

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
13. Februar 2003 (13.02.2003)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 03/011562 A1

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: **B29C 45/50**,
F16C 19/52, H02K 5/167

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **ICKINGER, Georg, Michael** [AT/AT]; Weg zum Reinerkogel 37, A-8010 Graz (AT).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP02/08361

(22) Internationales Anmeldedatum:
26. Juli 2002 (26.07.2002)

(74) Anwalt: **WILHELM, Ludwig**; Mannesmann Plastics Machinery AG, ZS, Krauss-Maffei-Str. 2, 80997 München (DE).

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(81) Bestimmungsstaat (national): US.

(30) Angaben zur Priorität:
A 1196/2001 1. August 2001 (01.08.2001) AT

(84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, SK, TR).

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **DEMAG ERGOTECH GMBH** [DE/DE]; Altdorfer Str. 15, 90571 Schwaig (DE).

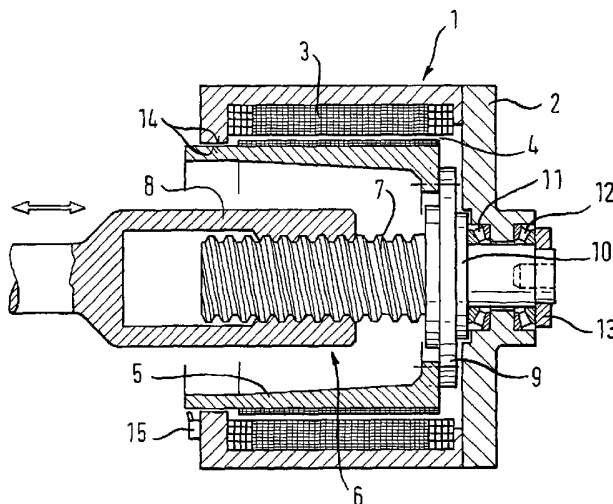
Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: ELECTROMECHANICAL LINEAR DRIVE

(54) Bezeichnung: ELEKTROMECHANISCHER LINEARANTRIEB



(57) **Abstract:** The invention relates to an electromechanical linear drive, in particular for an injection moulding machine, comprising an electric motor (1) with a hollow-shaft rotor (5), open on one side, with a subsequent screw gear (6) which converts the rotational movement of the hollow-shaft rotor into a linear movement. The hollow-shaft rotor is supported on the motor housing (2), at the end thereof closed by an end wall, such as to rotate, by means of a central bearing spigot (10) projecting axially from the end wall. According to the invention, an extremely stable-running, exactly central and fail-safe rotor bearing may be achieved with a simple construction and in an economical manner, whereby the bearing spigot is supported on the motor housing such as to rotate by means of at least two axially pre-tensioned, counter-rotating, individual bearings (11, 12), separated in the longitudinal direction and supporting longitudinal and transverse forces and, in the region of the open rotor end, an emergency running safety device (14, 15) for an eccentric rotor displacement is provided.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 03/011562 A1



Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(57) Zusammenfassung: Bei einem elektromechanischen Linearantrieb, insbesondere für eine Spritzgießmaschine, mit einem Elektromotor (1) einschließlich eines einseitig offenen Hohlwellenrotors (5) und einem nachgeschalteten, die Drehbewegung des Hohlwellenrotors in eine Linearbewegung umsetzenden Schraubengetriebe (6), wobei der Hohlwellenrotor an seinem durch eine Stirnwand (9) verschlossenen Ende über einen axial von der Stirnwand abstehenden, zentralen Lagerzapfen (10) drehbar am Motorgehäuse (2) abgestützt ist, wird erfindungsgemäß auf baulich einfache und kostengünstige Weise eine hochgradig laufstabile, exakt zentrische und ausfallsichere Rotorlagerung dadurch erreicht, dass der Lagerzapfen an mindestens zwei in Zapfenlängsrichtung voneinander beabstandeten, gegensinnig zueinander längs- und jeweils querkraftaufnehmenden, axial vorverspannten Einzellagern (11, 12) drehbar am Motorgehäuse abgestützt und im Bereich des offenen Rotorendes eine bei einer exzentrischen Rotorauslenkung ansprechende Notlaufsicherung (14, 15) vorgesehen ist.

