



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**09.11.2005 Patentblatt 2005/45**

(51) Int Cl.7: **F04B 1/04**

(21) Anmeldenummer: **05103700.0**

(22) Anmeldetag: **03.05.2005**

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

(71) Anmelder: **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT  
80333 München (DE)**

(72) Erfinder:  
• **Arnold, Bernhard  
97849, Roden- Ansbach (DE)**  
• **Gerhard, Thomas  
97204, Höchberg (DE)**

(30) Priorität: **06.05.2004 DE 102004022431**

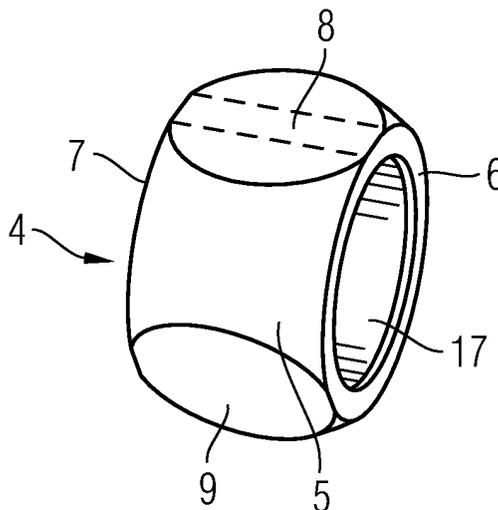
(54) **Radialkolbenpumpe mit Hubring**

(57) Die Erfindung betrifft eine Radialkolbenpumpe, insbesondere eine Radialkolbenhochdruckpumpe für ein Kraftstoffeinspritzsystem, mit einer in einem Pumpengehäuse (1) gelagerten Antriebswelle (2), die einen exzentrischen Wellenabschnitt (3) aufweist, auf dem ein Hubring (4), umfassend eine Außenumfangsfläche (5) sowie zwei Außenseiten (6, 7) gleitend gelagert ist. In der Außenumfangsfläche sind vorzugsweise mehrere Abflachungen (8, 9, 10) ausgebildet, an denen sich je-

weils ein Gleitschuh (11) mit einer Gleitfläche (12) abstützt, der jeweils von einem, bezüglich der Antriebswelle (2) radial angeordneten, Pumpenkolben (13) beaufschlagt ist. Die Außenumfangsfläche (5) des Hubrings (4) weist einen sich über die Breite des Hubrings (4) hinweg, von der Mitte des Hubrings (4) zu jeder seiner Außenseiten (6, 7) hin verjüngenden Umfang auf.

Die Radialkolbenpumpe ist insbesondere für den Einsatz in modernen Common-Rail-Dieseleinspritzsystemen geeignet.

**FIG 4A**



## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Radialkolbenpumpe mit einem Hubring, nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

**[0002]** Eine gattungsgemäße Radialkolbenpumpe ist aus der DE 100 39 210 A1 bekannt. Die Radialkolbenpumpe weist eine Antriebswelle mit einem Exzenterabschnitt auf, die in einem Pumpengehäuse drehbar gelagert ist. Auf dem exzentrischen Wellenabschnitt ist ein Hubring gleitend gelagert. Die Radialkolbenpumpe umfasst drei in einem Abstand von je 120° zueinander angeordnete Pumpeneinheiten. Jede Pumpeneinheit besitzt einen radial im Pumpengehäuse längs bewegbar geführten Pumpenkolben. Die Pumpenkolben liegen jeweils an einem Gleitschuh an der sich am Hubring abstützt. Hierzu weist der Hubring eine der Anzahl der Pumpenkolben entsprechende Zahl von Abflachungen auf. Der Hubring wird bislang aus einem zylindrischen Profil gefertigt an dem die Abflachungen beispielsweise durch Fräsen ausgebildet sind.

