

(19)



(11)

**EP 1 096 148 B1**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:  
**02.01.2008 Patentblatt 2008/01**

(51) Int Cl.:  
**F04B 49/22<sup>(2006.01)</sup> F02M 63/02<sup>(2006.01)</sup>**

(21) Anmeldenummer: **00123142.2**

(22) Anmeldetag: **25.10.2000**

**(54) Vorrichtung zum Erzeugen eines variablen Volumenstroms für eine Pumpe**

Distribution member for varying the flow rate for a pump

Dispositif pour variation de débit d'une pompe

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**DE FR GB IT**

(30) Priorität: **28.10.1999 DE 19952000**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**02.05.2001 Patentblatt 2001/18**

(73) Patentinhaber: **Siemens VDO Automotive AG  
93055 Regensburg (DE)**

(72) Erfinder:  
• **Palesch, Edwin  
73252 Lenningen (DE)**  
• **Sluka, Gerold  
72660 Neckartaltingen (DE)**  
• **Werner, Martin  
93155 Hemau (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:  
**DE-A1- 2 044 015 DE-C- 724 841**  
**GB-A- 459 578**

**EP 1 096 148 B1**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Erzeugen eines variablen Volumenstroms in Verbindung mit einer Pumpe eines Hochdruckeinspritzsystems mit Injektoren.

**[0002]** Bei einem Hochdruckeinspritzsystem ist es erforderlich, den Kraftstoff aus einem Kraftstoffvorratsbehälter anzusaugen, zu komprimieren und den komprimierten Kraftstoff in einem als Rail bezeichneten Hochdruckspeicher für die Einspritzung durch Injektoren in die Brennräume eines Verbrennungsmotors einzuspeisen. Der Druck im Rail sowie die dem Rail durch Einspritzung entnommene Kraftstoffmenge variiert dabei mit den Betriebsbedingungen des Verbrennungsmotors.

**[0003]** Die GB 459 578 A offenbart eine Kraftstoff-Einspritzpumpe für einen Verbrennungsmotor, mit einer Mehrzahl von Pumpenzylindern, bei welcher eine einzuspritzende Kraftstoffmenge über eine Steuerkante an einer Welle der Einspritzpumpe steuerbar ist. Hierfür wird Kraftstoff durch eine zentrale Bohrung in der Welle der Einspritzpumpe, einem an der Welle ausgebildeten Ringraum zugeführt, der durch jeweils eine Bohrung, die zu jeweils einem Zylinder der Einspritzpumpe führt, in einer die Welle im Bereich des Ringraums umgebenden Hülse entleerbar ist. Die Hülse ist gegenüber der Welle verschieblich, wobei die in den Ringraum ragende Steuerkante, je nach gegenseitiger Position von Welle und Hülse die Querschnitte der Bohrungen für unterschiedliche Zeitdauern freigibt bzw. verschließt. Durch ein Verdrehen der Hülse gegenüber der Welle ist ein Einspritzbeginn einstellbar.

**[0004]** Um den Druck im Rail und den von der Pumpe in das Rail geförderten Volumenstrom zielgerichtet beeinflussen zu können, wird in der EP 0 643 220 eine Anordnung vorgeschlagen, bei der Kraftstoff aus dem Kraftstoffvorratsbehälter durch einen Filter von einer Vorförderpumpe angesaugt und an eine Hochdruckpumpe weitergeleitet wird, die den Kraftstoff verdichtet in das Rail einspeist. Bei dieser Anordnung wird als Hochdruckpumpe eine Konstantpumpe verwendet, die mit jeder Umdrehung der Welle ein festes Volumen in das Rail fördert. Durch Abstimmung des nicht benötigten, aber bereits komprimierten Volumenstroms wird über ein der Hochdruckpumpe nachgeschaltetes Ventil der gewünschte Druck eingestellt. Die Abstimmung überschüssigen komprimierten Kraftstoffs ist jedoch energetisch sehr ungünstig.

**[0005]** Um die Verlustleistung zu vermindern, werden deshalb im Stand der Technik Systeme eingesetzt, bei denen die Pumpe nur den tatsächlich benötigten Volumenstrom in das Rail fördert. So ist ein Verfahren bekannt, bei dem der Volumenstrom durch eine Anpassung des Volumens der Verdrängerelemente in der Pumpe gesteuert wird. Hierbei ist jedoch ein hoher mechanischer Aufwand zur Regelung erforderlich. Deshalb werden Systeme bevorzugt, bei denen die Verdrängerelemente der Pumpe ein konstantes Volumen aufweisen,

jedoch der Füllgrad dieser Verdrängerelemente eingestellt werden kann. Bekannt ist z.B. die Möglichkeit, den Volumenstrom zur Pumpe bzw. den einzelnen Verdrängerelementen der Pumpe durch Zulaufdrosselung zu steuern. Dabei werden verstellbare Drosselventile verwendet, die durch eine Änderung des Drosselquerschnitts eine proportionale Veränderung des Volumenstroms zur Pumpe ermöglichen, wobei die maximalen Querschnitte der Drosselventile auf ein maximales Förderolumen der Pumpe bei Vollast der Brennkraftmaschine ausgelegt sind. Daraus resultiert ein von der Drehzahl der Pumpe abhängiger Stellbereich der Drosselventile, wobei bei kleiner Pumpendrehzahl und damit geringem maximal förderbaren Volumenstrom der nutzbare Stellbereich der Drosselventile stark eingeengt ist. Nur bei maximaler Pumpendrehzahl und damit maximalem Volumenstrom kann der volle Stellbereich der Drosselventile genutzt werden. Weiterhin können bei einer zentralen Drosselung des Zulaufs bei einer Pumpe mit mehreren Verdrängerelementen Förderstromschwankungen zu den einzelnen Verdrängerelementen auftreten. Bei Pumpen mit mehreren Verdrängerelementen saugen zeitweise zwei oder mehrere Verdrängerelemente gleichzeitig an, wobei zur gleichmäßigen Verteilung des angesaugten Kraftstoffs auf die ansaugenden Verdrängerelemente Einlassventile mit gleichem Öffnungsdruck eingesetzt werden. Da die Streuung der Einlassöffnungsdrücke diese Einlassventile sehr stark von den Fertigungstoleranzen der einzelnen Bauteile abhängt, kommt es häufig zu einer ungleichmäßigen Verteilung des angesaugten Kraftstoffstroms auf die einzelnen Verdrängerelemente und damit zu Förderstromschwankungen.

**[0006]** Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine Vorrichtung zum Erzeugen eines variablen Volumenstroms bereitzustellen, mit dem sich energetisch günstig eine optimale Fördergradeinstellung der Pumpe für alle Drehzahlen und Lastbereiche erreichen lässt und die sich durch einen einfachen Aufbau und kleinen Bauraum auszeichnet.

