



(11) **EP 3 839 988 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**23.06.2021 Patentblatt 2021/25**

(51) Int Cl.:  
**H01F 7/16<sup>(2006.01)</sup> F01L 13/00<sup>(2006.01)</sup>**

(21) Anmeldenummer: **20205806.1**

(22) Anmeldetag: **05.11.2020**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR**  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
**BA ME KH MA MD TN**

(72) Erfinder:  
• **LAHAJNAR, Franci**  
**5282 Cerkno (SI)**  
• **LIKAR, Andrej**  
**5282 Cerkno (SI)**

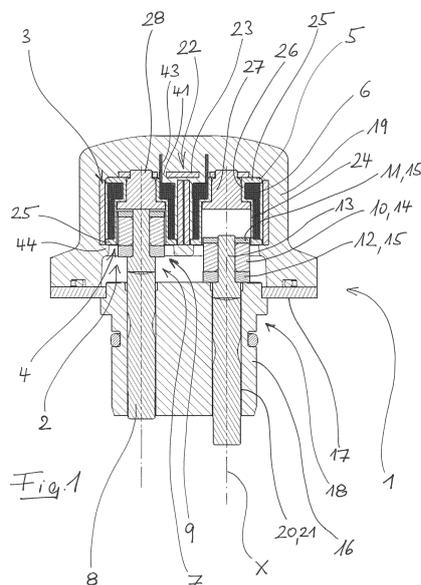
(74) Vertreter: **Grättinger Möhring von Poschinger**  
**Patentanwälte Partnerschaft mbB**  
**Wittelsbacherstrasse 2b**  
**82319 Starnberg (DE)**

(30) Priorität: **20.12.2019 DE 102019135364**

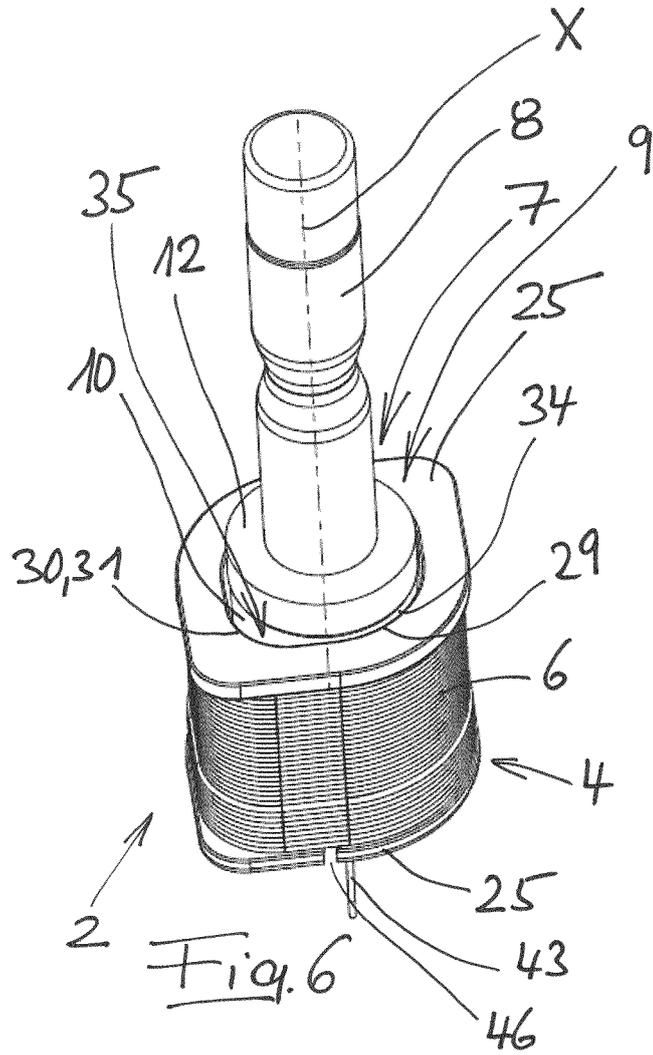
(71) Anmelder: **Kolektor Group d.o.o.**  
**5280 Idrija (SI)**

(54) **STELLVORRICHTUNG**

(57) Der elektromagnetische Linearaktuator (2) einer Stellvorrichtung umfasst eine Ankereinheit (7) mit einer Permanentmagnetanordnung (9) und einem hiermit gekoppelten Stößel (8) sowie eine sich um die Permanentmagnetanordnung (9) herum erstreckende, mindestens eine Spulenwicklung (6) aufweisende gehäusefeste Spulenanordnung (4). Dabei umfasst die Permanentmagnetanordnung (9) einen axial magnetisierten, eine kreiszylindrische Außenfläche aufweisenden Scheibenmagnet (10) und zwei stirnseitig an diesem angeordnete, als runde Flussleitscheiben ausgeführte Flussleitstücke (12). Die Spulenanordnung (4) weist zumindest im Bereich ihrer axialen Überlappung mit der Permanentmagnetanordnung (9) einen unrunder Querschnitt auf dergestalt, dass ihre Innenfläche auf mindestens einem ersten Umfangsabschnitt (29) zu der Außenfläche der Permanentmagnetanordnung (9) einen Spalt (34) mit einem ersten lichten Radialmaß und auf mindestens einem ausgebuchteten zweiten Umfangsabschnitt (30), welcher einer Ausbuchtung der Spulenwicklung (6) zugeordnet ist, zu der Außenfläche der Permanentmagnetanordnung (9) ein gegenüber dem ersten lichten Radialmaß vergrößertes zweites lichtet Radialmaß einhält, wobei der Maximalwert des zweiten lichten Radialmaßes wesentlich größer ist als das erste lichte Radialmaß.



**EP 3 839 988 A1**



## Beschreibung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft eine Stellvorrichtung mit einem Gehäuse und mindestens einem elektromagnetischen Linearaktuator, welcher eine relativ zu dem Gehäuse bewegbare, eine Permanentmagnetanordnung und einen hiermit gekoppelten Stößel umfassende Ankereinheit und eine sich um die Permanentmagnetanordnung herum erstreckende, mindestens eine Spulenwicklung aufweisende gehäusefeste Spulenordnung umfasst, wobei die Permanentmagnetanordnung einen axial magnetisierten Scheibenmagnet und zwei stirnseitig an diesem angeordnete Flussleitstücke aufweist.

**[0002]** Stellvorrichtungen der vorstehend genannten Art sind in verschiedenen Ausgestaltungen bekannt. Zu verweisen ist beispielsweise auf die US 2014/0028420 A1, insbesondere aber auf die WO 2018/149694 A1 und die WO 2019/007675 A1. Zum Einsatz kommen derartige Stellvorrichtungen unter anderem im Bereich der Kraftfahrzeugtechnik.

**[0003]** In typischen Anwendungsumgebungen werden an Stellvorrichtungen der eingangs genannten Art diverse, teilweise miteinander im Konflikt stehende Anforderungen gestellt. Hierzu zählen namentlich hohe Stellkräfte, geringe Herstellungskosten, hohe Zuverlässigkeit, geringe Abmessungen und hohe energetische Effizienz. Für verschiedene Anwendungsfälle kommt zudem einer möglichst hohen Schaltdynamik große Bedeutung zu.