**[0003]** Durch das Abstützen der Pumpenkolben bzw. der Gleitschuhe am Hubring wird dieser an einem Mitdrehen mit der Antriebswelle gehindert. Während einer Umdrehung der Antriebswelle führt der Hubring eine Taumelbewegung aus, wobei sich der Hubringaußendurchmesser entlang einer einen Hüllkreis beschreibenden Kurve bewegt. Der Hüllkreis gibt die minimale Spaltweite zwischen dem Hubring und der im Pumpengehäuse ausgebildeten Gehäusebohrung wieder. Dieser minimale Abstand liegt zu einem Zeitpunkt jeweils nur in einem einzigen Punkt vor. Ausgehend von diesem Punkt nimmt die Spaltweite zwischen dem Hubring und der Gehäusebohrung zu und erreicht ihr Maximum auf der gegenüberliegenden Seite des Hubrings. Während der Drehung der Pumpenwelle verändert sich jedoch die Lage des Hubrings und somit auch der Punkt an dem die geringste Spaltweite vorliegt. Aufgrund der sich örtlich veränderlichen Spaltweite zwischen dem Hubring und der Gehäusebohrung entsteht eine Pumpwirkung. Die Fluidströmung innerhalb des Spaltes verursacht dabei Druckpulsationen im Pumpengehäuse.

**[0004]** Hohe Druckpulsationen können die Funktion der Ventile erheblich beeinflussen. Dies kann zu Funktionsstörungen und zu einer deutlich reduzierten Lebensdauer der Radialkolbenpumpe führen.

**[0005]** Um die Fluidströmung sowie die Druckpulsationen möglichst gering zu halten ist es notwendig eine hinreichend große Spaltweite zwischen dem Pumpengehäuse, d.h. der Gehäusebohrung und dem Hubringaußendurchmesser vorzusehen. Die Gehäusebohrung zur Aufnahme der Antriebswelle muss daher stets einige Millimeter größer gefertigt werden als der Hülldurchmesser, der sich durch die Hubringbewegung ergibt.

**[0006]** Aufgabe der Erfindung ist es daher, ausgehend vom Stand der Technik, eine Radialkolbenpumpe mit einem Hubring auszubilden, der bei geringer Spalt-

weite zwischen der Gehäusebohrung und dem Hubringaußendurchmesser eine geringe Druckpulsationen und Fluidströmung bewirkt.

**[0007]** Die Aufgabe wird gelöst durch die Merkmale des unabhängigen Patentanspruchs 1.

**[0008]** Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen gekennzeichnet.

**[0009]** Die erfindungsgemäße Radialkolbenpumpe zeichnet sich dadurch aus, dass die Außenumfangsfläche des Hubrings, außerhalb der Abflachungen, einen sich über die Breite des Hubrings hinweg von der Mitte des Hubrings zu jeder seiner Außenseite hin verjüngenden Umfang aufweist. Durch die sich verjüngenden Außenbereiche entsteht zwischen der Gehäusebohrung und dem Hubring ein vergrößerter Strömungsquerschnitt. Der zusätzliche Strömungsquerschnitt sorgt dafür, dass auch bei einem minimalen Abstand zwischen dem Hubringaußendurchmesser und der Gehäusebohrung stets ein insgesamt ausreichender Zwischenraum vorhanden ist. Durch den vergrößerten Strömungsquerschnitt kann die minimale Spaltweite gegenüber einer Pumpe nach dem Stand der Technik verringert werden, ohne dass die Druckpulsationen und die Fluidströmung im Spalt zunehmen. Bei gleichbleibendem Durchmesser der Gehäusebohrung lässt sich ein Hubring mit maximalem Außendurchmesser verwenden. Aufgrund des vergrößerten Außendurchmessers vergrößern sich auch die Abflachung am Hubring flächenmäßig. Dies führt zu einem geringeren Verschleiß und einer erhöhten Lebensdauer der Gleitfläche und damit des Hubrings.

**[0010]** Eine bevorzugte Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass die Verjüngung des Umfanges des Hubrings bogenförmig verläuft. Der bogenförmige Verlauf der Verjüngung lässt sich einfach, beispielsweise durch Drehen, ausbilden. Der bogenförmige Verlauf ist besonders strömungsgünstig. Hierdurch werden Turbulenzen im Spalt zwischen dem Hubring und der Gehäusebohrung gering gehalten.

**[0011]** In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist die Verjüngung tonnenförmig ausgebildet. Auch die tonnenförmige Ausbildung lässt sich einfach, beispielsweise durch Drehen, ausbilden. Die tonnenförmige Verjüngung zeichnet sich ebenfalls durch ihre strömungsgünstige Form aus.

**[0012]** Eine weitere bevorzugte Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass die Verjüngung polygonal verläuft. Durch den polygonalen Verlauf lässt sich die Verjüngung besonders einfach ausbilden.

