

(19)



(11)

EP 1 855 296 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
14.11.2007 Patentblatt 2007/46

(51) Int Cl.:
H01F 7/16 (2006.01) **H01F 7/08 (2006.01)**
H01F 7/04 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **07007660.9**

(22) Anmeldetag: **14.04.2007**

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

- **Giegerich, Christoph**
63853 Mömlingen (DE)
- **Schempp, Roland**
71665 Vaihingen (DE)
- **Wolf, Stefan**
97846 Partenstein (DE)

(30) Priorität: **11.05.2006 DE 102006021927**

(74) Vertreter: **Thürer, Andreas**
Bosch Rexroth AG
BR/IPR
Zum Eisengiesser 1
D-97816 Lohr am Main (DE)

(71) Anmelder: **Robert Bosch GmbH**
70184 Stuttgart (DE)

(72) Erfinder:
• **Grün, Jürgen**
97816 Lohr am Main (DE)

(54) **Elektromagnet**

(57) Ein Elektromagnet ist mit einem zylinderförmigen Magnetanker, der in einer Hülse beweglich geführt ist, mit einem dem Magnetanker stirnseitig gegenüberliegend angeordneten Polkern, und mit einer Antiklebscheibe aus einem nicht magnetischen Material, die zwischen dem Magnetanker und dem Polkern angeordnet ist, ausgestattet. Am Polkern ist eine ringartige Erhebung gebildet, die eine dem Magnetanker zugewandte Fläche überragt. In der ringartigen Erhebung ist radial innenseitig eine Nut gebildet. Die Antiklebscheibe ist durch Eingriff in die Nut formschlüssig am Polkern befestigt.

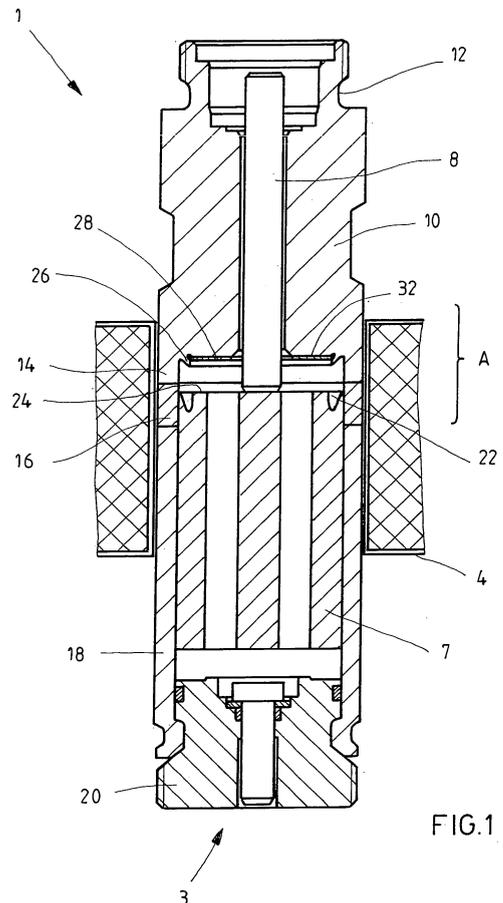


FIG.1

EP 1 855 296 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Elektromagneten gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

[0002] Ein Elektromagnet dieser Art kommt z.B. als Aktuator an Hydraulikventilen zum Einsatz und ist aus der Druckschrift DE 197 17 445 A1 oder der DE 195 04 185 A1 bekannt. Bei diesen herkömmlichen Elektromagneten ist ein Magnetanker in einer Hülse beweglich geführt. Ein Spule umgibt die Hülse und einen Polkern, der einen axialen Abschluss des Magneten bildet. Der magnetische Fluss verläuft über den Polkern, einen am Polkern gebildeten konusförmigen Polring, den Magnetanker und die Hülse. Zwischen dem Polring und der Hülse befindet sich ein Luftspalt, der den magnetischen Fluss zwischen dem Polring und der Hülse unterbricht und damit sicherstellt, dass dieser über den Magnetanker verläuft. Bei anderen bekannten Elektromagneten ist der Polkern am Polring mit einer hohlzylindrischen Hülse verschweißt, um ein flüssigkeitsdichtes Polrohr zu erhalten. Das Polrohr besitzt angrenzend an den Polring einen Abschnitt aus nicht magnetischen Material, um die magnetische Trennung zwischen dem Polkern und dem davon abgewandten Bereich des Polrohres zu gewährleisten. Am Magnetanker liegt üblicherweise ein Stößel an, der durch eine Bohrung im Polkern nach außen geführt ist. Damit wird die vom Elektromagneten erzeugte Kraft vom Magnetanker nach außen z.B. auf einen Ventilschieber übertragen. Zwischen dem Magnetanker und dem Polkern ist eine Scheibe aus nicht magnetischem Material angeordnet. Diese so genannte Antiklebscheibe gewährleistet einen Mindestabstand zwischen Polkern und Magnetanker und verhindert, dass eine Restmagnetisierung des Polkerns und des Magnetankers zu einem Kleben des Magnetankers am Polkern führt. Die Antiklebscheibe ist zumeist als kreisförmige Lochscheibe geformt und in den Raum zwischen Magnetanker und Polkern eingelegt. Falls der Stößel am Magnetanker befestigt ist, wie in den genannten Druckschriften gezeigt, so ist die Antiklebscheibe axial verschiebbar auf den Stößel aufgeschoben. Bei den mittlerweile üblichen Elektromagneten ist der Stößel nicht mit dem Magnetanker verbunden. Bei Vorhandensein eines Polrohres wird die Antiklebscheibe üblicherweise lose in das Polrohr eingelegt. Der Durchmesser der zentralen Öffnung der Antiklebscheibe wird ausreichend groß gewählt, so dass der Stößel jederzeit am Magnetanker zur Anlage zu bringen ist.

