

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
16.08.2017 Patentblatt 2017/33

(51) Int Cl.: **F15B 15/22** (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **16154923.3**

(22) Anmeldetag: **09.02.2016**

(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
 Benannte Validierungsstaaten:
MA MD

(72) Erfinder:

- **Bellingrodt, Bernd**
73098 Rechberghausen (DE)
- **Kefer, Joachim**
71636 Ludwigsburg (DE)

(74) Vertreter: **Patentanwälte Magenbauer & Kollegen
Partnerschaft mbB
Plochinger Straße 109
73730 Esslingen (DE)**

(71) Anmelder: **FESTO AG & Co. KG**
73734 Esslingen (DE)

(54) FLUIDBETÄTIGTE LINEAREINHEIT

(57) Es wird eine fluidbetätigte Lineareinheit (1) vorgeschlagen, die mit mindestens einer Endlagendämpfungseinrichtung (32) ausgestattet ist, zu der ein an einem bewegbaren Kolben (6) angeordneter Absperrkörper (28) gehört, der in einen Steuerkanal (23, 24) eines Gehäuses (3) der Lineareinheit (1) eintauchen kann. Die Dämpfungswirkung basiert auf dem Zusammenwirken eines Dichtungsringes (33) mit einer an dem Absperrkörper (28) ausgebildeten Dichtfläche (35), in die eine

Dämpfungsnutanordnung (36) eingelassen ist. Eine Besonderheit der Dämpfungsnutanordnung (36) besteht darin, dass sie über mehrere abwechselnd aufeinanderfolgende und axial ineinander übergehende Längenabschnitte (52, 53) mit einem minimalen und einem maximalen Nutanordnungsquerschnitt verfügt, sodass sich der Nutanordnungsquerschnitt der Dämpfungsnutanordnung (36) in der Längsrichtung (37) der Dichtfläche (35) abwechselnd verringert und vergrößert.

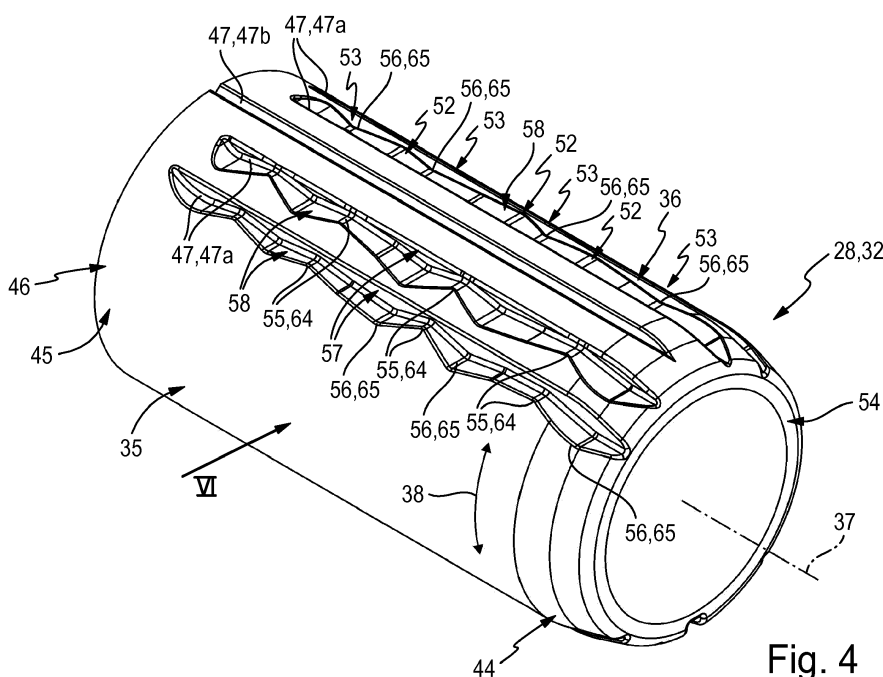


Fig. 4

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine fluidbetätigte Lineareinheit, mit einem in einer Arbeitskammer eines Gehäuses linear verschiebbar angeordneten Kolben und mit mindestens einer Endlagendämpfungseinrichtung zur Endlagendämpfung des Kolbens, die einen mit dem Kolben bewegungsgekoppelten Absperrkörper und einen axial gegenüberliegend des Absperrkörpers an einer gehäusefesten Abschlusswand mit einer Steuermündung in die Arbeitskammer einmündenden fluidischen Steuerkanal enthalten, wobei an der Abschlusswand oder an dem Absperrkörper ein zur Steuermündung des Steuerkanals koaxialer Dichtungsring angeordnet ist, der an einer am Außenumfang des Absperrkörpers beziehungsweise am Innenumfang des Steuerkanals ausgebildeten zylindrischen Dichtfläche dichtend abgeleitet, wenn der Absperrkörper bei Annäherung des Kolbens an eine Kolbenendlage durch die Steuermündung hindurch in den Steuerkanal eintaucht, wobei in die Dichtfläche eine axial verlaufende Dämpfungsnutanordnung eingelassen ist, deren Nutanordnungsquerschnitt sich über ihre axiale Länge hinweg verändert.

[0002] Eine aus der EP 2 047 116 B1 bekannte fluidbetätigte Lineareinheit dieser Art ist als Pneumatikzylinder konzipiert und hat zwei Endlagendämpfungseinrichtungen, die für eine Verringerung der Aufprallintensität sorgen, wenn der Kolben in seine beiden Kolbenendlagen fährt, die in der Regel durch den Kontakt mit einer gegenüberliegenden gehäusefesten Abschlusswand definiert werden. Die Endlagendämpfungseinrichtung umfasst bei einer Variante einen vom Kolben wegragenden Absperrkörper mit zylindrischer Dichtfläche, in die eine Dämpfungsnutanordnung eingelassen ist, die sich aus einer Mehrzahl von sich axial erstreckenden Dämpfungsnoten zusammensetzt. Während sich eine der Dämpfungsnoten mit konstantem Querschnitt über die gesamte Länge der Dichtfläche hinweg erstreckt, haben weitere Dämpfungsnoten eine kürzere Längserstreckung und verfügen über sich verändernde Nutquerschnitte, sodass der von sämtlichen Dämpfungsnoten bestimmte Nutanordnungsquerschnitt in der axialen Richtung der Dichtungsfläche abnimmt. Bei Annäherung an die Kolbenendlage taucht der Absperrkörper in einen gegenüberliegenden Steuerkanal ein, wobei er durch einen Dichtungsring hindurchgreift, der derart gleitverschieblich an der Dichtfläche anliegt, dass das zuvor ungehindert durch den Steuerkanal hindurch verdrängte Fluid nurmehr durch die Dämpfungsnutanordnung hindurch und folglich mit verringerter Strömungsrate ausströmen kann. Dies bewirkt bei unterschiedlichen Kolbengeschwindigkeiten eine wirksame Endlagendämpfung, ohne durch die Einstellung von Ventilen Anpassungen vornehmen zu müssen.

[0003] Aus der EP 1 845 269 A1 ist ein mit einer Endlagendämpfungseinrichtung ausgestatteter Pneumatikzylinder bekannt, der über eine Dämpfungshülse verfügt, die an ihrer Mantelfläche mindestens eine sich axial er-

streckende Einkerbung aufweist. Diese Einkerbung weist zur Anpassung der Dämpfungsintensität an die abzubremsende Masse und/oder Beschleunigung unterschiedlich große Querschnittsbereiche auf. Konkret handelt es sich dabei um einen ersten Querschnittsbereich mit verhältnismäßig konstantem, kleinem Querschnitt, an den sich weitere Querschnittsbereiche anschließen, die zunächst eine Erweiterung des Querschnittes und dann eine allmähliche Verringerung des Querschnittes hervorrufen. Diese Querschnittsformen der Einkerbung werden in Abhängigkeit der abzubremsenden Masse und/oder Beschleunigung variiert, sodass für unterschiedliche Anwendungsfälle unterschiedliche Formgebungen benötigt werden, was einen großen Herstellungsaufwand mit sich bringt.

[0004] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, Mittel zur Endlagendämpfung bei einer fluidbetätigten Lineareinheit zu schaffen, die ohne Veränderungen vornehmen zu müssen innerhalb eines großen Masse- und Geschwindigkeitsspektrums sehr gute Dämpfungseigenschaften bereitstellen.

[0005] Zur Lösung dieser Aufgabe ist in Verbindung mit den eingangs genannten Merkmalen vorgesehen, dass die Dämpfungsnutanordnung über mehrere abwechselnd aufeinanderfolgende und axial ineinander übergehende Längenabschnitte mit einem minimalen und einem maximalen Nutanordnungsquerschnitt verfügt, sodass sich der Nutanordnungsquerschnitt der Dämpfungsnutanordnung in der Längsrichtung der Dichtfläche abwechselnd verringert und vergrößert, wobei die Dämpfungsnutanordnung mindestens zwei axial zueinander beabstandete Längenabschnitte mit jeweils einem minimalen Nutanordnungsquerschnitt und mindestens zwei axial zueinander beabstandete Längenabschnitte mit jeweils einem maximalen Nutanordnungsquerschnitt aufweist.

[0006] Auf diese Weise wird erreicht, dass ohne individuelle Einstellungsmaßnahmen und ohne Veränderung der Nutgeometrie der Dichtungsnutanordnung über ein großes Masse-/Geschwindigkeitsspektrum des Kolbens ein aperiodischer Dämpfungsverlauf bei der Endlagendämpfung auftritt. Durch die in der Längsrichtung der Dichtfläche abwechselnden Bereiche unterschiedlicher Nutanordnungsquerschnitte ergibt sich quasi ein stetiger Berg- und Talverlauf des Nutanordnungsquerschnittes, sodass der dem aus der Arbeitskammer verdrängten Fluid zur Verfügung stehende Abströmquerschnitt während der Wegstrecke der Endlagendämpfung mehrfach verkleinert und wieder vergrößert wird und sich Abbremsphasen mit größerer und kleinerer Intensität abwechseln. Dadurch wird erreicht, dass der Kolben unabhängig von der bewegten Masse und Geschwindigkeit weder hart bis auf die Kolbenendlage durchschlägt noch Rückschwingungen ausgesetzt ist. Es handelt sich bevorzugt um eine über die Länge der Dichtfläche kontinuierliche Querschnittsveränderung im Nutanordnungsquerschnitt, wobei als Nutanordnungsquerschnitt der Gesamtquerschnitt sämtlicher zu der Dämpfungsnutan-

ordnung gehörenden Dämpfungsnoten zählt.

[0007] Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung gehen aus den Unteransprüchen hervor.