5 Elektromechanischer Linearantrieb

Die Erfindung bezieht sich auf einen elektromechanischen Linearantrieb, insbesondere für eine Spritzgießmaschine, nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

10

Elektroantriebe zur Erzeugung hoher Drehmomente, wie sie als sogenannte High Torque Motore etwa aus der DE 32 13 172 C2 bekannt sind, besitzen einen zumeist einseitig offenen Hohlwellenrotor großen Durchmessers, der mit dem Stator einen engen Magnetspalt mit einer dem Rotordurchmesser entsprechend großen Umfangslänge begrenzt. Problematisch bei derartigen Antrieben ist die exakt zentrische Lagerung des Hohlwellenrotors, da bereits relativ geringe Ausbiegungen des Rotors zu einem Anlaufen am Stator und damit zu einer thermischen oder mechanischen Zerstörung des Antriebs führen können. Demgemäß ist der Rotor bei dem bekannten Hohlwellenantrieb am offenen Rotorende über ein dem Rotordurchmesser entsprechend großes Außenlager drehbar am Motorgehäuse abgestützt, welches im Hinblick auf die enge Magnetspaltbreite als Präzisionslager ausgeführt werden muss, und bei einem weiteren, aus der DE 39 15 526 A1 bekannten Hohlwellenantrieb ist der Rotor einerseits über eine am geschlossenen Rotorende befestigte, im Durchmesser verkleinerte Motorwelle und ein diese aufnehmendes Wälzlager, am offenen Rotorende hingegen ebenfalls über ein dem Rotordurchmesser entsprechend großes Außenlager drehbar gelagert, welches wiederum in baulich aufwändiger und kostspieliger Weise als Präzisionslager ausgebildet sein muss.

15
20
25

Aufgabe der Erfindung ist es, bei einem elektromechanischen Linearantrieb der eingangs genannten Art den Bauaufwand zu verringern, ohne daß die mechanische Betriebssicherheit selbst unter extremen Belastungen gefährdet wird.

- 5 Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch einen elektromechanischen Linearantrieb mit den im Patentanspruch 1 angegebenen Merkmalen gelöst

Erfindungsgemäß wird aufgrund der spezifischen Lagergestaltung und -anordnung eine auch unter wechselnden Axialbelastungen spielfreie und hochgradig
10 kippstabile, fliegende Drehlagerung des Hohlwellenrotors am Motorgehäuse erzielt, ohne dass es eines konstruktiv aufwändigen Präzisionslagers am offenen Rotorende bedarf, und in Verbindung mit dem Notlaufsystem sichergestellt, dass der Antrieb selbst unter extremen Betriebsbedingungen, etwa infolge eines verschleißbedingten Lagerspiels der Einzellager oder infolge über-
15 höhter Vibrationserscheinungen, wirksam gegen ein Anlaufen des Rotors am Stator und damit gegen eine Beschädigung oder Zerstörung geschützt ist.

In weiterer baulicher Vereinfachung besteht das Notlaufsystem aus einem radial spielbehafteten Notlager mit einem kleiner als der Magnetspalt zwischen
20 dem Rotor und dem Stator des Elektromotors bemessenen Lagerspiel und/oder aus einem den Elektromotor bei einer exzentrischen, jedoch unterhalb der Magnetspaltgröße liegenden Auslenkung des offenen Rotorendes stromlos schaltenden Kontaktsensor. Wahlweise kann als Notlauflager ein berührungsloses, fluiddynamisches oder magnetisches Radiallager im Bereich des offenen
25 Rotorendes vorgesehen sein, welches jedoch normalerweise nicht mitträgt, sondern nur im Notfall wirksam sein und dann auch nur die überhöhten dynamischen Rotorbelastungen abstützen muss.