**[0004]** Zwar existieren, insbesondere in Form der Stellvorrichtungen nach der WO 2018/149694 A1 und der WO 2019/007675 A1, Schaltvorrichtungen der eingangs angegebenen Art, welche nicht nur den üblichen, verbreitet bestehenden Anforderungen im hohen Maße genügen, sondern sich zudem durch eine vergleichsweise hohe Schaltdynamik auszeichnen; denn die in die Permanentmagnetanordnung eingearbeiteten Fluid-Ausgleichskanäle erlauben eine zur Bewegung der Ankereinheit gegenläufige Ausgleichsbewegung des in dem die Permanentmagnetanordnung aufnehmenden Raum befindlichen Fluids mit vergleichsweise geringer Reibung und mithin nur geringer Dämpfungswirkung, weshalb sich auch mit relativ kompakten Spulenordnungen vergleichsweise kurze Schaltzeiten realisieren lassen. Die Suche nach noch besseren, für die Praxis - insbesondere hinsichtlich der Herstellungskosten - noch attraktiveren Stellvorrichtungen der eingangs angegebenen Art hält indessen unvermindert an.

**[0005]** Ausgehend vom Stand der Technik nach der WO 2018/149694 A1 und der WO 2019/007675 A1 weist, zur Lösung dieser Aufgabenstellung, bei einer Stellvorrichtung der eingangs angegebenen Art der Scheibenmagnet eine kreiszylindrische Außenfläche auf und sind die Flussleitstücke als runde Flussleitscheiben ausgeführt, und ferner weist die Spulenordnung zumindest auf einem Teil ihrer axialen Erstreckung, nämlich zumindest im Bereich ihrer axialen Überlappung mit der Permanentmagnetanordnung einen unrunder Querschnitt

auf dergestalt, dass ihre Innenfläche auf mindestens einem ersten Umfangsabschnitt zu der Außenfläche der Permanentmagnetanordnung einen Spalt mit einem ersten lichten Radialmaß und auf mindestens einem ausgebuchteten zweiten Umfangsabschnitt, welcher einer Ausbuchtung der Spulenwicklung zugeordnet ist, zu der Außenfläche der Permanentmagnetanordnung ein gegenüber dem ersten lichten Radialmaß vergrößertes zweites lichten Radialmaß einhält, wobei der Maximalwert des zweiten lichten Radialmaßes wesentlich größer ist als das erste lichte Radialmaß. Unter wesentlich größer ist dabei zu verstehen, dass der Maximalwert des zweiten lichten Radialmaßes mindestens den 3-fachen Wert des ersten lichten Radialmaßes beträgt. Bevorzugt beträgt der Maximalwert des zweiten lichten Radialmaßes sogar mindestens den 5-fachen Wert des ersten lichten Radialmaßes. Die Angabe, wonach die Spulenordnung "zumindest auf einem Teil ihrer axialen Erstreckung" einen (näher spezifizierten) unrunder Querschnitt aufweist, bringt zum Ausdruck, dass die Spulenordnung bzw. die Spulenwicklung in einem ggf. bestehenden Bereich ohne axiale Überlappung mit der Permanentmagnetanordnung durchaus einen runden Querschnitt aufweisen kann. Mit anderen Worten ist erfindungswesentlich, dass die Spulenordnung räumlich jedenfalls insoweit, als eine axiale Überlappung mit der Permanentmagnetanordnung besteht, einen wie näher spezifiziert unrunder Querschnitt aufweist.

**[0006]** In synergistischem Zusammenwirken miteinander wirken sich die in Kombination miteinander für die erfindungsgemäße Stellvorrichtung charakteristischen Merkmale in durchaus überraschender Weise in einer, im Vergleich zum vorstehend dargelegten Stand der Technik, nochmals erheblich verbesserten Praxistauglichkeit der Stellvorrichtung aus. Besonders zu Tage treten dabei Vorzüge hinsichtlich der Kosten-Leitungs-Relation. So lässt sich eine erfindungsgemäße Stellvorrichtung, welche in Umsetzung der vorliegenden Erfindung im Bereich des mindestens einen zweiten Umfangsabschnitts zwischen der Permanentmagnetanordnung und der Spulenordnung einen Ausgleichskanal für das in dem die Permanentmagnetanordnung aufnehmenden Raum befindliche Fluid aufweist, zu deutlich geringeren Kosten herstellen als die funktional ähnlichen Stellvorrichtungen nach der WO 2018/149694 A1 und der WO 2019/007675 A1. Denn bei letzteren ist die Herstellung der - auf ihrer Oberfläche Ausgleichskanälen aufweisenden - Permanentmagnetanordnung vergleichsweise aufwändig, nicht nur weil an dem Scheibenmagneten und den beiden Flussleitstücken am jeweiligen Umfang entsprechende Aussparungen einzubringen sind, sondern auch wegen des bei der Montage der Permanentmagnetanordnung mit dem zueinander fluchtenden Ausrichten der betreffenden Aussparungen zueinander verbundenen Aufwands. All dieser Aufwand erübrigt sich im Falle der vorliegenden Erfindung, und zwar ohne nennenswerten Mehraufwand für die Herstellung der (zumindest innen) unrunder Spulenordnung; denn die Mehrkos-

ten für den durch die mindestens eine Ausbuchtung ggf. gegenüber dem Stand der Technik geringfügig längeren Wicklungsdrahtfallen kaum ins Gewicht. Typischerweise lässt sich in Umsetzung der vorliegenden Erfindung sogar auch noch Wicklungsdraht sparen; denn infolge ihrer hervorragenden Effizienz kommen Stellvorrichtungen nach der vorliegenden Erfindung vielfach mit einer schwächer dimensionierten Spulenordnung aus als Stellvorrichtungen nach dem Stand der Technik mit ähnlichen Leistungsdaten.

**[0007]** Durch die erfindungsgemäße Platzierung und Ausführung der - typischerweise einen etwa sichelförmigen Querschnitt aufweisenden - Ausgleichskanäle ergibt sich zudem eine gegenüber dem Stand der Technik verbesserte, gleichmäßigere Verteilung des Magnetflusses innerhalb des Linearaktuator-Systems, was sich positiv auf das Leistungsvermögen auswirkt. So lassen sich hocheffiziente Stellvorrichtungen sogar mit vergleichsweise einfachen, in lediglich einer Wicklungsrichtung gewickelten Spulen erreichen, was sich ebenfalls - im Vergleich mit dem dargelegten Stand der Technik - kostenmindernd auswirkt und zudem sehr kompakte Bauweisen ermöglicht.

**[0008]** Die Vorteile der vorliegenden Erfindung kommen insbesondere in solchen Anwendungen zum Tragen, bei denen sich in dem die Permanentmagnetanordnung aufnehmenden Raum nicht zuverlässig nur Luft (bzw. ein Gas) befindet, weil beispielsweise ein Eindringen von (über den Stößel verschlepptem) Öl oder einer anderweitigen Flüssigkeit nicht ausgeschlossen werden kann oder gar beabsichtigt ist. Denn in Anwendung der vorliegenden Erfindung lassen sich ohne nachteilige Auswirkungen auf die magnetische Situation sogar Ausgleichskanäle mit einem größeren Gesamtquerschnitt erreichen als nach dem Stand der Technik.

**[0009]** In bevorzugter Weiterbildung der Erfindung bestehen mindestens zwei erste und zwei zweite Umfangsabschnitte, besonders bevorzugt sogar mindestens drei erste und drei zweite Umfangsabschnitte. Dabei sind die zweiten Umfangsabschnitte vorzugsweise gleichmäßig über den Innenumfang der Spulenordnung verteilt angeordnet. Dies kommt in dem vorstehend bereits angesprochenen Sinne einer besonders gleichmäßigen Verteilung des Magnetflusses innerhalb des Linearaktuator-Systems und somit der Leistungsfähigkeit entgegen.