[0008] Die entweder am Absperrkörper oder am Innenumfang des Steuerkanals ausgebildete zylindrische Dichtfläche hat axial einen vorderen Endbereich, ausgehend von dem der Dichtungsring axial über die Dichtfläche hinweggleitet, wenn der Absperrkörper durch die Steuermündung hindurch in den Steuerkanal eintaucht. Wenn der Kolben die Kolbenendlänge erreicht hat und zum Stillstand gekommen ist, befindet sich der Dichtungsring in einem als Endlagenabschnitt bezeichneten Bereich der Dichtfläche, der dem hinteren Endbereich der Dichtfläche zugeordnet ist. Der Absperrkörper hat hier die maximal mögliche Eintauchtiefe bezüglich des Steuerkanals erreicht.

[0009] Um die im Querschnitt variable Dämpfungsnotenordnung zu realisieren, ist in der Dichtfläche mindestens eine Dämpfungsnot ausgebildet, die sich in der Längsrichtung der Dichtfläche erstreckt und die über ihre Nutlänge hinweg einen sich verändernden Nutquerschnitt aufweist. Die Dämpfungsnot ist dadurch in mehrere abwechselnd aufeinanderfolgende und axial insbesondere stetig ineinander übergehende Längenabschnitte minimalen und maximalen Nutquerschnittes unterteilt. Eine derart gestaltete Dämpfungsnot sei aufgrund ihres sich verändernden Nutquerschnittes als variable Dämpfungsnot bezeichnet. Je nachdem, welche Masse-/Geschwindigkeitskombinationen bei der Endlagendämpfung abgedeckt werden sollen, kann eine einzige, über einen entsprechend großen Nutquerschnitt verfügende variable Dämpfungsnot zur Realisierung der Dämpfungsnotenordnung ausreichen. Als vorteilhafter wird es allerdings angesehen, den Nutanordnungsquerschnitt der Dämpfungsnotenordnung auf eine Mehrzahl zueinander paralleler variabler Dämpfungsnoten zu verteilen, deren individuelle Nutquerschnitte sich zu dem Nutanordnungsquerschnitt ergänzen. Die einzelnen Dämpfungsnoten können dann relativ schmal ausgeführt werden, was die Lebensdauer des über die Dichtfläche hinweggleitenden Dichtungsringes erhöht, da dessen elastisches Material dann nur geringfügig in die Dämpfungsnoten eintauchen kann. Die Reproduzierbarkeit der Dämpfungswirkung wird durch mehrere schmale variable Dämpfungsnoten ebenfalls begünstigt, da Fertigungstoleranzen einen geringeren Einfluss haben.

[0010] Enthält die Dämpfungsnotenordnung mehrere variable Dämpfungsnoten, sind diese untereinander zweckmäßigerweise mit gleicher Länge ausgebildet und so angeordnet, dass sie sich über den gleichen Längenabschnitt der Dichtfläche hinweg erstrecken.

[0011] Bevorzugt sind die mehreren variablen Dämpfungsnoten untereinander identisch ausgebildet, sodass sie im Vergleich miteinander den gleichen sich verändernden Querschnittsverlauf über ihre Länge hinweg aufweisen.

[0012] Mehrere und bevorzugt sämtliche variablen Dämpfungsnoten sind bevorzugt so platziert, dass jeder

Längenabschnitt minimalen Querschnittes jeder variablen Dämpfungsnot bezogen auf die Längserstreckung der Dichtfläche auf gleicher axialer Höhe mit einem Längenabschnitt minimalen Querschnittes jeder anderen variablen Dämpfungsnot liegt. Entsprechendes gilt für die Längenabschnitte maximalen Querschnittes. Prinzipiell ist es allerdings möglich, ein angestrebtes Querschnittsprofil der Dämpfungsnotenordnung auch durch unterschiedliche Längenverteilungen der Längenabschnitte minimalen und maximalen Nutquerschnittes bei den einzelnen variablen Dämpfungsnoten zu realisieren.

[0013] Die variablen Dämpfungsnoten sind zweckmäßigerweise an ihrer Vorderseite stirnseitig offen, wobei mit Vorderseite diejenige Seite gemeint ist, die dem vorderen Endbereich der Dichtfläche zugeordnet ist.

[0014] Bevorzugt ist jede variable Dämpfungsnot der Dämpfungsnotenordnung so ausgebildet, dass sie rückseitig axial vor dem weiter oben beschriebenen Endlagenabschnitt der Dichtfläche endet. Auf diese Weise verlieren die variablen Dämpfungsnoten ihre Wirkung, noch bevor der Kolben die Kolbenendlage erreicht hat. Besonders vorteilhaft ist eine solche Ausgestaltung, wenn die variablen Dämpfungsnoten mit mindestens einer weiteren Dämpfungsnot der Dämpfungsnotenordnung kombiniert sind, die als konstante Dämpfungsnot bezeichnet sei, weil sie einen über ihre wirksame Nutlänge hinweg gleichbleibenden Nutquerschnitt aufweist. Diese konstante Dämpfungsnot ist so platziert, dass sie sich mit jeder variablen Dämpfungsnot axial überlappt und sich außerdem rückseitig bis in einen Bereich erstreckt, der axial nach dem Endlagenabschnitt der Dichtfläche liegt, sodass durch die konstante Dämpfungsnot hindurch ein Fluidübertritt zwischen der Arbeitskammer und dem Steuerkanal auch dann noch möglich ist, wenn der Dichtungsring den Endlagenabschnitt erreicht hat und die variablen Dämpfungsnoten unwirksam geworden sind. Auf diese Weise ist bis in die Kolbenendlage ein Fluidübertritt aus der Arbeitskammer in den Steuerkanal möglich, wobei auf dem allerletzten Teil der Wegstrecke der Kolbenbewegung ein nur noch sehr kleiner Nutanordnungsquerschnitt zur Verfügung steht, der ein sicheres Abbremsen ohne Rückprallgefahr gewährleistet.

[0015] Bevorzugt ist die Dämpfungsnotenordnung mit nur einer einzigen konstanten Dämpfungsnot ausgestattet, die sich bevorzugt linear über die gesamte axiale Länge der Dichtfläche hinweg erstreckt. Jede konstante Dämpfungsnot hat zweckmäßigerweise einen V-förmigen Querschnitt.

[0016] Von Vorteil ist es außerdem, wenn die Dämpfungsnotenordnung in einem der konstanten Dämpfungsnot diametral entgegengesetzten Bereich der Dichtfläche eine weitere Dämpfungsnot aufweist, die zur besseren Unterscheidung als kurze Dämpfungsnot bezeichnet sei, weil sich ihre Längserstreckung nur auf den vorderen Endbereich der Dichtfläche begrenzt. Sie sorgt dafür, dass der Nutanordnungsquerschnitt, das heißt der dem aus der Arbeitskammer verdrängten Fluid seitens der Dämpfungsnotenordnung insgesamt zur Verfügung

gestellte Abströmquerschnitt, zu Beginn der Endlagendämpfungsphase besonders groß ist, was selbst bei großen Massen und/oder großen Geschwindigkeiten einen harmonischen Beginn des Dämpfungsvorganges gewährleistet.

[0017] Insbesondere wenn die Dämpfungsnutanordnung über mehrere variable Dämpfungsnoten verfügt, ist es von Vorteil, wenn die variablen Dämpfungsnoten einen dreieckigen Nutquerschnitt haben, der durch zwei winkelig und bevorzugt in einem zumindest geringfügig mehr als 90° betragenden Winkel zueinander angeordnete erste und zweite Nutflanken definiert ist, von denen die erste Nutflanke eben ausgebildet ist und sich bevorzugt in einer Nutflankenebene erstreckt, die zumindest geringfügig geneigt zu einer Referenz-Radialebene ausgerichtet ist, die parallel zur zentralen Längsachse der zylindrischen Dichtfläche verläuft und diese zentrale Längsachse enthält. Die Längenabschnitte unterschiedlichen Nutquerschnittes resultieren daraus, dass die zweite Nutflanke einen zick-zack-förmigen oder wellenförmigen Längsverlauf hat und sich aus stetig ineinander übergehenden Tal- und Kammabschnitten zusammensetzt. Verfügt die Dämpfungsnutanordnung über mehrere derart gestaltete variable Dämpfungsnoten, sind mehrere und bevorzugt sämtliche variablen Dämpfungsnoten so angeordnet, dass die Nutflankenebenen ihrer ersten Nutflanken parallel zueinander verlaufen. Eine solche Ausgestaltung begünstigt eine sogenannte werkzeugfallende Herstellung der Dämpfungsnutanordnung mittels urformender Herstellungsverfahren, insbesondere durch Spritzgießen. Es ist auch vorteilhaft, wenn die variablen Dämpfungsnoten symmetrisch beidseits der Referenz-Radialebene angeordnet sind. Außerdem ist es vorteilhaft, wenn in den beiden auf einander entgegengesetzten Seiten einer zu der Referenz-Radialebene senkrechten weiteren Radialebene liegenden Dichtflächenabschnitten der Dichtfläche jeweils mehrere der variablen Dämpfungsnoten ausgebildet sind.

[0018] Die über ein Berg- und Tal-Profil verfügenden zweiten Nutflanken sind vorzugsweise stets so ausgerichtet, dass sie eine zu der Referenz-Radialebene rechtwinkelige Ausdehnungskomponente haben. Somit verfügt jede variable Dämpfungsnot in jedem Bereich ihrer axialen Länge über eine rechtwinkelige V-Kontur.

[0019] Die Endlagendämpfungseinrichtung kann nur einfach vorhanden sein, wenn bei nur einer Bewegungsrichtung des Kolbens eine Endlagendämpfung gewünscht ist. Dies ist beispielsweise bei einer als Stoßdämpfer fungierenden Lineareinheit der Fall. Handelt es sich bei der Lineareinheit hingegen um einen fluidbetätigten Linearantrieb, wird die Endlagendämpfungseinrichtung regelmäßig derart zweifach vorhanden sein, sodass bei beiden Bewegungsrichtungen des Kolbens eine Endlagendämpfung bewirkt wird. Allerdings kann auch ein fluidbetätigter Linearantrieb mit nur einer einzigen Endlagendämpfungseinrichtung ausgestattet sein, wenn der Anwendungsfall eine Endlagendämpfung bei nur einer Bewegungsrichtung des Kolbens erforder-

lich macht.

[0020] Der beim Endlagendämpfungsvorgang in den Steuerkanal eintauchende Absperrkörper ist bevorzugt kolbenförmig oder hülsenförmig ausgebildet und in einer Weise ausgestaltet, dass er axial vom abzubremsenden Kolben wegragt.

