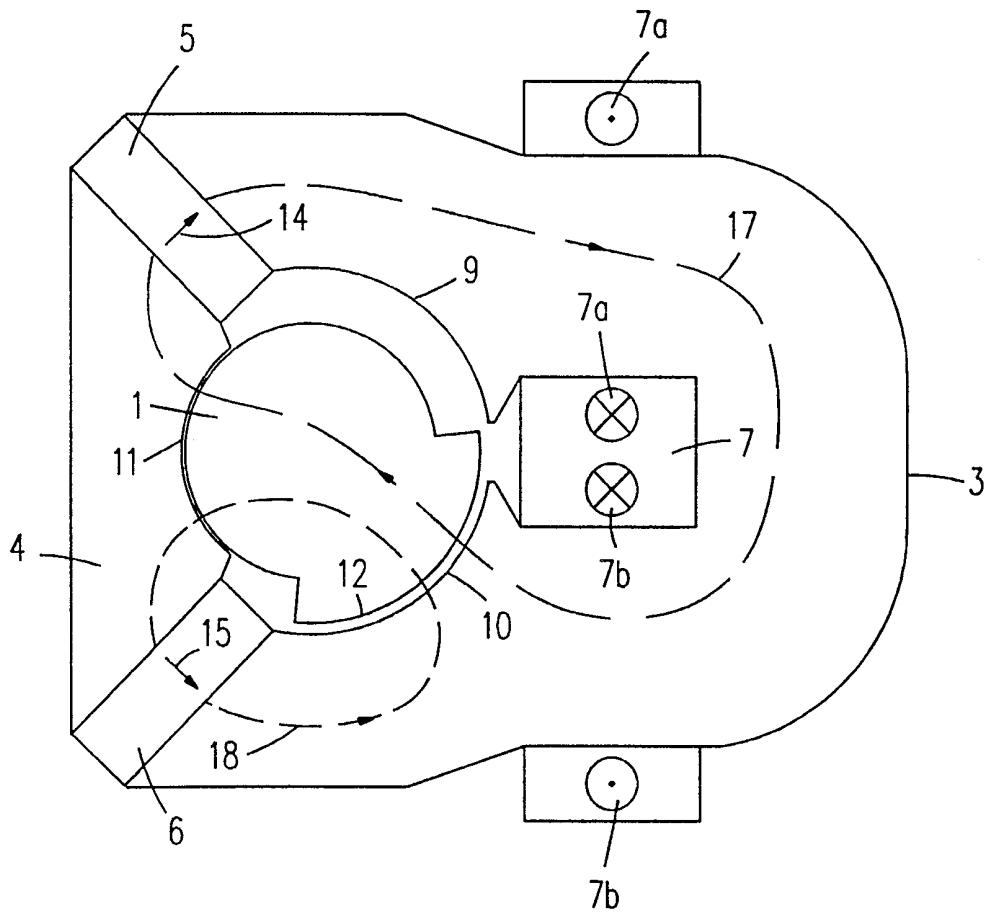


FIG.3

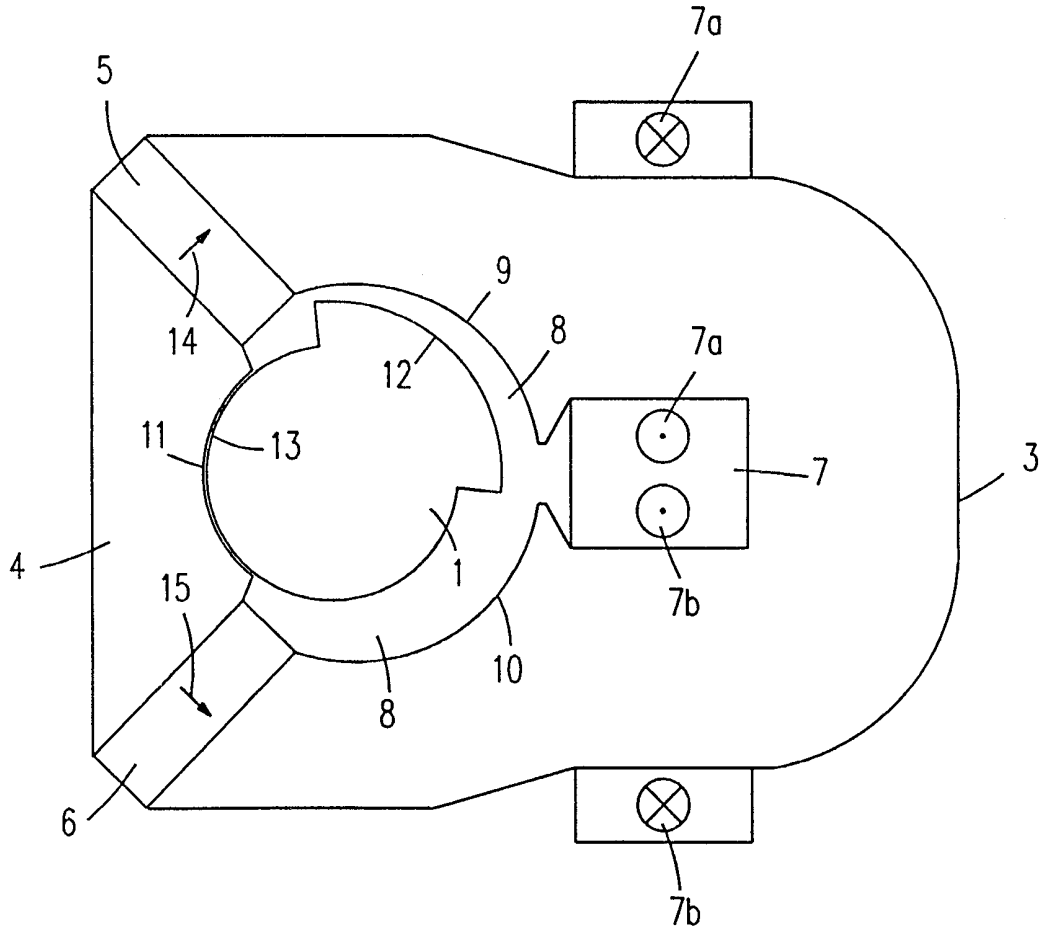


FIG.4

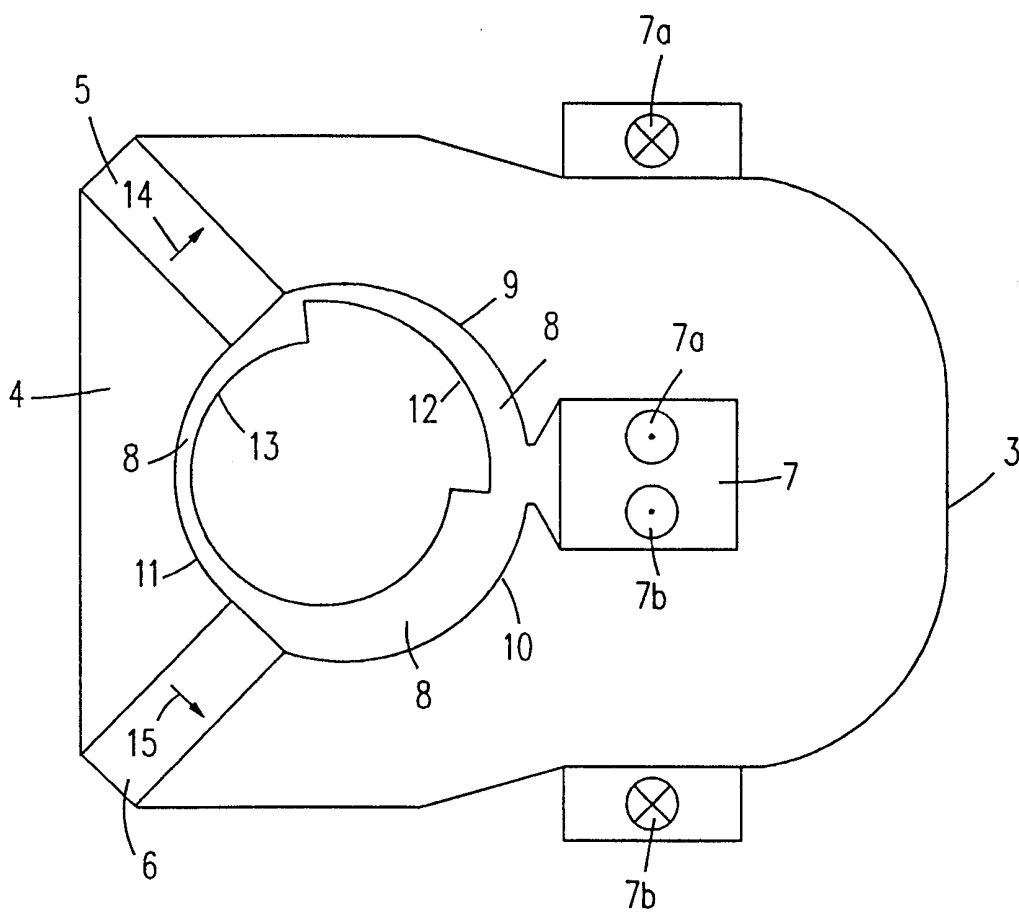


FIG.5

6/7

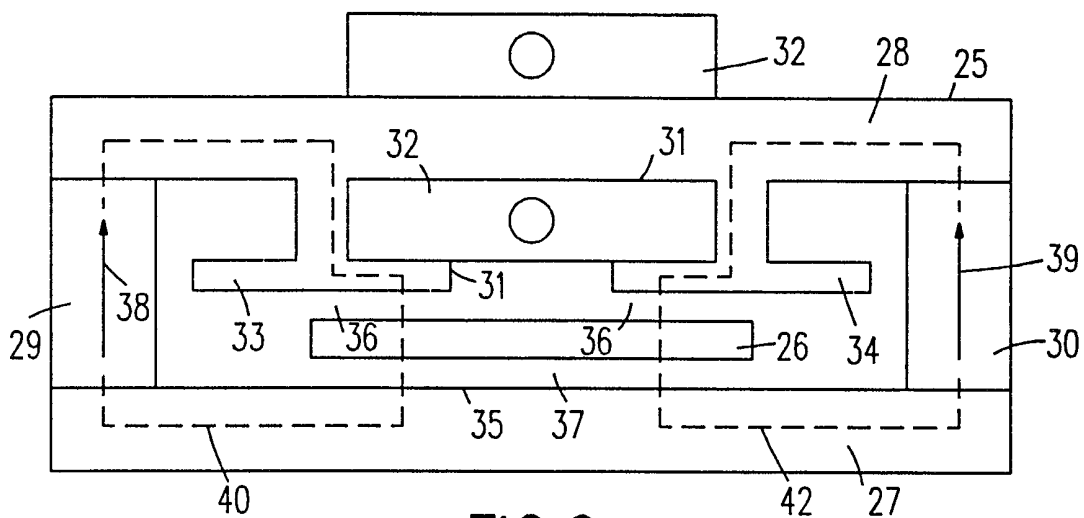


FIG. 6

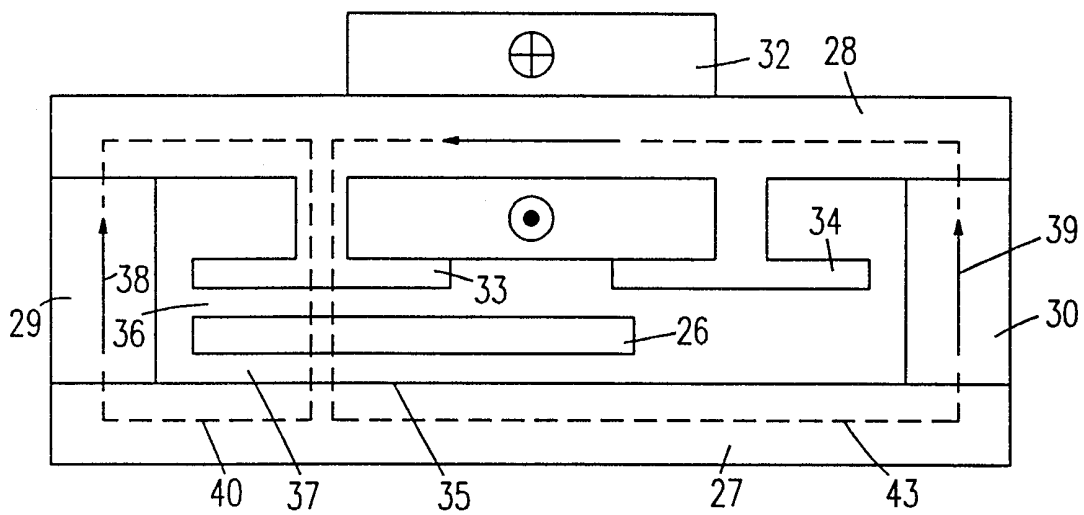


FIG. 7

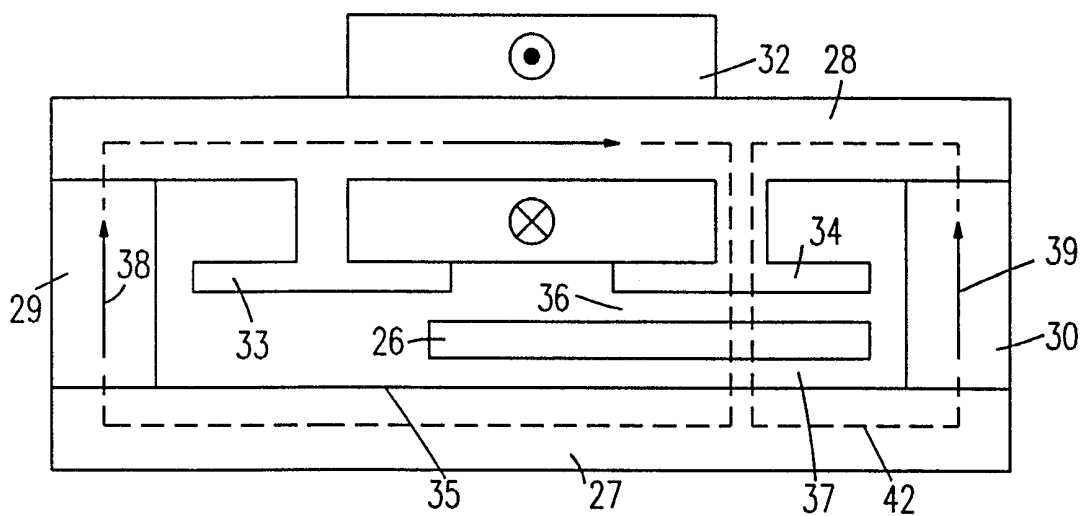


FIG. 8

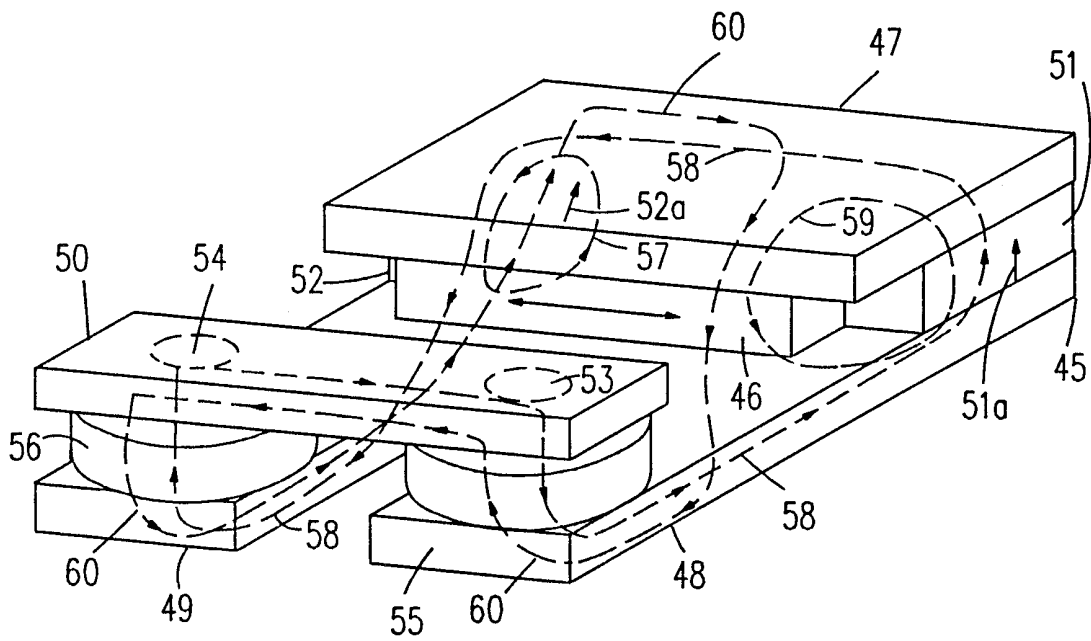


FIG.9

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No PCT/IB 98/01361
--

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
 IPC 6 H02K26/00 H02K41/035 E05B47/00 F02D11/10