**[0013]** Erfindungsgemäß bevorzugt wird die Verjüngung kreisförmig ausgebildet. Zum Ausbilden des Hubrings kann in diesem Fall eine handelsübliche Kugel verwendet werden. Es müssen dann lediglich die Seitenflächen sowie die Abflachungen ausgebildet werden und die Lagerbohrung eingebracht werden.

**[0014]** Die erfindungsgemäße Radialkolbenpumpe zeichnet sich somit durch einen Hubring aus, welcher einen sich, gegenüber Radialkolbenpumpen nach dem

Stand der Technik, über die Breite des Hubrings hinweg, von der Mitte des Hubrings zu jeder seiner Außenseite hin, verjüngenden Umfang aufweist. Durch die Verjüngung ergibt sich zwischen der Gehäusebohrung und dem Hubring ein vergrößerter Strömungsquerschnitt. Hierdurch kann der Hubring, bei gleichbleibendem Durchmesser der Gehäusebohrung, größer ausgebildet werden ohne, dass es zu einer Zunahme der Druckpulsationen kommt. Aufgrund des vergrößerten Außendurchmessers des Hubrings ergibt sich ein vergrößertes Hubvolumen der Pumpenkolben.

**[0015]** Durch die Verwendung eines größeren Hubringes entstehen zusätzlich größere Abflachungen am Hubring. Die größeren Abflachungen ermöglichen eine größere Gleitfläche für den Gleitschuh. In Folge der größeren Gleitfläche nimmt die Lebensdauer der Gleitflächen zu.

**[0016]** Die erfindungsgemäße Radialkolbenpumpe eignet sich insbesondere für den Einsatz bei modernen Common Rail Einspritzsystemen. Moderne Common Rail Einspritzsysteme erzeugen Drücke bis zu 2000 bar. Hierdurch treten extreme Belastungen zwischen den Gleitschuh und dem Hubring auf. Durch die vergrößerte Gleitfläche kann der Hubring diesen Belastungen noch besser standhalten.

**[0017]** Ausführungsbeispiele und weitere Vorteile der Erfindung werden im Folgenden anhand der Zeichnungen erläutert. Es zeigt schematisch:

- Figur 1 eine 3D-Darstellung einer Radialkolbenpumpe in stark vereinfachter Darstellung,  
 Figur 2 eine Detailansicht eines Hubrings wie er in einer Radialkolbenpumpe nach Fig. 1 verwendet wird;  
 Figur 3a und 3b einen Hubring mit einer bogenförmig verlaufenden Verjüngung;  
 Figur 4a und 4b einen Hubring mit einer kreisförmig verlaufenden Verjüngung;  
 Figur 5a und 5b einen Hubring mit einer polygonal verlaufender Verjüngung, und  
 Figur 6a und 6b einen Hubring mit einer tonnenförmig verlaufenden Verjüngung.

**[0018]** Funktionsgleiche Elemente sind nachfolgend figurübergreifend mit den gleichen Bezugszeichen versehen.

**[0019]** Figur 1 zeigt eine 3-D-Ansicht einer Radialkolbenpumpe in stark vereinfachter Darstellung. Die Radialkolbenpumpe besteht im Wesentlichen aus einem Pumpengehäuse 1, einer Antriebswelle 2 sowie mehreren radial angeordneten Pumpeneinheiten 14. Die Pumpeneinheiten 14 sind dabei in einem Winkelabstand von je 120° zueinander angeordnet. Jede der Pumpeneinheiten 14 weist eine Zylinderbohrung auf, in der bewegbar ein Pumpenkolben 13 angeordnet ist. Der Pumpenkolben 13 weist an seinem zur Pumpenwelle 2 gerichteten Ende einen Gleitschuh 11 auf, der sich mit einer