[0021] Nachfolgend wird die Erfindung anhand der beiliegenden Zeichnung näher erläutert. In dieser zeigen:

- 10 Figur 1 einen Längsschnitt durch ein bevorzugtes erstes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen fluid-betätigten Lineareinheit,
- 15 Figur 2 einen Querschnitt der Lineareinheit aus Figur 1 im Bereich einer den Kolben aufweisenden Arbeitseinheit mit stirnseitigem Blick auf den an seinem Außenumfang mit der Dämpfungsnutanordnung versehenen Absperrkörper,
- 20 Figur 3 den bei der Lineareinheit der Figuren 1 und 2 vorhandenen Absperrkörper in einer Einzeldarstellung und in einem Längsschnitt gemäß Schnittlinie III-III aus Figur 2,
- 25 Figur 4 den Absperrkörper aus Figur 3 in einer isometrischen Darstellung mit einem Blick von schräg oben her,
- 30 Figur 5 den Absperrkörper der Figur 4 in einer um 180° um seine Längsachse verdrehten Ausrichtung, sodass der Blick schräg von vorne auf die Unterseite des Absperrkörpers fällt,
- 35 Figur 6 eine Seitenansicht des Absperrkörpers mit Blickrichtung gemäß Pfeil VI aus Figur 4, wobei in einem darunter abgebildeten Diagramm der Querschnittsverlauf "NQ" des Nutanordnungsquerschnittes der Dämpfungsnutanordnung über die axiale Länge der an dem Absperrkörper ausgebildeten Dichtfläche hinweg aufgezeichnet ist, und
- 40 Fig. 7-12 Querschnitte des mit der Dämpfungsnutanordnung ausgestatteten Absperrkörpers, die die lokale Querschnittsform der Dämpfungsnutanordnung an den in Figur 6 näher bezeichneten Längenabschnitten der Dichtfläche wiedergeben, wobei die Figur 7 einen Schnitt gemäß Schnittebene VII-VII, die Figur 8 einen Schnitt gemäß Schnittebene VI-II-VIII, die Figur 9 einen Schnitt gemäß Schnittebene IX-IX, die Figur 10 einen Schnitt gemäß Schnittebene X-X, die Figur 11 einen Schnitt gemäß Schnittebene XI-XI und die Figur 12 einen Schnitt gemäß Schnittebene XII-XII aus Figur 6 wiedergibt.
- 50
- 55

[0022] Bei der in der Zeichnung abgebildeten fluidbetätigten Lineareinheit 1 handelt es sich um einen mittels Fluidkraft und insbesondere pneumatisch betätigbaren Linearantrieb 1a. Dieser Linearantrieb 1a verfügt über ein Gehäuse 3 und über eine durch Fluidbeaufschlagung relativ zu dem Gehäuse 3 linear bewegbare Arbeitseinheit 2. Das für die erforderliche Betätigungskraft verantwortliche Fluid ist insbesondere Druckluft, wenngleich auch ein anderes Gas oder auch ein hydraulisches Medium verwendbar wäre.

[0023] Bei einer nicht abgebildeten Ausführungsform ist die Lineareinheit 1 als Stoßdämpfer konzipiert. In diesem Fall wird die Arbeitseinheit 2 mechanisch durch eine auf sie einwirkende externe Stellkraft bewegt.

[0024] Die mögliche Linearbewegung der Arbeitseinheit 2 sei im Folgenden als Arbeitsbewegung 4 bezeichnet und ist durch einen Doppelpfeil angedeutet. Die Bewegungsrichtung der Arbeitsbewegung 4 fällt mit der Achsrichtung der Längsachse 26 der Lineareinheit 1 zusammen, bei der es sich gleichzeitig um die Längsachsen des Gehäuses 3 und der Arbeitseinheit 2 handelt.

[0025] Im Innern des Gehäuses 3 ist eine längliche Arbeitskammer 5 ausgebildet, in der ein zu der Arbeitseinheit 2 gehörender Kolben 6 bei der Arbeitsbewegung 4 in Achsrichtung der Längsachse 26 linear hin und her verschiebbar ist. Die Arbeitskammer 5 ist durch den Kolben 6 unter Abdichtung axial in eine erste Teilkammer 7 und eine zweite Teilkammer 8 unterteilt. Die Abdichtung wird durch eine vom Kolben 6 getragene Dichtungseinrichtung 12 bewirkt, die an einer die Arbeitskammer 5 peripher begrenzenden und am Gehäuse 3 ausgebildeten Kolbenauflfläche 13 gleitverschieblich anliegt.

[0026] Exemplarisch enthält das Gehäuse 3 ein die Kolbenauflfläche 13 definierendes Gehäuserohr 14 sowie an entgegengesetzten Stirnseiten des Gehäuserohrs 14 angeordnete erste und zweite Abschlusswände 15, 16. Durch die beiden Abschlusswände 15, 16, die bevorzugt als bezüglich des Gehäuserohrs 14 separate Abschlusssdeckel ausgebildet sind, wird die Arbeitskammer 5 stirnseitig begrenzt. Die erste Abschlusswand 15 begrenzt die erste Teilkammer 7, die zweite Abschlusswand 16 die zweite Teilkammer 8. Die Arbeitseinheit 2 enthält ein fest mit dem Kolben 6 verbundenes Kraftübertragungsglied 18, das aus dem Gehäuse 3 herausragt und einen außerhalb des Gehäuses 3 liegenden Kopplungsabschnitt 22 aufweist, der bei dem exemplarischen Linearantrieb 1a mit einer zu bewegenden Komponente verbindbar ist. Bei einer Ausführung der Lineareinheit 1 als Stoßdämpfer erfolgt über den Kopplungsabschnitt 22 die externe Krafteinleitung.

[0027] Bei dem Linearantrieb 1a kann es sich beispielsweise um einen kolbenstangenlosen Linearantrieb handeln, wobei der Kopplungsabschnitt 22 beispielsweise ein Mitnehmer ist, der durch einen Längsschlitz des Gehäuses 3 hindurchragt. Bei der illustrierten bevorzugten Ausführungsform ist das Kraftübertragungsglied 18 als Kolbenstange 18a ausgeführt, die sich coaxial zu der Längsachse 26 erstreckt und die die erste Abschluss-

wand 15 unter Abdichtung gleitverschieblich durchsetzt.

[0028] An den dem Kolben 6 zugewandten inneren Stirnflächen 25 der beiden Abschlusswände mündet jeweils mit einer als Steuermündung 20 bezeichneten Kanalöffnung ein die zugeordnete Abschlusswand 15, 16 durchsetzender erster beziehungsweise zweiter Steuerkanal 23, 24 in die zugeordnete erste beziehungsweise zweite Teilkammer 7, 8 der Arbeitskammer 5 ein. Jeder Steuerkanal 23, 24 mündet andererseits über eine eigene Anschlussöffnung 27 zu einer Außenfläche des Gehäuses 3 aus.

[0029] Zur Betätigung der Lineareinheit 1 kann durch die beiden Anschlussöffnungen 27 hindurch abwechselnd und gegensinnig ein Antriebsfluid in die beiden Teilkammern 7, 8 eingespeist beziehungsweise aus diesen Teilkammern 7, 8 abgeführt werden, sodass der Kolben 6 mit einer fluidischen Betätigungskraft beaufschlagt wird, aus der bei einem Linearantrieb 1a die Arbeitsbewegung 4 der Arbeitseinheit 2 resultiert. Der erste Steuerkanal 23 ist beim Ausführungsbeispiel von der Kolbenstange 18a durchsetzt. Sein für den Fluiddurchtritt zur Verfügung gestellter Strömungsquerschnitt ist daher zumindest im Bereich der zugeordneten Steuermündung 20 ringförmig gestaltet.

[0030] Axial beidseits ragt von dem Kolben 6 jeweils ein Absperrkörper 28 weg, der zur Arbeitseinheit 2 gehört und sich coaxial in Richtung zur gegenüberliegenden Steuermündung 20 hin erstreckt.

[0031] Im Rahmen der Arbeitsbewegung 4 ist die Arbeitseinheit 2 zwischen einer an der ersten Abschlusswand 15 anliegenden ersten Kolbenendlage und einer aus Figur 1 ersichtlichen, an der zweiten Abschlusswand 16 anliegenden zweiten Kolbenendlage bewegbar. Exemplarisch ist die Kolbenstange 18a in der zweiten Kolbenendlage maximal in das Gehäuse 3 eingefahren. Bevorzugt sind die beiden Kolbenendlagen dadurch definiert, dass der Kolben 6 an einer ihm zugewandten inneren axialen Stirnfläche 25 der betreffenden Abschlusswand 15, 16 zur Anlage gelangt.

[0032] Die Absperrkörper 28 sind kürzer als der zwischen den beiden Kolbenendlagen mögliche Arbeitshub der Arbeitseinheit 2. Nimmt der Kolben 6 eine der beiden Kolbenendlagen ein, befindet sich daher der in Richtung zur anderen Kolbenendlage ragende Absperrkörper 28 komplett innerhalb der zugeordneten Teilkammer 7, 8 und ist aus dem gegenüberliegenden Steuerkanal 23, 24 herausgezogen.

[0033] Wird der Kolben 6 durch Betätigung der Arbeitseinheit 2 unter Ausführung der Arbeitsbewegung 4 zwischen zwei Kolbenendlagen verlagert, taucht der in Bewegungsrichtung momentan voreilende Absperrkörper 28 nach einer gewissen Hubstrecke durch die gegenüberliegende Steuermündung 20 hindurch in den zugeordneten Steuerkanal 23, 24 ein.

[0034] Bei der Arbeitsbewegung 4 wird das in der momentan kleiner werdenden ersten oder zweiten Teilkammer 7, 8 befindliche Antriebsfluid durch den mit der betreffenden Teilkammer 7, 8 kommunizierenden Steuer-

kanal 23, 24 hindurch durch den Kolben 6 ausgeschoben. Für jede Hubrichtung ist die Lineareinheit 1 mit einer Endlagendämpfungseinrichtung 32 ausgestattet, die bewirkt, dass die Geschwindigkeit des Kolbens 6 und somit der Arbeitseinheit 2 während einer als Dämpfungsphase bezeichneten Hubphase kurz vor Erreichen der Kolbenendlage stark herabgesetzt wird, um einen unerwünschten Aufprall am Gehäuse 3 zu vermeiden. Die Dämpfungswirkung beruht auf dem Aufbau einer auf die Arbeitseinheit 2 einwirkenden fluidischen Gegenkraft.

[0035] Jede der beiden Endlagendämpfungseinrichtungen 32 beinhaltet einen der beiden Absperrkörper 28 und einen im Bereich der Steuermündung 20 des gegenüberliegenden Steuerkanals 23, 24 coaxial angeordneten Dichtungsring 33. Der periphere Außenumfang des Absperrkörpers 28 bildet eine zylindrische Dichtfläche 35, die von dem zugeordneten Dichtungsring 33 unter Abdichtung umschlossen wird, wenn der Absperrkörper 28 in der oben angesprochenen Dämpfungsphase durch den Dichtungsring 33 hindurch in den betreffenden Steuerkanal 23, 24 eintaucht. Der Dichtungsring 33 besteht zu diesem Zweck zumindest in dem mit der peripheren Dichtfläche 35 des Absperrkörpers 28 in Kontakt tretenden Bereich zweckmäßigerweise aus einem Material mit gummielastischen Eigenschaften.

