

(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
18. September 2014 (18.09.2014)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2014/139926 A2

(51) Internationale Patentklassifikation:
H01F 7/16 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2014/054545

(22) Internationales Anmeldedatum:
10. März 2014 (10.03.2014)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2013 102 400.9
11. März 2013 (11.03.2013) DE

(71) Anmelder: **ALFRED JÄGER GMBH** [DE/DE];
Siemensstraße 8, 61239 Ober-Mörlen (DE).

(72) Erfinder: **WOLFF, Frank**; Kirchstraße 25, 35745
Herborn (DE). **FISCHER, Axel**; Richard-von-Passavant-
Straße 10, 61239 Ober-Mörlen (DE).

(74) Anwälte: **HAAR, Lucas, Heinz, Jörn** et al.; Lessingstraße
3, 61231 Bad Nauheim (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,

AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW,
BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK,
DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,
GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP,
KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD,
ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI,
NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU,
RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH,
TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA,
ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ,
TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ,
RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY,
CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT,
LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE,
SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA,
GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: ELECTROMAGNETIC ACTUATING DEVICE AND COMBINATION OF ELECTROMAGNETIC ACTUATING
DEVICE AND MOTOR SPINDLE

(54) Bezeichnung : ELEKTROMAGNETISCHE STELLVORRICHTUNG UND KOMBINATION VON
ELEKTROMAGNETISCHER STELLVORRICHTUNG UND MOTORSPINDEL

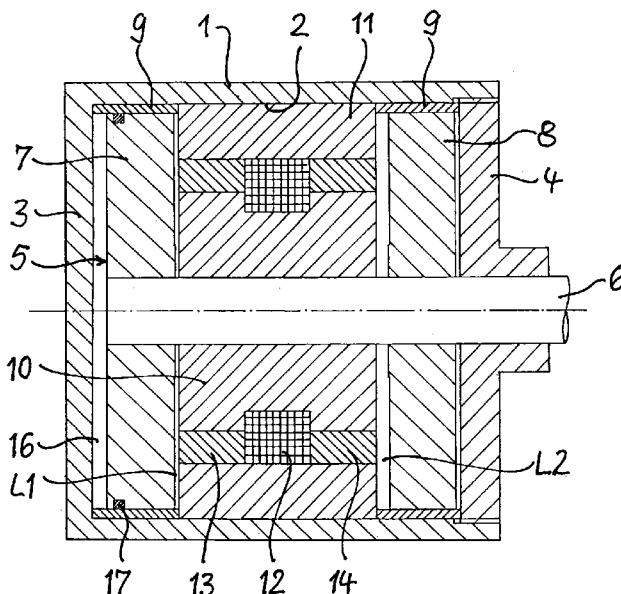


FIG. 1

(57) Abstract: The invention relates to an electromagnetic actuating device with a housing (1) and an armature (5) which can be moved in the housing (1) between two end positions and which has two mutually spaced armature disk (7, 8) and an armature shaft (6). Two annular arrangements of permanent magnets (13, 14) which are polarized radially in the same direction with respect to the axis are secured to the housing between the armature disks (7, 8) and together with the armature disks form two magnet systems and an air gap system with axially adjustable air gaps (L1, L2). An annular coil (12) which can be connected to a power source is arranged between the two permanent magnets (13, 14). The magnet systems and the air gap system are configured such that the armature (5) can be retained in each of the two end positions without exciting the coil (12) and can be moved from one respective assumed end position into the opposite end position by exciting the coil (12).

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

**Veröffentlicht:**

- *ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe g)*

Bei einer elektromagnetischen Stellvorrichtung mit einem Gehäuse (1), einem in dem Gehäuse (1) zwischen zwei Endstellungen bewegbaren Anker (5), der zwei in einem Abstand voneinander angeordnete Ankerscheiben (7, 8) und einen Ankerschaft (6) aufweist, sind zwei ringförmige Anordnungen von zur Achse radial gleichsinnig polarisierten Permanentmagneten (13, 14) gehäusefest zwischen den Ankerscheiben (7, 8) angeordnet und bilden mit diesen zwei Magnetsysteme und ein Luftspaltsystem mit axial veränderlichen Luftspalten (L1, L2). Zwischen den beiden Permanentmagneten (13, 14) ist eine an eine Stromquelle anschließbare, ringförmigen Spule (12) angeordnet. Die Magnetsysteme und das Luftspaltsystem sind so ausgelegt, dass der Anker (5) ohne Erregung der Spule (12) in jeder der beiden Endstellungen festhaltbar ist und durch Erregung der Spule (12) aus einer jeweils eingenommenen Endstellung in die entgegengesetzte Endstellung bewegbar ist.

Elektromagnetische Stellvorrichtung und Kombination von
elektromagnetischer Stellvorrichtung und Motorspindel

- 5 Die Erfindung betrifft eine elektromagnetische Stellvorrichtung mit einem längs einer Achse in einem Gehäuse zwischen zwei Endstellungen bewegbaren Anker, wenigstens einem Magnetsystem, das mittels einem radial zur Achse polarisierten Permanentmagnet verbunden ist und mit dem Anker ein Luftspaltsystem bildet, und mit einer an eine Stromquelle anschließbaren Spule.
- 10 Die Erfindung betrifft auch eine Kombination von einer elektromagnetischen Stellvorrichtung und einer Motorspindel.

Aus DE 197 12 293 A1 ist eine elektromagnetisch arbeitende Stelleinrichtung mit zwei zueinander beabstandeten und jeweils eine Erregerspule aufweisen-

15 den Magnetsystemen bekannt, zwischen denen eine mit einem Stellschaft fest verbundene Ankerscheibe angeordnet ist. Die Ankerscheibe befindet sich zwischen zwei entgegengesetzt wirkenden Federn und ist durch die Magnetsysteme in zwei Schaltpositionen bewegbar. Einem der Magnetsysteme ist ein in Bewegungsrichtung des Ankers polarisierter Permanentmagnet zugeordnet,

20 der den Anker in unbestromtem Zustand in einer Schaltposition stabilisiert. Soll der Anker in der anderen Schaltposition gehalten werden, so ist dauerhaft Bestromung erforderlich.