**[0007]** Diese Aufgabe wird durch eine Vorrichtung gemäß dem Patentanspruch 1 gelöst. Ausgestaltungen und Weiterbildungen sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

**[0008]** Gemäß der Erfindung weist die Vorrichtung zum Erzeugen eines variablen Volumenstroms in Verbindung mit einer Pumpe eines Hochdruckeinspritzsystems mit Injektoren, wobei die Vorrichtung wenigstens zwei Verdrängerelemente mit jeweils einem Zulauf umfasst und im Weiteren auch als Stellvorrichtung bezeichnet wird, ein erstes Bauteil mit einem Einlassdurchbruch, der mit einem Kraftstoffeinlass verbunden ist, und ein zweites Bauteil mit wenigstens zwei Auslassdurchbrüchen, die in einer Ebene liegen und jeweils mit einem Zulauf der Pumpe zugeordneten Auslass verbunden sind, auf, wobei das erste und das zweite Bauteil ineinander und axial gegeneinander verschiebbar angeordnet sind, um eine Überdeckung des Einlassdurchbruchs mit

den Auslassdurchbrüchen einzustellen und wobei eines der Bauteile sich winkelsynchron mit der Antriebswelle der Pumpe dreht und das andere Bauteil drehfest ausgelegt ist.

**[0009]** Durch die Erfindung wird gewährleistet, dass bei jeder Antriebswelledrehung den Verdrängungselementen ein verfügbarer, vorab bemessener Volumenstrom zugeführt wird, wobei für alle Pumpendrehzahlen ein gleichbleibend großer Stellbereich zur Beeinflussung des Volumenstroms gewährleistet ist. Die Einstellung des Füllgrads der Verdrängerräume ist somit von der Drehzahl der Pumpe unabhängig. Außerdem wird eine gleichmäßige Verteilung des Volumenstroms auf die einzelnen Verdrängerelemente der Pumpe erzielt. Durch die Auslegung der Verstellvorrichtung als zwei ineinander angeordnete Bauteile, die axial gegeneinander verschiebbar angeordnet sind, um eine Überdeckung eines Einlassdurchbruchs in einem der Bauteile mit Auslassdurchbrüchen im anderen Bauteil zu erreichen, wobei die Auslassdurchbrüche, die jeweils einem Zulauf der Pumpe zugeordnet sind, in einer Ebene liegen, wird eine kompakte und einfache Fertigung der Verstellvorrichtung ermöglicht. Insbesondere die Anordnung der Auslassdurchbrüche in einer Ebene sorgt für eine kompakte Bauform der Verstellvorrichtung, die sich deshalb auch leicht an die Raumgegebenheiten einer Brennkraftmaschine anpassen lässt. Eine Ebene bedeutet, daß alle Auslassdurchbrüche auf gleicher Höhe bezogen auf die Längsachse des Bauteils mit den Auslassdurchbrüchen beginnen und enden.

**[0010]** Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform werden die Verdrängerelemente der Pumpe von einer rotierenden Welle, bspw. einer Nocken- oder Exzenterwelle angetrieben, mit der die Drehbewegung des drehbar ausgelegten Bauteils der Verstellvorrichtung winkelsynchronisiert ist. Die Welle kann dabei einstückig mit dem drehbar ausgelegten Bauteil ausgebildet sein, so dass sich eine besonders kompakte Bauform erzielen lässt.

**[0011]** Das drehbar ausgelegte Bauteil weist dann vorzugsweise einen als axialen Kanal ausgebildeten Einlass auf, der über eine Vorförderpumpe an einen Kraftstoffvorratsbehälter angeschlossen ist, wobei der Einlassdurchbruch den axialen Kanal radial nach außen durch die Mantelfläche des Bauteils führt. Das zweite Bauteil ist dann als Hohlzylinder ausgeführt, wobei die vorzugsweise identisch ausgeformten Auslassdurchbrüche parallel zueinander und radial um das Bauteil verteilt sind. Diese Ausgestaltung ermöglicht eine besonders einfache Fertigung, da die Anzahl der Durchbrüche und Bohrungen in den Bauteilen der Verstelleinrichtung minimal gehalten wird.

**[0012]** Vorteilhaft ist weiter, das drehfeste Bauteil, das die Auslassdurchbrüche aufweist, zweiteilig auszugestalten, mit einer axial verschiebbaren Hülse, in der die Durchbrüche angeordnet sind, und einem Gehäuse. Die Form des Einlaufdurchbruchs bzw. der Auslassdurchbrüche ist so gewählt, dass sich in Abhängigkeit der axia-

len Stellung dieser Bauteile zueinander unterschiedliche Phasenlängen, d. h. Zeiten der Überdeckung des Querschnitts des Einlassdurchbruchs mit den Querschnitten der Auslassdurchbrüche bei einer Drehung der Bauteile gegeneinander ergeben. Durch das winkelsynchrone Drehen des Bauteils in der Verstellvorrichtung mit der Pumpe kann den einzelnen Verdrängerelementen der Pumpe ein definiertes Volumen zugeführt werden. Vorzugsweise werden die Drehbewegungen des Bauteils der Verstelleinrichtung und der Pumpe so synchronisiert, dass die Überdeckung des Einlassdurchbruchs mit dem jeweiligen Auslassdurchbruch im oder vor dem oberen Totpunkt des zugehörigen Verdrängerelements der Pumpe beginnt und bei Maximalförderung in oder nach dem unteren Totpunkt endet.

**[0013]** Die Erfindung wird nachfolgend anhand der Zeichnung näher erläutert. Es zeigen:

Figur 1 schematisch ein Einspritzsystem mit einem Querschnitt durch eine Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Verstellvorrichtung;

Figur 2 eine Abwicklung der Mantelflächen der beiden mit Durchbrüchen versehenen Bauteile der in Figur 1 gezeigten Verstellvorrichtung;

Figur 3 eine dreidimensionale Explosionsdarstellung der beiden mit Durchbrüchen versehenen Bauteile der Verstellvorrichtung gemäß Figur 1; und

Figur 4 die beiden mit Durchbrüchen versehenen Bauteile der Verstellvorrichtung gemäß Figur 1 im zusammengebauten Zustand.

**[0014]** Ein in Figur 1 schematisch gezeigtes Kraftstoffeinspritzsystem weist eine Hochdruckpumpe 21 auf. Die Hochdruckpumpe 21 ist als Drei-Zylinder-Pumpe (Radialkolbenpumpe) mit drei um 120° zueinander versetzten Kolben ausgebildet. In Figur 1 ist schematisch einer dieser Kolben 21a dargestellt, der von einer Welle 1 mit einem Exzenter 21d angetrieben wird. Statt einer Exzenterwelle kann jedoch auch eine Nockenwelle verwendet werden. Der Kolben 21a der Hochdruckpumpe 21 ist in einem Zylinder 21b angeordnet, an den ein Einlassventil 21c und ein Auslassventil 21e angeschlossen ist. Die Welle 1 steht aus der Hochdruckpumpe 21 heraus und ist hier Teil einer Verstellvorrichtung 11 zur Dosierung des Kraftstoffzulaufs zur Hochdruckpumpe 21.