[0036] Die zylindrische Dichtfläche 35 hat axial einen vorderen Endbereich 44, der im nicht in dem Dichtungsring 33 eingetauchten Zustand des Absperrkörpers 28 dem Dichtungsring 33 zugewandt ist. Ferner hat die Dichtfläche 35 einen bezüglich des vorderen Endbereiches 44 axial näher am Kolben 6 liegenden rückwärtigen Endbereich 46. In der Dämpfungsphase taucht der Absperrkörper 28 mit dem vorderen Endbereich 44 der Dichtfläche 35 voraus in den Dichtungsring 33 ein, wobei der Dichtungsring 33 an der Dichtfläche 35 unter Beibehaltung des Dichtkontaktes entlanggleitet, bis die Kolbenendlage erreicht ist. In dieser Kolbenendlage beschränkt sich der Kontaktbereich zwischen dem Dichtungsring 33 und der Dichtfläche 35 auf einen als Endlagenabschnitt 45 bezeichneten Längenabschnitt der Dichtfläche 35 in dem rückwärtigen Endbereich 46. Dieser Endlagenabschnitt 45 schließt sich zweckmäßigerweise axial unmittelbar an den Kolben 6 an.

[0037] Exemplarisch ist der Absperrkörper 28 bei beiden Endlagendämpfungseinrichtungen 32 hülsenförmig ausgebildet und sitzt coaxial auf der ihn durchsetzenden Kolbenstange 18a. Nicht weiter illustrierte Befestigungsmaßnahmen sorgen für eine axial unbewegliche Fixierung bezüglich des Kolbens 6. Insbesondere auf der der Kolbenstange abgewandten Seite des Kolbens 6 kann der Absperrkörper 28 auch aus Vollmaterial und insgesamt kolbenförmig ausgebildet sein. Der Absperrkörper 28 kann auch ein einstückiger Bestandteil der Kolbenstange 18a sein.

[0038] Aufgrund der identischen Ausgestaltung der Endlagendämpfungseinrichtungen 32 beschränkt sich die diesbezügliche weitere Detailbeschreibung auf die der ersten Teilkammer 7 zugeordnete Endlagendämp-

fungseinrichtung 32. Die diesbezüglichen Ausführungen gelten entsprechend für die zweite Endlagendämpfungseinrichtung 32. Ein nicht illustriertes Ausführungsbeispiel der Lineareinheit 1 ist mit nur einer Endlagendämpfungseinrichtung 32 ausgestattet, sodass nur bei einer Bewegungsrichtung der Arbeitseinheit 2 eine Endlagendämpfung stattfindet.

[0039] Um ein problemloses Eintauchen in den Dichtungsring 33 zu gewährleisten, ist der Absperrkörper 28 am vorderen Endbereich 44 der Dichtfläche 35 zweckmäßigerweise abgerundet oder sich konisch verjüngend gestaltet, was auf das Ausführungsbeispiel zutrifft.

[0040] Zu der Endlagendämpfungseinrichtung 32 gehört als wesentlicher Bestandteil auch eine vertieft in die Dichtfläche 35 eingelassene Dämpfungsnutanordnung 36, die sich in der Längsrichtung der Dichtfläche 35 erstreckt. Die zylindrische Dichtfläche 35 hat eine mit der Längsachse 26 zusammenfallende Längsachse 37, deren Achsrichtung die Längsrichtung der Dichtfläche 35 definiert. Die Dichtfläche 35 hat ferner eine durch einen Doppelpfeil angedeutete Umfangsrichtung 38, bei der es sich um die Richtung rings um die Längsachse 37 herum handelt.

[0041] Die Dämpfungsnutanordnung 36 setzt sich aus einer Mehrzahl von in die Dichtfläche 35 eingelassenen nutartigen Vertiefungen zusammen, die aufgrund ihrer Funktionalität als Dämpfungsnoten 47 bezeichnet werden. Bevorzugt handelt es sich dabei um unterschiedlich gestaltete Arten von Dämpfungsnoten 47, unter denen sich bevorzugt mindestens eine variable Dämpfungsnot 47a und mindestens eine konstante Dämpfungsnot 47b befindet. Weiterhin ist optional eine als kurze Dämpfungsnot 47c bezeichnete Dämpfungsnot 47 vorhanden, deren Präsenz sich ausschließlich auf den vorderen Endbereich 44 der Dichtfläche 35 beschränkt und deren Längserstreckung auf diesen vorderen Endbereich 44 begrenzt ist.

[0042] Jede Dämpfungsnot 47 hat einen Nutquerschnitt, der in einer zu der Längsachse 37 rechtwinkligen Ebene liegt. Die Summe der derart liegenden Nutquerschnitte sämtlicher Dämpfungsnoten 47 definiert den gesamten Querschnitt der Dämpfungsnutanordnung 36, der als Nutanordnungsquerschnitt bezeichnet sei. Bei Verwendung der Ausdrücke Nutquerschnitt und Nutanordnungsquerschnitt ist bei dem Wortbestandteil "Querschnitt" die Querschnittsfläche gemeint.

[0043] Ist der Absperrkörper 28 in den Dichtungsring 33 eingetaucht, wird der dem aus der betreffenden Teilkammer 7 oder 8 verdrängten Antriebsfluid zur Verfügung stehende Abströmquerschnitt durch denjenigen Nutanordnungsquerschnitt bestimmt, der an derjenigen Längsposition der Dichtfläche 35 gemessen wird, an der sich der Dichtungsring 33 befindet. Der Dichtungsring 33 liegt nur an der Dichtfläche 35 an, während er die Dämpfungsnoten 47 lediglich überbrückt und nicht oder nur geringfügig in die Dämpfungsnoten 47 eintaucht. Das verdrängte Arbeitsfluid kann folglich während der Dämpfungsphase nur gedrosselt abströmen, sodass in der zu-

geordneten Teilkammer 7, 8 ein Druckaufbau stattfindet, der eine der Bewegungsrichtung der Arbeitseinheit 2 entgegengesetzte Bremskraft auf den Kolben 6 ausübt und dadurch die Arbeitsbewegung 4 bis zum Stillstand abbremsst.

[0044] Eine Besonderheit der Dämpfungsnutanordnung 36 besteht darin, dass sich ihr Nutanordnungsquerschnitt über die axiale Länge der Dichtfläche 35 hinweg verändert. Dabei ist die Auslegung so getroffen, dass der Nutanordnungsquerschnitt beginnend am vorderen Endbereich 44 bis zu dem rückwärtigen Endbereich 46 tendenziell abnimmt, was in dem Diagramm der Figur 6 durch eine nivellierte Querschnittsverlaufslinie 48 verdeutlicht ist. Die Querschnittsverringerung ist insgesamt jedoch nicht kontinuierlich, sondern zeichnet sich durch einen Berg- und Talverlauf aus, bei dem sich Längenabschnitte mit minimalem Nutanordnungsquerschnitt und Längenabschnitte mit maximalem Nutanordnungsquerschnitt abwechseln. Dabei nehmen die Querschnittsflächen der maximalen Nutanordnungsquerschnitte in Richtung zum rückwärtigen Endbereich 46 der Dichtfläche 35 tendenziell ab, was bevorzugt auch für die minimalen Nutanordnungsquerschnitte gilt.

[0045] In der Zeichnung sind die einen minimalen Nutanordnungsquerschnitt aufweisenden Längenabschnitte der Dämpfungsnutanordnung 36 mit Bezugsziffer 52 identifiziert und im Folgenden zur Vereinfachung auch als Minimal-Längenabschnitte 52 bezeichnet. Analog sind in der Zeichnung die einen maximalen Nutanordnungsquerschnitt aufweisenden Längenabschnitte der Dämpfungsnutanordnung 36 mit Bezugsziffer 53 identifiziert und im Folgenden zur Vereinfachung auch als Maximal-Längenabschnitte 53 bezeichnet.

[0046] Die Minimal-Längenabschnitte 52 und Maximal-Längenabschnitte 53 sind axial aufeinanderfolgend angeordnet und gehen zweckmäßigerweise kontinuierlich ineinander über. Insgesamt verfügt die Dämpfungsnutanordnung 36 über mindestens zwei und bevorzugt über mehr als zwei axial zueinander beabstandete Minimal-Längenabschnitte 52 und außerdem zusätzlich über mindestens zwei und bevorzugt mehr als zwei axial zueinander beabstandete Maximal-Längenabschnitte 53.

[0047] Fährt der Absperrkörper 28 in den Dichtungsring 33 ein, ergibt sich folglich bei der dann stattfindenden Dämpfungsphase der Arbeitsbewegung 4 eine aufeinanderfolgende Freigabe unterschiedlich großer Nutanordnungsquerschnitte, sodass sich Phasen stärkerer Dämpfung mit Phasen geringerer Dämpfung abwechseln. Wie sich gezeigt hat, wird dadurch in einem sehr großen Masse- und Geschwindigkeitsbereich der sich bewegenden Arbeitseinheit 2 ein harmonisches, aperiodisches Dämpfungsverhalten der Endlagendämpfung erzielt.

[0048] Der in der Längsrichtung der Dichtfläche 35 variierende Nutanordnungsquerschnitt resultiert bevorzugt aus den entsprechend gestalteten variablen Dämpfungsnuten 47a. Von diesen variablen Dämpfungsnuten 47a sind mehrere vorhanden, die alle zweckmäßigerweise

ihren vorderen Anfangspunkt in dem vorderen Endbereich 44 der Dichtfläche 35 haben, wobei sie bevorzugt an ihrer Vorderseite stirnseitig offen sind. Bevorzugt erstrecken sich die variablen Dämpfungsnuten 47a an der Vorderseite des Absperrkörpers 28 bis zu dessen dem Kolben 6 abgewandter vorderer axialer Stirnfläche 54.

[0049] Rückseitig enden die variablen Dämpfungsnuten 47a zweckmäßigerweise vor dem Endlagenabschnitt 45. Dadurch wird erreicht, dass spätestens in der Kolbenendlage kein Antriebsfluid mehr in der Lage ist, den Dichtungsring 33 durch eine der variablen Dämpfungsnuten 47a hindurch zu passieren und aus der Arbeitskammer 5 in den zugeordneten Steuerkanal 23, 24 überzutreten.

[0050] Verglichen mit nur einer einzigen variablen Dämpfungsnut 47a hat die Mehrfachanordnung variabler Dämpfungsnuten 47a den Vorteil, dass die im Bereich der Dichtfläche 35 liegenden schlitzzartigen Nutöffnungen relativ schmal sind, was einer Tendenz des Dichtungsringes 33, aufgrund seiner Elastizität in die variablen Dämpfungsnuten 47a einzutauchen, entgegenwirkt. Der jeweils freigegebene Strömungsquerschnitt verteilt sich hier auf sämtliche der mehreren variablen Dämpfungsnuten 47a.