Es ist weiterhin aus EP 0 568 028 A1 ein elektromagnetischer Linearmotor

25 bestehend aus einem Anker, zwei inneren Polschuhen, zwei äußeren Polschuhen, zwei Permanentmagneten sowie einer Spule bekannt, wobei der Anker mit den inneren Polschuhen und den äußeren Polschuhen ein Luftspaltsystem aus vier in axialer Richtung veränderbaren magnetischen Luftspalten bildet, die in der Mittelstellung gleich groß sind. Die Permanentmagnete stabilisieren den Anker bei stromloser Spule in der Mittelstellung. Die Polschuhe

30 sind halbschalenförmig ausgebildet und bilden mit den halbschalenförmigen Permanentmagneten zwei fest gepolte Magnetsysteme.

Weiterhin ist aus DE 200 00 397 U1 eine Magnetvorrichtung bekannt, die ein magnetisch leitfähiges Außengehäuse aufweist, in dem axial bewegbar ein Eisenkern und eine den Eisenkern umgebende Spule angeordnet sind. An
5 beiden Seiten der Spule sind coaxial zu dieser Permanentmagnete vorgesehen, die sich mit dem gleichen Magnetpol einander zuwenden. Die Permanentmagnete bilden zwei Magnetkreise, durch die der Eisenkern in zwei Arbeitsstellungen gehalten werden kann. Durch Erregung der Spule in der einen oder anderen Stromrichtung kann der Eisenkern in die jeweils andere
10 Arbeitsstellung bewegt werden, in der er bei unbestromter Spule verbleibt. Die zylindrische Form des Eisenkerns und die Polarisierung der Permanentmagnete lässt keine hohen Haltekräfte in den Arbeitsstellungen erwarten.

Ein elektromagnetischer Hubmagnet zur Erzielung hoher Haltekräfte in den
15 stabilen Endlagen ist aus DE 102 07 828 B4 bekannt. Er besteht aus einem Stator mit zwei axial voneinander beabstandeten Magnetsystemen, die jeweils eine Erregerwicklung zur Erzeugung eines elektromagnetischen Flusses aufweisen. Zwischen den beiden Magnetsystemen ist ein Anker geführt, der eine senkrecht zu seiner Bewegungsrichtung polarisierte Dauermagnetanordnung
20 zum dauerhaften Halten des Ankers ohne Bestromung der Erregerwicklung trägt. Die Dauermagnetanordnung liegt hierbei zwischen den beiden Erregerwicklungen, wodurch ihre Effektivität infolge von Streufluss beeinträchtigt wird. Außerdem kann das meist spröde Material der Dauermagnetanordnung durch stoßartige Bewegung des Ankers leiden.

25

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine elektromagnetische Stellvorrichtung der eingangs genannten Art zu schaffen, die in beiden Endstellungen ohne Erregung mit Strom stabil ist und zumindest in einer Endstellung hohe Haltekräfte aufnehmen kann. Die Stellvorrichtung soll weiterhin einfach und
30 kostengünstig herstellbar sein.

Diese Aufgabe wird durch eine elektromagnetische Stellvorrichtung mit den in Anspruch 1 angegebenen Merkmalen gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Stellvorrichtung sind in den Ansprüchen 2 bis 9 angegeben.

- 5 Nach der Erfindung umfasst die elektromagnetische Stellvorrichtung ein Gehäuse mit einem längs einer Achse in dem Gehäuse zwischen zwei Endstellungen bewegbaren Anker, der zwei in einem Abstand voneinander angeordnete, mit einem Ankerschaft fest verbundene Ankerscheiben aufweist, sowie wenigstens ein eine ringförmigen Anordnung von zur Achse radial polarisierten Permanentmagneten umfassendes Magnetsystem, das gehäusefest
10 zwischen den Ankerscheiben angeordnet ist und mit diesen ein Luftspaltsystem mit axial veränderlichen Luftspalten bildet, und weiterhin eine zwischen den beiden Magnetsystemen angeordnete, an eine Stromquelle anschließbare, ringförmige Spule. Die Magnetsysteme und die Luftspaltsysteme sind
15 hierbei so ausgelegt, dass der Anker ohne Erregung der Spule in jeder der beiden Endstellungen nur durch permanentmagnetischen Fluss festhaltbar ist und durch Erregung der Spule aus einer jeweils eingenommenen Endstellung in die entgegengesetzte Endstellung bewegbar ist.
- 20 Die Stellvorrichtung nach der Erfindung hat den Vorteil, dass der Anker aus einfachen Elementen, den beiden Ankerscheiben aus magnetischen Fluss leitendem, z.B. weichmagnetischem Material und dem Ankerschaft, der aus nichtmagnetischem oder weichmagnetischem Material bestehen kann, herstellbar ist. Ein in dieser Weise ausgebildeter Anker ist unempfindlich gegen
25 Stoßbelastungen und gewährleistet damit eine lange Lebensdauer der Stellvorrichtung.

- Ein oder mehrere Permanentmagnete sind zwischen Polkörpern eingebettet im Gehäuse angeordnet und dadurch vor dynamischer Beanspruchung
30 geschützt. Der Permanentmagnet kann bei dieser Anordnung aus ringförmig angeordneten Einzelmagneten bestehen oder auch in Form eines Ringmagneten ausgebildet sein. Weiterhin können Magnete aus empfindlichen

Magnetwerkstoffen, beispielsweise Verbundwerkstoffen, verwendet werden, die hohe Polarisationswerte und Feldstärken ermöglichen. Die Anordnung der Permanentmagnete zwischen Polkörpern und unmittelbar benachbart den Ankerscheiben ermöglicht hohe Haltekräfte, wenn die Spule nicht mit Strom
5 erregt ist. Weiterhin trägt die Verwendung nur einer Spule zu niedrigen Herstellkosten und geringer Baugröße bei.

In einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung sind der Anker, das Magnet-
system und die Spule rotationssymmetrisch ausgebildet. Hiervon abweichende
10 Gestaltungen sind aber ebenfalls möglich. Weiterhin können zwei Magnetsysteme mit in Bezug auf die radiale Mittelebene der Spule symmetrisch angeordneten und gleichsinnig radial polarisierten Permanentmagneten vorgesehen sein.

15 Nach einem weiteren Vorschlag der Erfindung sind der Magnet oder die Magnete und die Spule zwischen inneren und äußeren Polkörpern aus weichmagnetischem Material angeordnet, welche die Form von geschlossenen Ringen haben. Die axiale Dicke der Ankerscheiben ist vorzugsweise gleich, kann aber auch unterschiedlich sein, um verschiedene Haltekräfte in den beiden End-
20 lagern zu erzielen.

Nach einem weiteren Vorschlag der Erfindung kann zumindest eine Ankerscheibe zylindrisch ausgebildet und in einer einseitig geschlossenen, zylindrischen Kammer des Gehäuses angeordnet sein, wobei die Ankerscheibe an
25 ihrem Umfang gegenüber der Wand der Kammer mittels einer Dichtung abgedichtet ist. Auf diese Weise bildet die Kammer mit der Ankerscheibe einen geschlossenen Raum, so dass das in dem Raum enthaltene Medium, vorzugsweise Luft, beim Eindringen der Ankerscheibe in den Raum zusammengedrückt wird und den Anker auf dem Weg in die dieser Bewegungsrichtung
30 folgende Endstellung verzögert und das Erreichen der Endstellung dämpft. Hierbei hat sich überraschend gezeigt, dass ein verhältnismäßig kleines Luft-

volumen bereits ausreicht, um eine wirksame Dämpfung des Ankeranschlags zu bewirken.

Das Gehäuse der Stellvorrichtung, das auch die Kammer bildet, besteht nach
5 der Erfindung vorzugsweise aus einem nicht magnetischen Material, um eine
Streuung des magnetischen Flusses zu vermeiden und den Fluss auf den
Anker zu konzentrieren.

Eine besonders vorteilhafte Verwendung der Stellvorrichtung nach der Erfin-
10 dung umfasst nach Anspruch 10 eine Kombination mit einer Motorspindel, die
in einem Spindelgehäuse einen Elektromotor und eine von diesem drehend
antreibbare Spindel mit einer Werkzeugaufnahme für ein Werkzeug zur
spanenden Werkstückbearbeitung enthält, wobei die Spindel als Hohlwelle
15 ausgebildet ist und in ihrer Längsbohrung eine durch Federkraft in einer
Schließstellung gehaltene Schnellspannvorrichtung zum Festspannen eines
Werkzeugs oder eines Werkzeughalters aufweist, wobei das Gehäuse der
Stellvorrichtung an dem Spindelgehäuse mit coaxial zur Spindel ausgerichteter
Achse befestigt ist, und wobei der Anker mit einem in einer Längsbohrung der
20 Spindel axial verschiebbaren Stößel in Eingriff treten und die Spannvorrichtung
unter Überwindung der Federkraft in eine Lösestellung bewegen kann.

Durch die Kombination nach der Erfindung können aufwendige und vielfach
als nachteilig angesehene, mit pneumatischer oder hydraulischer Energie
angetriebene Stellvorrichtungen entfallen, die seither zur Betätigung von
25 Werkzeugspannvorrichtungen in Motorspindeln üblich sind. Mit Hilfe der Stell-
vorrichtung nach der Erfindung lassen sich bei geeigneter Baugröße und
akzeptablem Gewicht ausreichend hohe Stellkräfte erzielen, um die Feder-
spannsätze solcher Werkzeugspannvorrichtungen zusammen zu drücken und
die Spannvorrichtung zu lösen. Mit der Vorrichtung nach der Erfindung können
30 außerdem die Haltekräfte, die zum Halten der Werkzeugspannvorrichtung in
der Lösestellung erforderlich sind, mit Hilfe der Permanentmagnete erzeugt

werden, so dass die Spule nur zum Lösen der Werkzeugspannvorrichtung und zum Zurückkehren in die Spannstellung kurzzeitig betätigt werden muss.

Die erfindungsgemäße Kombination ermöglicht somit Motorspindeln, die zum
5 Spannen und Entspannen des Werkzeugs und zum Antrieb des Werkzeugs für die Durchführung von Bearbeitungsvorgängen nur eine Antriebsenergie, nämlich elektrischen Strom, benötigen.

Die Stellvorrichtung kann, wie das Ausführungsbeispiel zeigt, unmittelbar an
10 der Motorspindel angebracht werden. Die Erfindung schließt aber auch Ausführungen ein, bei denen die Stellbewegung und Stellkraft durch ein mechanisches Übertragungssystem, z.B. Zug-Druck-Kabel, oder durch ein hydraulisches Übertragungssystem an die Motorspindel übertragen wird. Letzteres kann vorteilhaft sein, um das Gewicht der Motorspindel klein zu halten.

15

Die Erfindung wird nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen näher erläutert, die in der Zeichnung dargestellt sind. Es zeigen

- Figur 1 einen Querschnitt durch eine elektromagnetische Stellvorrichtung
20 nach der Erfindung,
Figur 2 eine Darstellung der Feldlinien bei bestromter Spule zur Erzeugung einer Stellkraft in einer ersten Richtung,
Figur 3 eine Darstellung der Feldlinien bei unbestromter Spule und permanentmagnetisch gehaltener Stellung gemäß Figur 2,
25 Figur 4 eine Darstellung der Feldlinien bei umgekehrt bestromter Spule zur Erzeugung einer Stellkraft in einer zweiten Richtung,
Figur 5 einen Querschnitt durch eine mit einer Stellvorrichtung nach der Erfindung versehene Motorspindel.