**[0015]** Im Bereich der Verstellvorrichtung 11, die in Figur 1 in einem vergrößerten Querschnitt dargestellt ist, ist in der Welle 1 ein Einlasskanal 4 vorgesehen, der sich von einer Stirnfläche der Welle 1 entlang der Wellenachse 12 in die Welle hinein erstreckt. Der Einlasskanal 4 ist dabei mit einem Ablauf einer Vorförderpumpe 18 verbunden, deren Zulauf über einen Filter 20 an einen Kraftstoffvorratsbehälter 19 angeschlossen ist. Der Einlasskanal 4 ist in der Welle 1 im Bereich der Verstellvorrich-

tung 11 rechtwinklig zur Wellenachse 12 abgebogen und steht mit einer Nut 5 in Verbindung, die die axial sich erstreckende Mantelfläche 13 der Welle 1 durchbricht.

**[0016]** Die Welle 1 ist im Bereich der Verstellvorrichtung 11 weiterhin in einem Gehäuse 3 angeordnet, das als zylindrischer Hohlkörper ausgebildet ist und eine durchgehende Innenbohrung 31 zur Aufnahme der Welle 1 aufweist. Im zylindrischen Gehäuse 3 sind vorzugsweise senkrecht zur Achse durch das Gehäuse, die der Wellenachse 12 entspricht, Auslasskanäle 7 vorgesehen, die sich von außen in das Gehäuse 3 erstrecken und jeweils mit einer Nut 8 in Verbindung stehen. Die Nut 8 durchbricht dabei die Innenwandung des Gehäuses 3 zur Innenbohrung 31 hin. Die Anzahl der am Gehäuse 3 vorgesehenen Auslasskanäle 7 mit Nuten 8 entspricht der Anzahl der Zylinder der Hochdruckpumpe 21. Da es sich bei der in Figur 1 gezeigten Ausführungsform um eine Drei-Zylinder-Hochdruckpumpe handelt, sind drei Auslasskanäle 7 vorgesehen, von denen in Figur 1 nur einer gezeigt ist. Jeder Auslasskanal 7 ist dann über einen Zulauf an ein Einlassventil 21c eines Zylinders 21b der Hochdruckpumpe 21 angeschlossen. Die Nuten 8 im Gehäuse 3 sind in einer Ebene senkrecht zum Gehäuse und damit senkrecht zur Wellenachse 12 gleich beabstandet voneinander an der Innenwandung des Gehäuses 3 angeordnet. Für die in der dargestellten Ausführungsform verwendete Drei-Zylinder-Pumpe bedeutet dies, dass die Nuten 8 um 120° gegeneinander versetzt an der Innenwandung des Gehäuses 3 ausgebildet sind. Die am Gehäuse 3 ausgebildeten Nuten 8 und die an der Welle 1 angebrachte Nut 5 sind weiterhin derart angeordnet, dass sich ihre Querschnittsflächen zumindest teilweise gegenüber liegen. Bevorzugt ist deshalb eine Ausgestaltung, bei der, wie in Figur 1 dargestellt, die Nut 5 an der Welle 1 bzw. die Nuten 8 am Gehäuse 3 in einer Ebene liegen.

**[0017]** In der Verstellvorrichtung 11 ist zwischen dem Gehäuse 3 und der Welle 1 weiterhin eine zylindrische Hülse 2 vorgesehen. Die Hülse 2 ist dabei gegenüber der Welle 1 drehfest, jedoch axial verschiebbar angeordnet. Die Hülse 2 weist weiterhin Durchbrüche 6 auf, wobei die Anzahl der Durchbrüche 6 der Anzahl der Nuten 8 im Gehäuse 3 entspricht. Die Durchbrüche 6 sind so um die Hülse 2 verteilt, dass sie mit den Nuten 8 im Gehäuse 3 in Verbindung stehen. In Figur 2 ist eine Abwicklung der Mantelflächen der Welle 1 und der Hülse 2 gezeigt, aus der sich die Form und Anordnung der Nut 5 auf der Welle 1 bzw. der Durchbrüche 6 in der Hülse 2 ergibt. Wie erläutert dient die dargestellte Verstellvorrichtung 11 zur Volumenstromdosierung einer Drei-Zylinder-Pumpe mit um 120° versetzten Kolben 21a, so dass entsprechend der Anzahl der Nuten 8 im Gehäuse 3 drei Durchbrüche 6a, 6b, 6c in der Hülse 2 vorgesehen sind. Die Durchbrüche 6a, 6b, 6c sind dabei als längliche Schlitzte mit abgerundeten Kanten ausgeführt, deren Konturen im Wesentlichen identisch sind.

**[0018]** Die Durchbrüche 6a, 6b, 6c sind parallel zur Hülsenachse, die der Wellenachse 13 entspricht, orien-

tiert und gleichmäßig beabstandet über die Hülse 2 verteilt, wobei alle Durchbrüche in einer Ebene senkrecht zur Hülsenachse liegen. Die Nut 5 ist ähnlich wie die Durchbrüche 6a, 6b, 6c als Schlitz ausgeführt, jedoch in einem Winkel zur Umfangsrichtung und zur Achse der Welle 1 orientiert, wobei sich die Nut 5 über einen Winkelbereich von 180° über die Mantelfläche der Welle 1 erstreckt.

**[0019]** Die Anordnung der Durchbrüche 6a, 6b, 6c auf der Hülse 2 und der Nut 5 auf der Welle 1 ist weiterhin in der Explosionsdarstellung von Hülse und Welle in Figur 3 und der Montagedarstellung von Hülse und Welle in Figur 4 zu entnehmen. Abweichend von Fig. 2 ist dabei in der Darstellung in Figur 3 und 4 auf eine Abrundung der Kanten der Durchbrüche 6a, 6b, 6c und der Nut 5 verzichtet. Wie insbesondere Figur 4 zeigt, ist die Nut 5 auf der Welle 1 in Bezug auf die Umfangsrichtung und die axiale Richtung der Welle so orientiert, dass bei einer Drehung der Welle um 180° die Querschnittsfläche der Nut 5 sich mit den Querschnittsflächen der Durchbrüche 6a, 6b, 6c überlagert.

**[0020]** Die in den Figuren dargestellte Verstellvorrichtung 11 arbeitet wie folgt: Der Verstellvorrichtung 11 wird durch die Vorförderpumpe 18 kontinuierlich ein Kraftstoffstrom zugeführt, der über den Filter 20 aus dem Kraftstoffvorratsbehältern 19 angesaugt wird. Der Kraftstoff wird dabei über den auf der Wellenachse 12 auf der Welle 1 angeordneten Einlasskanal 4 in die Verstellvorrichtung eingespeist. Vom Einlasskanal 4 wird der Kraftstoff dann weiter zur Nut 5 an der Mantelfläche 13 der Welle 1 geführt. Von der Nut 5 wird der Kraftstoff bei entsprechender axialer Stellung der Welle 1 über einen der Durchbrüche 6a, 6b, 6c der drehfesten Hülse 2 an die mit dem entsprechenden Durchbruch in Verbindung stehende Nut 8 abgegeben und von dort über den zugehörigen Auslasskanal 7 an den entsprechenden Zylinder 21b der Hochdruckpumpe 21 weitergeleitet. Die Hochdruckpumpe 21 saugt den Kraftstoff dann über das Einlassventil 21c an und speist ihn über das Auslassventil 21e verdichtet in das Rail 22 ein.