Gleiches gilt für eine weitere Variante der Erfindung, wonach das Notlaufsystem
30 aus mindestens drei in Umfangsrichtung des Hohlwellenrotors versetzt zu-

einander im Bereich des freien Rotorendes angeordneten, den Rotor bei einer exzentrischen Auslenkung radial abstützenden Querlagern besteht, die im Hinblick auf die Notlauffunktion als spielbehaftete Wälz-, etwa Kugellager vergleichsweise geringer Abmessungen ausgebildet sein können und daher wesentlich kostengünstiger als die sonst erforderlichen Präzisionslager großen Durchmessers und hoher Tragfähigkeit sind.

Eine weitere Verbesserung der Laufstabilität des Hohlwellenrotors wird dadurch erreicht, dass die Vorspannkraft der beiden den Lagerzapfen aufnehmenden Einzellager größer bemessen ist als die maximale Hubkraft des Linearantriebs.

Eine baulich besonders bevorzugte Ausgestaltung der Erfindung besteht schließlich darin, dass das rotorfeste Getriebeelement des Schraubengetriebes im Innenraum des Hohlwellenrotors angeordnet ist, was sich vor allem bei den beengten Einbauverhältnisse einer Spritzgießmaschine empfiehlt, wo im Innenraum des Hohlwellenrotors ein dem Elektromotor nachgeschaltetes Spindelgetriebe zum Hubantrieb der Plastifiziereinheit untergebracht wird.

Die Erfindung wird nunmehr anhand mehrerer Ausführungsbeispiele in Verbindung mit den Zeichnungen näher erläutert. Diese zeigen in stark schematisierter Darstellung:

Fig. 1 einen elektromechanischen Linearantrieb nach einem ersten Ausführungsbeispiel der Erfindung mit einem Notlauflager im Längsschnitt;

Fig. 2 eine der Fig. 1 entsprechende Darstellung eines weiteren Ausführungsbeispiels mit einem aerodynamischen Radiallager als Notlaufsicherung; und

Fig. 3 und 4 ein weiteres Ausführungsbeispiel mit einer Notlaufsicherung in Form dreier, am offenen Rotorende in Umfangsrichtung verteilt angeordneter Kleinlager im Längsschnitt und in der Aufsicht.

Der in Fig. 1 gezeigte, elektromechanische Linearantrieb enthält als Hauptbestandteile einen elektrischen Rotationsmotor 1, bestehend aus einem im Motorgehäuse 2 angeordneten Stator 3 und einem mit diesem über einen engen Luftspalt 4 magnetisch gekoppelten Hohlwellenrotor 5 großen Durchmessers zum Antrieb eines insgesamt mit 6 bezeichneten Spindelgetriebes, welches im Innenraum des Hohlwellenrotors 5 untergebracht ist und aus einer mit dem Rotor 5 coaxial zu diesem drehfest verbundenen Spindelwelle 7 und einer hülsenförmigen, mit der Spindelwelle 7 schraubenförmig zusammenwirkenden Spindelmutter 8 besteht, welche - gegen Drehung gesichert - die Rotationsbewegung der Spindelwelle 7 in eine Axialbewegung umsetzt und die Hubsteuerung der (nicht gezeigten) Plastifizierschnecke einer Spritzgießmaschine übernimmt.