[0051] Die variablen Dämpfungsnuten 47a sind jeweils individuell so gestaltet, dass jede variable Dämpfungsnut 47a in ihrer Längsrichtung in mehrere abwechselnd aufeinanderfolgende und stetig ineinander übergehende Längenabschnitte 55 minimalen Nutquerschnittes und Längenabschnitte 56 maximalen Nutquerschnittes unterteilt ist. Bevorzugt sind die variablen Dämpfungsnuten 47a so platziert, dass jeder Minimal-Längenabschnitt 52 der Dämpfungsnutanordnung 36 durch auf gleicher axialer Höhe liegende Längenabschnitte 55 minimalen Nutquerschnittes und sämtliche Maximal-Längenabschnitte 53 der Dämpfungsnutanordnung 36 durch auf gleicher axialer Höhe liegende Längenabschnitte 56 maximalen Nutquerschnittes sämtlicher variablen Dämpfungsnuten 47a definiert sind.

[0052] Bevorzugt enthält die Dämpfungsnutanordnung 36 zusätzlich zu den variablen Dämpfungsnuten 47a mindestens eine und bevorzugt genau eine konstante Dämpfungsnut 47b, die sich linear in Achsrichtung der Längsachse 37 erstreckt und über ihre Nutlänge hinweg einen gleichbleibenden Nutquerschnitt aufweist. Anders als die variablen Dämpfungsnuten 47a verläuft diese konstante Dämpfungsnut 47b auch über den Endlagenabschnitt 45 der Dichtfläche 35 hinweg und endet erst axial nach diesem Endlagenabschnitt 45. Exemplarisch erstreckt sie sich bis hin zum Kolben 6. Diese Ausgestaltung hat den Vorteil, dass die konstante Dämpfungsnut 47b in jeder Phase des Dämpfungshubes und bis einschließlich zum Erreichen der Kolbenendlage für einen Fluidübertritt zwischen der Arbeitskammer 5 und dem zugeordneten Steuerkanal 23, 24 zur Verfügung steht. Dadurch ist gewährleistet, dass die Kolbenendlage mit sehr geringer Geschwindigkeit auch dann noch zuverlässig erreicht wird, wenn die variablen Dämpfungsnuten

47a bereits aus dem Dichtungsring 33 herausgetreten sind.

[0053] Die konstante Dämpfungsnut 47b ist zweckmäßigerweise am vorderen Endbereich 44 der Dichtfläche 35 stirnseitig offen. Sie erstreckt sich parallel neben den mehreren variablen Dämpfungsnuten 47a, die sie allerdings an der Rückseite überragt, um auch den Endlagenabschnitt 45 axial zu durchsetzen. Als besonders vorteilhaft hat sich eine V-förmige Querschnittsform der konstanten Dämpfungsnut 47b erwiesen.

[0054] Zweckmäßigerweise haben die variablen Dämpfungsnuten 47a einen dreieckigen Nutquerschnitt, wobei zwei Seiten des Dreiecks von zwei winkelig zueinander angeordneten ersten und zweiten Nutflanken 57, 58 definiert sind, während die dritte Seite des Dreiecks von der schlitzzartigen Nutöffnung im Bereich der Dichtfläche 35 gebildet ist. Die beiden Nutflanken 57, 58 sind, im Querschnitt rechtwinkelig zu der Längsachse 37 betrachtet, in einem stumpfen Winkel zueinander angeordnet, der zweckmäßigerweise nur geringfügig größer als 90° ist. Dies gilt für jede Stelle entlang der Längserstreckung einer jeweiligen variablen Dämpfungsnut 47a.

[0055] Die erste Nutflanke 57 verläuft in der Achsrichtung der Längsachse 37 rein linear in einer als Nutflankenebene 62 bezeichneten Ebene. Diese Nutflankenebene 62 ist bevorzugt geringfügig geneigt zu einer Referenz-Radialebene 63 ausgerichtet, die die zentrale Längsachse 37 der Dichtfläche 35 enthält. Bevorzugt ist die Nutflankenebene 62 der ersten Nutflanke 57 jeder variablen Dämpfungsnut 47a in dieser Weise angeordnet, was auf das illustrierte Ausführungsbeispiel zutrifft. Die Neigung der Nutflankenebene 62 bezüglich der Referenz-Radialebene 63 ist aufgrund ihrer Geringfügigkeit in der Zeichnung nicht ersichtlich. Die Nutflankenebene 62 ist so geneigt, dass ihr Abstand von der Referenz-Radialebene 63 mit zunehmender Annäherung an eine weiter unten erwähnte weitere Radialebene 66 größer wird.

[0056] Die zweite Nutflanke 58 hat in der Längsrichtung der Dichtfläche 35 einen nichtlinearen, zick-zackförmigen oder wellenförmigen Längsverlauf mit stetig ineinander übergehenden Talabschnitten 65 und Kammabschnitten 64. Die Kammabschnitte 64 definieren die Längenabschnitte 55 minimalen Nutquerschnittes und die Talabschnitte 65 definieren die Längenabschnitte 56 maximalen Nutquerschnittes. Zwischen den einzelnen Kammabschnitten 64 und Talabschnitten 65 hat die zweite Nutflanke 58 beim Ausführungsbeispiel jeweils eine lineare, ebene Erstreckung, sodass sich ein zick-zackförmiger Längsverlauf ergibt. Diese Längenabschnitte können aber auch zumindest teilweise gewölbt sein, sodass sich ein wellenförmiger Längsverlauf ergibt.

[0057] Die Kante, mit der die erste Nutflanke 57 in die Dichtfläche 35 übergeht, hat bevorzugt eine lineare Erstreckung. Hiervon unterscheidet sich der Längsverlauf der zwischen der zweiten Nutflanke 58 und der Dichtfläche 35 vorhandenen Übergangskante, die entsprechend dem Längsverlauf der zweiten Nutflanke 58 zick-zack-

förmig oder wellenförmig verläuft.

[0058] Die Dämpfungsnuten 47 sind in der Umfangsrichtung 38 mit Abstand verteilt zueinander in der Dichtfläche 35 ausgebildet. Bevorzugt liegen die variablen Dämpfungsnuten 47a in spiegelsymmetrischer Anordnung beidseits der Referenz-Radialebene 63. Die variablen Dämpfungsnuten 47a sind bevorzugt in zwei Dichtflächenabschnitte unterteilt, die jeweils 180° des Umfangs der Dichtfläche 35 einnehmen und die zur besseren Unterscheidung als erster Dichtflächenabschnitt 35a und als zweiter Dichtflächenabschnitt 35b bezeichnet seien. Die beiden Dichtflächenabschnitte 35a, 35b liegen auf entgegengesetzten Seiten einer zu der Referenz-Radialebene 63 senkrechten, weiter oben schon angesprochenen weiteren Radialebene 66, die wiederum auch die Längsachse 37 der Dichtfläche 35 beinhaltet. Exemplarisch sind jeweils vier variable Dämpfungsnuten 47a in den beiden Dichtflächenabschnitten 35a, 35b platziert, und zwar jeweils zwei dieser vier variablen Dämpfungsnuten 47a auf entgegengesetzten Seiten der Referenz-Radialebene 63.

[0059] Während die ersten Nutflanken 57 von der Referenz-Radialebene 63 wegweisen, weisen die zweiten Nutflanken 58 jeweils von der weiteren Radialebene 66 weg.

[0060] Aufgrund der beschriebenen Querschnittsgestaltung und Ausrichtung der variablen Dämpfungsnuten 47a, lässt sich die Dämpfungsnutanordnung 36 sehr einfach durch Urformen mittels eines Formgebungswerkzeuges erzeugen, das über zwei in der weiteren Radialebene 66 geteilte Werkzeughälften verfügt. Die Entformungsrichtung ist hierbei rechtwinkelig zu der weiteren Radialebene 66 orientiert.

[0061] Die bevorzugt einzige konstante Dämpfungsnut 47b ist zweckmäßigerweise in dem ersten Dichtflächenabschnitt 35a und auf der Referenz-Radialebene 63 liegend angeordnet.

[0062] Die weiter oben schon angesprochene kurze Dämpfungsnut 47c befindet sich vorzugsweise im zweiten Dichtflächenabschnitt 35b und dort ebenfalls auf der Referenz-Radialebene 63. Sie befindet sich somit in einem Umfangsbereich der Dichtfläche 35, der diametral zu dem die konstante Dämpfungsnut 47b enthaltenden Umfangsbereich platziert ist.

[0063] Bei einem nicht gezeigten Ausführungsbeispiel befindet sich die mit der Dämpfungsnutanordnung 36 ausgestattete Dichtfläche 35 an der Innenumfangsfläche des Steuerkanals 23, 24, während der Dichtungsring 33 am Absperrkörper 28 angeordnet ist und die Arbeitsbewegung 4 mitmacht.

Patentansprüche

1. Fluidbetätigte Lineareinheit, mit einem in einer Arbeitskammer (5) eines Gehäuses (3) linear verschiebbar angeordneten Kolben (6) und mit mindestens einer Endlagendämpfungseinrichtung (32) zur