**[0021]** Der Kraftstoffstrom aus der Nut 5 der Welle 1 in die Durchbrüche 6a, 6b, 6c der Hülse 2 hängt von der axialen Stellung der Hülse 2 der Welle 1 ab. Der Kraftstoffstrom beginnt dann, wenn aufgrund der Rotation der Welle 1 sich die Querschnittsfläche der Nut 5 mit einem Durchbruch 6 überdeckt. Die Unterbrechung des Kraftstoffstroms erfolgt, wenn die Nut 5 aufgrund der weiteren Rotation der Welle 1 unter den entsprechenden Durchbruch 6 der Hülse 2 herausgelaufen ist und somit keine Überdeckung der Querschnittsflächen mehr vorliegt.

**[0022]** Um die Zylinder 21b der Hochdruckpumpe 21 vollständig füllen zu können, ist die Form und Anordnung der Nut 5 auf der Welle 1 bzw. der Durchbrüche 6 in der Hülse 2 so ausgelegt, dass mindestens für die Dauer des Ansaugvorgangs des jeweiligen Zylinders 21b der Pumpe 21 über das Einlassventil 21c eine Überdeckung der Querschnittsflächen zwischen dem den jeweiligen Zylinder zugeordneten Durchbruch 6 in der Hülse 2 und der

Nut 5 der Welle 1 vorliegt. Wenn wie in der gezeigten Ausführungsform, die Hochdruckpumpe 21 von einer mit einem Exzenter versehenen Welle 1 angetrieben wird, bedeutet dies, dass eine Verbindung zwischen einem Durchbruch 6, der einem der Zylinder zugeordnet ist und der Nut 5 der Welle 1 über einen Drehwinkel von mindestens 180° stattfinden muss. Weiterhin wird die Überdeckung der Nut 5 in der Welle 1 mit dem jeweiligen Durchbruch 6 in der Hülse 2 durch die Rotation der Welle 1 so gesteuert, dass die Überdeckung der Querschnittsflächen im oder vor dem oberen Totpunkt des Kolbens 21a im entsprechenden Zylinder 21b beginnt und bei maximalem Volumenstrom durch die Verstellvorrichtung im oder nach dem unteren Totpunkt des Kolbens 21a endet. Durch eine axiale Verschiebung der Hülse 2 kann die Phasenlänge der Überdeckung der Nut 5 mit einem Durchbruch 6 in der Hülse 2 in Bezug auf eine volle Drehung der Welle 1 verändert werden, so daß der Füllgrad des jeweiligen Zylinders 21b abhängig von der axialen Position der Hülse 2 zur Welle 1 ist.

**[0023]** Figur 2 und 4 zeigen eine Orientierung der Hülse 2 zur rotierenden Welle 1 bei der ein maximaler Volumenstrom von der Nut 5 der Welle 1 in die Durchbrüche 6 der Hülse 2 erfolgt. Die Durchbrüche 6 sind dabei so zur Nut 5 orientiert, dass die Nut 5 bei einer Drehung der Welle 1 im Wesentlichen die Durchbrüche 6 über ihre gesamte Länge überstreicht. Eine Verbindung zwischen der Nut 5 und den Durchbrüchen 6 ist dann pro Durchbruch für einen Drehwinkel von 180° gegeben, so dass der dem entsprechenden Durchbruch zugeordnete Zylinder 21b der Pumpe 21 maximal gefüllt werden kann.

**[0024]** Durch axiale Verschiebung der Hülse 2 auf der Welle 1 in Richtung auf die Hochdruckpumpe 21 wird der Drehwinkel, bei dem eine Überdeckung der Querschnittsfläche der Nut 5 mit einem der Durchbrüche 6 der Hülse 2 erfolgt, verringert, wodurch das dem zugehörigen Zylinder 21b zugeführte Kraftstoffvolumen ebenfalls verringert wird. Durch die axiale Verschiebung der Hülse 2 in Richtung auf die Pumpe 21 bleibt der Zeitpunkt zwar konstant, bei dem der Zulauf zum Zylinder durch Beginn der Überdeckung der Nut 5 mit dem entsprechenden Durchbruch 6 geöffnet wird. Es ändert sich jedoch der Zeitpunkt des Schließens dieses Zulaufes, da die Nut 5 früher aus der Überdeckung mit dem Durchbruch 6 herausläuft. Der Zulauf zum Zylinder 21b ist dabei, wie dargestellt, vorzugsweise so abgestimmt, dass immer im oberen Totpunkt des zugehörigen Kolbens 21a der Zulauf durch Beginn der Überdeckung der Nut 5 mit dem entsprechenden Durchbruch 6 geöffnet wird. Der Schließzeitpunkt dagegen ist variabel und wird durch die axiale Stellung der Hülse 2 eingestellt, wobei eine Stellung zwischen Nullförderung, d. h. keiner Überdeckung der Nut 5 mit den Durchbrüchen 6 während eines kompletten Umlaufes der Welle, und Vollförderung, d. h. Überdeckung zwischen der Nut 5 und den Durchbrüchen 6 jeweils über 180°, gearbeitet werden kann.

**[0025]** Durch die erfindungsgemäße Verstellvorrichtung ist es möglich, bei jeder Drehung der Hochdruck-

pumpe 21 ein dosierbares, vorab bemessenes Volumen den Zylindern der Hochdruckpumpe 21 zuzuführen. Mit dem daraus resultierenden variablen Füllgrad der Zylinder der Hochdruckpumpe 21 ergibt sich somit ein zwischen Null- und Volllast variabel einstellbarer Kraftstoffvolumenstrom. Die Einstellung des Füllgrades der Zylinder ist weiterhin von der Drehzahl der Hochdruckpumpe entkoppelt, so dass der mögliche Stellbereich für alle Drehzahlen der Hochdruckpumpe 21 gleich groß ist. Die Dosierung erfolgt durch Veränderung der axialen Stellung der Hülse 2 zur Welle 1, wodurch der Drehwinkel zwischen Beginn und Ende der Überdeckung zwischen der Nut 5 und den Durchbrüchen 6 verändert wird. Die Drehbewegung der Welle 1 erfolgt winkelsynchron mit der Stellung der Kolben der Hochdruckpumpe 21, wobei bevorzugt immer im Bereich des oberen Totpunktes des Kolbens geöffnet und bei jeder Kolbenstellung bis hinab zum Bereich des unteren Totpunktes geschlossen wird. Durch die Anordnung der Durchbrüche 6 auf der Hülse 2 parallel zueinander, in einer Ebene senkrecht zur Achse der Hülse lässt sich eine kompakte Bauform der Hülse 2 und damit der Verstellvorrichtung erreichen. Weiterhin ist nur die eine Nut 5 in der Welle 1 erforderlich, mit der sich allen Durchbrüchen 6 auf der Hülse 2 Kraftstoff zuführen lässt. Hierdurch wird eine einfache Fertigung insbesondere der Welle 1 erreicht.