Gleitfläche 12 gegen einen Hubring 4 abstützt. Der Hubring 4 weist hierzu eine der Anzahl der Pumpenkolben 13 entsprechende Zahl von Abflachungen 8, 9, 10 auf. Der Hubring 4 ist auf einem exzentrischen Wellenabschnitt 3 der Antriebswelle 2 gleitend gelagert. Durch die Pumpenkolben 13 wird er an einem Mitdrehen gehindert und führt während der Umdrehung der Antriebswelle 2 eine Taumelbewegung innerhalb der Gehäusebohrung 15 des Pumpengehäuses 1 aus. Aufgrund der Taumelbewegung des Hubrings 4 verändert sich die örtliche Spaltweite  $s$  zwischen der Gehäusebohrung 15 und der Außenumfangsfläche 5 des Hubrings 4 während der Pumpenwellenumdrehung ständig. Der Ort in dem die Spaltweite  $s$  minimal ist, wandert während einer Umdrehung der Pumpenwelle entlang einer gedachten Hüllkurve, welche durch die Taumelbewegung des Hubrings 4 vorgegeben ist. Aufgrund der Spaltraumveränderung kommt es in dem Zwischenraum zwischen dem Hubring 4 und der Gehäusebohrung 15 zu einer Fluidströmung. Hierdurch entstehen Druckpulsationen innerhalb des Pumpengehäuses 1. Um die Druckpulsation sowie die Fluidströmung möglichst gering zu halten, ist es notwendig, einen hinreichend großen Strömungsquerschnitt zwischen der Außenumfangsfläche 5 des Hubrings 4 und der Gehäusebohrung 15 vorzusehen. Durch eine Verjüngung des Hubringaußendurchmessers im Außenbereich entsteht gegenüber dem aus dem Stand der Technik verwendeten Hubringen, die einen gleichbleibendem Außendurchmesser aufweisen, ein vergrößerter Strömungsquerschnitt.

**[0020]** Figur 2 zeigt eine Detailansicht des Hubrings 4 im Pumpengehäuse 1. Der Hubring 4 befindet sich dabei in einer Lage, in der die Außenumfangsfläche 5 einen minimalen Abstand  $s$  zur Gehäusebohrung 15 aufweist. Die Außenumfangsfläche 5 des Hubrings 4 weist dabei einen sich über die Breite des Hubrings 4 hinweg, von der Mitte des Hubrings 4 zu jeder seiner Außenseiten 6, 7 hin verjüngenden Umfang auf. Hierdurch ergibt sich zwischen der Gehäusebohrung 15 und dem Hubrings 4 ein vergrößerter Strömungsquerschnitt 16. Dieser vergrößerte Strömungsquerschnitt wird in Fig. 2 durch die gestrichelten Linien verdeutlicht. Aufgrund dieses, gegenüber dem Stand der Technik vergrößerten Strömungsquerschnitts kann der minimale Abstand  $s$  zwischen der Außenumfangsfläche 5 des Hubrings 4 und der Gehäusebohrung 15 des Pumpengehäuses 1 verringert werden. Bei gleichbleibendem Durchmesser der Gehäusebohrung 15 kann ein Hubring 4 mit einem größeren maximalen Außenumfang verwendet werden. Durch den größeren Außenumfang des Hubring 4 entstehen größere Abflachungen 8, 9, 10 am Hubrings 4, wodurch sich eine erhöhte Lebensdauer des Hubrings 4 ergibt.

**[0021]** Um einen in Bezug auf den Stand der Technik vergrößerten Strömungsquerschnitt zu erzielen, ist prinzipiell jede Ausgestaltung des Hubrings 4 denkbar, bei der sich die Außenumfangsfläche 5 des Hubrings 4 über die Breite des Hubrings 4 hinweg von der Mitte des Hu-

brings 4 zu jeder seiner Außenseiten 6, 7 hin verjüngt. In den Figuren 3 bis 6 sind jedoch besonders bevorzugte Ausgestaltungen der Verjüngung beschrieben. Dabei zeigen die Teilfiguren "a" jeweils eine 3D-Ansicht des Hubrings 4 und die Teilfiguren "b" jeweils einen Radialschnitt durch den Hubring 4.

**[0022]** Die Figuren 3a und 3b zeigen ein Hubring 4, bei dem die Außenumfangsfläche 5 eine bogenförmige Verjüngung aufweist. Die bogenförmige Verjüngung erstreckt sich dabei ausgehend von der Mitte des Hubrings 4 symmetrisch zu jeder Außenseite 6, 7.

Die Verjüngung lässt sich dabei einfach, beispielsweise durch Drehen, herstellen.