30 Die in Figur 1 gezeigte elektromagnetische Stellvorrichtung umfasst ein topfförmiges Gehäuse 1 mit einer sich längs einer Achse erstreckenden zylindrischen Bohrung 2, die an einem Ende durch einen Gehäuseboden 3 und am

anderen Ende durch einen an dem Gehäuse 1 befestigten Deckel 4 verschlossen ist. In dem Gehäuse 1 befindet sich ein in Richtung der Achse beweglich gelagerter Anker 5, der aus einem Ankerschaft 6 und fest mit diesem verbundenen und in einem Abstand voneinander angeordneten Ankerscheiben 7, 8
5 zusammengesetzt ist. Der Ankerschaft 6 erstreckt sich durch eine Bohrung 2 im Deckel 4 und ist in dieser geführt. Die Ankerscheiben 7, 8 haben parallele Seitenflächen und zylindrische Mantelflächen, mit denen sie in Gleitbuchsen 9 gelagert sind, die in der Bohrung 2 des Gehäuses 1 angeordnet sind.

10 In dem Zwischenraum zwischen den Ankerscheiben 7, 8 sind ein innerer, ringförmiger Polkörper 10 und in einem radialen Abstand von diesem ein äußerer, ringförmiger Polkörper 11 angeordnet. In dem Ringraum zwischen den beiden Polkörpern 10, 11 befindet sich eine wenigstens eine Wicklung aufweisende Spule 12 und an beiden Seiten der Spule 12 jeweils ein Permanentmagnet 13,
15 14. Die beiden Permanentmagnete 13, 14 sind in gleicher Richtung radial und damit quer zur Bewegungsrichtung des Ankers 5 polarisiert und bilden mit den Polkörpern 10, 11 und den Ankerscheiben 7, 8 zwei Magnetsysteme. Die Permanentmagnete 13, 14 sind ringförmig um den Polkörper 10 angeordnet und können als Ringmagnete oder auch als eine Anordnung von gleichsinnig polarisierten Einzelmagneten ausgebildet sein. Die Polkörper 10, 11 und die Per-
20 manentmagnete 13, 14 sind fest miteinander verbunden und der äußere Polkörper 11 ist mit Hilfe der Gleitbuchsen 9, die sich am Gehäuseboden 3 und am Deckel 4 abstützen, axial in dem Gehäuse 1 fixiert.

25 Anstelle der zur Spule 12 symmetrischen Anordnung der Permanentmagnete 13, 14 können diese auch nebeneinander auf einer Seite der Spule 12, vorzugsweise der Ankerscheibe 7 benachbart, angeordnet oder durch einen einzigen Permanentmagnet entsprechender Stärke, beispielsweise einen Ringmagnet, gebildet sein.

30

Zwischen jeder Ankerscheibe 7, 8, dem benachbarten Permanentmagnet 13, 14 und der benachbarten Seite der Polkörper 10, 11 befindet sich jeweils ein

axial veränderlicher Luftspalt L1, L2 eines Luftspaltsystems, wobei jedem Luftspalt L1, L2 ein Magnetsystem zugeordnet ist.

Die beiden Polkörper 10, 11 und die Ankerscheiben 7, 8 bestehen aus einem
5 den magnetischen Fluss gut leitenden, insbesondere weichmagnetischen
Material. Der Ankerschaft 6 kann ebenfalls aus magnetischen Fluss leitendem
Material bestehen, vorzugsweise besteht er jedoch aus nicht magnetischem
Material, um einer Streuung des Flusses entgegen zu wirken. Das Gehäuse 1,
der Deckel 4 und die Gleitbuchsen 9 bestehen ebenfalls aus nicht magneti-
10 schem Material.

Die dem Gehäuseboden 3 benachbarte Ankerscheibe 7 ist in einer von dem
Gehäuse 1 und der sie umgebenden Gleitbuchsen 9 gebildeten Kammer 16
angeordnet und durch einen Dichtring 17 gegenüber der Gleitbuchsen 9 abge-
15 dichtet. Hierdurch wird die Luft, die sich zwischen dem Gehäuseboden 3 und
der Ankerscheibe 7 befindet, verdichtet, wenn sich die Ankerscheibe 7 in
Richtung des Gehäusebodens 3 bewegt. Hierdurch wird das Erreichen der die
Bewegung des Ankers 5 in Richtung des Gehäusebodens 3 begrenzenden
Endstellung wirksam gedämpft.

20

Bei der beschriebenen elektromagnetischen Stellvorrichtung kann der Anker 5
in seinen beiden Endstellungen durch die Magnetkraft der Permanentmagnete
13, 14 mit vergleichsweise hoher Kraft gehalten werden. Die Mittelstellung des
Ankers 5 mit gleich großen Luftspalten L1, L2 ist instabil. Um den Anker 5 in
25 die eine oder andere Endstellung zu bewegen, wird die Spule 12 kurzzeitig mit
einem Strom erregt, wobei die Stromrichtung die Richtung der Ankerbewegung
bestimmt.

Die Figuren 2 bis 4 zeigen die Feldlinien des magnetischen Flusses bei ver-
30 schiedenen Betriebszuständen der Stellvorrichtung. Gezeigt ist hierbei jeweils
der halbe Axialschnitt der den magnetischen Fluss leitenden Teile.