**[0026]** Gegenüber der in den Figuren gezeigten Ausführungsform bestehen zahlreiche Variationsmöglichkeiten, ohne den Erfindungsgedanken zu verlassen. So besteht die Möglichkeit, die Ausgestaltung und Orientierung der schlitzförmigen Nut 5 auf der Welle 1 bzw. der Durchbrüche 6 auf der Hülse 2 gegeneinander zu vertauschen. Die Nut 5 der Welle 1 wäre dann in Umfangsrichtung senkrecht zu Wellenachse 12 orientiert, während die Durchbrüche 6a, 6b, 6c der Hülse 2 schräg zur Umfangsrichtung und Wellenachse 12 ausgerichtet wären. Durch die Beibehaltung der relativen Orientierung von Nut 5 und Durchbrüchen 6a, 6b, 6c in Bezug auf die Bewegungsrichtung der Welle 1 sowie die Verstellvorrichtung der Hülse 2 bleibt jedoch das Öffnungs- und Schließverhalten erhalten. Weiterhin besteht die Möglichkeit, die Winkelorientierung der Nut 5 in der Welle 1 umzukehren. Hierdurch würde sich im Vergleich zu der in der Figur gezeigten Ausführungsform ein fester Schließzeitpunkt, bei dem die Überdeckung zwischen der Nut 5 und den Durchbrüchen 6 endet, jedoch ein variabler Öffnungszeitpunkt, bei dem die Überdeckung zwischen der Nut 5 und den Durchbrüchen 6 beginnt, ergeben.

**[0027]** In der gezeigten Ausführungsform sind die Nut 5 in der Welle 1 und die Durchbrüche 6 in der Hülse 2 als Schlitze ausgebildet. Durch die Verwendung solcher gerader Schlitze ergibt sich ein nicht linearer Zusammenhang zwischen der axialen Verschiebung der Hülse 2 und dem Füllgrad der Zylinder der Hochdruckpumpe 21. Die Nut 5 und die Durchbrüche 6 können jedoch auch mit jeder beliebigen Form ausgebildet werden. So ist es z. B. möglich, die Nut 5 schlangenförmig auszubilden.

Dies kann bspw. dafür genutzt werden, um einen linearen Zusammenhang zwischen dem Verstellweg der Hülse 2 und dem Füllgrad der Zylinder der Hochdruckpumpe 21 zu erreichen.

**[0028]** Statt der Verwendung einer Hülse 2 zwischen dem Gehäuse 3 und der Welle 1 in der Verstellvorrichtung 11 kann die Hülse auch direkt in das Gehäuse integriert sein, wobei das Gehäuse dann verschiebbar zur Welle angeordnet ist. Alternativ besteht auch die Möglichkeiten, statt des Gehäuses bzw. der Hülse die Welle verschiebbar auszuliegen.

**[0029]** Die in der vorstehenden Beschreibung, der Zeichnung und den Ansprüchen offenbarten Merkmale der Erfindung können sowohl einzeln als auch in beliebiger Kombination für die Verwirklichung der Erfindung in ihren verschiedenen Ausgestaltungen von Bedeutung sein.

### Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Erzeugen eines variablen Volumenstroms in Verbindung mit einer Pumpe (21) eines Hochdruckeinspritzsystem mit Injektoren, wobei die Vorrichtung wenigstens zwei Verdrängerelemente (1,2,3) mit jeweils einem Zulauf aufweist, mit einem ersten Bauteil (1), das einen Einlassdurchbruch (5) aufweist, der mit einem Einlass (4) verbunden ist, und mit einem zweiten Bauteil (2, 3), das wenigstens zwei Auslassdurchbrüche (6) aufweist, die in einer Ebene liegen und jeweils mit einem Zulauf der Pumpe zugeordneten Auslass (7, 8) verbunden sind, wobei das erste (1) und das zweite Bauteil (2, 3) ineinander und axial gegeneinander verschiebbar angeordnet sind, um eine Überdeckung des Einlassdurchbruches (5) mit den Auslassdurchbrüchen (6) einzustellen, und eines (1) der beiden Bauteile sich winkelsynchron mit der Pumpe (21) dreht und das andere Bauteil (2, 3) drehfest ausgelegt ist.
2. Vorrichtung gemäß Anspruch 1, wobei die Verdrängerelemente der Pumpe (21) von einer rotierenden Welle (1) angetrieben werden, mit der die Drehbewegung des drehbar ausgelegten Bauteils (1) synchronisiert ist.
3. Vorrichtung gemäß Anspruch 2, bei der das erste Bauteil (1) die Welle (1) aufweist, in der der Einlass (4) vorgesehen ist, der sich entlang einer Wellenachse (12) in die Welle (1) hinein erstreckt und mit dem als Nut (5) ausgebildeten Einlassdurchbruch (5) in Verbindung steht, und bei der das zweite Bauteil (2, 3) eine zylindrische Hülse (2) und ein Gehäuse (3) aufweist, wobei im Gehäuse (3) die als Kanäle ausgebildeten Auslässe (7) zu den Zuläufen der Pumpe (21) ausgebildet sind, die jeweils an der Gehäuseinnenwandung enden, wobei

die Hülse (2) zwischen dem Gehäuse (3) und der Welle (1) angeordnet ist und weiterhin die Auslassdurchbrüche (6) aufweist, die mit den Auslässen (7, 8) im Gehäuse (3) in Verbindung stehen, und die Nut (5) in der Welle (1) und die Durchbrüche (6) in der Hülse (2) derart ausgeformt sind, dass eine axiale Stellung von Hülse (2) und Welle (1) eine Phasenlänge der Überdeckung der Nut (5) mit den jeweiligen Durchbrüchen (6) in der Hülse (2) bei einer vollen Drehung der Welle (1) festlegt.

4. Vorrichtung gemäß Anspruch 3, wobei die Auslässe (7) im Gehäuse (3) jeweils eine Nut (8) an der Gehäuseinnenwandung aufweisen.
5. Vorrichtung gemäß Anspruch 3 oder 4, wobei die Nut (5) in der Welle (1) und die Auslassdurchbrüche (6) in der Hülse (2) so ausgeformt sind, dass eine Überdeckung der Querschnittsfläche der Nut (5) mit jedem der Durchbrüche (6) der Hülse (2) über einen Drehwinkel von wenigstens 180° der Welle möglich ist.
6. Vorrichtung gemäß einem der Ansprüche 3 bis 5, wobei die Drehbewegung der Welle (1) so auf die Pumpe (21) abgestimmt ist, dass die Überdeckung der Querschnittsfläche der Nut (5) in der Welle (1) mit dem jeweiligen Durchbruch (6) in der Hülse (2) im oder vor dem oberen Totpunkt eines zugehörigen Kolbens (21a) in der Pumpe (21) beginnt und bei maximal eingestelltem Volumenstrom im oder nach dem unteren Totpunkt des Kolbens (21a) endet.
7. Vorrichtung gemäß einem der Ansprüche 3 bis 6, bei der die Nut (5) in der Welle (1) und die Durchbrüche (6) in der Hülse (2) die Form von geradlinigen Schlitzen haben, wobei zwischen der Orientierung der Nut (5) und der Orientierung der Durchbrüche (6) eine vorgegebene, von Null verschiedene Winkeldifferenz besteht.
8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 3 bis 7, bei der die Nut (5) in der Welle (1) und die Durchbrüche (6) in der Hülse (2) so ausgelegt sind, dass die Überdeckung der Nut (5) mit dem jeweiligen Durchbruch (6) immer im oberen Totpunkt eines zugehörigen Kolbens (21a) der Pumpe (21) beginnt.