**[0010]** Gemäß einer anderen bevorzugten Weiterbildung der Erfindung weist die Spulenordnung einen (vorzugsweise aus Kunststoff bestehenden) Wicklungsträger mit einem Hülsenabschnitt und zwei endseitigen Stützscheiben auf. Der Hülsenabschnitt gibt dabei - in dem relevanten Bereich (s. o.) - die unrunde innere Kontur der Spulenordnung bzw. die unrunde Geometrie der Spulenwicklung vor. Er ist ausschließlich konvex gekrümmt, zumindest in dem relevanten Bereich mit lokal unterschiedlichen Krümmungsradien ggf. bis hin zu teilweise ebenen Flächenabschnitten, und weist somit keine Einbuchtungen auf. So liegt die Spulenwicklung überall unterbrechungsfrei über den gesamten Umfang des Hül-

senabschnitts an dem Wicklungsträger an. In bevorzugter Ausgestaltung ist der Hülsenabschnitt dergestalt gestuft ausgeführt, dass ein - axial zu der Permanentmagnetanordnung versetzter, diese nicht axial überlappend - Teilbereich die Permanentmagnetanordnung ringförmig radial überlappt. In diesem eingeschnürten Teilbereich kann der Hülsenabschnitt innen durchaus einen runden Querschnitt aufweisen. Wicklungstechnisch ist allerdings von Vorteil, wenn der Hülsenabschnitt auch dort eine unrunde Außenfläche aufweist, was sich durch über den Umfang unterschiedliche Wandstärken realisieren lässt. Insbesondere dann, wenn der Hülsenabschnitt des Wicklungsträgers - in dem mindestens einen zweiten Umfangsabschnitt der Spulenordnung - örtlich ebene Flächenabschnitte aufweist (s. o.), kann von Vorteil sein, wenn hierzu analog zumindest die angrenzende Stützscheibe an ihrem Außenumfang auf mindestens zwei Abschnitten geradlinig begrenzt ist.

**[0011]** Gemäß einer wiederum anderen bevorzugten Weiterbildung der Erfindung ist die Spulenordnung in einem Käfig aufgenommen. Der - als Flusskonzentrator wirkende - Käfig besteht aus einem magnetisch hochpermeablen Material (z. B. Weicheisen). Bevorzugt umfasst er eine die Spulenordnung stirnseitig abdeckende Stirnplatte und eine die Spulenordnung auf ihrem Außenumfang zumindest teilweise umgebende Mantelstruktur. Besonders günstig ist dabei, und zwar sowohl im Hinblick auf einen guten magnetischen Fluss als auch im Hinblick auf die Herstellungskosten, wenn die Stirnplatte und die Mantelstruktur einstückig miteinander verbunden und durch Biegen aus einem Blechzuschnitt hervorgegangen sind. Besonders vorteilhaft ist dabei, wenn die Mantelstruktur mindestens einen ebenen Flächenabschnitt aufweist; denn dieser kann mit der Stirnplatte (an einer geraden Kante derselben) längs einer Biegekante von einer Länge, welche einen nennenswerten Teil (mindestens 10%, bevorzugt mindestens 15%) des Umfangs der Mantelstruktur ausmacht, verbunden sein. Hiervon profitiert der magnetische Fluss innerhalb des Käfigs. Eine andere vorteilhafte Ausgestaltung zeichnet sich dadurch aus, dass in die Spulenordnung ein mit dem Käfig Magnetfluss-leitend gekoppelter Kern hineinragt, welcher ebenfalls als Flusskonzentrator wirkt und hierzu aus einem magnetisch hochpermeablen Material (z. B. Weicheisen) besteht. Die Außenkontur des Kerns ist idealerweise an die Innenkontur der Spulenordnung, namentlich eines ggf. vorgesehenen Wicklungsträgers angepasst. Ist ein gestuft ausgeführter Wicklungsträger vorgesehen und ragt der Kern so weit in die Spulenordnung hinein, dass er die Stufe des Wicklungsträgers überlappt, so verfügt der (etwa pilzförmig ausgeführte) Kern bevorzugt einen zu der Stufe des Wicklungsträgers korrespondierenden Absatz.

**[0012]** Weist die Stellvorrichtung, in bevorzugter Weiterbildung der Erfindung, zwei elektromagnetische Linearaktuatoren auf, so ist für diese vorteilhafterweise eine gemeinsame Käfigstruktur mit einer durchgehenden, beide Spulenordnungen stirnseitig abdeckenden Stirn-

platte vorgesehen. Von einer solchen durchgehenden gemeinsamen Stirnplatte profitiert insbesondere die Statik, was dazu führt, dass eine Gehäusestruktur weniger belastet wird und somit weniger dickwandig auszuführen ist als im Falle zweier getrennter Käfige. Vorteilhaft für die Statik ist dabei im Übrigen, und zwar unabhängig von der Anzahl der Linearaktuatoren, wenn die die Spulen-anordnung des mindestens einen Linearaktuators umgebende Gehäusestruktur an den Käfig (bzw. die Käfige) angespritzt ist, so dass eine Verbundstruktur entsteht, in der sich beide Teile gegenseitig aussteifen.

**[0013]** Gemäß einer wiederum anderen bevorzugten Weiterbildung der Erfindung weisen die beiden Flussleitscheiben ein unterschiedliches Axialmaß auf, namentlich dergestalt, dass jene Flussleitscheibe, welche sich an der dem Stößel abgewandten Stirnseite der Permanentmagnetanordnung befindet, eine gegenüber der anderen Flussleitscheibe geringere Stärke aufweist. Dies berücksichtigt das im Rahmen der Erfindung bestehende Optimierungspotential hinsichtlich der Magnetflussverteilung, wobei sich die - durch die dünnere Ausführung der betreffenden Flussleitscheibe erzielbare - Reduktion der Masse der Ankereinheit sehr positiv auf das dynamische Verhalten der Stellvorrichtung auswirkt.

**[0014]** Gemäß einer nochmals anderen bevorzugten Weiterbildung der Erfindung ist der Scheibenmagnet als Ringscheibenmagnet und ist mindestens eine der Flussleitscheiben als Flussleit-Ringscheibe ausgeführt, wobei die Ankereinheit einen mit dem Stößel gekoppelten, sich in die betreffende Flussleit-Ringscheibe und den Ringscheibenmagnet hinein erstreckenden Schaft umfasst. Der Schaft besteht dabei bevorzugt aus Edelstahl oder einem Material mit vergleichbar geringer magnetischer Permeabilität. Der Schaft kann einstückig mit dem Stößel sein und in diesen übergehen. Für Hochleistungsanwendungen ist indessen vorteilhaft, wenn der Stößel aus einem Material mit einem gegenüber Edelstahl höheren Härtegrad besteht, beispielsweise aus einem hochfesten Stahl. Zudem kann der Stößel ganz oder teilweise mit einer geeigneten Hartbeschichtung (z. B. einer Diamantbeschichtung) versehen sein. Sind in vorstehendem Sinne der Schaft und der Stößel nicht Bereiche eines einstückigen Bauteils, so kann die Koppelung des Schafts mit dem Stößel insbesondere in Form einer starren Verbindung ausgeführt sein. In Betracht kommt insbesondere ein Verbinden mittels Laserschweißung oder Reibschweißung.