Bei dem in Figur 2 gezeigten Beispiel ist die Spule 12 mit einem Strom von solcher Richtung erregt, dass er ein mit dem Feld des Permanentmagneten 14 gleichsinniges Spulenfeld erzeugt. Beide Felder ergänzen sich und rufen einen starken elektromagnetischen Fluss hervor, der durch den Permanentmagneten 13 abgelenkt über die Ankerscheibe 7 geleitet wird. Das Feld des Permanentmagneten 13 wird hierbei geschwächt, ist aber ebenfalls noch Kraft erzeugend wirksam. Auf den Anker 5 wirkt hierdurch eine starke Kraft in Richtung des Pfeils F, durch die der Anker in die rechte Endstellung bewegt wird.

Figur 3 zeigt die rechte Endstellung des Ankers 5 nach Aberregung der Spule 12. Der nun nicht mehr durch das Spulenfeld geschwächte Permanentmagnet 13 erzeugt ein starkes Feld, das die Ankerscheibe 7 erfasst und den Anker 5 mit einer Kraft F in der Endstellung hält. Das Feld des Permanentmagneten 13 wird zusätzlich durch einen Teil des Feldes des Permanentmagneten 14 verstärkt. Der durch die rechte Ankerscheibe 8 geleitete Fluss des Permanentmagneten 14 ist durch den hier großen Luftspalt L2 stark geschwächt und daher kaum wirksam.

Figur 4 zeigt den Verlauf des magnetischen Flusses bei Erregung der Spule 12 mit einem Strom von umgekehrter Richtung, um den Anker 5 in die entgegengesetzte Richtung zu bewegen. Nun verstärkt das Spulenfeld das Feld des Permanentmagneten 13 und schwächt das Feld des Permanentmagneten 14 und der Permanentmagnet 14 lenkt den gemeinsamen Fluss von Spule 12 und Permanentmagnet 13 zur Ankerscheibe 8, so dass der Anker 5 in die linke Endstellung bewegt wird. Bei dieser Bewegung ist die durch die Kammer 16 bewirkte Dämpfung besonders wirksam.

Die beschriebene elektromagnetische Stellvorrichtung eignet sich in besonderem Maße zur Betätigung der Werkzeugspannvorrichtung einer Motorspindel. Figur 5 zeigt eine solche Anwendung, bei der eine elektromagnetische Stellvorrichtung 20 mit einer Motorspindel 21 kombiniert ist. Die Motorspindel 21 besteht aus einem mehrteiligen Spindelgehäuse 22, einer Statorwicklung

23 und einer mittels Wälzlager 24 gelagerten Spindel 25 mit einem Rotor 26. Die Spindel 25 ist mit einer durchgehenden Längsbohrung 27 versehen, die an dem in der Zeichnung unteren Ende in eine Kegelbohrung 28 zur Aufnahme eines Werkzeugkegels 29 mündet. Der Werkzeugkegel 29 kann entweder
5 unmittelbar an einem Bearbeitungswerkzeug oder, wie in der Zeichnung dargestellt, an einem Werkzeughalter 30 angebracht sein. In der Längsbohrung 27 ist axial verschiebbar eine Schnellspannvorrichtung 31 und ein mit dieser fest verbundener Stößel 32 axial verschiebbar gelagert. Die Schnellspannvorrichtung 31 wirkt mit einem Spannzapfen 33 zusammen, der an dem Werk-
10 zeugkegel 29 befestigt ist. In der in der Zeichnung dargestellten Spannposition wird der Spannzapfen 33 von der Schnellspannvorrichtung 31 formschlüssig umgriffen und durch die Kraft von vorgespannten Tellerfedern 34 in die Spindel 25 hineingezogen, wodurch der Werkzeugkegel 29 in der Kegelbohrung 28 festgespannt wird. Die Tellerfedern 34 sind auf dem Stößel 32 angeordnet und
15 stützen sich in axialer Richtung an dem Kopf 35 des Stößels 32 einerseits und an einem Anschlagring 36 andererseits ab, der an einer Schulter in der Längsbohrung 27 anliegt.

Die Stellvorrichtung 20 entspricht im Wesentlichen der in Figur 1 gezeigten
20 Stellvorrichtung und ist daher mit gleichen Bezugszeichen versehen. Die Stellvorrichtung 20 ist an dem vom Werkzeughalter 30 abgekehrten Ende des Spindelgehäuses 22 mit Hilfe des Deckels 4 befestigt. Das aus dem Deckel 4 herausragende Ende des Ankerschafts 6 greift in die Längsbohrung 27 in der Spindel 25 ein und liegt in der in das Gehäuse 1 zurückgezogenen Stellung
25 des Ankers 5 mit seiner Stirnfläche dem Kopf 35 des Stößels 32 mit geringem Abstand gegenüber. Auch radial ist zwischen dem Ende des Ankerschafts 6 und der Wand der Längsbohrung 27 ein Spiel vorhanden, so dass der Ankerschaft 6 von der bei Bearbeitungsvorgängen rotierenden Spindel 25 und dem mit dieser rotierenden Kopf 35 nicht berührt wird. In dieser beschriebenen
30 Stellung der Stellvorrichtung 20 ist der Werkzeughalter 30 durch die Schnellspannvorrichtung 31 mit Hilfe der Kraft der Tellerfedern 34 gespannt. Der Anker 5 ist ohne Erregung der Spule 12 durch das Magnetsystem aus Perma-

nentmagnet 14 und Ankerscheibe 8 in der zurückgezogenen Stellung gehalten.