[0003] Es gibt jedoch Anwendungen, bei denen eine zuverlässige Befestigung der Antiklebscheibe erwünscht ist.

[0004] Es ist daher die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, einen insbesondere hinsichtlich einer zuverlässigen und effizienten Befestigung einer Antiklebscheibe verbesserten Elektromagnet anzugeben.

[0005] Diese Aufgabe wird durch einen Elektromagneten mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 gelöst.

[0006] Erfindungsgemäß ist in einer ringartigen Erhebung am Polkern, die eine dem Magnetanker zugewand-

te Fläche überragt, radial innenseitig eine Nut gebildet. Die Antiklebscheibe ist durch Eingriff in diese Nut formschlüssig am Polkern befestigt.

[0007] Auf diese Weise erhält man eine zuverlässige, standfeste Befestigung der Antiklebscheibe am Polkern. Die Befestigung der Antiklebscheibe durch einen Formschluss ist anderen Befestigungsarten - z.B. Verkleben - hinsichtlich der Zuverlässigkeit und der Beständigkeit, insbesondere gegenüber Hydrauliköl, überlegen. Der Polkern wird meistens ohnehin auf einer Drehmaschine bearbeitet. Der zusätzliche Aufwand zum Herstellen der Nut fällt daher äußerst gering aus. Die Befestigung der Antiklebscheibe verhindert bei Elektromagneten mit Luftspalt ein Verlieren der Antiklebscheibe oder zumindest ein Eindringen der Antiklebscheibe in den Luftspalt. Durch die Befestigung wird generell ein Blockieren des Magnetankers durch die Antiklebscheibe verhindert. Insbesondere bei einer komplizierten Profilform der dem Magnetanker zugewandten Stirnseite des Polkerns und einem am Magnetanker geformten Gegenprofil wird verhindert, dass sich die Antiklebscheibe über die Erhebungen des Profils legt und damit den Weg des Ankers blockiert.

[0008] Die Aufgabe wird ebenso durch einen Elektromagneten mit den Merkmalen des Patentanspruchs 8 gelöst. Eine Erhebung am Magnetanker lässt sich selbstverständlich ebenso dazu nutzen, eine Antiklebscheibe am Magnetanker zu befestigen. Dies erfolgt erfindungsgemäß wiederum durch eine in der Erhebung radial innenseitig ausgebildete Nut und einen formschlüssigen Eingriff der Antiklebscheibe in diese Nut. Ein zusätzlicher Vorteil dieser Ausführung der Erfindung ist die vereinfachte Handhabung der Antiklebscheibe. Diese bildet mit dem Magnetanker eine vormontierte Baueinheit und muss beim Zusammenbauen des Magneten nicht mehr separat vorgehalten und montiert werden.

[0009] Vorteilhafte Ausgestaltungen der vorliegenden Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben.

[0010] Gemäß einer besonders bevorzugten Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung ist die Antiklebscheibe als Kreisscheibe, insbesondere als kreisförmige Lochscheibe ausgebildet, deren Durchmesser gleich oder geringfügig geringer ist, als der Innendurchmesser der Erhebung. Am Rand der Antiklebscheibe sind radiale Auswölbungen vorhanden, die in die Nut vorstehen. Eine solche Gestaltung der Antiklebscheibe erlaubt es, die Antiklebscheibe auf die von der Erhebung überragte Fläche aufzulegen und anschließend in einem einfachen Umformschritt die Auswölbungen herzustellen. Besonders effizient lassen sich die Auswölbungen durch Verstemmen herstellen. Für die sichere Befestigung ist es in der Regel ausreichend, die Antiklebscheibe an wenigen, z.B. drei Umfangspositionen zu verstemmen, d.h. in die Nut auszuwölben. Dies erlaubt eine arbeitseffiziente Herstellung des Elektromagneten.