An seinem durch die Stirnwand 9 verschlossenen Ende ist der Hohlwellenrotor 5 mit einem im Durchmesser reduzierten, axial nach außen vorstehenden Lagerzapfen 10 versehen und über zwei in Zapfenlängsrichtung voneinander beabstandete Zapfenlager 11 und 12 nach Art einer fliegenden Lagerung drehbar am Motorgehäuse 2 abgestützt. Die beiden Lager 11, 12 sind als jeweils längs- und querkraftaufnehmende, in Axialrichtung gegensinnig wirkende Wälzlager, also etwa Kegel- oder Tonnenlager ausgebildet und durch einen Spannring 13 gegenseitig vorverspannt, wobei die Vorspannkraft größer als die maximale Hubkraft der Spindelmutter 8 eingestellt ist. Die beschriebene Lageranordnung 11, 12 garantiert einen auch unter wechselnden Axialbelastungen hochgradig zentrischen Rotorlauf.

Aufgrund von unvorhersehbaren Störeinflüssen und/oder elastischen Auslenkungen des frei auskragenden Hohlwellenrotors 5 kann es jedoch zu einem exzentrischen Rotorlauf, also etwa Schwingungserscheinungen am freien Rotorende, kommen, die, sollten sie die Magnetspaltgröße überschreiten, zu einer Beschädigung oder Zerstörung des elektromotorischen Antriebs führen würden. Um dies zu verhindern, ist am freien Rotorende ein Notlaufsystem vorgesehen. Dieses besteht gemäß Fig. 1 aus einem Notlauflager 14 in Form eines spielbehafteten Kontaktflächenpaares zwischen dem Motorgehäuse 2 einerseits und dem Rotorende andererseits, dessen Lagerspiel kleiner als der Magnetspalt 4 bemessen ist. Auf diese Weise wird sichergestellt, dass der Rotor 5 bei einer kritischen Auslenkung im Bereich der Magnetpolanordnungen nicht gegen den Stator 3 anläuft, wobei zur Störfallüberwachung zusätzlich ein (nicht gezeigter) elektrischer Steuerkreis vorgesehen sein kann, der auf einen mechanischen Kontakt der Notlauflächen 14 oder - mit Hilfe eines Thermoschalters - auf eine reibungsbedingte Erwärmung des Notlauflagers 14 anspricht und dann den Elektromotor 1 stromlos schaltet.

Eine Variante der Notlaufsicherung besteht gemäß Fig. 1 darin, dass am Motorgehäuse 2 im Bereich des freien Rotorendes ein Kontaktsensor 15 in einem Abstand zum Außenumfang des Rotors 5 angeordnet ist, welcher ebenfalls kleiner als der Magnetspalt 4 bemessen ist, derart, dass der Kontaktsensor 15 wiederum bei einer kritischen Rotorauslenkung anspricht und dann den Elektromotor 1 abschaltet.

In den Fig. 2-4 sind weitere Ausführungsformen einer Notlaufsicherung gezeigt, nämlich in Fig. 2 ein zwischen Motorgehäuse 2 und Rotorende angeordnetes, fluid-, vorzugsweise aerodynamisches Notlauflager 16 und in den Fig. 3 und 4 eine Notlaufsicherung in Form dreier spielbehafteter, in Umfangsrichtung des Rotors 5 gleichförmig verteilter Kugellager 17.1 bis 17.3 vergleichsweise geringen Durchmessers. Die Notlauflager 16, 17 sind wiederum während des nor-

malen Rotorlaufs nicht belastet, sondern nur bei einer kritischen Rotorauslenkung wirksam und müssen auch dann nur die dynamischen Auslenkkräfte abstützen.