### Claims

1. Device for generating a variable volumetric flow in combination with a pump (21) of a high-pressure injection system having injectors, the device having at least two displacer elements (1; 2, 3) each having a feed, comprising a first component (1) having an inlet aperture (5) which is connected to an inlet (4), and comprising

- a second component (2, 3) which has at least two outlet apertures (6) which lie in a common plane and each of which is connected to an outlet (7, 8) associated with the feed of the pump, wherein the first (1) and the second component (2, 3) are arranged so as to be movable into one another and axially counter to one another in order to position an overlap of the inlet aperture (5) with the outlet apertures (6) and one (1) of the two components rotates in angular synchronism with the pump (21) and the other component (2, 3) is embodied to be stationary.
2. Device according to claim 1, wherein the displacer elements of the pump (21) are driven by a rotating shaft (1) by means of which the rotary motion of the component (1) embodied as rotatable is synchronised.
  3. Device according to claim 2, wherein the first component (1) has the shaft (1) in which the inlet (4) is provided which extends along a shaft axis (12) into the shaft (1) and is connected to the inlet aperture (5) embodied as a groove (5), and wherein the second component (2, 3) has a cylindrical bushing (2) and a casing (3), with the outlets (7) embodied as channels to the feeds of the pump (21) being embodied in the casing (3), each of which feeds ends at the inner wall of the casing, wherein the bushing (2) is disposed between the casing (3) and the shaft (1) and in addition has the outlet apertures (6) which are connected to the outlets (7, 8) in the casing (3), and the groove (5) in the shaft (1) and the apertures (6) in the bushing (2) are formed in such a way that an axial position of bushing (2) and shaft (1) defines a phase length of the overlap of the groove (5) with the respective apertures (6) in the bushing (2) in a complete revolution of the shaft (1).
  4. Device according to claim 3, wherein the outlets (7) in the casing (3) each have a groove (8) on the inner wall of the casing.
  5. Device according to claim 3 or 4, wherein the groove (5) in the shaft (1) and the outlet apertures (6) in the bushing (2) are formed in such a way that an overlap of the cross-sectional area of the groove (5) with each of the apertures (6) of the bushing (2) is possible over an angle of rotation of at least 180° of the shaft.
  6. Device according to one of claims 3 to 5, wherein the rotary motion of the shaft (1) is adjusted to the pump (21) in such a way that the overlap of the cross-sectional area of the groove (5) in the shaft (1) with the respective aperture (6) in the bushing starts at or before the top dead centre of an associated piston (21a) in the pump and when the volumetric flow is set to the maximum ends at or after the top dead centre of the piston (21a).
  7. Device according to one of claims 3 to 6, wherein the groove (5) in the shaft (1) and the apertures (6) in the bushing (2) have the shape of rectilinear slots, with a predefined non-zero angular difference existing between the orientation of the groove (5) and the orientation of the apertures (6).
  8. Device according to one of claims 3 to 7, wherein the groove (5) in the shaft (1) and the apertures (6) in the bushing (2) are embodied in such a way that the overlap of the groove (5) with the respective aperture (6) always starts at the top dead centre of an associated piston (21a) of the pump (21).

### Revendications

1. Dispositif pour générer un débit volumétrique variable en liaison avec une pompe (21) d'un système d'injection à haute pression avec des injecteurs, le dispositif comportant au moins deux éléments de déplacement (1 ; 2, 3) comportant chacun un orifice d'arrivée, avec un premier composant (1) qui comporte un passage d'admission (5) qui est relié à une admission (4), et avec un deuxième composant (2, 3) qui comporte au moins deux passages d'évacuation (6) qui se trouvent dans un plan et qui sont reliés chacun à une évacuation (7, 8) associée à un orifice d'arrivée de la pompe, le premier (1) et le deuxième (2, 3) composant étant disposés de manière à être déplaçables l'un dans l'autre et axialement l'un vers l'autre pour ajuster un recouvrement du passage d'admission (5) avec les passages d'évacuation (6), et l'un (1) des deux composants tournant en synchronisme angulaire avec la pompe (21) et l'autre composant (2, 3) étant monté de façon fixe en rotation.
2. Dispositif selon la revendication 1, dans lequel les éléments de déplacement de la pompe (21) sont entraînés par un arbre rotatif (1) avec lequel le mouvement de rotation du composant rotatif (1) est synchronisé.
3. Dispositif selon la revendication 2, dans lequel le premier composant (1) comporte l'arbre (1) dans lequel est prévue l'admission (4) qui s'étend à l'intérieur de l'arbre (1) le long d'un axe d'arbre (12) et qui communique avec le passage d'admission (5) réalisé comme une rainure (5), et dans lequel le deuxième composant (2, 3) comporte une douille cylindrique (2) et un boîtier (3), les évacuations (7) réalisées sous forme de conduits étant formées dans le boîtier (3) vers les orifices d'arrivées de la pompe

- (21) qui se terminent chacun dans la paroi intérieure du boîtier, la douille (2) est disposée entre le boîtier (3) et l'arbre (1) et comporte, en outre, les passages d'évacuation (6) qui sont reliés avec les évacuations (7, 8) dans le boîtier (3), et la rainure (5) dans l'arbre (1) et les passages (6) dans la douille (2) sont formés de telle manière qu'une position axiale de la douille (2) et de l'arbre (1) détermine une longueur de phase du recouvrement de la rainure (5) avec les passages correspondants (6) dans la douille (2) lors d'une rotation complète de l'arbre (1). 5 10
4. Dispositif selon la revendication 3, dans lequel les évacuations (7) dans le boîtier (3) comportent chacune une rainure (8) dans la paroi intérieure du boîtier. 15
5. Dispositif selon la revendication 3 ou 4, dans lequel la rainure (5) dans l'arbre (1) et les passages d'évacuation (6) dans la douille (2) sont formés de telle manière qu'un recouvrement de l'aire de la section de la rainure (5) est possible avec chacun des passages (6) de la douille (2) sur un angle de rotation d'au moins 180° de l'arbre. 20 25
6. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 3 à 5, dans lequel le mouvement de rotation de l'arbre (1) est adapté à la pompe (21) de telle manière que le recouvrement de l'aire de la section de la rainure (5) dans l'arbre (1) avec le passage correspondant (6) dans la douille (2) commence au ou avant le point mort haut d'un piston associé (21a) dans la pompe (21) et se termine avec le débit volumétrique maximal réglé au ou après le point mort bas du piston (21a). 30 35
7. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 3 à 6, dans lequel la rainure (5) dans l'arbre (1) et les passages (6) dans la douille (2) ont la forme de fentes rectilignes, une différence angulaire différente de zéro existant entre l'orientation de la rainure (5) et l'orientation des passages (6). 40
8. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 3 à 7, dans lequel la rainure (5) dans l'arbre (1) et les passages (6) dans la douille (2) sont réalisés de telle manière que le recouvrement de la rainure (5) avec le passage correspondant (6) commence toujours au point mort haut d'un piston associé (21a) de la pompe (21). 45 50