[0011] Gemäß einer weiteren Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung ist die Antiklebscheibe als in Umlaufrichtung offener Teilring ausgebildet. Eine solche

Antiklebscheibe kann mit äußerst geringen Aufwand unter Ausnutzung ihrer Elastizität nach Art eines Innensprenglings in die Nut eingesetzt werden. Ebenso könnte eine solche Antiklebscheibe auch nach dem Auflegen auf die von der Erhebung überragte Fläche plastisch aufgeweitet werden, um so den Formschluss mit der Nut herzustellen.

[0012] Wenn die ringförmige Erhebung eine auf der dem Magnetanker zugewandten Fläche senkrecht stehende Innenwand aufweist, ist die Befestigung der Antiklebscheibe durch Eingriff in eine darin gebildete Nut besonders zuverlässig. Die präzise Herstellung der Nut vereinfacht sich.

[0013] Die Kraft-Weg-Kennlinie des Elektromagneten wird dadurch optimiert, dass eine der ringförmigen Erhebung entsprechend geformte Vertiefung in einer dem Polkern zugewandten Stirnfläche des Magnetankers vorgesehen ist. Die erfindungsgemäße Befestigung der Antiklebscheibe gewährleistet das störungsfreie Ineinandergreifen des am Polkern gebildeten Profils in ein entsprechendes Gegenprofil am Magnetanker. Für die sichere Befestigung der Antiklebscheibe wird die am Polkern gebildete Erhebung vorteilhaft ausgenutzt.

[0014] Gemäß einer weiteren besonders bevorzugten Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung setzt sich der Polkern in einen Polring fort, der die dem Magnetanker zugewandte Stirnfläche des Polkerns axial überragt. Die ringförmige Erhebung erhebt sich radial innerhalb des Polrings von dieser Stirnfläche. Die Polform des Elektromagneten lässt sich außer durch die Form des Polrings auch durch die Gestaltung der Profilform der einander zugewandten Stirnseiten des Polkerns und des Magnetankers beeinflussen. An diesen Stirnseiten angeordnete ringartige Erhebungen lassen sich erfindungsgemäß für die formschlüssige Befestigung der Antiklebscheibe nutzen.

[0015] Nachfolgend wird die vorliegende Erfindung und deren Vorteile unter Bezugnahme auf die in den Figuren dargestellten Ausführungsbeispiele näher erläutert.

Figur 1 zeigt einen Schnitt durch ein Polrohr eines Elektromagnets, bei dem die Antiklebscheibe an einem inneren Konusring des Polkerns befestigt ist,

Figur 2 zeigt die gemäß Figur 1 am Polkern befestigte Antiklebscheibe im eingebauten Zustand,

Figur 3 ist eine vergrößerte Darstellung des Bereichs A aus Figur 1 und

Figur 4 zeigt einen Schnitt durch ein auftragsgeschweißtes Polrohr eines Elektromagnets, bei dem die Antiklebscheibe an einem äußeren Konusring des Polkerns befestigt ist.

[0016] In Figur 1 ist ein Elektromagnet 1 dargestellt,

der zur Betätigung eines Hydraulikventils bestimmt ist. Der Elektromagnet 1 umfasst als wesentliche Bestandteile eine Magnetspule 4 und ein Polrohr 3, in dem ein Magnetanker 7 beweglich geführt ist. Ein Stößel 8 ist in einer Bohrung durch den Polkern 10 des Polrohrs 3 geführt. Der Stößel 8 liegt am Magnetanker 7 an und überträgt die auf den Magnetanker 7 ausgeübte Kraft auf einen Ventilschieber (nicht dargestellt)

[0017] Das zylinderförmige Polrohr 3 untergliedert sich in verschiedenen Abschnitte. Der schon benannte Polkern 10 umfasst den Anschlussbereich 12 zur Befestigung des Polrohrs 3 an einem Hydraulikventil. An der dem Magnetanker 7 zugewandten Seite setzt sich der Polkern 10 in einen Polring 14 fort. Der Polring 14 überragt die dem Magnetanker 7 zugewandte Stirnfläche 32 des Polkerns 10 axial. Der Polkern 10 und dessen Polring 14 sind aus magnetischem Stahl gefertigt. Am Polring 14 ist ein Trennring 16 aus einem nichtmagnetischen Stahl angebracht. Der Polring 14 und der Trennring 16 sind durch einen elektrischen Widerstandsschweißvorgang miteinander verbunden. Auf der vom Polkern 10 abgewandten Seite des Trennrings 16 ist ebenfalls durch Widerstandsschweißen eine Hülse 18 aus magnetischen Stahl befestigt. Die Hülse 18 ist durch einen Verschlussseinsatz 20 dicht verschlossen. Zur Befestigung des Trennrings 16 am Polring 14 bzw. der Hülse 18 am Trennring 16 kann jedoch auch ein Lötverfahren zum Einsatz kommen.