**[0015]** Vorteilhaft ist im Übrigen, wenn das Gehäuse ein als Montage- und Führungsblock ausgeführtes Endstück umfasst, wobei die Ankereinheit ausschließlich, nämlich über den Stößel, in dem Montage- und Führungsblock verschiebbar geführt gelagert ist. So sind geringstmögliche Reibungsverluste zu realisieren, was wiederum günstig ist für eine hohe Sachaldynamik.

**[0016]** Im Folgenden wird die vorliegende Erfindung anhand dreier in der Zeichnung veranschaulichter bevorzugter Ausführungsbeispiele näher erläutert, wobei sich der zugehörigen Beschreibung insbesondere auch noch

weitere, über die vorstehende Erläuterung der Erfindung hinausgehende vorteilhafte Aspekte entnehmen lassen.

**[0017]** In der Zeichnung zeigt

- 5 Fig. 1 einen Schnitt durch eine zwei Linearaktuatoren aufweisende Stellvorrichtung nach einem ersten Ausführungsbeispiel,  
 Fig. 2 eine der beiden Spulenordnungen der Stellvorrichtung nach Fig. 1 samt zugehörigem Käfig in perspektivischer Ansicht schräg von oben,  
 10 Fig. 3 die in Fig. 2 gezeigte Einheit in Draufsicht von oben,  
 Fig. 4 die in den Figuren 2 und 3 gezeigte Einheit in perspektivischer Ansicht schräg von unten,  
 15 Fig. 5 die in den Figuren 2 bis 4 gezeigte Einheit in Draufsicht von unten,  
 Fig. 6 die bei dem Ausführungsbeispiel nach den Figuren 1 bis 5 zum Einsatz kommende Gruppe aus Spulen-anordnung (ohne Käfig) und Anker-einheit in perspektivischer Ansicht schräg von unten,  
 20 Fig. 7 die in Fig. 6 gezeigte Gruppe in Draufsicht von unten,  
 Fig. 8 eine der Fig. 6 entsprechende Ansicht zu einem zweiten Ausführungsbeispiel und  
 25 Fig. 9 eine den Figuren 6 und 7 entsprechende Ansicht zu einem dritten Ausführungsbeispiel.

**[0018]** Das in den Figuren 1 bis 6 veranschaulichte erste Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Stellvorrichtung umfasst ein Gehäuse 1 und zwei elektromagnetische Linearaktuatoren 2. Jeder der beiden Linearaktuatoren 2 umfasst eine gehäusefeste, in einem als Flusskonzentrator wirkenden Käfig 3 aufgenommene Spulen-anordnung 4 mit einer auf einem Wicklungsträger 5 aufgenommenen Spulenwicklung 6 und eine - zwischen zwei Endpositionen - längs der Achse X relativ zu dem Gehäuse 1 bewegbare Ankereinheit 7. Diese umfasst ihrerseits einen Stößel 8 und eine mit diesem gekoppelte Permanentmagnetanordnung 9 mit einem axial magnetisierten Scheibenmagnet 10 und zwei beidseits stirnseitig an diesem angeordneten Flussleitstücken 11 und 12.

**[0019]** Die Permanentmagnetanordnung 9 ist mit dem (aus einem hochfesten Stahl bestehenden) Stößel 8 fest verbundenen. Hierzu ist mit dem Stößel 8 ein (aus Edelstahl bestehender) Schaft 13 verschweißt, auf welchem die Permanentmagnetanordnung 9 aufgenommen ist. Zu diesem Zweck sind der Scheibenmagnet 10 als Ringscheibenmagnet 14 und die beiden Flussleitstücke 11, 12 als Flussleit-Ringscheiben 15 ausgeführt. Was die Außenkontur der Permanentmagnetanordnung 9 angeht, so weist der Ringscheibenmagnet 14 eine kreiszylindrische Außenfläche auf, und die Flussleit-Ringscheiben 15 verfügen über einen runden Umfang. Infolge der Bewegbarkeit der Ankereinheit 7 längs der Achse X kann die Permanentmagnetanordnung 9 mehr oder weniger weit in die sich um die Permanentmagnetanordnung 9

herum erstreckende Spulenordnung 4 eintauchen. Das freie Ende des Schafts 13 steht geringfügig über das benachbarte Flussleitstück 11, welches im Übrigen eine geringere Dicke aufweist als das gegenüberliegende Flussleitstück 12, über.

**[0020]** Das Gehäuse 1 setzt sich zusammen aus einem als Montage- und Führungsblock 16 ausgeführten, mit einer Flanschstruktur 17 ausgestatteten Endstück 18 und einem dichtend auf die Flanschstruktur 17 aufgesetzten Gehäuseoberteil 19. Der Montage- und Führungsblock 16 weist zwei Durchgangsbohrungen 20 auf. Diese bilden jeweils eine Führungsbohrung 21 für den Stößel 8 des zugeordneten Linearaktuators 2, wobei die verschiebbar geführte Lagerung der jeweiligen Anker-einheit 7 allein durch die Führung des jeweiligen Stößels 8 in der zugeordneten Führungsbohrung 21 des Montage- und Führungsblocks 16 realisiert wird. Das Gehäuseoberteil 19 ist an die aus den beiden Spulenordnungen 4 und den zugehörigen Käfigen 3 bestehende Baugruppe angespritzt, wobei eine der Kontaktierung der Spulenwicklungen 6 dienende - nicht dargestellte - Anschlussstruktur einen integralen Teil des Gehäuseoberteils 19 bildet. Die beiden Käfige 3 sind dabei Teil einer gemeinsamen Käfigstruktur 22, indem sie über eine gemeinsame Stirnplatte 23 verfügen, von der ab sich die jeweilige - die betreffende Spulenordnung 4 auf ihrem Außenumfang zumindest teilweise umgebende - Mantelstruktur (s. u.) erstreckt.

**[0021]** Der (aus Kunststoff bestehende) Wicklungsträger 5 weist einen Hülsenabschnitt 24 und zwei endseitige Stützscheiben 25 auf. Der Hülsenabschnitt 24 ist in dem Sinne gestuft ausgeführt, dass er außerhalb der axialen Überlappung mit der Permanentmagnetanordnung 9 eine Einschnürung 26 aufweist. Der auf dem Bereich der Einschnürung 26 des Hülsenabschnitts 24 aufgenommene Anteil der Spulenwicklung 6 überlappt dabei in radialer Richtung die Permanentmagnetanordnung 9. Im Bereich der besagten Einschnürung 26 ist der Hülsenabschnitt 24 innen zylindrisch, so dass er den Schaft 27 eines mit der Stirnplatte 23 des zugeordneten Käfigs 3 verbundenen pilzförmigen Kerns 28 eng umschließt. Der Kern 28 bildet einen Anschlag für das geringfügig aus der Permanentmagnetanordnung 9 hervorstehende freie Ende des Schafts 13 und definiert so die - in Fig. 1 links gezeigte - maximal eingezogene Stellung des Stößels 8 ohne einen Kontakt zwischen dem endseitigen Flussleitstück 11 und dem Kern 28. Die - in Fig. 1 rechts gezeigte - maximal ausgefahrene Stellung des Stößels 8 ist demgegenüber durch das Anschlagen des anderen Flussleitstücks 12 an der Stirnseite des Montage- und Führungsblocks 16 definiert.