55

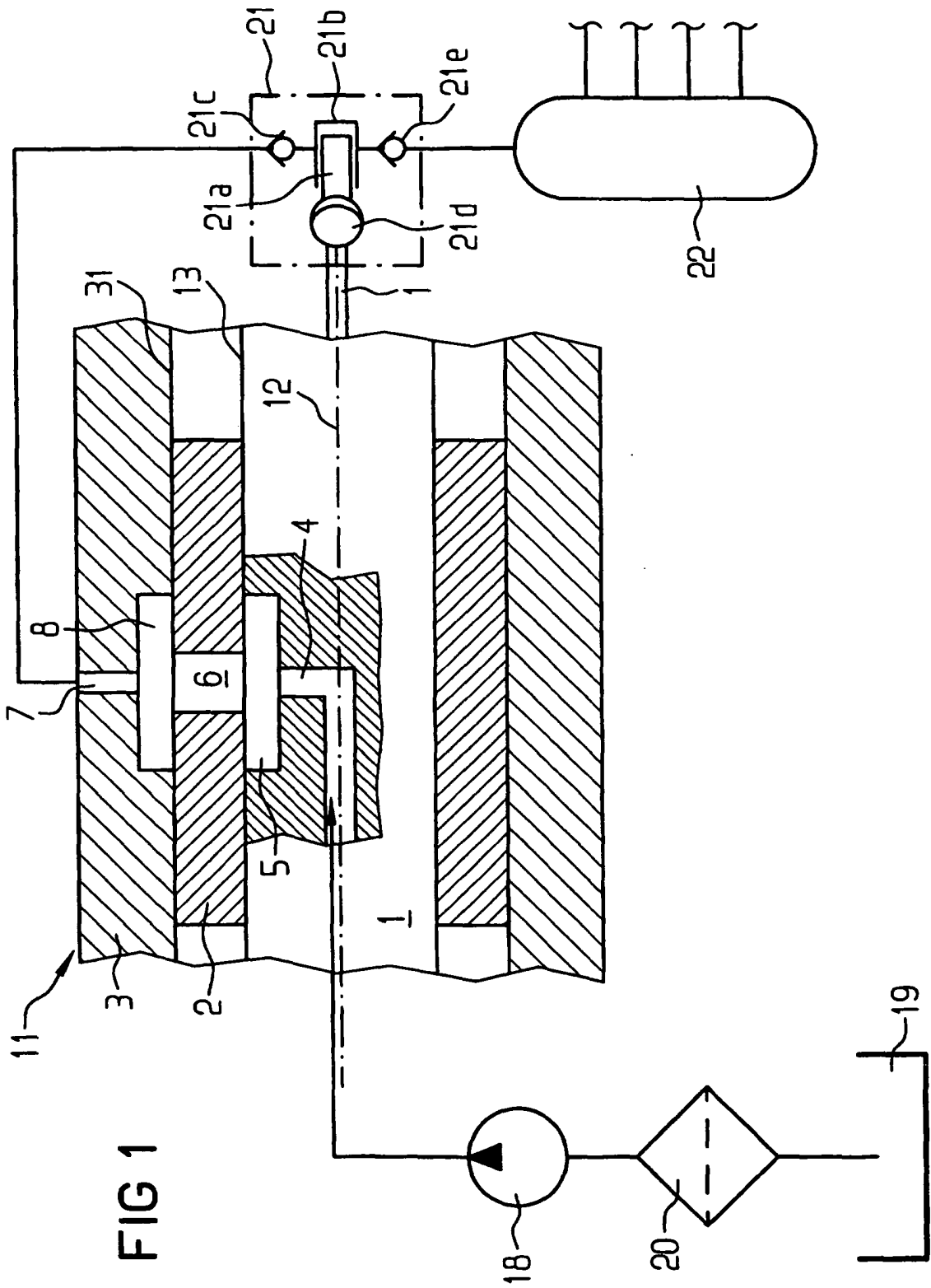
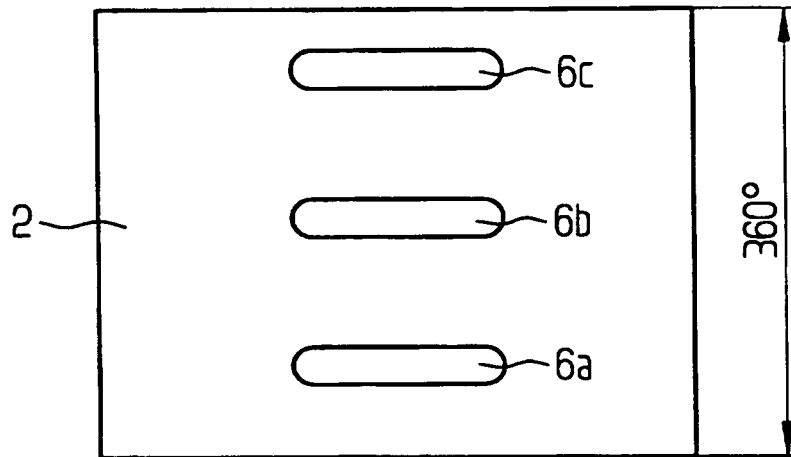