[0018] Beim Widerstandsschweißen oder beim Löten bilden sich die Kontaktflächen zwischen dem Polring 14 und dem Trennring 16 bzw. zwischen dem Trennring 16 und der Hülse 18 als überwiegend flache, zu der Stirnfläche 32 in etwa parallele Kreisringflächen aus. Eine Konusform der Polrings, welche üblicherweise gewählt wird, um die Kraft-Weg-Kennlinie eines Elektromagnets möglichst günstig - insbesondere möglichst linear - zu gestalten, würde beim elektrischen Widerstandsschweißen zu einer qualitativ minderwertigen Schweißverbindung führen.

[0019] Die Kraft-Weg-Kennlinie des Elektromagnets 1 wird gemäß diesem Ausführungsbeispiel nicht durch die Form des Polrings 14 und des Trennrings 16 sondern durch eine Ringnut 22 in der dem Polkern 10 zugewandten Stirnfläche 24 des Magnetankers 7 gestaltet. In der Figur 3 ist der Bereich A des Polrohrs 3 am Übergang zwischen dem Polkern 10 zum Trennring 16 vergrößert dargestellt. Die Ringnut 22 am Magnetanker 7 besitzt ein Konusprofil. Gegenüberliegend ist am Polkern 10 ein Konusring 26 gebildet, der bei Anliegen des Magnetankers 7 am Polkern 10 in die Ringnut 22 eintaucht. Eine Antiklebscheibe 28 aus einem nichtmagnetischem Material ist am Polkern 10 befestigt. Damit ist gewährleistet, dass der Magnetanker 7 einen bestimmten, durch die Stärke der Antiklebscheibe 28 vorgegebenen Mindestabstand zum Polkern 10 behält.

[0020] In der Innenwandfläche des Konusrings 26 ist am Übergang in die Stirnfläche 32 des Polkerns 10 eine Radialnut 30 gebildet. Die Antiklebscheibe 28 liegt auf

der Stirnfläche 32 auf. Der Rand der Antiklebscheibe 28 steht - zumindest an einigen Umfangspositionen - in die Radialnut 30 vor. Dadurch ist die Antiklebscheibe 28 formschlüssig am Polkern 10 befestigt.

[0021] In Figur 2 ist die Antiklebscheibe 28 im eingebauten Zustand abgebildet, um die Befestigung näher zu erläutern. Die Antiklebscheibe 28 besitzt im wesentlichen die Form einer kreisförmigen Lochscheibe. Der Rand der Antiklebscheibe 28 ist an drei jeweils um 120° gegeneinander versetzten Umfangspositionen mit Auswölbungen 34, 35 und 36 versehen. Die Auswölbungen 34, 35 und 36 stehen in die Radialnut 30 vor und halten die Antiklebscheibe 28 am Polkern 10. Abgesehen von den Auswölbungen 34, 35 und 36 entspricht der Durchmesser der Antiklebscheibe 28 dem Innendurchmesser des Konusrings 26 bzw. liegt geringfügig darunter. Somit lässt sich die Antiklebscheibe 28 leicht auf die vom Konusring 26 umgebene Stirnfläche 32 aufbringen. Durch Verstemmen an den Punkten 38, 39 und 40 werden die Auswölbungen 34, 35 und 36 gebildet und die Antiklebscheibe 28 in der Radialnut 30 befestigt.

[0022] Selbstverständlich kann die Antiklebscheibe 28 auch an mehr als drei Punkten verstemmt werden, um eine noch zuverlässigere Befestigung zu erhalten. Gegebenenfalls kann mit einem ringförmigen Verstemmwerkzeug der Rand am gesamten Umfang der Antiklebscheibe ausgewölbt werden, so dass die Antiklebscheibe am gesamten Umfang in die Nut vorsteht.