5 Patentansprüche

1. Elektromechanischer Linearantrieb, insbesondere für eine Spritzgießma-
schine, mit einem Elektromotor einschließlich eines einseitig offenen
10 Hohlwellenrotors und einem nachgeschalteten, die Drehbewegung des
Hohlwellenrotors in eine Linearbewegung umsetzenden Schraubenge-
triebe, wobei der Hohlwellenrotor an seinem durch eine Stirnwand ver-
schlossenen Ende über einen axial von der Stirnwand abstehenden,
zentralen Lagerzapfen drehbar am Motorgehäuse abgestützt ist, da-
15 durch gekennzeichnet, dass
der Lagerzapfen (10) an mindestens zwei in Zapfenlängsrichtung von-
einander beabstandeten, gegensinnig zueinander längs- und jeweils
querkraftaufnehmenden, axial vorverspannten Einzellagern (11, 12)
drehbar am Motorgehäuse (2) abgestützt und im Bereich des offenen
20 Rotorendes eine bei einer exzentrischen Rotorauslenkung ansprechen-
de Notlaufsicherung (14, 15, 16, 17) vorgesehen ist.
2. Elektromechanischer Linearantrieb nach Anspruch 1, dadurch gekenn-
zeichnet, dass
25 die Notlaufsicherung aus einem radial spielbehafteten Notlauflager (14)
mit einem kleiner als der Magnetspalt (4) zwischen Rotor (5) und Stator
(3) des Elektromotors (1) bemessenen Lagerspiel besteht.

3. Elektromechanischer Linearantrieb nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass
die Notlaufsicherung aus einem im Bereich des offenen Rotorendes angeordneten, fluiddynamischen oder magnetischen Radiallager (16) besteht.
- 5
4. Elektromechanischer Linearantrieb nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass
die Notlaufsicherung zumindest einen den Elektromotor (1) bei einer exzentrischen, jedoch unterhalb der Magnetspaltgröße zwischen Rotor (5) und Stator (3) liegenden Auslenkung des offenen Rotorendes stromlos schaltenden Kontaktsensor (15) enthält.
- 10
5. Elektromechanischer Linearantrieb nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass
die Notlaufsicherung aus mindestens drei in Umfangsrichtung des Hohlwellenrotors (5) gleichförmig versetzt zueinander angeordneten, den Rotor bei einer exzentrischen Auslenkung im Bereich des offenen Rotorendes radial abstützenden Querlagern (17) besteht.
- 15
- 20
6. Elektromechanischer Linearantrieb nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass
die Vorspannkraft der Einzellager (11, 12) größer bemessen ist als die maximale Axialkraft des Linearantriebs.
- 25
7. Elektromechanischer Linearantrieb nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass
das rotorfeste Getriebeelement (7) des Schraubengetriebes (6) im Innenraum des Hohlwellenrotors (5) angeordnet ist.
- 30

8. Elektromechanischer Linearantrieb nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass
- das Schraubengetriebe (6) aus einem im Innenraum des Hohlwellenrotors (5) angeordneten Spindelgetriebe zum Hubantrieb der Plastifiziereinheit einer Spritzgießmaschine besteht.
- 5