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 6 H02K H01F E05B

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)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	GB 1 213 673 A (FERMELDEWERK NORDHAUSEN) 25 November 1970 see the whole document ----	1-3
X Y A	US 4 845 424 A (GAMBLE JOHN G) 4 July 1989 see column 10, line 1 - line 46; figure 6 ----	1,3,6 4 2,5
Y	GB 1 213 463 A (NIPON ELECTRIC) 25 November 1970 see page 2, line 7 - line 24; figures 2,3 ---- -/--	4

<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of box C.	<input checked="" type="checkbox"/> 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 <div style="text-align: center; font-weight: bold; margin-top: 5px;">4 December 1998</div>	Date of mailing of the international search report <div style="text-align: center; font-weight: bold; margin-top: 5px;">21/12/1998</div>
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer <div style="text-align: center; font-weight: bold; margin-top: 5px;">Zanichelli, F</div>

2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/IB 98/01361

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	DE 196 06 836 A (ATSUGI UNISIA CORP) 29 August 1996 see column 1, line 1 - line 9 see column 2, line 56 - line 68 see column 5, line 4 - line 5 see column 15, line 30 - column 20, line 10; figures 9-16 ---	1,3,6,9, 10 7
X	US 5 243 241 A (WANG CHENG-HUA) 7 September 1993 see figures 6,7 ---	1,3,5
X	US 2 882 459 A (N.K.E. BERGLUND) 14 April 1959 see column 2, line 22 - line 54; figure 2 ---	1,3
A	FR 1 502 162 A (B. GOLAY) 2 February 1968 see figure ---	1
A	EP 0 729 218 A (MIKUNI KOGYO KK) 28 August 1996 see figures 2-9 ---	1,7
A	"grooves give torque motor more torque in less rotation" PRODUCT ENGINEERING, vol. 36, no. 21, 11 October 1965, page 142 XP002086828 see figures ---	1
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 008, no. 277 (E-285), 18 December 1984 & JP 59 144358 A (KOORARU ONKIYOU KK), 18 August 1984 see abstract -----	7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/IB 98/01361