[0023] Die Antiklebscheibe kann auch mit einem radial verlaufenden Schlitz versehen sein, so dass sie nach Art eines Innensprenglings in die Radialnut 30 eingesetzt werden kann. Dazu wird die Antiklebscheibe mit einem Durchmesser entsprechend dem Innendurchmesser der Radialnut 30 gefertigt. Eine solche Antiklebscheibe wird zum Einsetzen in Radialrichtung elastisch zusammengedrückt und liegt nach dem Einsetzen passgenau in der Radialnut 30 an. Eine weitere Möglichkeit ist es, die geschlitzte Antiklebscheibe mit einem Durchmesser entsprechend dem Innendurchmesser des Konusrings 26 zu fertigen. Nach dem Einsetzen wird eine solche Antiklebscheibe radial plastisch aufgeweitet, z.B. mittels eines konischen Dorns, der in die Durchgangsöffnung der Antiklebscheibe eingesetzt wird.

[0024] Das Konusprofil der Ringnut 22 am Magnetanker 7 und der gegenüberliegend am Polkern 10 geformte Konusring 26 geben eine Polform vor, durch welche die Flussverteilung der Magnetfeldlinien in axialer und radialer Richtung beeinflusst wird. Man erreicht durch die dargestellte Polform eine günstige Kraft-Hubkennlinie des Elektromagnets 1.

[0025] Ein Polrohr 3 eines weiteren Elektromagnets gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung ist in der Figur 4 dargestellt. Das Polrohr 3 gemäß des zweiten Ausführungsbeispiels gliedert sich in den Polkern 10, eine Hülse 18, und einen Verschlusseinsatz 20. Am Polkern 10 ist ein konusförmiger Polring 44 gebildet. Durch Auftragsschweißen ist auf an sich bekannte Art und Weise zwischen dem Polring 44

und der Hülse 18 ein ringförmiger Einsatz 46 aus nicht magnetischem Metall gebildet. Die Konusform des Polrings 44 bestimmt die Polform.

[0026] Vergleichbar dem ersten Ausführungsbeispiel ist eine Radialnut 30 in der Innenwandfläche des Polrings 44 am Übergang zur Stirnfläche 32 des Polkerns 10 gebildet. Die Antiklebscheibe 28 liegt auf der Stirnfläche 32 auf. Der Rand der Antiklebscheibe 28 steht in die Radialnut 30 vor. Somit liegt eine formschlüssige Befestigung der Antiklebscheibe 28 am Polkern 10 vor. Die Varianten und Vorzüge einer solchen Befestigung der Antiklebscheibe 28 am Polkern 10 sind bei dem ersten Ausführungsbeispiel bereits beschrieben worden und treffen auch auf das zweite Ausführungsbeispiel zu.

[0027] Als weitere Alternative kann die Antiklebscheibe auch am Magnetanker befestigt werden, wenn dieser eine ringförmige Erhebung aufweist. Ähnlich wie bei den zuvor beschriebenen Ausführungsbeispielen wird dazu eine Radialnut in der Erhebung am Magnetanker gefertigt und die Antiklebscheibe formschlüssig mit dieser Radialnut in Eingriff gebracht.

Bezugszeichenliste

[0028]

1	Elektromagnet
3	Polrohr
4.	Magnetspule
7	Magnetanker
8	Stößel
10	Polkern
12	Anschlussbereich
14	Polring
16	Trennring
18	Hülse
20	Verschlusseinsatz
22	Ringnut
24	Stirnfläche am Magnetanker
26	Konusring
28	Antiklebscheibe
30	Radialnut
32	Stirnfläche am Polkern
34	Auswölbung
35	Auswölbung
36	Auswölbung
38	Verstemmpunkt
39	Verstemmpunkt
40	Verstemmpunkt
44	Polring
46	Nicht magnetischer Einsatz

Patentansprüche

1. Elektromagnet, insbesondere zur Betätigung eines Hydraulikventils, mit einem zylinderförmigen Magnetanker (7), der in einer Hülse (18) beweglich ge-

führt ist, mit einem dem Magnetanker (7) stirnseitig gegenüberliegend angeordneten Polkern (10), und mit einer Antiklebscheibe (28) aus einem nicht magnetischen Material, die zwischen dem Magnetanker (7) und dem Polkern (10) angeordnet ist, wobei

5

dadurch gekennzeichnet, dass

an der Erhebung (26; 44) radial innenseitig eine Nut (30) gebildet ist und dass die Antiklebscheibe (28) durch Eingriff in die Nut (30) formschlüssig am Polkern (10) befestigt ist.

10

2. Elektromagnet nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Antiklebscheibe (28) als Kreisscheibe ausgebildet ist, deren Durchmesser gleich oder geringfügig geringer ist, als der Innendurchmesser der Erhebung (26; 44) und dass am Rand der Antiklebscheibe radiale Auswölbungen (34, 35, 36) vorhanden sind, die in die Nut (30) vorstehen.