1 / 2

Fig. 1

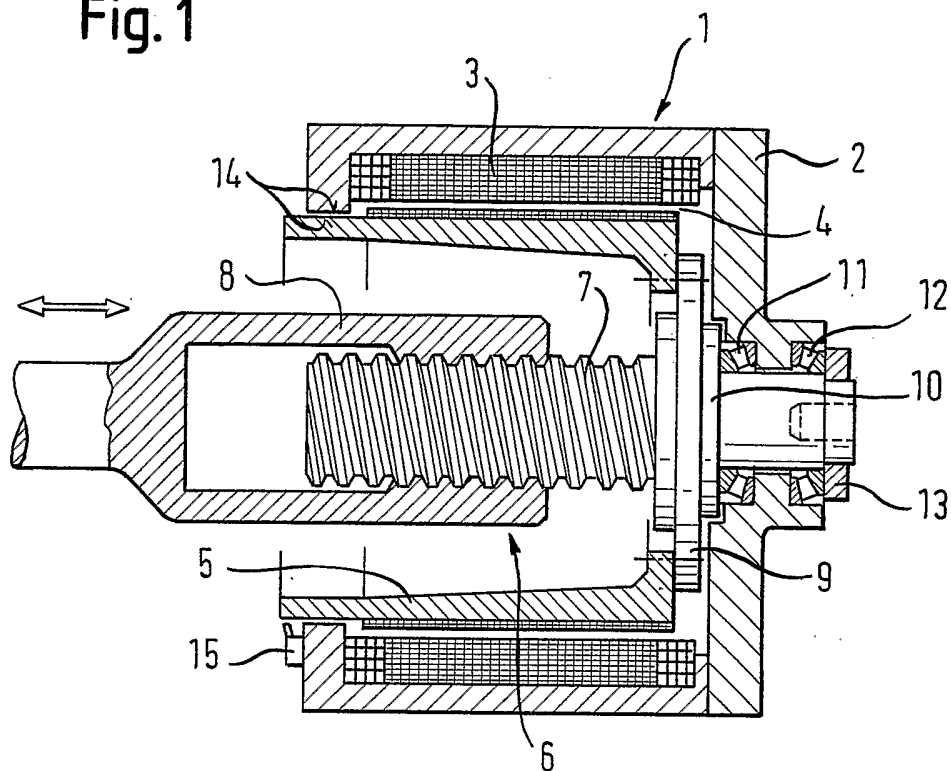
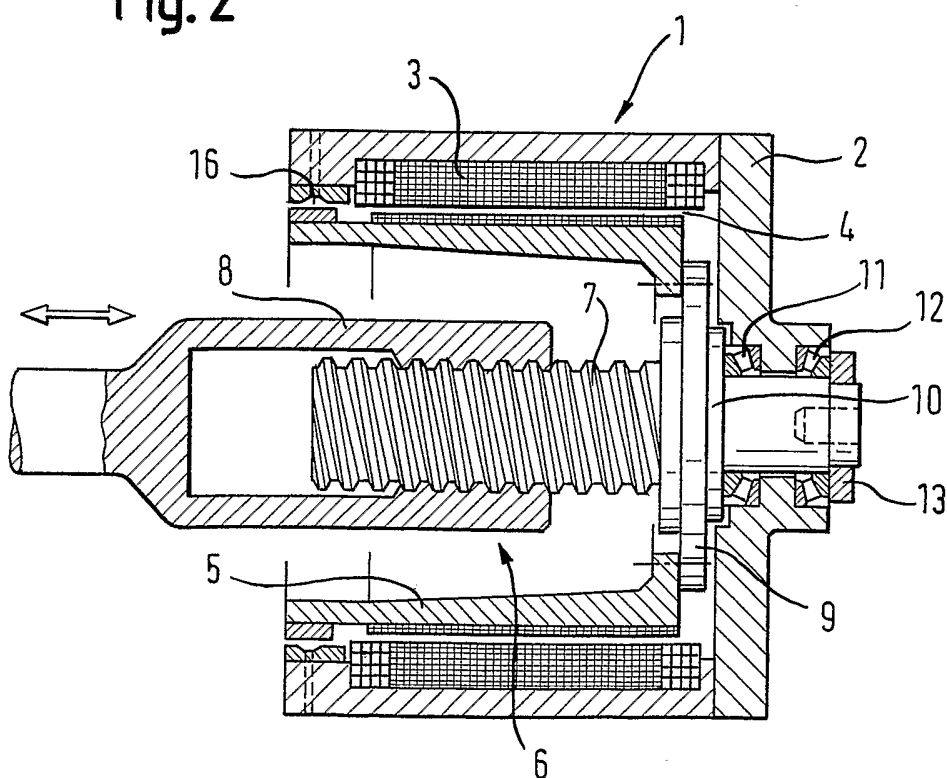