- Soll der Werkzeughalter 30 mit einem daran befestigten Werkzeug gewechselt werden, so wird nach dem Stillsetzen der Spindel 25 die Spule 12 mit einem Strom erregt, durch den, wie in Figur 2 gezeigt, der Ankerschaft 6 in die aus dem Gehäuse 1 weiter herausgefahrne Stellung bewegt wird. Der Ankerschaft 6 kommt hierbei mit dem Kopf 35 des Stößels 32 in Kontakt und drückt entgegen der Kraft der Tellerfedern 34 den Stößel 32 mit der Schnellspannvorrichtung 31 soweit nach unten, dass der Spannzapfen 33 von der Schnellspannvorrichtung 31 freigegeben und der Werkzeugkegel 29 gelöst wird. Der Werkzeughalter 30 und das daran befestigte Werkzeug können auf diese Weise von Hand oder automatisch entnommen werden.
- 15 Nach dem Lösen der Schnellspannvorrichtung 31 wird die Spule 12 stromlos geschaltet und die Lösestellung der Schnellspannvorrichtung 31 ohne Erregung der Spule allein durch die Permanentmagnete 13, 14, wie in Figur 2 gezeigt, entgegen der Kraft der Tellerfedern 34 gehalten.
- 20 Nach dem Einsetzen des neuen Werkzeugs in die Kegelbohrung 28 der Spindel 25 wird zum Spannen eines neuen Werkzeugs die Spule 12 umgekehrt erregt und, wie in Figur 3 gezeigt, der Anker 5 in das Gehäuse 1 zurück bewegt. Mit Hilfe der Tellerfedern 34 wird dabei der Spannzapfen 33 des neuen Werkzeugs von der Spannvorrichtung 31 gegriffen und in der Kegelbohrung 28 der Spindel 25 festgespannt.
- 25

PATENTANSPRÜCHE

1. Elektromagnetische Stellvorrichtung mit einem Gehäuse (1), einem
5 längs einer Achse in dem Gehäuse (1) zwischen zwei Endstellungen
bewegbaren Anker (5), der zwei in einem Abstand voneinander ange-
ordnete, mit einem Ankerschaft (6) fest verbundene Ankerscheiben (7,
8) aufweist, mit wenigstens einem eine ringförmigen Anordnung eines
10 umfassenden Magnetsystem, das gehäusefest zwischen den Anker-
scheiben (7, 8) angeordnet ist und mit diesen ein Luftspaltsystem mit
axial veränderlichen Luftspalten (L1, L2) bildet, und mit einer dem Mag-
netsystem zugeordneten, an eine Stromquelle anschließbaren, ringför-
migen Spule (12), wobei das Magnetsystem und das Luftspaltsystem so
15 ausgelegt sind, dass der Anker (5) ohne Erregung der Spule (12) in
jeder der beiden Endstellungen festhaltbar ist und durch Erregung der
Spule (12) aus einer jeweils eingenommenen Endstellung in die ent-
gegengesetzte Endstellung bewegbar ist.
- 20 2. Stellvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der
Anker (5), das Magnetsystem und die Spule (12) rotationssymmetrisch
ausgebildet sind.
3. Stellvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 oder 2, gekennzeichnet
25 durch zwei Magnetsysteme, die jeweils eine ringförmige Anordnung von
gleichsinnig radial polarisierten Permanentmagneten aufweisen und in
auf beiden Seiten der Spule (12) angeordnet sind.
4. Stellvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch
30 gekennzeichnet, dass das Magnetsystem oder die Magnetsysteme
radial innere und radial äußere Polkörper (10, 11) aus einem den mag-
netischen Fluss leitenden Material aufweisen.

5. Stellvorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass ein radial innerer Polkörper (10) in Form eines geschlossenen Rings sich innerhalb des Permanentmagnets oder der Permanentmagnete (13, 14) und der Spule (12) erstreckt.
6. Stellvorrichtung nach einem der Ansprüche 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, dass ein radial äußerer Polkörper (11) den Permanentmagnet oder die Permanentmagnete (13, 14) und die Spule (12) ringförmig umgibt.
7. Stellvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die axiale Dicke der Ankerscheiben (7, 8) verschieden ist.
8. Stellvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine Ankerscheibe (7) zylindrisch ist und in einer einseitig geschlossenen, zylindrischen Kammer (16) des Gehäuses angeordnet ist und dass die Ankerscheibe (7) an ihrem Umfang gegenüber der Wand der Kammer (16) mittels einer Dichtung (17) abgedichtet ist.
9. Stellvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Gehäuse (1) aus nicht magnetischem Material besteht.
10. Kombination einer Stellvorrichtung (20) nach einem der vorhergehenden Ansprüche mit einer Motorspindel (21), die in einem Spindelgehäuse (22) einen Elektromotor und eine von diesem drehend antreibbare Spindel (25) mit einer Werkzeugaufnahme für ein Werkzeug zur Werkstückbearbeitung enthält, wobei die Spindel (5) als Hohlwelle ausgebildet ist und in ihrer Längsbohrung (27) eine durch Federkraft in

einer Schließstellung gehaltene Schnellspannvorrichtung (31) zum Festspannen eines Werkzeugs oder eines Werkzeughalters (30) aufweist, wobei das Gehäuse (1) der Stellvorrichtung (20) an dem Spindelgehäuse (22) direkt oder indirekt befestigt ist, und wobei der Anker (5) mit einem in einer Längsbohrung (27) der Spindel (25) axial verschiebbaren Stößel (32) eine Kraft und eine Bewegung übertragend in Wirkverbindung treten und die Schnellspannvorrichtung (31) unter Überwindung der Federkraft in eine Lösestellung bewegen kann.