15
20
3. Elektromagnet nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Auswölbungen (34, 35, 36) durch Verstemmen gebildet sind.

25
4. Elektromagnet nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Antiklebscheibe als in Umlaufrichtung offener Teilring ausgebildet ist.

30
5. Elektromagnet nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die ringförmige Erhebung (26; 44) eine auf der dem Magnetanker (7) zugewandten Fläche (32) senkrecht stehende Innenwand aufweist.

35
6. Elektromagnet nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine der ringförmigen Erhebung (26) entsprechend geformte Vertiefung (22) in einer dem Polkern (10) zugewandten Stirnfläche (24) des Magnetankers (7) vorgesehen ist.

40
7. Elektromagnet nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich der Polkern (10) in einen seine dem Magnetanker (7) zugewandte Stirnfläche (32) axial überragenden Polring (14) fortsetzt, und dass sich die ringförmige Erhebung (26) radial innerhalb des Polrings (14) von dieser Stirnfläche (32) erhebt.

45
50
8. Elektromagnet, insbesondere zur Betätigung eines Hydraulikventils, mit einem zylinderförmigen Magnetanker, der in einer Hülse beweglich geführt ist, mit einem dem Magnetanker stirnseitig gegenüberliegend angeordneten Polkern, und mit einer Antiklebscheibe aus einem nicht magnetischen Material, die zwischen dem Magnetanker und dem Polkern angeordnet ist,