**[0023]** Der bogenförmige Verlauf hat den Vorteil, dass sich auf Grund des abgerundeten Profils eine besonders strömungsgünstige Oberfläche ergibt. Hierdurch werden Turbulenzen im Strömungsquerschnitt zwischen dem Hubring 4 und der Gehäusebohrung 15 weitgehend vermieden. Der Strömungsquerschnitt kann dabei durch die Krümmung der bogenförmigen Verjüngung beeinflusst werden. Je stärker die Krümmung/Verjüngung ist, desto größer wird der Strömungsquerschnitt zwischen dem Hubring 4 und der Gehäusebohrung 15. Eine stärkere Krümmung/Verjüngung hat jedoch auch den Effekt, dass bei gleichbleibender Tiefe der Abflachung 8, 9, 10 die Breite der Abflachung 8, 9, 10 abnimmt. Die Krümmung ist daher so zu wählen, dass bei gleichbleibender Tiefe der Abflachung 8, 9, 10, die Breite der Abflachung 8, 9, 10 zumindest im Kontaktbereich zwischen Gleitschuh 13 und Hubring 4, mindestens so breit ist, dass der Gleitschuh vollflächig an der Abflachung 8, 9, 10 des Hubrings 4 anliegt. Dies gilt auch für alle nachfolgenden Ausführungsbeispiele, ohne dass darauf noch einmal explizit eingegangen wird.

**[0024]** Die Figuren 4a und 4b zeigen einen Hubring 4, bei dem die Außenumfangsfläche 5 eine kreisförmige Verjüngung aufweist. Der besondere Vorteil an der kreisförmigen Verjüngung liegt darin, dass der Hubring 4 dabei besonders einfach aus einer handelsüblichen Kugel gefertigt werden kann. Hierzu müssen nur die Außenflächen 6, 7, die Abflachungen 8, 9, 10 sowie die Bohrung 17 in die Kugel eingebracht werden. Die Verjüngung der Außenumfangsfläche ergibt sich durch den Radius der gewählten Kugel. Durch die Verwendung von handelsüblichen Kugeln kann der Fertigungsaufwand für den Hubring 4 deutlich verringert werden.

**[0025]** Die Figuren 5a und 5b zeigen ein weiteres Ausführungsbeispiel für einen Hubring 4, wie er in einer Radialkolbenpumpe 1 nach Figur 1 verwendet werden kann. Die Verjüngung der Außenumfangsfläche 5 verläuft dabei polygonal. Die polygonale Ausgestaltung der Außenumfangsfläche 5 bietet den Vorteil, dass der Umfang sich bereichsweise unterschiedlich stark verjüngen kann. So kann beispielsweise die Verjüngung in der Mitte zunächst nur sehr gering ausgebildet sein und zu den äußeren Rändern des Hubrings 4 stärker zunehmen. Hierdurch kann der Strömungsquerschnitt zwischen der Gehäusebohrung 15 und dem Hubrings 4 sehr flexibel

an die Anforderungen angepasst werden.

**[0026]** Die Figuren 6a und 6b zeigen eine weitere Ausgestaltung eines Hubrings 4, wobei die Verjüngung tonnenförmig verläuft. Der tonnenförmige Verlauf lässt sich ebenfalls besonders einfach ausbilden, da hierzu nur die äußeren Bereiche mit einem Radius versehen werden müssen. Die tonnenförmige Verjüngung bietet im wesentlichen die selben Vorteile wie die bogenförmige Verjüngung, so dass an dieser Stelle auf die Beschreibung zu Fig. 3 hingewiesen wird.

**[0027]** Die Erfindung zeichnet sich somit allgemein dadurch aus, dass die Außenumfangsfläche 5 des Hubrings 4 einen sich über die Breite des Hubrings 4 hinweg, von der Mitte des Hubrings 4 zu jeder seiner Außenseiten hin, verjüngenden Umfang aufweist. Zwischen der Gehäusebohrung 15 des Pumpengehäuses 1 und dem Hubring 4 entsteht dadurch ein erweiterter Strömungsquerschnitt. Durch diesen zusätzlichen Strömungsraum kann der Spalt zwischen der Außenumfangsfläche 5 des Hubrings 4 und der Gehäusebohrung 15 des Pumpengehäuses 1 kleiner als bislang üblich ausgebildet werden, ohne dass die Druckpulsationen im Pumpengehäuse zunehmen. Somit ist es möglich bei gleichbleibendem Bauraum einen Hubring mit größerem Außendurchmesser zu verwenden.

**[0028]** Durch die Verwendung eines Hubrings 4 mit größerem Außenumfang nimmt die effektive Gleitfläche zwischen der Abflachung 8, 9, 10 des Hubrings 4 und dem Gleitschuh 11 zu, wodurch sich eine erhöhte Lebensdauer der Gleitflächen ergibt.