**[0022]** Außerhalb des Bereichs der Einschnürung 26 gibt der Hülsenabschnitt 24 eine unrunde innere Kontur der Spulenordnung 4 und, da er in diesem Bereich von zumindest im Wesentlichen einheitlicher Wandstärke ist, auch eine unrunde Geometrie der auf ihn aufgewickelten Spulenwicklung 6 vor. Und zwar verfügt der Hülsenabschnitt 24 hier über zwei einander diametral gegenüber-

liegende, sich jeweils über etwa 90° erstreckende erste Umfangsabschnitte 29, welche etwa als Segmente eines Kreiszyinders ausgeführt sind, und zwei zwischen diesen angeordnete, einander ebenfalls diametral gegenüberliegende zweite Umfangsabschnitte 30 in Form von Ausbuchtungen 31. Dabei sind die Ausbuchtungen 31 jeweils definiert durch zwei im Wesentlichen ebene Flächenabschnitte 32, welche sprung- und versatzfrei in die ersten Umfangsabschnitte 29 übergehen, und eine Verbindungsfläche 33, welche etwa die Form eines Viertelzylinder aufweist und ihrerseits beidseits sprung- und versatzfrei in die angrenzenden ebenen Flächenabschnitte 32 übergeht. Im Ergebnis ist der Hülsenabschnitt 24 (auch) in diesem Bereich ausschließlich konvex gekrümmt.

**[0023]** In Verbindung mit der kreiszylindrischen Geometrie der Permanentmagnetanordnung 9 hält, durch die beschriebene Geometrie des Wicklungsträgers 5, die Spulenordnung 4 zu der Permanentmagnetanordnung 9 über deren Umfang ausgeprägt unterschiedliche Abstände ein. Und zwar bildet ihre Innenfläche auf den beiden ersten Umfangsabschnitten 29 zu der Außenfläche der Permanentmagnetanordnung 9 jeweils einen Spalt 34 mit einem ersten lichten Radialmaß aus, wohingegen sie auf den beiden zweiten Umfangsabschnitten 30 jeweils eine Ausbuchtung 31 ausbildet, wobei der Maximalwert des - im Bereich der Ausbuchtungen 31 geltenden - zweiten lichten Radialmaßes wesentlich größer ist als das erste lichte Radialmaß. So ergeben sich zwischen der Permanentmagnetanordnung 9 und der Spulenordnung 4 zwei Ausgleichskanäle 35 mit etwa sichelförmigem Querschnitt.

**[0024]** Die gesamte Käfigstruktur 22 ist durch Biegen aus einem einzigen Blechzuschnitt hervorgegangen. Dieser umfasst neben der etwa rechteckigen späteren (gemeinsamen) Stirnplatte 23 vier ebenfalls etwa rechteckige, mit der Stirnplatte 23 jeweils über einen Steg 36 verbundene Fortsätze. Diese werden so gebogen und - längs der im Bereich der Stege 36 verlaufenden Biegekanten - so von der Stirnplatte 23 abgekantet, dass sie als Teil der jeweiligen Mantelstruktur 37 die Spulenordnung 4 eng umschließen. In diesem Sinne besteht jeweils die Mantelstruktur 37 des betreffenden Käfigs 3 aus zwei Segmenten 38, wobei jedes Segment 38 aus einem Fortsatz des Blechzuschnitts hervorgegangen ist und zwei im Wesentlichen ebene Flächenbereiche 39 und einen diese miteinander verbindenden gekrümmten Flächenbereich 40 aufweist. Die beiden Stützscheiben 25 des jeweiligen Wicklungsträgers 5 weisen an die Innenkontur der Mantelstruktur 37 angepasste Geometrien auf; analog zu den vier im Wesentlichen ebenen Flächenbereichen 32 des Hülsenabschnitts 24 des jeweiligen Wicklungsträgers 5 und den vier im Wesentlichen ebenen Flächenbereichen 39 der Mantelstruktur 37 sind die beiden Stützscheiben 25 des Wicklungsträgers 5 an ihrem Außenumfang auf vier Abschnitten geradlinig begrenzt.

**[0025]** Der Zeichnung sind noch einige weitere, optio-

nal mögliche vorteilhafte Detail-Ausgestaltungen entnehmbar, wie beispielsweise die beiden jeweils an der oberen, der Stirnplatte 23 der Käfigstruktur 22 zugeordneten Stützscheibe 25 vorgesehenen, in korrespondierende Aussparungen 41 der Stirnplatte 23 eingreifenden Zentriervorsprünge 42 (vgl. Figuren 2 und 3). Die betreffenden Aussparungen 41 in der Stirnplatte 23 sind dabei so ausgestaltet, dass durch sie auch die Enden 43 der Spulenwicklung 6 durch die Stirnplatte 23 hindurch geführt werden können, wobei die benachbarte Stützscheibe 25 korrespondierende, der Durchführung der Enden 43 der Spulenwicklung 6 dienende Einschnitte 46 aufweist. Beim Spritzen des Gehäuseoberteils 19 dringt im Übrigen der entsprechende Kunststoff in die - vom Anguss aus erreichbaren - Hohl- und Zwischenräume (insbesondere zwischen der jeweiligen Spulenordnung 4 und dem jeweils zugeordneten Käfig 3) ein und füllt diese aus, wodurch ein fester Verbund entsteht und die Spulenwicklung geschützt wird. Ringförmige Vorsprünge 44 des Gehäuseoberteils 19 untergreifen, an der jeweiligen unteren Stützscheibe 25 anliegend, die beiden Spulenordnungen 4. Erkennbar sind weiterhin (vgl. Figuren 4 und 5) zwei den Kopf 43 des Kerns 28 durchsetzende Bohrungen 45.

[0026] Das in Fig. 8 veranschaulichte zweite Ausführungsbeispiel und das in Fig. 9 veranschaulichte dritte Ausführungsbeispiel erschließen sich ohne Weiteres anhand der vorstehenden Erläuterungen des ersten Ausführungsbeispiels. In Abwandlung zu dem ersten Ausführungsbeispiel verfügt das zweite Ausführungsbeispiel über einen Ausgleichskanal 35', das dritte Ausführungsbeispiel indessen über drei - gleichmäßig über den Innenumfang der Spulenordnung 4" verteilt angeordnete - Ausgleichskanäle 35".

## Patentansprüche

1. Stellvorrichtung mit einem Gehäuse (1) und mindestens einem elektromagnetischen Linearaktuator (2), welcher

- eine relativ zu dem Gehäuse (1) bewegbare, eine Permanentmagnetanordnung (9) und einen hiermit gekoppelten Stößel (8) umfassende Ankereinheit (7) und
- eine sich um die Permanentmagnetanordnung (9) herum erstreckende, mindestens eine Spulenwicklung (6) aufweisende gehäusefeste Spulenordnung (4, 4', 4")