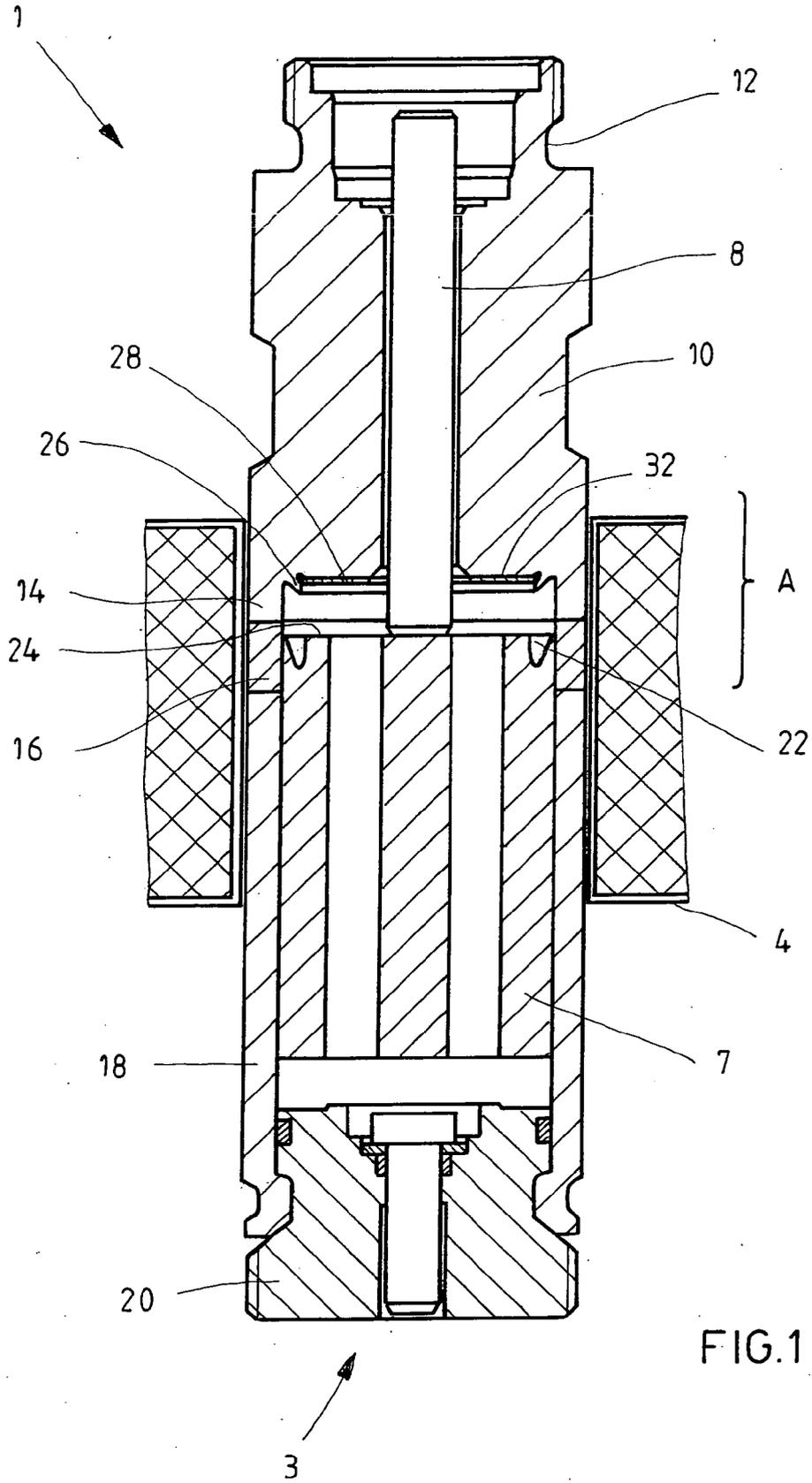
55

dadurch gekennzeichnet, dass

am Magnetanker eine ringförmige Erhebung gebildet ist, die eine dem Polkern zugewandte Fläche überragt,

dass an der Erhebung radial innenseitig eine Nut gebildet ist und

dass die Antiklebscheibe durch Eingriff in die Nut formschlüssig am Magnetanker befestigt ist.