Fig. 2



2 / 2

Fig. 3

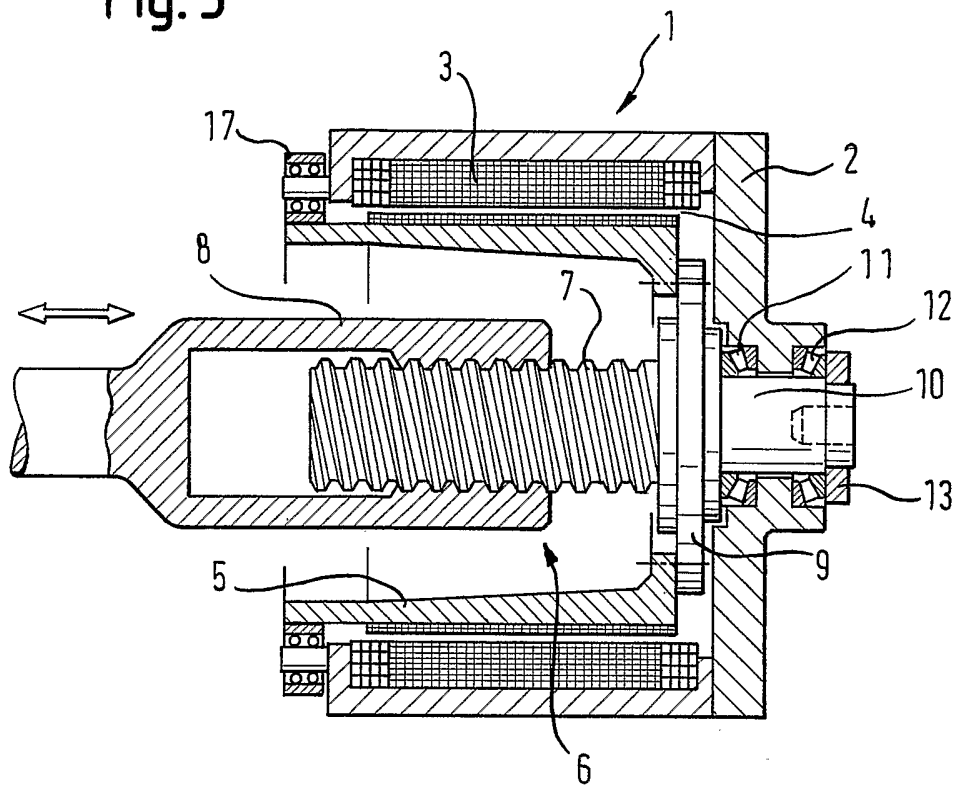
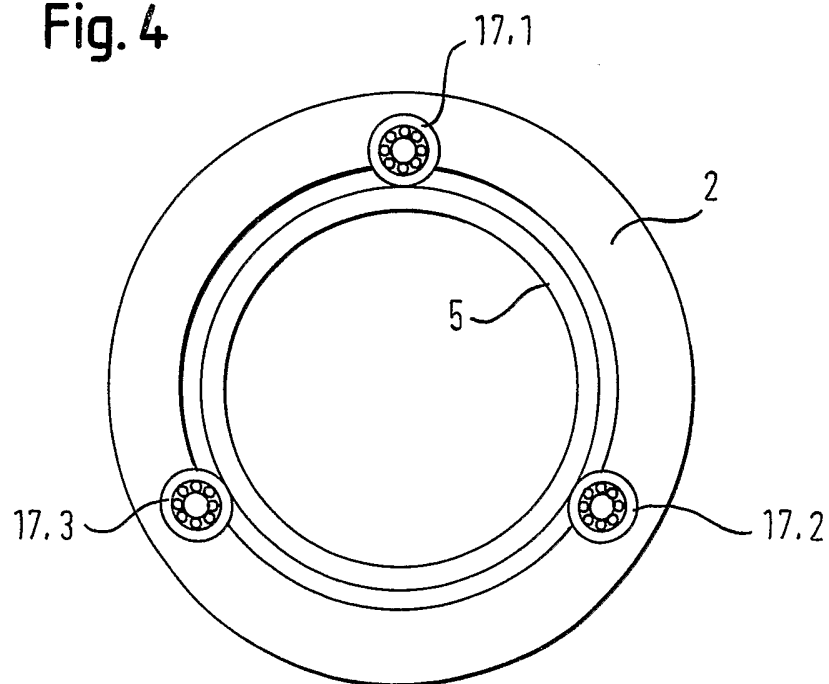