- Endlagendämpfung des Kolbens (6), die einen mit dem Kolben (6) bewegungsgekoppelten Absperrkörper (28) und einen axial gegenüberliegend des Absperrkörpers (28) an einer gehäusefesten Abschlusswand (15, 16) mit einer Steuermündung (20) in die Arbeitskammer (5) einmündenden fluidischen Steuerkanal (23, 24) enthalten, wobei an der Abschlusswand (15, 16) oder an dem Absperrkörper (28) ein zur Steuermündung (20) des Steuerkanals (23, 24) koaxialer Dichtungsring (33) angeordnet ist, der an einer am Außenumfang des Absperrkörpers (28) beziehungsweise am Innenumfang des Steuerkanals (23, 24) ausgebildeten zylindrischen Dichtfläche (35) dichtend abgleitet, wenn der Absperrkörper (28) bei Annäherung des Kolbens (6) an eine Kolbenendlage durch die Steuermündung (20) hindurch in den Steuerkanal (23, 24) eintaucht, wobei in die Dichtfläche (35) eine axial verlaufende Dämpfungsnutanordnung (36) eingelassen ist, deren Nutanordnungsquerschnitt sich über ihre axiale Länge hinweg verändert, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Dämpfungsnutanordnung (36) über mehrere abwechselnd aufeinanderfolgende und axial ineinander übergehende Längenabschnitte (52, 53) mit einem minimalen und einem maximalen Nutanordnungsquerschnitt verfügt, sodass sich der Nutanordnungsquerschnitt der Dämpfungsnutanordnung (36) in der Längsrichtung (37) der Dichtfläche (35) abwechselnd verringert und vergrößert, wobei die Dämpfungsnutanordnung (36) mindestens zwei axial zueinander beabstandete Längenabschnitte (52) mit jeweils einem minimalen Nutanordnungsquerschnitt und mindestens zwei axial zueinander beabstandete Längenabschnitte (53) mit jeweils einem maximalen Nutanordnungsquerschnitt aufweist.
2. Fluidbetätigte Lineareinheit nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Dichtfläche (35) einen dem Dichtungsring (33) zugewandten vorderen Endbereich (44) und einen diesbezüglich axial entgegengesetzten rückwärtigen Endbereich (46) aufweist, wobei der rückwärtige Endbereich (46) einen Endlagenabschnitt (45) definiert, an dem der Dichtungsring (33) dichtend anliegt, wenn der Kolben (6) die Kolbenendlage erreicht hat.
 3. Fluidbetätigte Lineareinheit nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Dämpfungsnutanordnung (36) mindestens eine einen sich über ihre Nutlänge hinweg verändernden Nutquerschnitt aufweisende variable Dämpfungsnut (47a) enthält, die über mehrere abwechselnd aufeinanderfolgende und axial ineinander übergehende Längenabschnitte (52, 53) mit minimalem und maximalem Nutquerschnitt verfügt.
 4. Fluidbetätigte Lineareinheit nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Dämpfungsnutanordnung (36) mehrere in ihrem Nutquerschnitt variable Dämpfungsnuten (47a) enthält, die in der Umfangsrichtung über den Umfang der Dichtfläche (35) verteilt sind und die jeweils über mehrere in der Längsrichtung abwechselnd aufeinanderfolgende und axial ineinander übergehende Längenabschnitte (55, 56) mit einem minimalen und einem maximalen Nutquerschnitt verfügen.
 5. Fluidbetätigte Lineareinheit nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die variablen Dämpfungsnuten (47a) untereinander die gleiche Länge aufweisen.
 6. Fluidbetätigte Lineareinheit nach Anspruch 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** mehrere oder sämtliche variablen Dämpfungsnuten (47a) so platziert sind, dass ihre Längenabschnitte (52) mit minimalem Nutquerschnitt und ihre Längenabschnitte (53) mit maximalem Nutquerschnitt zumindest im Wesentlichen auf gleicher axialer Höhe liegen.
 7. Fluidbetätigte Lineareinheit nach einem der Ansprüche 3 bis 6 in Verbindung mit Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** jede variable Dämpfungsnut (47a) axial vor dem Endlagenabschnitt (45) endet, derart, dass jede variable Dämpfungsnut (47a) ihre Wirkung verliert, bevor der Kolben (6) in der Kolbenendlage angelangt ist.
 8. Fluidbetätigte Lineareinheit nach einem der Ansprüche 3 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens eine oder jede variable Dämpfungsnut (47a) einen dreieckigen Nutquerschnitt hat und zwei winkelig zueinander angeordnete erste und zweite Nutflanken (57, 58) aufweist, wobei die erste Nutflanke (57) in einer Nutflankenebene (62) verläuft, die zumindest geringfügig geneigt zu einer die zentrale Längsachse (37) der zylindrischen Dichtfläche (35) enthaltenden Referenz-Radialebene (63) ausgerichtet ist, während die zweite Nutflanke (58) einen zick-zack-förmigen oder wellenförmigen Längsverlauf hat und über stetig ineinander übergehende Tal- und Kammabschnitte (65, 64) verfügt, durch die die Längenabschnitte (52, 53) mit minimalem und maximalem Nutquerschnitt definiert sind.
 9. Fluidbetätigte Lineareinheit nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Nutflankenebenen (62) der ersten Nutflanken (57) mehrerer oder sämtlicher der über einen dreieckigen Nutquerschnitt verfügenden variablen Dämpfungsnuten (47a) parallel zueinander verlaufen.
 10. Fluidbetätigte Lineareinheit nach Anspruch 8 oder 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** in den beiden auf einander entgegengesetzten Seiten einer zu der Referenz-Radialebene (63) senkrechten weiteren

Radialebene (66) liegenden Dichtflächenabschnitten (35a, 35b) der Dichtfläche (35) in zu der Referenz-Radialebene (63) symmetrischer Verteilung jeweils mehrere der über einen dreieckigen Nutquerschnitt verfügenden variablen Dämpfungsnoten (47a) ausgebildet sind. 5

11. Fluidbetätigte Lineareinheit nach einem der Ansprüche 3 bis 10 in Verbindung mit Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Dämpfungsnotenordnung (36) zusätzlich zu der mindestens einen variablen Dämpfungsnut (47a) mindestens eine ebenfalls axial verlaufende, einen über ihre wirksame Nutlänge hinweg gleichbleibenden Nutquerschnitt aufweisende konstante Dämpfungsnut (47b) enthält, die sich mit wenigstens einer oder jeder variablen Dämpfungsnut (47a) axial überlappt und die rückseitig zu einem Bereich offen ist, der axial nach dem Endlagenabschnitt (45) der Dichtfläche (35) liegt, derart, dass die mindestens eine konstante Dämpfungsnut (47b) einen Fluidübertritt zwischen Arbeitskammer (5) und Steuerkanal (23, 24) bis zum Erreichen der Kolbenendlage ermöglicht, wobei die konstante Dämpfungsnut (47b) am vorderen Endbereich (44) der Dichtfläche (35) zweckmäßigerweise stirnseitig offen ist. 10
15
20
25
12. Fluidbetätigte Lineareinheit nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Dämpfungsnotenordnung (36) eine in einem der konstanten Dämpfungsnut (47b) diametral entgegengesetzten Bereich der Dichtfläche (35) ausgebildete kurze Dämpfungsnut (47c) aufweist, deren Längserstreckung auf den vorderen Endbereich (44) der Dichtfläche (35) begrenzt ist. 30
35
13. Fluidbetätigte Lineareinheit nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Endlagendämpfungseinrichtung (32) zweifach vorhanden ist, um bei beiden möglichen Bewegungsrichtungen des Kolbens (6) dessen Endlagendämpfung hervorzurufen. 40
14. Fluidbetätigte Lineareinheit nach einem der Ansprüche 1 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Absperrkörper (28) kolbenförmig oder hülsenförmig ausgebildet ist und axial vom Kolben (6) wegragt. 45
15. Fluidbetätigte Lineareinheit nach einem der Ansprüche 1 bis 14, **gekennzeichnet durch** eine Ausgestaltung als mit Druckluft betriebene pneumatische Lineareinheit und/oder **durch** eine Ausgestaltung als Linearantrieb, bei dem der Kolben (6) **durch** Fluidbeaufschlagung in Richtung seiner Kolbenendlage verfahrbar ist. 50
55

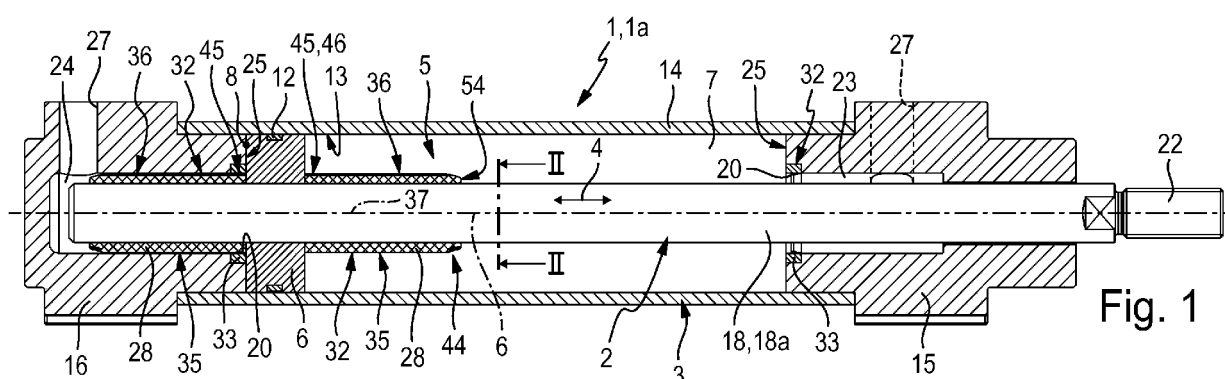


Fig. 1

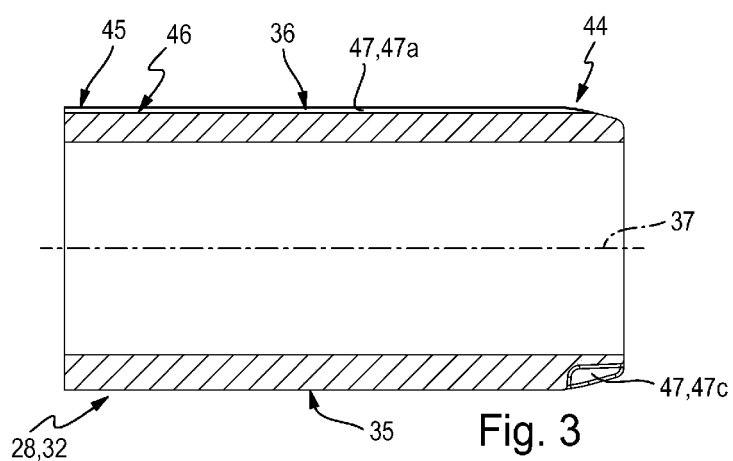
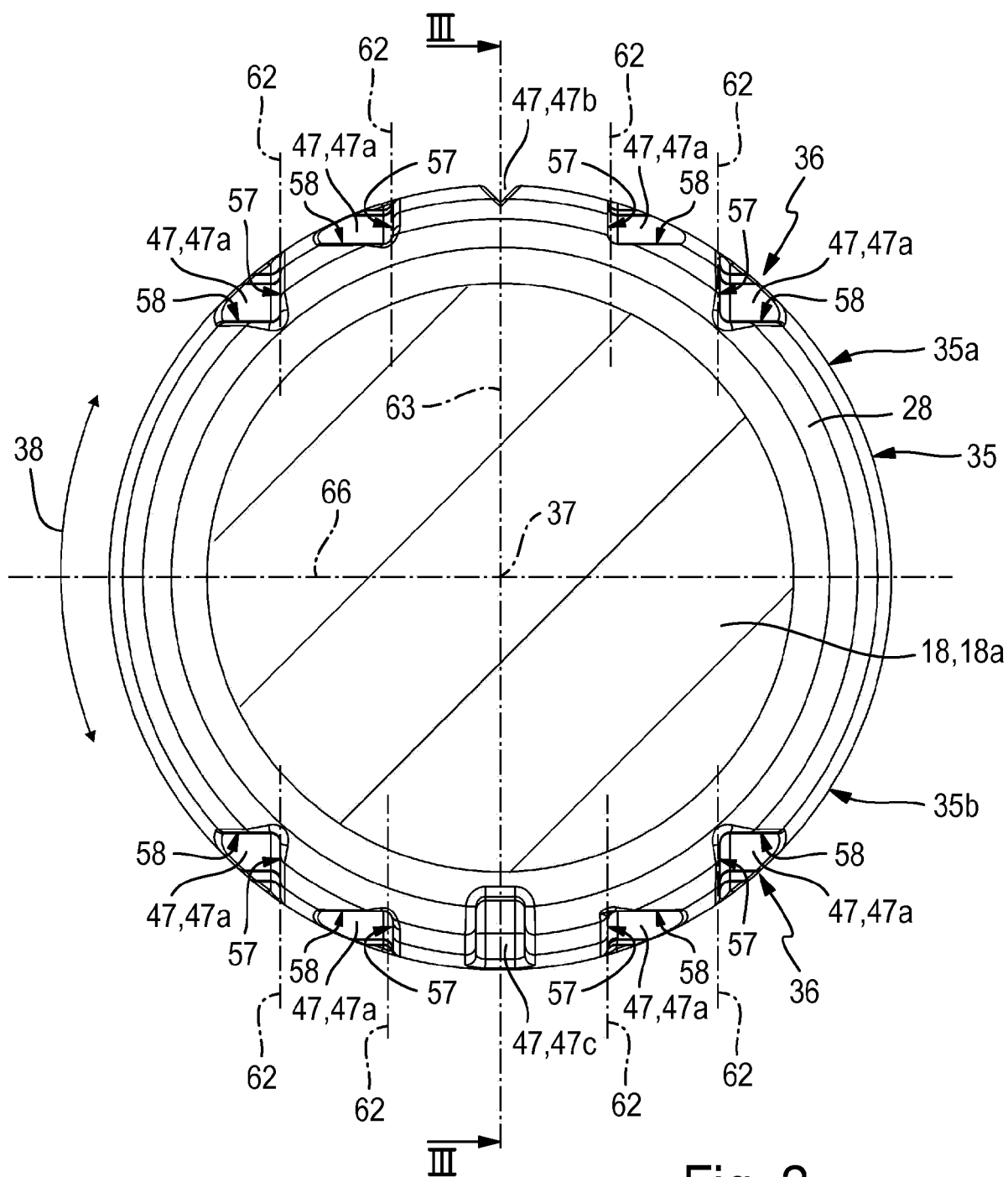