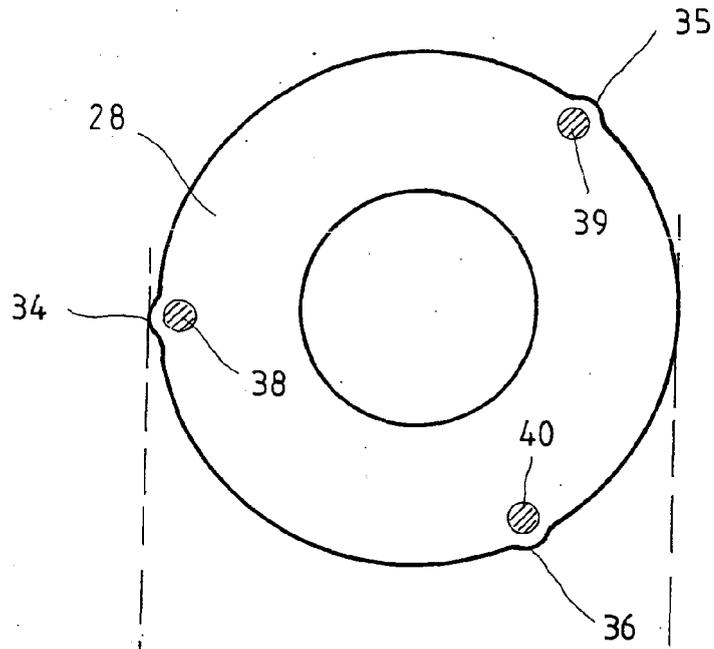


FIG. 2

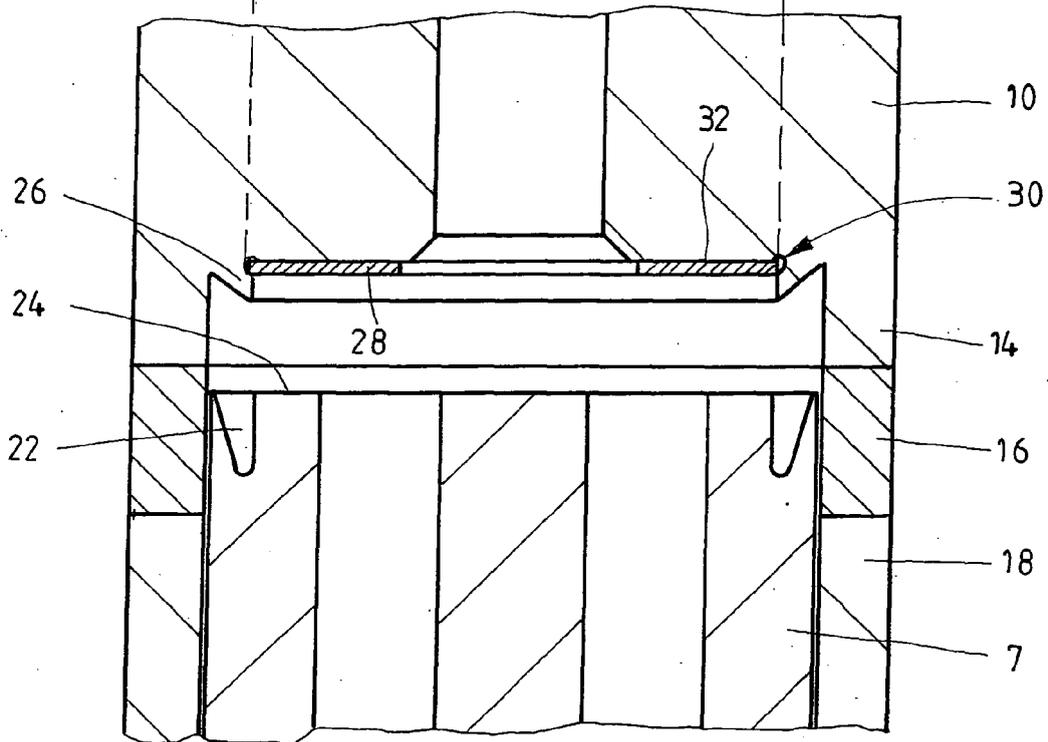


FIG. 3

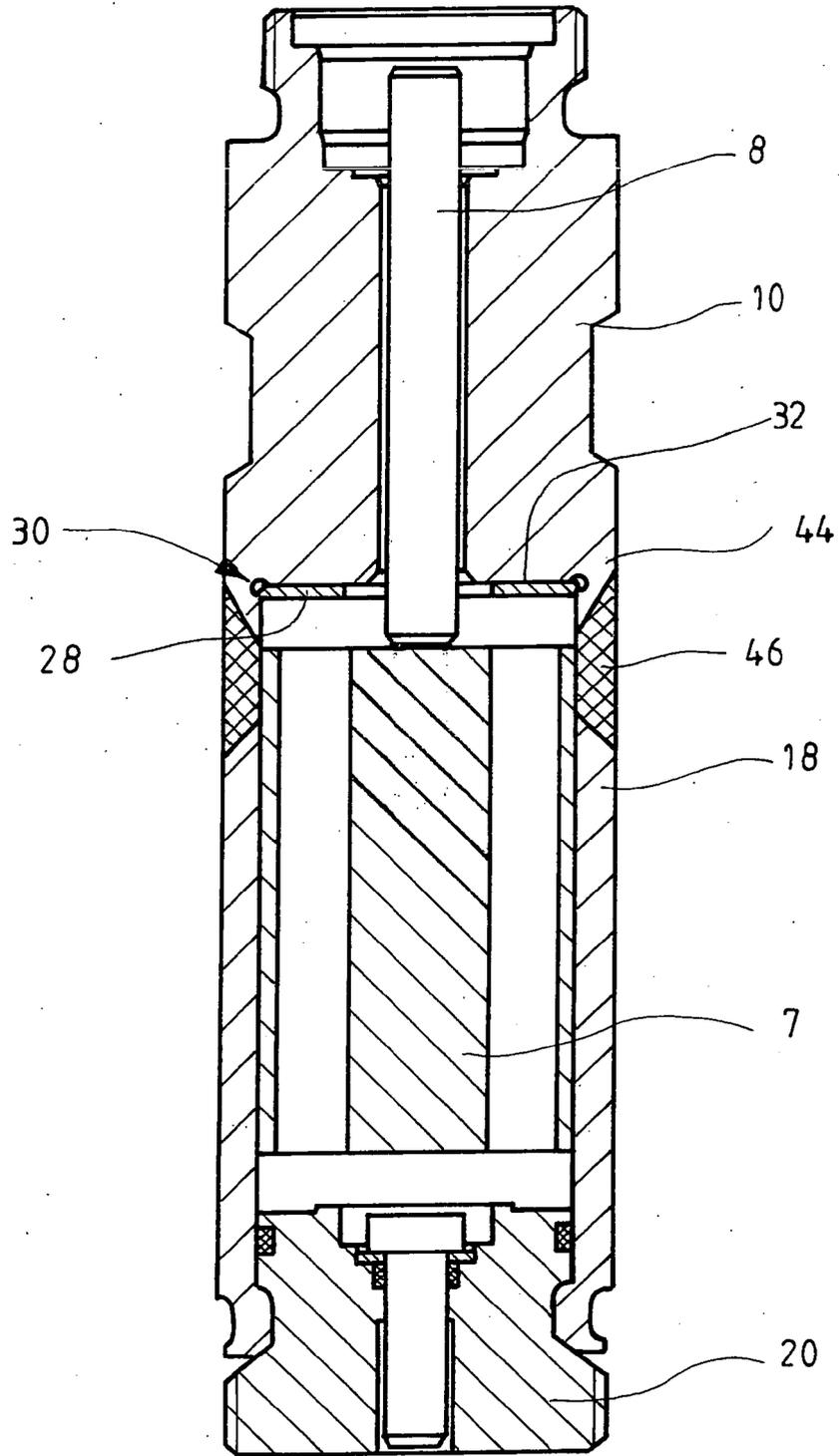


FIG. 4

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 19717445 A1 [0002]
- DE 19504185 A1 [0002]