**[0029]** Der Fertigungsaufwand für den Hubring 4 ist für alle Ausführungsbeispiele nur unwesentlich größer als bei den bislang verwendeten Hubringen. Der Hubring 4 mit verjüngender Außenumfangsfläche lässt sich auch in ältere Radialkolbenpumpen nachträglich einbauen.

Die erfindungsgemäße Radialkolbenpumpe eignet sich insbesondere für den Einsatz in modernen Common-Rail-Einspritzsystemen mit den dort herrschenden hohen Drücken und den dadurch vorliegenden hohen Belastungen für die Gleitflächen zwischen Gleitschuh und Hubring.

#### 45 Patentansprüche

1. Radialkolbenpumpe, insbesondere Radialkolbenhochdruckpumpe für ein Kraftstoffeinspritzsystem, mit einer in einem Pumpengehäuse (1) gelagerten Antriebswelle (2), die einen exzentrischen Wellenabschnitt (3) aufweist, auf dem ein Hubring (4), umfassend eine Außenumfangsfläche (5) sowie zwei Außenseiten (6, 7), gleitend gelagert ist und wobei in der Außenumfangsfläche (5) vorzugsweise mehrere Abflachungen (8, 9, 10) ausgebildet sind, an denen sich jeweils ein Gleitschuh (11) mit einer Gleitfläche (12) abstützt, der jeweils von einem, bezüglich der Antriebswelle (2) radial angeordneten,

Pumpenkolben (13) beaufschlagt ist,

**dadurch gekennzeichnet, dass**

die Außenumfangsfläche (5) des Hubrings (4) einen sich über die Breite des Hubrings (4) hinweg, von der Mitte des Hubrings (4) zu jeder seiner Außen-  
seiten (6, 7) hin, verjüngenden Umfang aufweist. 5

2. Radialkolbenpumpe nach Anspruch 1,

**dadurch gekennzeichnet, dass**

die Verjüngungen bogenförmig verlaufen. 10

3. Radialkolbenpumpe nach Anspruch 1,

**dadurch gekennzeichnet, dass**

die Verjüngungen tonnenförmig verlaufen. 15

4. Radialkolbenpumpe nach Anspruch 1,

**dadurch gekennzeichnet, dass**

die Verjüngungen polygonal verlaufen.

5. Radialkolbenpumpe nach Anspruch 1, 20

**dadurch gekennzeichnet, dass**

die Verjüngungen kreisförmig verlaufen.