Fig. 3



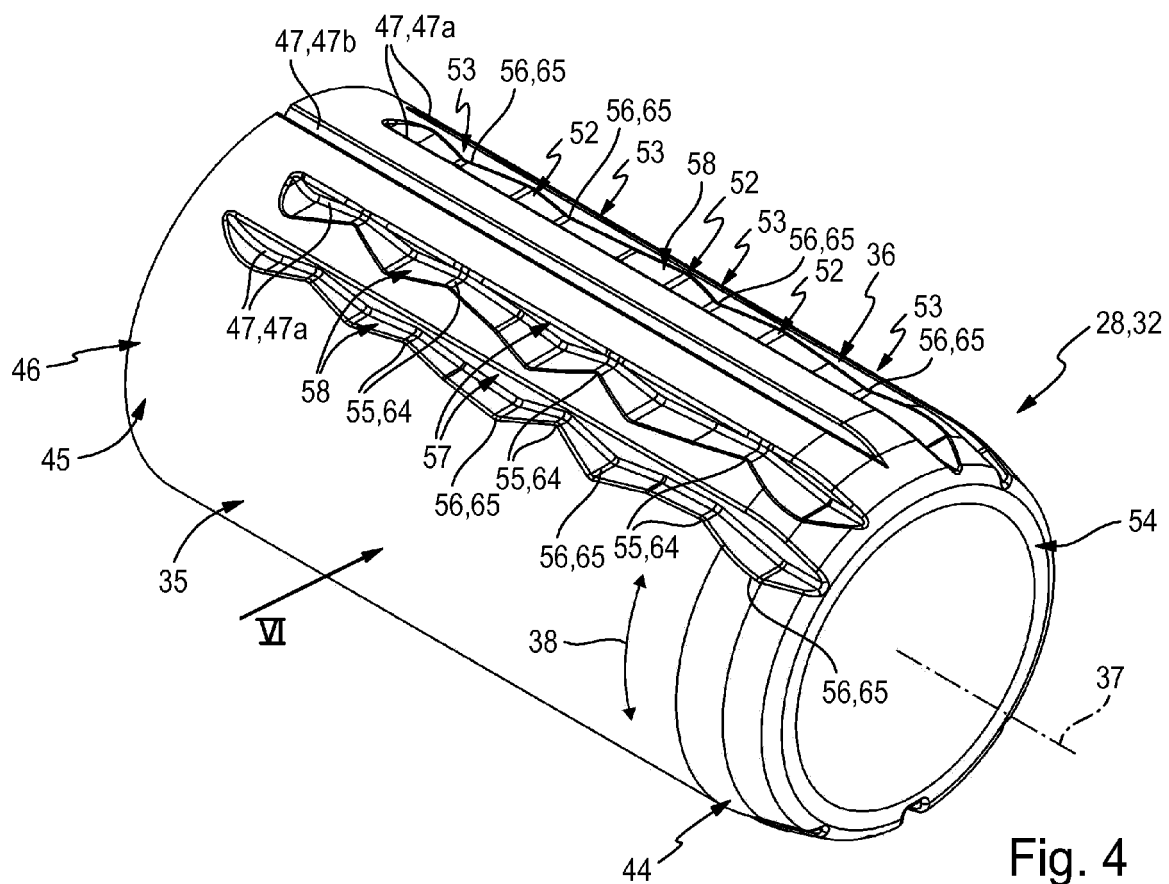


Fig. 4

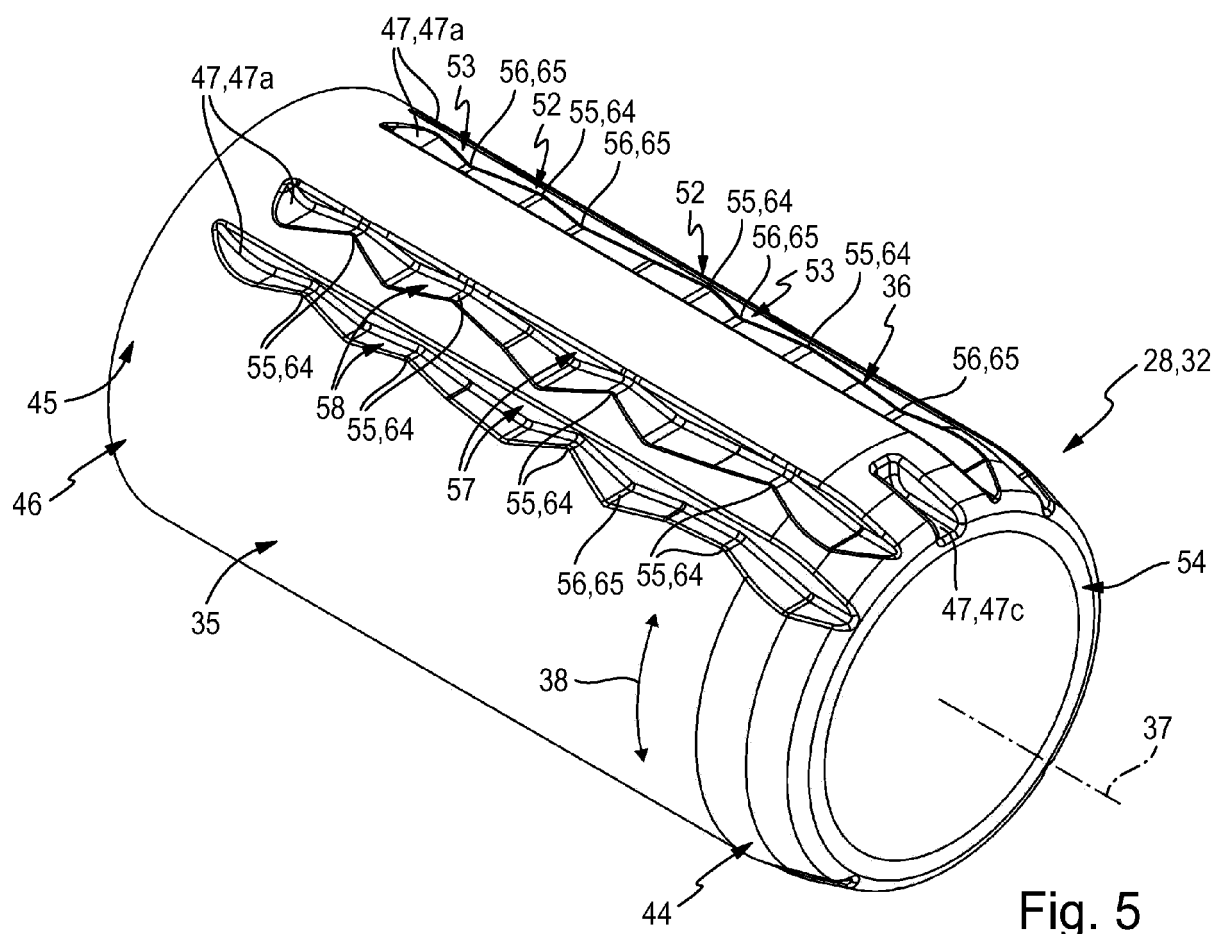


Fig. 5

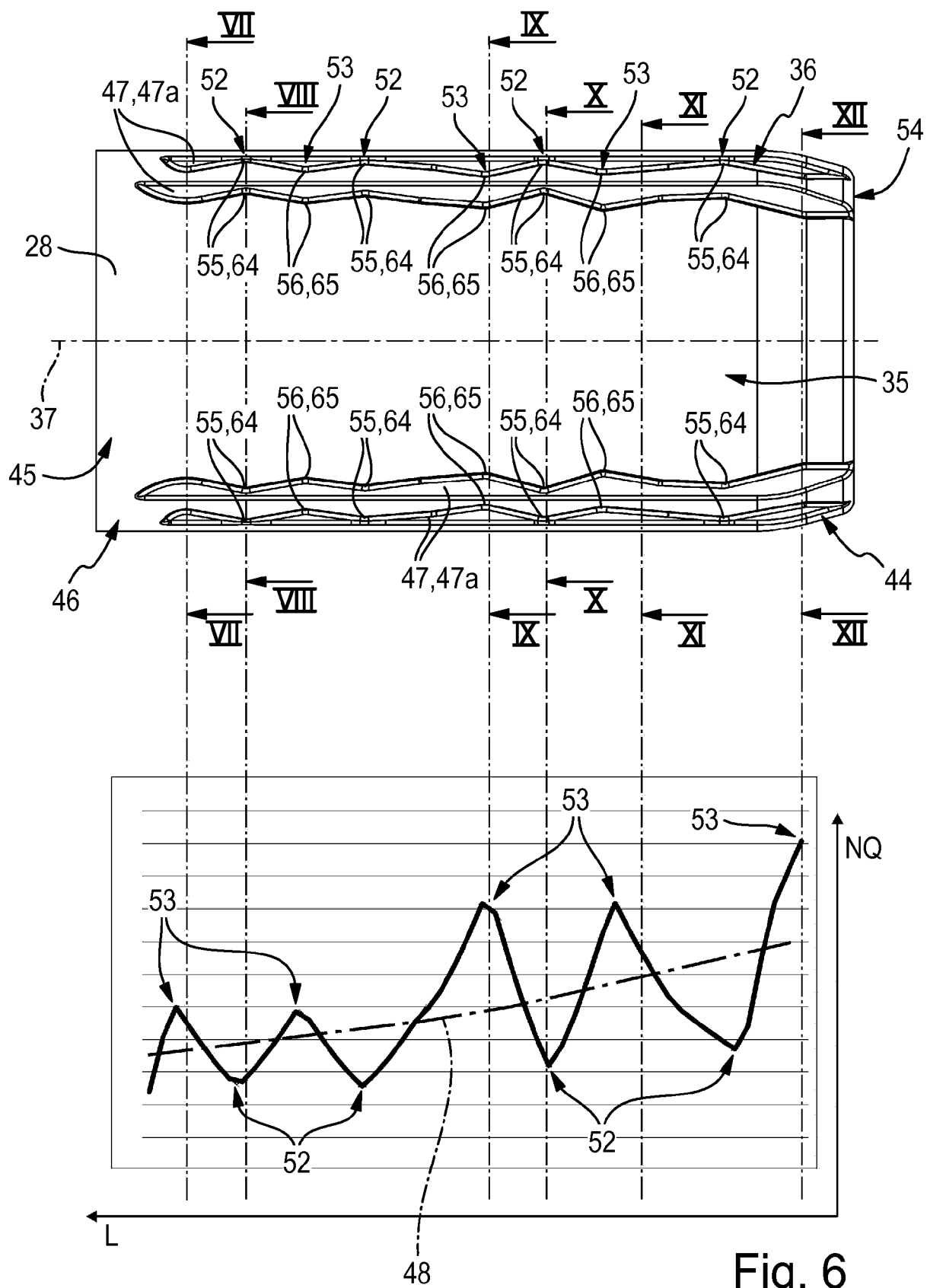
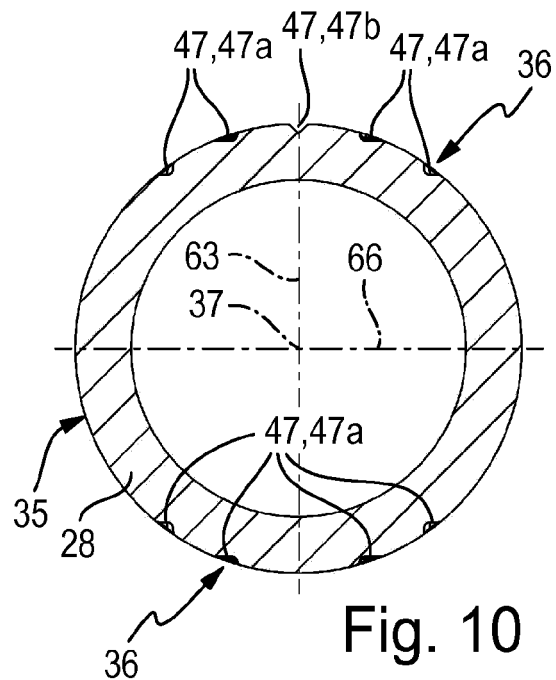
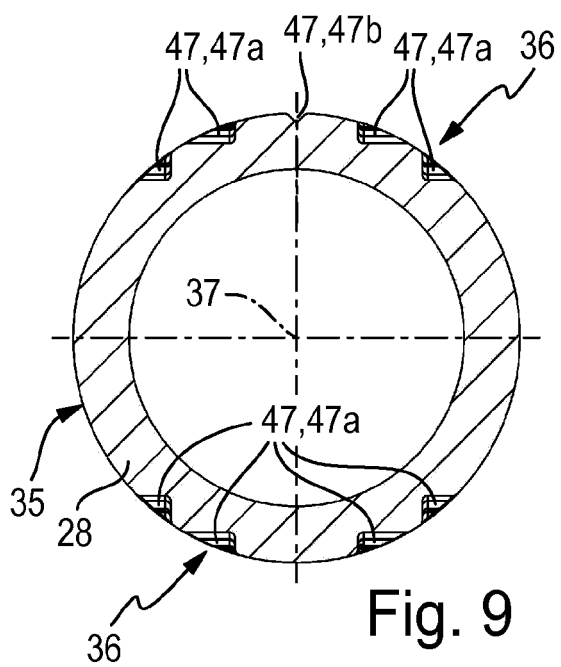
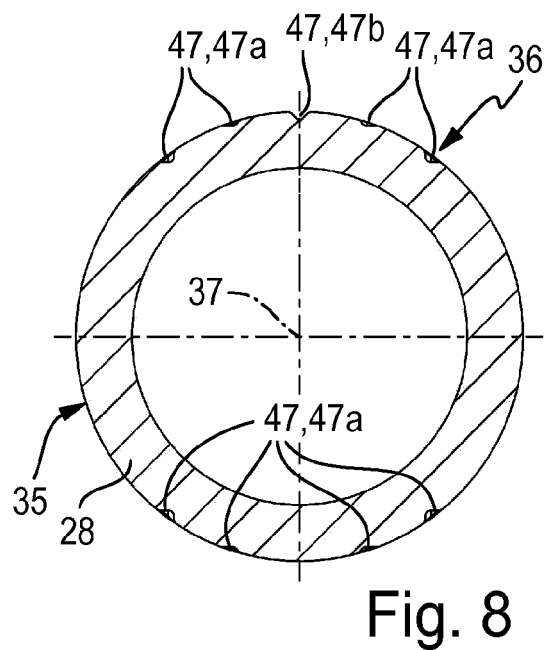
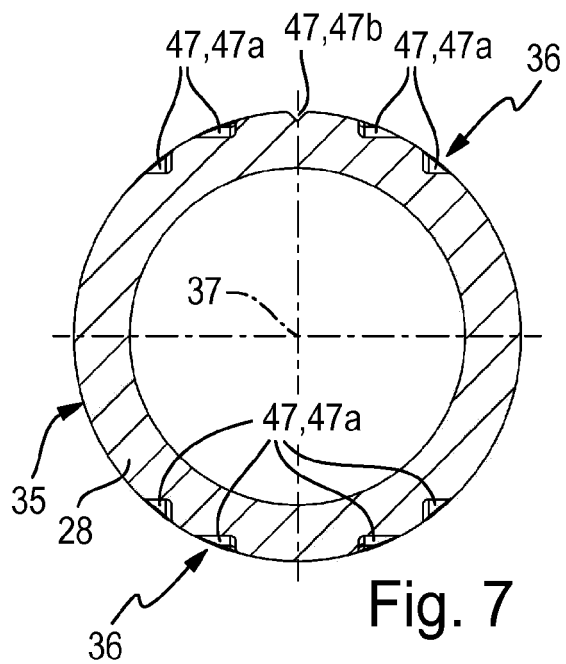
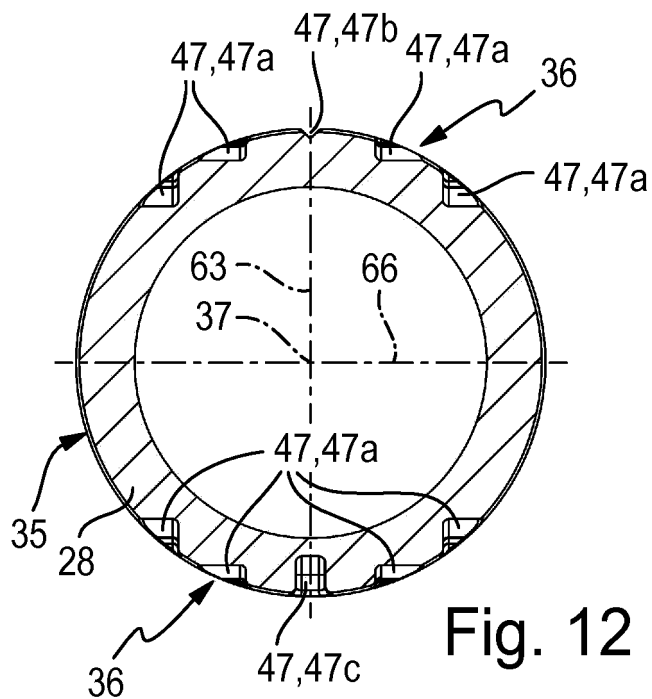
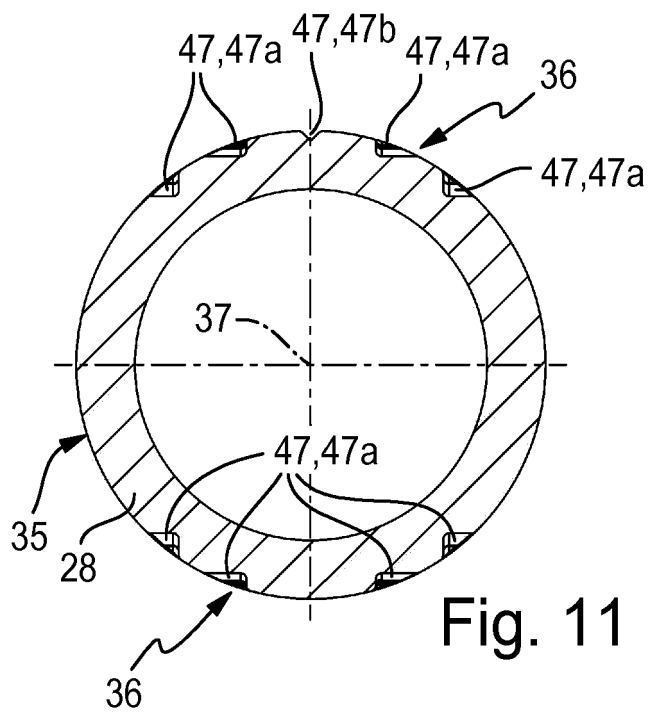


Fig. 6







EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 15 4923

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)
A,D	EP 2 047 116 A1 (FESTO AG & CO KG [DE]) 15. April 2009 (2009-04-15) * Absätze [0052] - [0062] *	1-15	INV. F15B15/22
A	US 4 064 788 A (RICH BELDON LEE ET AL) 27. Dezember 1977 (1977-12-27) * Spalte 2, Zeilen 4-62 *	1	
A	DE 198 36 422 A1 (MANNESMANN REXROTH AG [DE]) 24. Februar 2000 (2000-02-24) * Spalte 3, Zeile 31 - Spalte 4, Zeile 14 *	1	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F15B
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 20. Juli 2016	Prüfer Toffolo, Olivier
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 : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, 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 03.92 (P04C03)

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

EP 16 15 4923

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.

20-07-2016

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 2047116 A1	15-04-2009	CN 101365886 A	11-02-2009
		EP 2047116 A1	15-04-2009
		WO 2008083717 A1	17-07-2008
US 4064788 A	27-12-1977	KEINE	
DE 19836422 A1	24-02-2000	DE 19836422 A1	24-02-2000
		EP 1105651 A1	13-06-2001
		US 6481331 B1	19-11-2002
		WO 0009891 A2	24-02-2000

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

- EP 2047116 B1 [0002]
- EP 1845269 A1 [0003]