umfasst, wobei

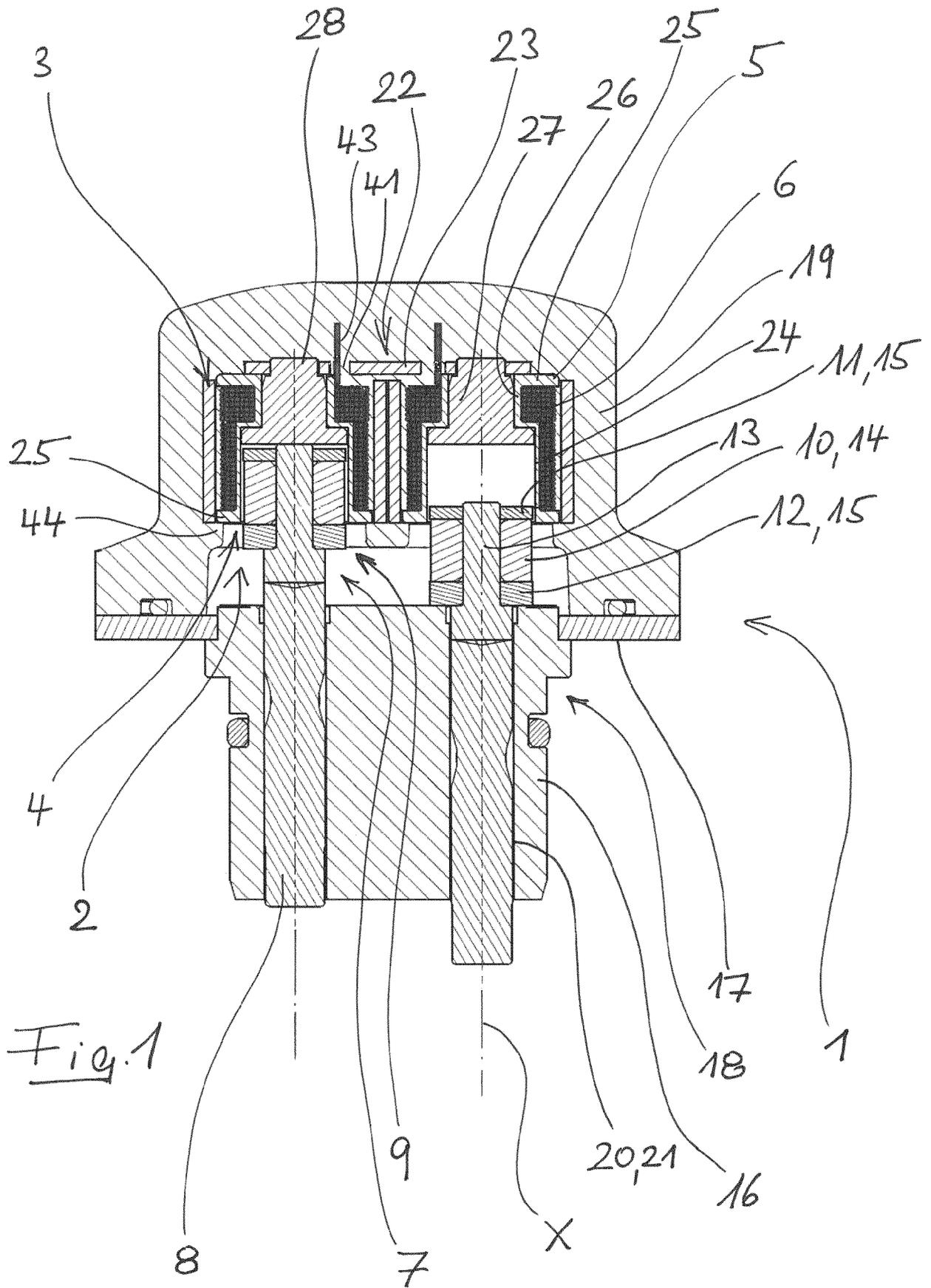
- die Permanentmagnetanordnung (9) einen axial magnetisierten Scheibenmagnet (10) und zwei stirnseitig an diesem angeordnete Flussleitstücke (11, 12) umfasst,
- der Scheibenmagnet (10) eine kreiszylindri-

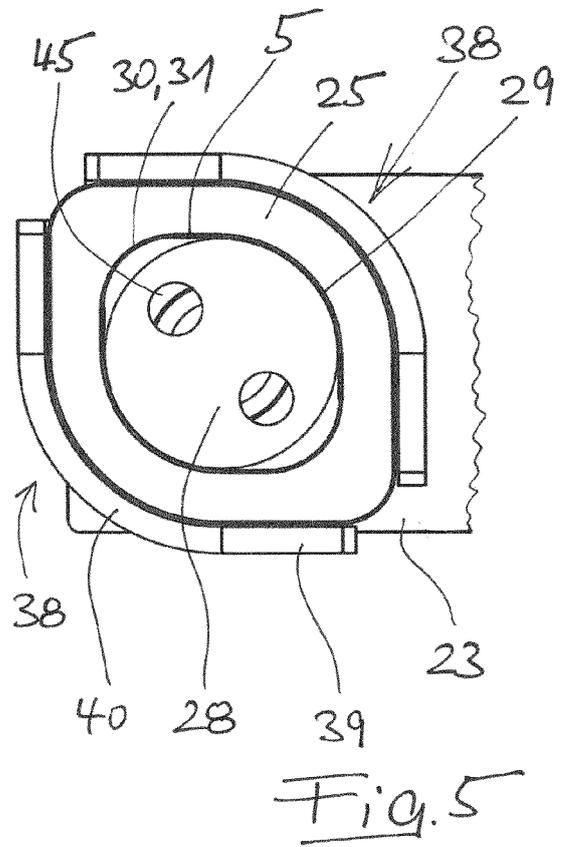
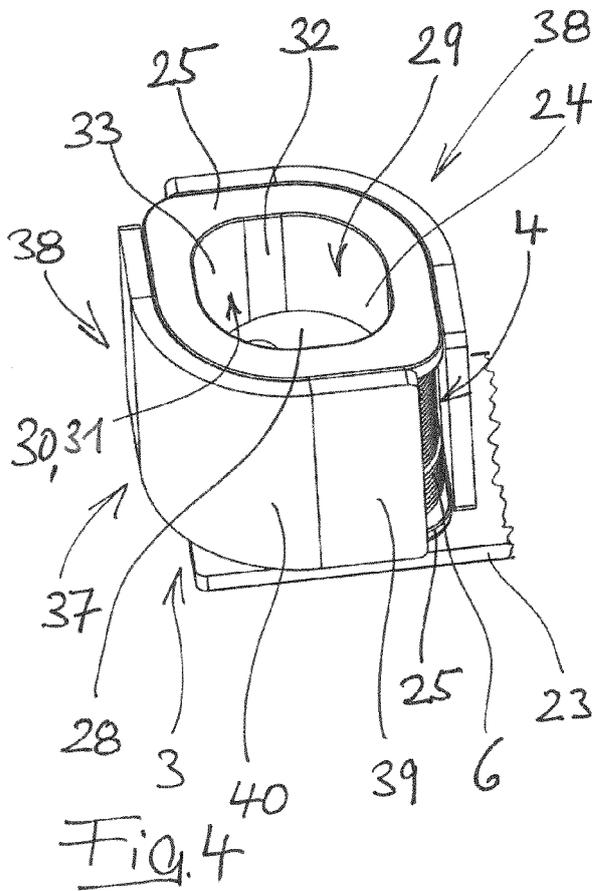
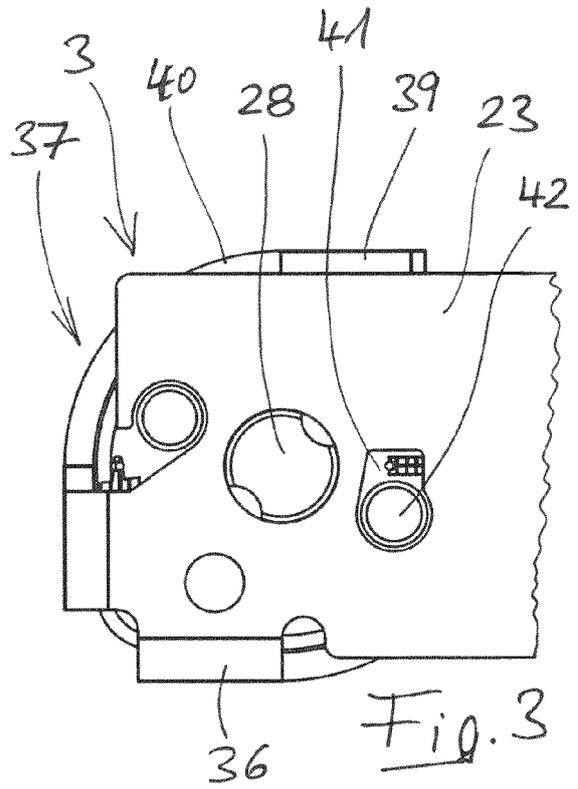
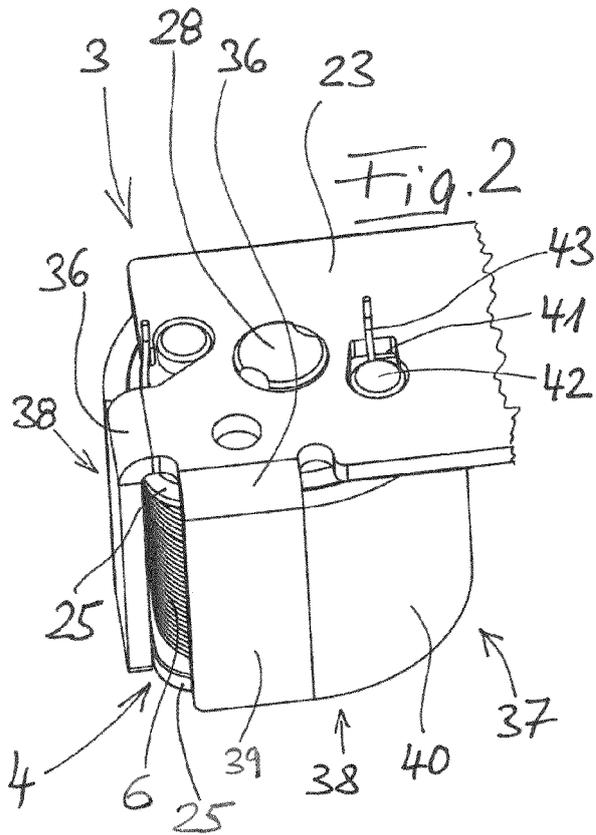
sche Außenfläche aufweist und die Flussleitstücke (11, 12) als runde Flussleitscheiben ausgeführt sind und