Patent document cited in search report	A	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
GB 1213673	A	25-11-1970	NONE	
US 4845424	A	04-07-1989	NONE	
GB 1213463	A	25-11-1970	NONE	
DE 19606836	A	29-08-1996	JP 8237928 A	13-09-1996
			JP 8237929 A	13-09-1996
			JP 8237930 A	13-09-1996
			US 5647321 A	15-07-1997
US 5243241	A	07-09-1993	NONE	
US 2882459	A	14-04-1959	NONE	
FR 1502162	A	02-02-1968	NONE	
EP 0729218	A	28-08-1996	JP 8228466 A	03-09-1996

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/IB 98/01361

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES IPK 6 H02K26/00 H02K41/035 E05B47/00 F02D11/10		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE Recherchiertes Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) IPK 6 H02K H01F E05B		
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)		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	GB 1 213 673 A (FERNMELDEWERK NORDHAUSEN) 25. November 1970 siehe das ganze Dokument ---	1-3
X	US 4 845 424 A (GAMBLE JOHN G) 4. Juli 1989 siehe Spalte 10, Zeile 1 - Zeile 46; Abbildung 6	1,3,6
Y		4
A		2,5
Y	GB 1 213 463 A (NIPON ELECTRIC) 25. November 1970 siehe Seite 2, Zeile 7 - Zeile 24; Abbildungen 2,3 ---	4
-/--		
<input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen		
<input checked="" type="checkbox"/> 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 nahelegend ist "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche		Absenddatum des internationalen Recherchenberichts
4. Dezember 1998		21/12/1998
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter Zanichelli, F

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/IB 98/01361

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X A	DE 196 06 836 A (ATSUGI UNISIA CORP) 29. August 1996 siehe Spalte 1, Zeile 1 - Zeile 9 siehe Spalte 2, Zeile 56 - Zeile 68 siehe Spalte 5, Zeile 4 - Zeile 5 siehe Spalte 15, Zeile 30 - Spalte 20, Zeile 10; Abbildungen 9-16 ---	1,3,6,9, 10 7
X	US 5 243 241 A (WANG CHENG-HUA) 7. September 1993 siehe Abbildungen 6,7 ---	1,3,5
X	US 2 882 459 A (N.K.E. BERGLUND) 14. April 1959 siehe Spalte 2, Zeile 22 - Zeile 54; Abbildung 2 ---	1,3
A	FR 1 502 162 A (B. GOLAY) 2. Februar 1968 siehe Abbildung ---	1
A	EP 0 729 218 A (MIKUNI KOGYO KK) 28. August 1996 siehe Abbildungen 2-9 ---	1,7
A	"grooves give torque motor more torque in less rotation" PRODUCT ENGINEERING, Bd. 36, Nr. 21, 11. Oktober 1965, Seite 142 XP002086828 siehe Abbildungen ---	1
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 008, no. 277 (E-285), 18. Dezember 1984 & JP 59 144358 A (KOORARU ONKIYOU KK), 18. August 1984 siehe Zusammenfassung -----	7

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/IB 98/01361

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
GB 1213673	A	25-11-1970	KEINE	
US 4845424	A	04-07-1989	KEINE	
GB 1213463	A	25-11-1970	KEINE	
DE 19606836	A	29-08-1996	JP 8237928 A	13-09-1996
			JP 8237929 A	13-09-1996
			JP 8237930 A	13-09-1996
			US 5647321 A	15-07-1997
US 5243241	A	07-09-1993	KEINE	
US 2882459	A	14-04-1959	KEINE	
FR 1502162	A	02-02-1968	KEINE	
EP 0729218	A	28-08-1996	JP 8228466 A	03-09-1996