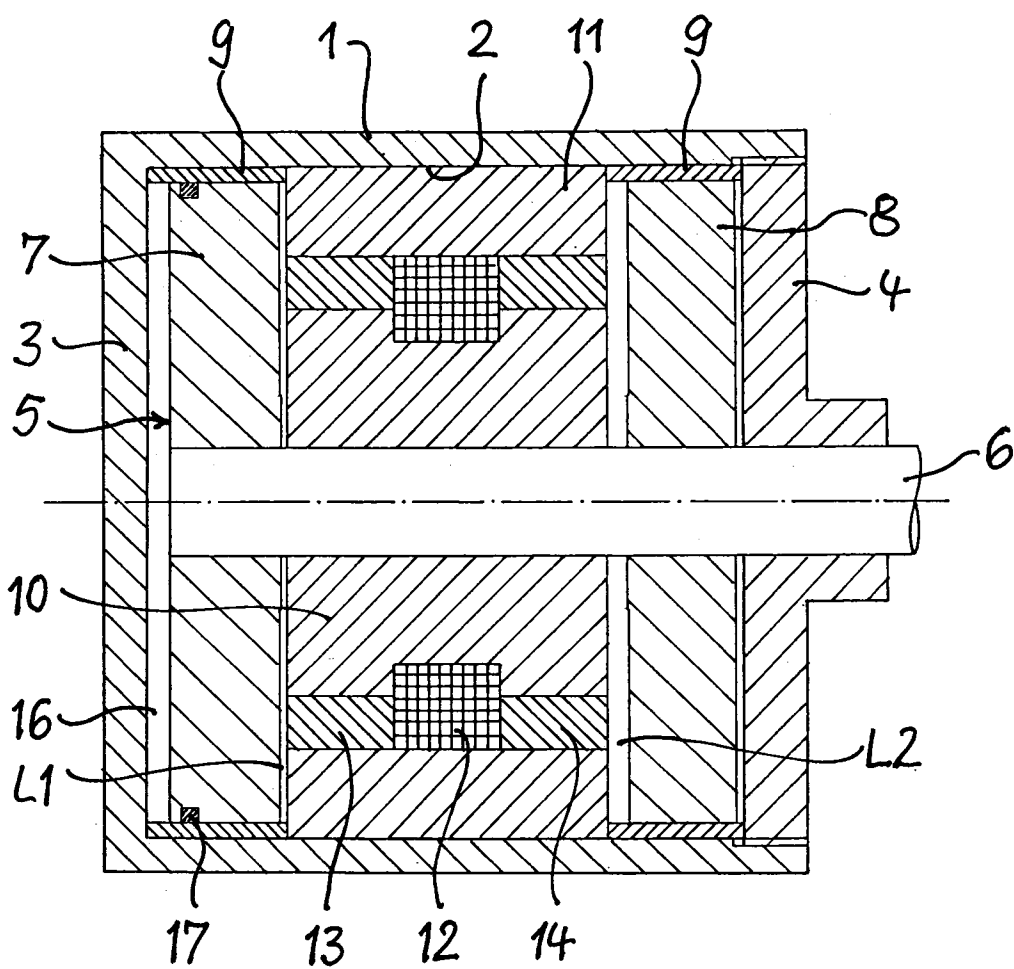
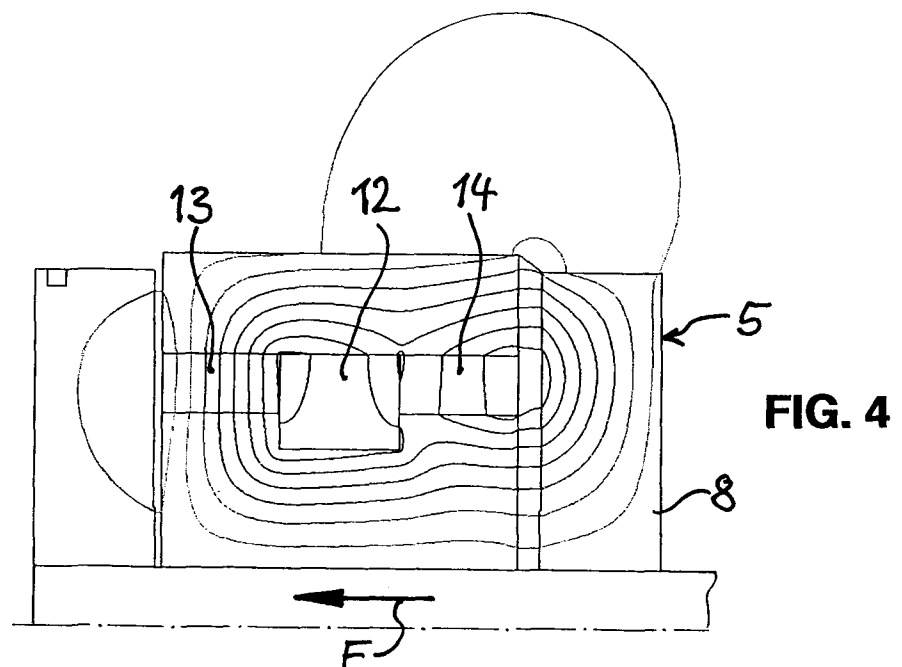
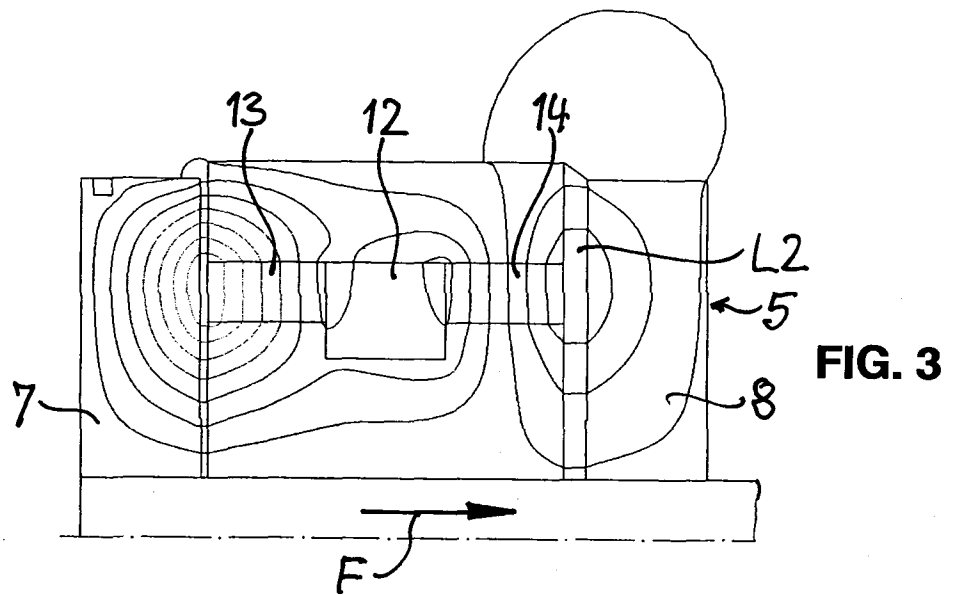
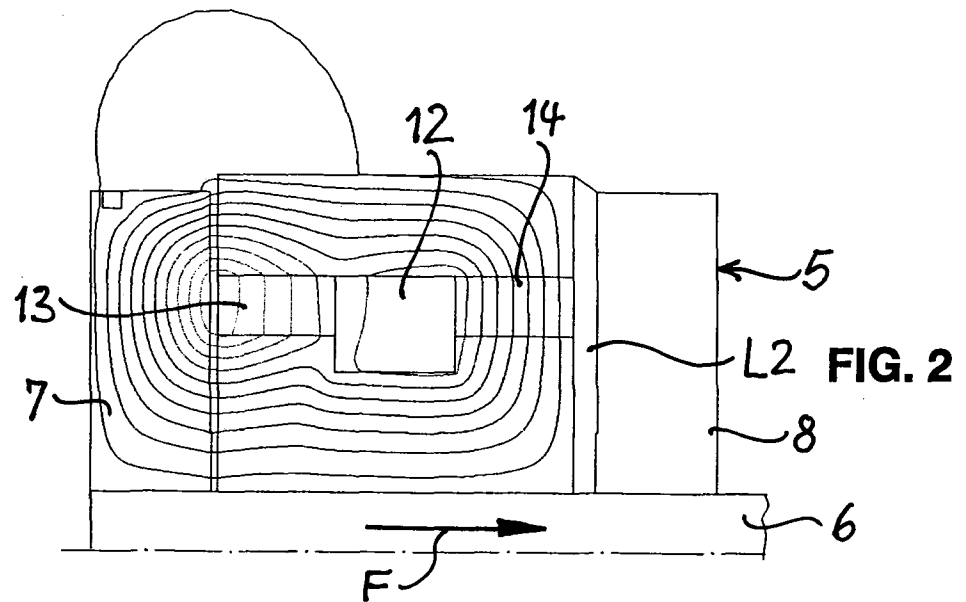