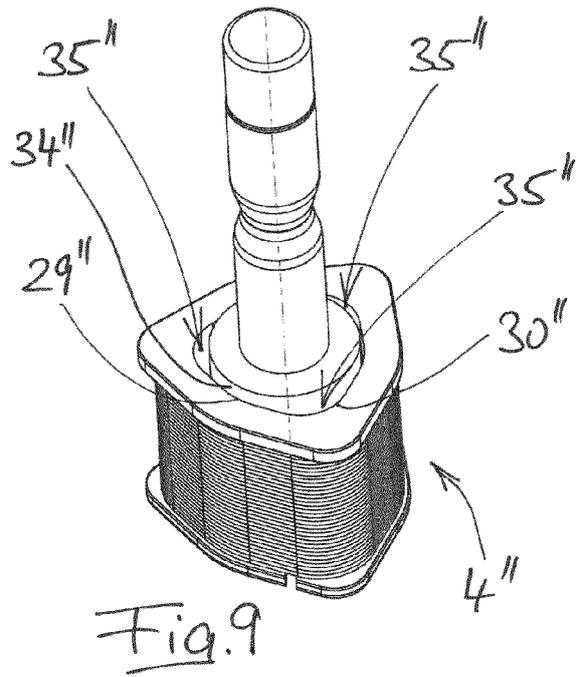
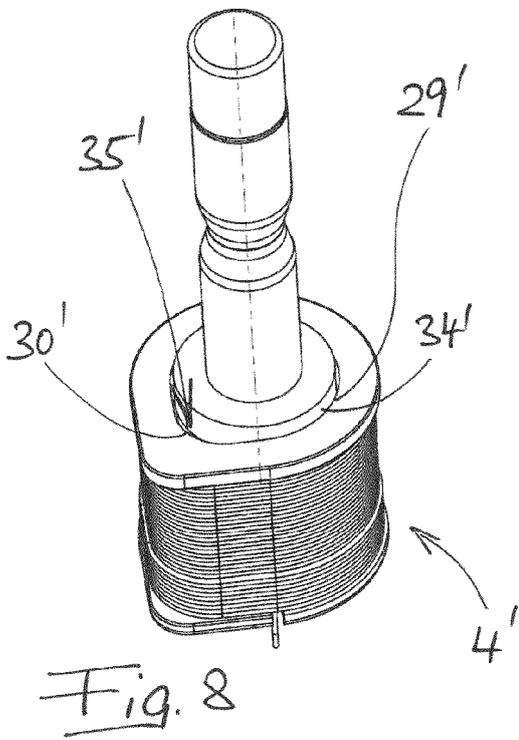
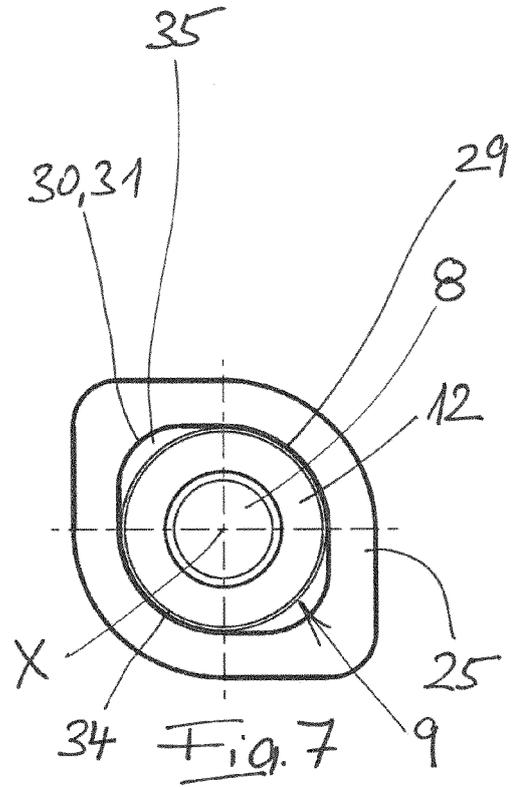
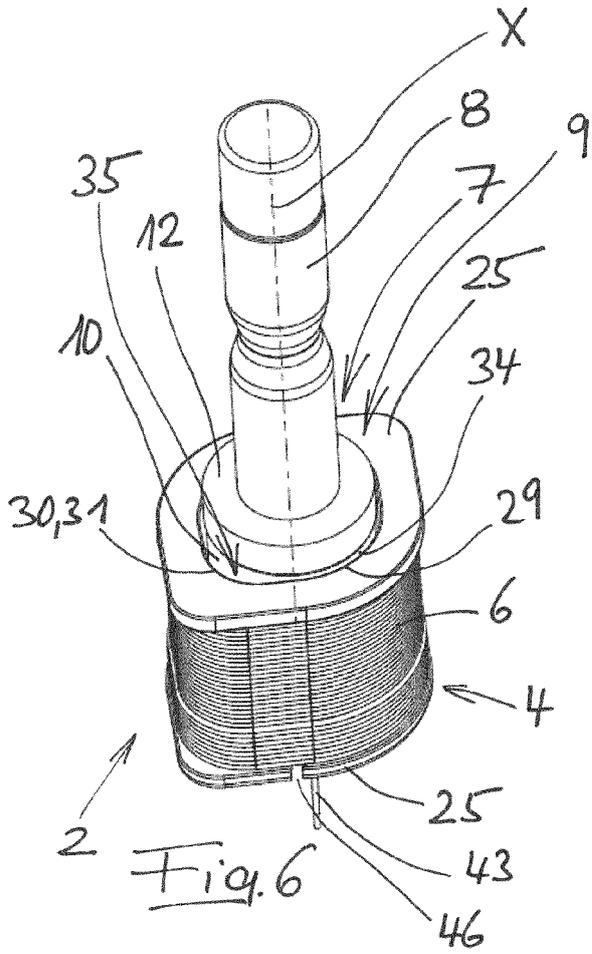
- die Spulenordnung (4, 4', 4") zumindest im Bereich ihrer axialen Überlappung mit der Permanentmagnetanordnung (9) einen unrunder Querschnitt aufweist dergestalt, dass ihre Innenfläche auf mindestens einem ersten Umfangsabschnitt (29, 29', 29") zu der Außenfläche der Permanentmagnetanordnung (9) einen Spalt (34, 34', 34") mit einem ersten lichten Radialmaß und auf mindestens einem ausgebuchteten zweiten Umfangsabschnitt (30, 30', 30"), welcher einer Ausbuchtung der Spulenwicklung (6) zugeordnet ist, zu der Außenfläche der Permanentmagnetanordnung (9) ein gegenüber dem ersten lichten Radialmaß vergrößertes zweites lichtet Radialmaß einhält, wobei der Maximalwert des zweiten lichten Radialmaßes wesentlich größer ist als das erste lichte Radialmaß.

2. Stellvorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** im Bereich des mindestens einen zweiten Umfangsabschnitts (29, 29', 29") zwischen der Permanentmagnetanordnung (9) und der Spulenordnung (4, 4', 4") ein Ausgleichskanal (35, 35', 35") mit einem sichelförmigen Querschnitt besteht.
3. Stellvorrichtung nach Anspruch 1 oder Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens zwei erste Umfangsabschnitte (29, 29") und mindestens zwei zweite Umfangsabschnitte (30, 30") bestehen.
4. Stellvorrichtung nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens drei erste Umfangsabschnitte (29") und mindestens drei zweite Umfangsabschnitte (30") bestehen.
5. Stellvorrichtung nach Anspruch 3 oder Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zweiten Umfangsabschnitte (30, 30") gleichmäßig über den Innenumfang der Spulenordnung (4, 4") verteilt angeordnet sind.
6. Stellvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Spulenordnung (4, 4', 4") einen Wicklungsträger (5) mit einem Hülsenabschnitt (24) und zwei endseitigen Stützscheiben (25) aufweist.
7. Stellvorrichtung nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Stützscheiben (25) an ihrem Außenumfang auf mindestens zwei Abschnitten geradlinig begrenzt sind.
8. Stellvorrichtung nach Anspruch 6 oder Anspruch 7,

- dadurch gekennzeichnet, dass** der Hülsenabschnitt (24) dergestalt gestuft ausgeführt ist, dass ein zu der Permanentmagnetanordnung (9) axial versetzter Teilbereich die Permanentmagnetanordnung (9) ringförmig radial überlappt. 5
9. Stellvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Spulenanordnung (4, 4', 4") in einem Käfig (3) aufgenommen ist. 10
10. Stellvorrichtung nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Käfig (3) eine die Spulenanordnung (4, 4', 4") stirnseitig abdeckende Stirnplatte (23) und eine die Spulenanordnung (4, 4', 4") auf ihrem Außenumfang zumindest teilweise umgebende Mantelstruktur (37) umfasst. 15
11. Stellvorrichtung nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Stirnplatte (23) und die Mantelstruktur (37) einstückig miteinander verbunden und durch Biegen aus einem Blechzuschnitt hervorgegangen sind. 20
12. Stellvorrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei zwei elektromagnetischen Linearaktuatoren (2) eine gemeinsame Käfigstruktur (23) mit einer durchgehenden, beide Spulenanordnungen (4, 4', 4") stirnseitig abdeckenden Stirnplatte (22) vorgesehen ist. 25
13. Stellvorrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** in die Spulenanordnung (4, 4', 4") ein mit dem zugeordneten Käfig (3) Magnetflussleitend gekoppelter Kern (28) hineinragt. 30
14. Stellvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** die beiden Flussleitscheiben ein unterschiedliches Axialmaß aufweisen. 35
15. Stellvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Scheibenmagnet (10) als Ringscheibenmagnet (14) und mindestens eine der Flussleitscheiben als Flussleit-Ringscheibe (15) ausgeführt ist, wobei die Ankereinheit (7) einen mit dem Stößel (8) gekoppelten, sich in die betreffende Flussleit-Ringscheibe (15) und den Ringscheibenmagnet (14) hinein erstreckenden Schaft (13) umfasst. 40
16. Stellvorrichtung nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Schaft (13) starr mit dem Stößel (8) verbunden ist. 45
17. Stellvorrichtung nach Anspruch 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Gehäuse (1) ein als Montage- und Führungsblock (16) ausgeführtes Endstück (18) umfasst, wobei die Ankereinheit (7) ausschließlich in dem Montage- und Führungsblock (16) verschiebbar geführt gelagert ist. 50









EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 20 20 5806

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	DE 10 2011 009327 A1 (HYDAC ELECTRONIC GMBH [DE]) 19. Juli 2012 (2012-07-19)  * Zusammenfassung *; Abbildungen 1,2 * * Absätze [0016] - [0019] * -----	1,6,7,9,10,12,13,15	INV. H01F7/16 F01L13/00
A,D	WO 2018/149694 A1 (KOLEKTOR GROUP D00 [SI]) 23. August 2018 (2018-08-23) * Zusammenfassung *; Abbildungen 1-2 * * Seite 8, Zeilen 18-30 * * Seite 10, Zeile 5 - Seite 14, letzter Zeile *  -----	1-17	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			H01F F01L F16K
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort <b>München</b>		Abschlußdatum der Recherche <b>13. April 2021</b>	Prüfer <b>Reder, Michael</b>
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument ..... & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.02 (P04C03) 1

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT  
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 20 20 5806

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

13-04-2021

10  
15  
20  
25  
30  
35  
40  
45  
50  
55

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102011009327 A1	19-07-2012	KEINE	
-----			
WO 2018149694 A1	23-08-2018	CN 110326065 A	11-10-2019
		DE 102017103090 A1	16-08-2018
		EP 3583615 A1	25-12-2019
		JP 2020508034 A	12-03-2020
		KR 20190113834 A	08-10-2019
		US 2019362875 A1	28-11-2019
		WO 2018149694 A1	23-08-2018
-----			

EPO FORM P0461

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

**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**

- US 20140028420 A1 [0002]
- WO 2018149694 A1 [0002] [0004] [0005] [0006]
- WO 2019007675 A1 [0002] [0004] [0005] [0006]