25

30

35

40

45

50

55

FIG 1

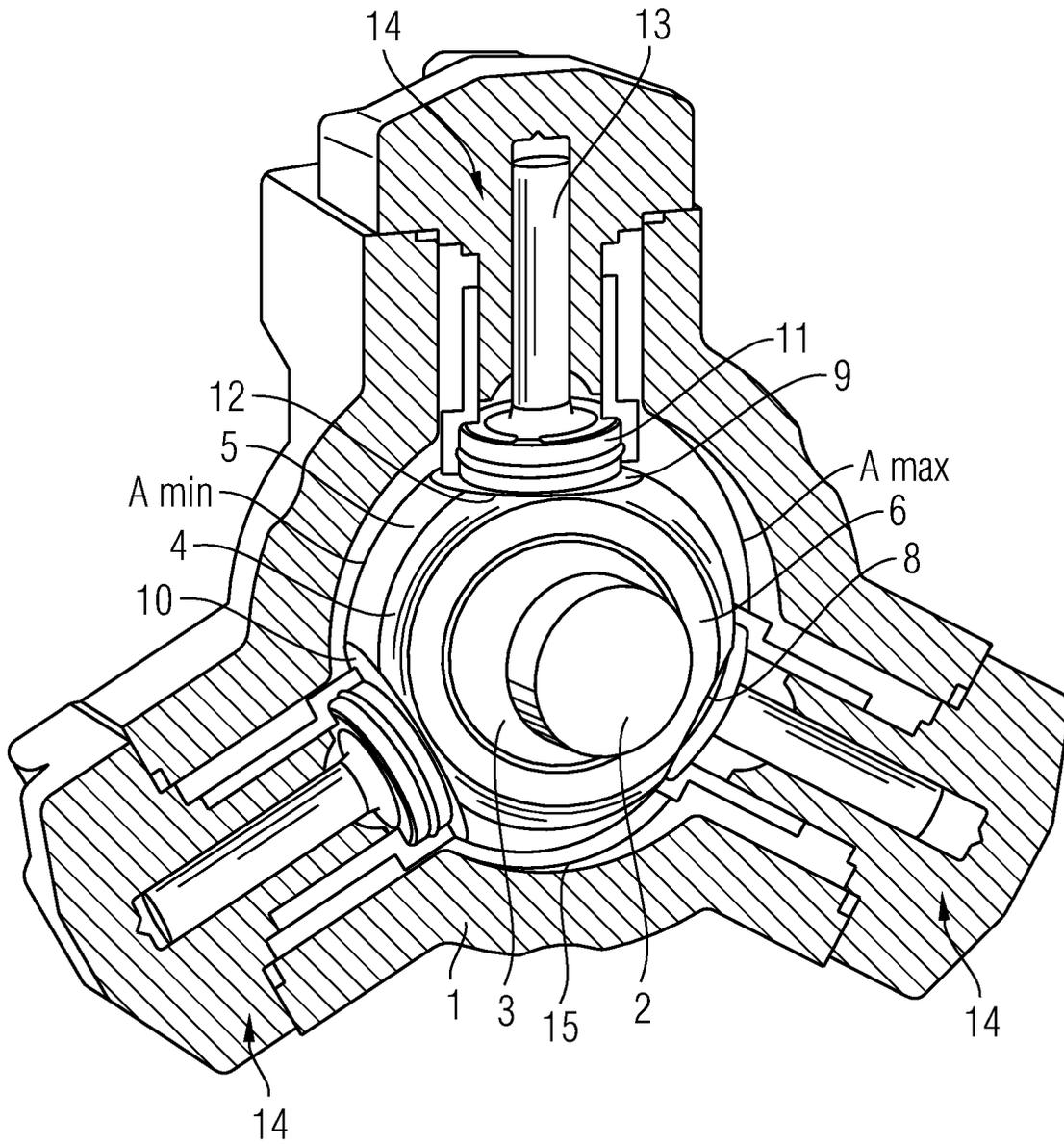


FIG 2

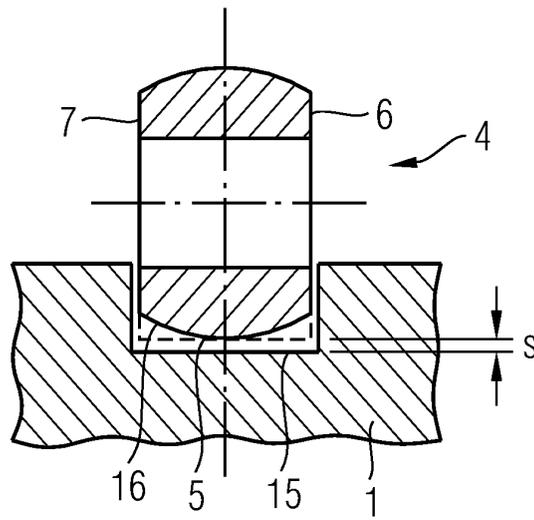


FIG 3A

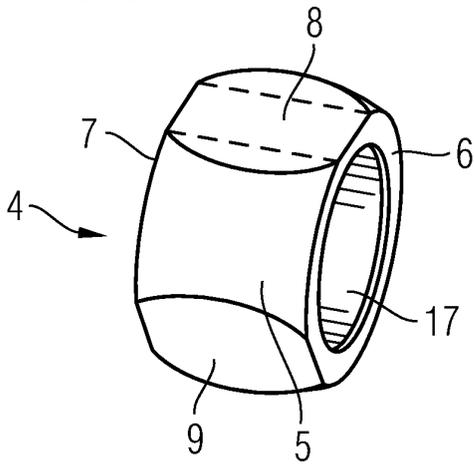


FIG 3B

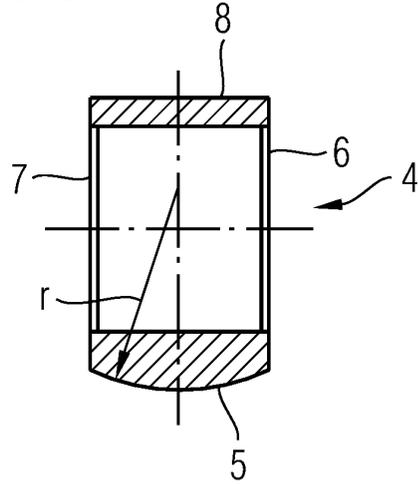


FIG 4A