FIG 1

FIG 2

→ Verstellrichtung der Hülse



↑ Bewegungsrichtung der Welle

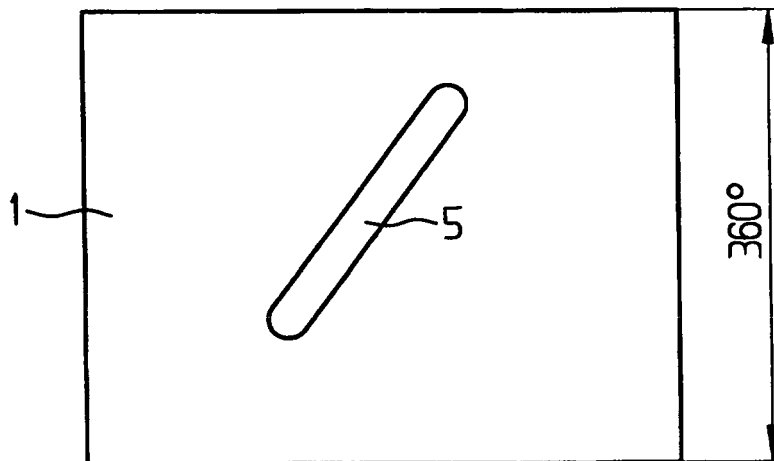


FIG 3

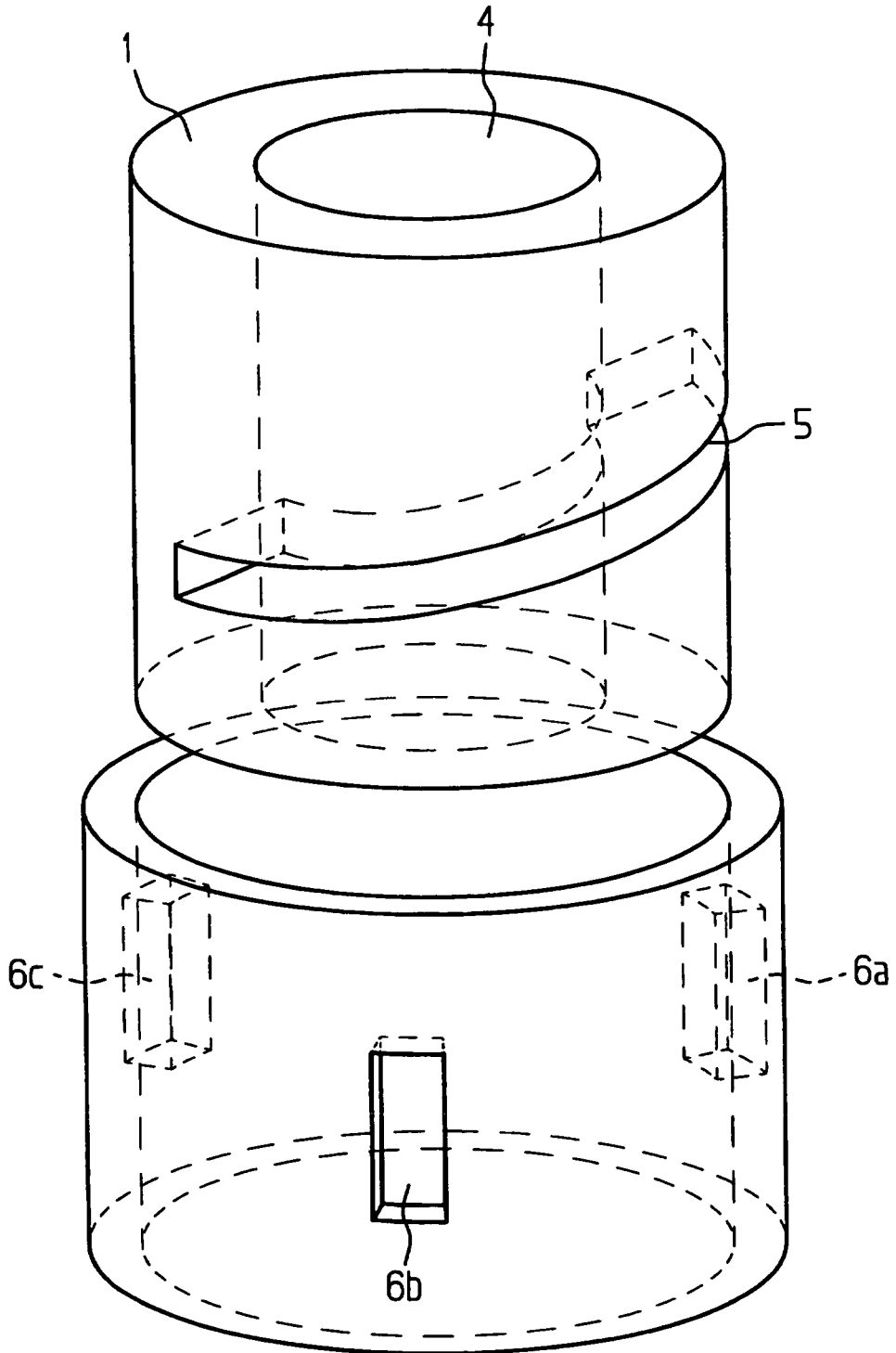
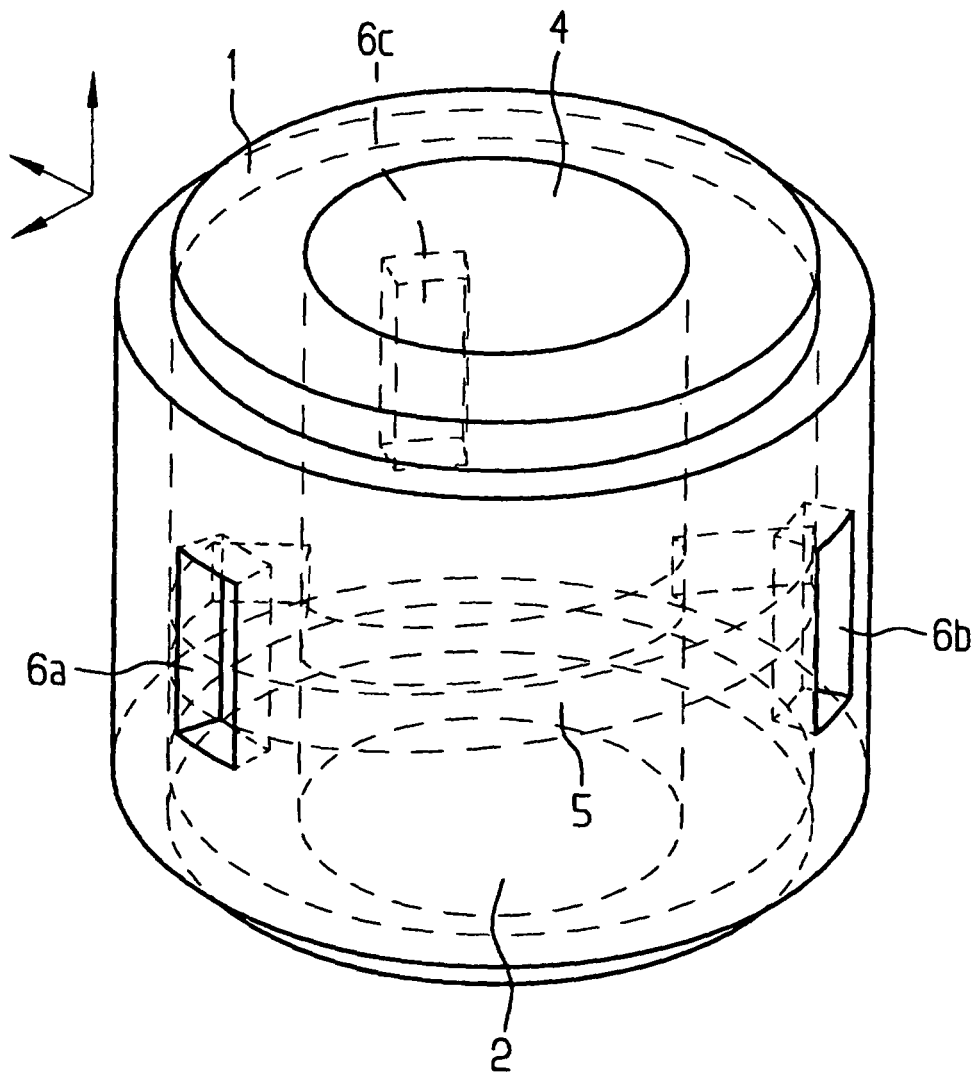


FIG 4



**IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE**

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

**In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente**

- GB 459578 A [0003]
- EP 0643220 A [0004]