FIG. 1

2/3



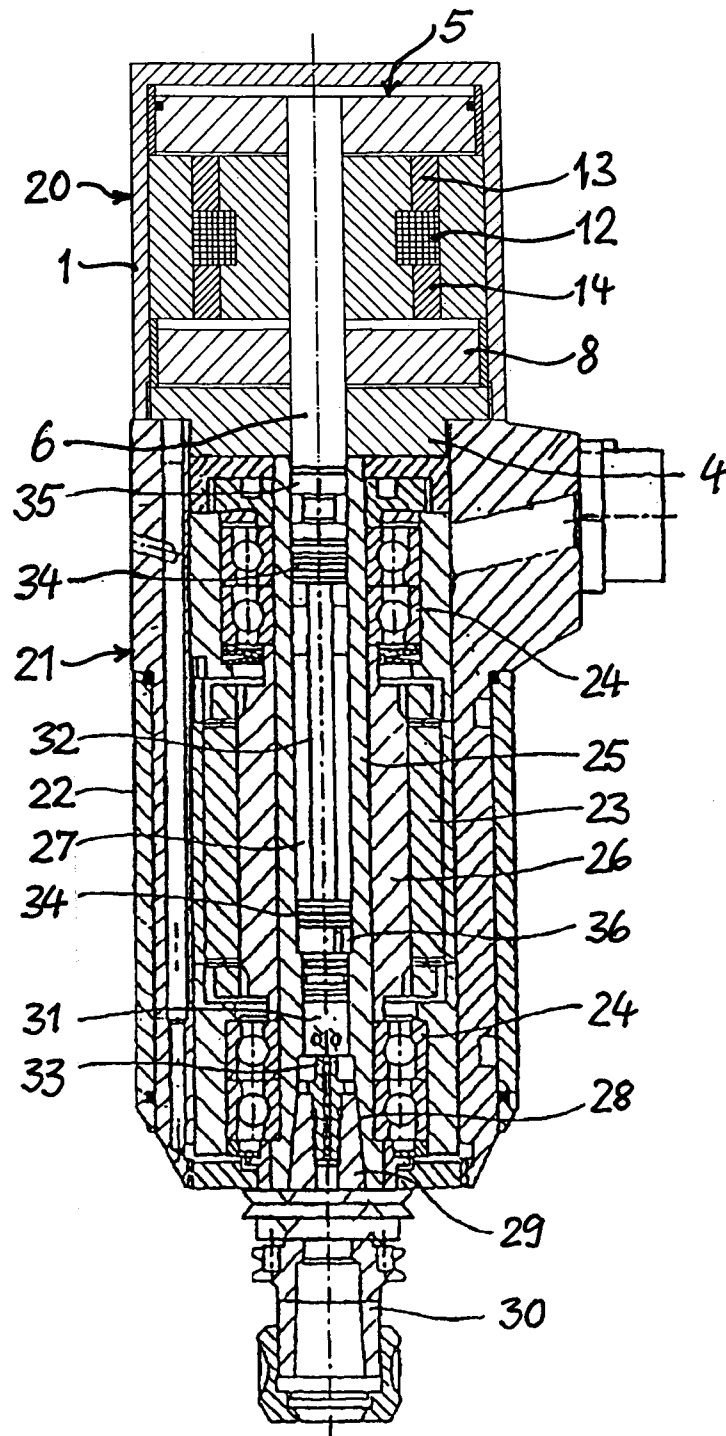


FIG. 5