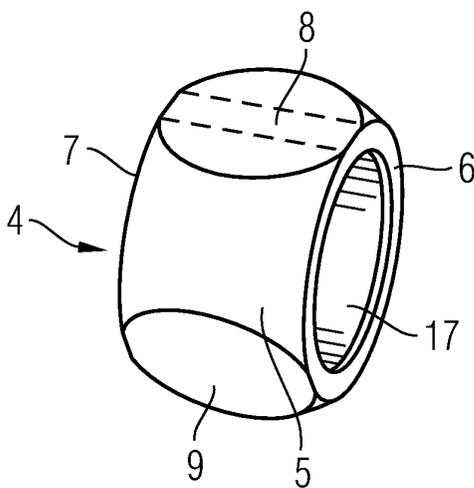


FIG 4B

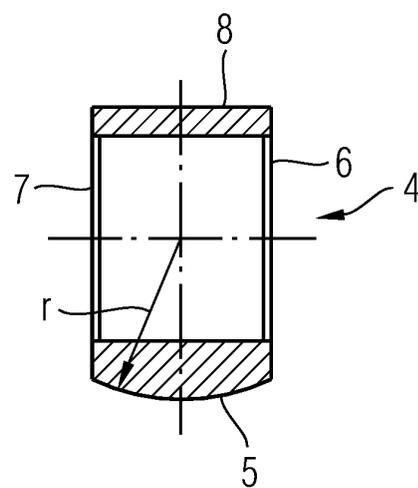


FIG 5A

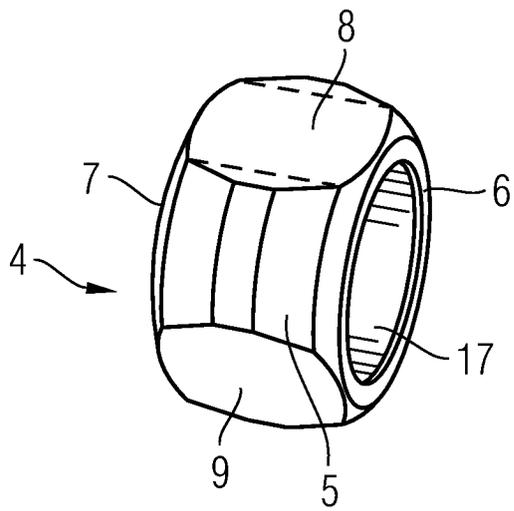


FIG 5B

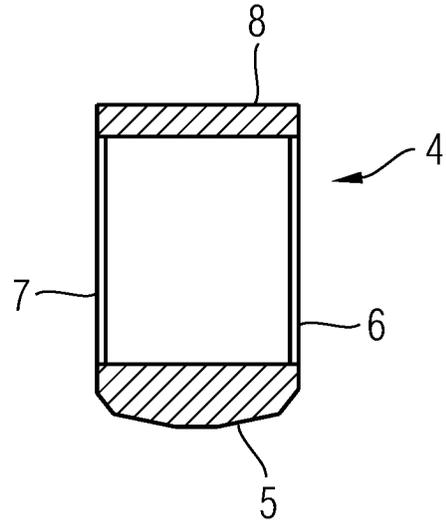


FIG 6A

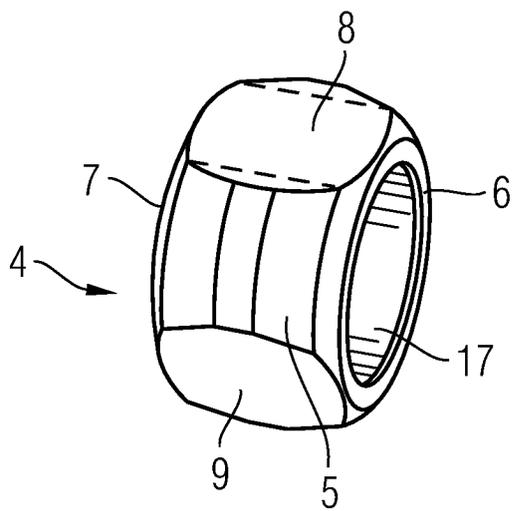


FIG 6B