Fig. 4



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

National Application No
PCT/EP 02/08361

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 B29C45/50 F16C19/52 H02K5/167

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 7 G02C B41M B29D B29C F16C H02K F03D B60B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	EP 0 723 848 B (SUMITOMO HEAVY INDUSTRIES) 7 April 1999 (1999-04-07)	1-5
X	column 8, line 47 -column 9, line 33 ---	7,8
Y	US 3 508 241 A (POTTER FREDERICK MILTON) 21 April 1970 (1970-04-21) column 2, line 22 - line 55 ---	1,2,4
Y	DE 39 41 444 A (KLAUS UNION ARMATUREN) 20 June 1991 (1991-06-20) column 3, line 64 -column 4, line 11 ---	3
Y	US 5 289 042 A (LIS EDWARD) 22 February 1994 (1994-02-22) column 4, line 42 - line 51 ---	5
	-/--	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ 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

4 November 2002

Date of mailing of the international search report

15/11/2002

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

Frapporti, M

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 02/08361

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 4 811 992 A (STEINER HELMUT) 14 March 1989 (1989-03-14) column 2, line 55 - line 68	1-8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 02/08361

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 0723848	B	31-07-1996	JP 2866019 B2	08-03-1999
			JP 8197595 A	06-08-1996
			AT 178526 T	15-04-1999
			CN 1134875 A, B	06-11-1996
			DE 69601951 D1	12-05-1999
			DE 69601951 T2	09-12-1999
			EP 0723848 A1	31-07-1996
			KR 196469 B1	15-06-1999
			US 5679384 A	21-10-1997
US 3508241	A	21-04-1970	NONE	
DE 3941444	A	20-06-1991	DE 3941444 A1	20-06-1991
US 5289042	A	22-02-1994	NONE	
US 4811992	A	14-03-1989	DE 3643081 A1	30-06-1988
			AU 592685 B2	18-01-1990
			AU 8228987 A	23-06-1988
			DD 264655 A5	08-02-1989
			EP 0271712 A2	22-06-1988
			FI 875031 A	18-06-1988
			HU 45451 A2	28-07-1988
			TR 23198 A	14-06-1989
			YU 213687 A1	28-02-1990
			ZA 8709100 A	31-08-1988

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 02/08361

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 4 811 992 A (STEINER HELMUT) 14. März 1989 (1989-03-14) Spalte 2, Zeile 55 - Zeile 68	1-8

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

nationales Aktenzeichen

PCT/EP 02/08361

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 0723848	B	31-07-1996	JP 2866019 B2 08-03-1999
			JP 8197595 A 06-08-1996
			AT 178526 T 15-04-1999
			CN 1134875 A ,B 06-11-1996
			DE 69601951 D1 12-05-1999
			DE 69601951 T2 09-12-1999
			EP 0723848 A1 31-07-1996
			KR 196469 B1 15-06-1999
			US 5679384 A 21-10-1997
US 3508241	A	21-04-1970	KEINE
DE 3941444	A	20-06-1991	DE 3941444 A1 20-06-1991
US 5289042	A	22-02-1994	KEINE
US 4811992	A	14-03-1989	DE 3643081 A1 30-06-1988
			AU 592685 B2 18-01-1990
			AU 8228987 A 23-06-1988
			DD 264655 A5 08-02-1989
			EP 0271712 A2 22-06-1988
			FI 875031 A 18-06-1988
			HU 45451 A2 28-07-1988
			TR 23198 A 14-06-1989
			YU 213687 A1 28-02-1990
			ZA 8709100 A 31-08-1988