

12

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21 Anmeldenummer: 85114587.0

61 Int. Cl.⁴: F 02 M 59/24

22 Anmeldetag: 16.11.85

30 Priorität: 24.12.84 DE 3447374

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:
02.07.86 Patentblatt 86/27

84 Benannte Vertragsstaaten:
AT DE FR GB IT

71 Anmelder: ROBERT BOSCH GMBH
Postfach 50
D-7000 Stuttgart 1(DE)

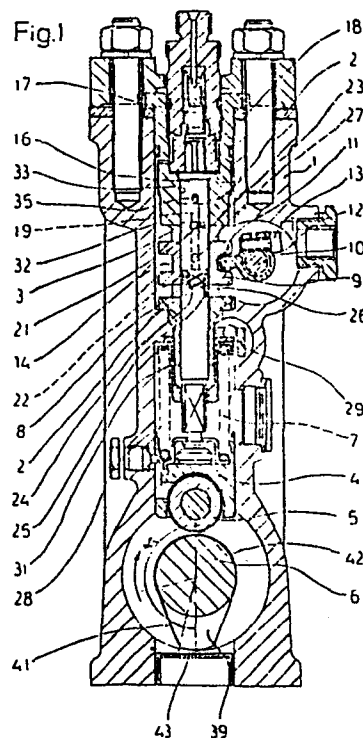
72 Erfinder: Güntert, Josef
Bergheimer Weg 25
D-7016 Gerlingen(DE)

72 Erfinder: Häfele, Walter
Bruckstrasse 30
D-7012 Fellbach(DE)

72 Erfinder: Tschöke, Helmut, Dr. Dipl.-Ing.
Asterweg 12
D-7302 Ostfildern 1(DE)

54 Kraftstoffeinspritzpumpe für Brennkraftmaschinen.

57 Kraftstoffeinspritzpumpe für Brennkraftmaschinen, bei der für normalen Motorbetrieb die Steuerung der Einspritzmenge und Förderbeginn sowie Förderende der Einspritzung mittels eines auf dem Pumpenkolben (3) axial verschiebbaren Steuerschiebers (9) erfolgen und wobei im Pumpenzylinder (2) eine vom Pumpenkolben (3) gesteuerte Radialbohrung (35) (Verbindungskanal) vorhanden ist, mit der der Pumpenarbeitsraum (16) mit dem Saugraum (32) der Pumpe verbindbar ist. Das späteste Förderende der Einspritzung wird dadurch bestimmt, daß ein Entlastungskanal (19, 21) nach Zurücklegung eines bestimmten Hubes des Pumpenkolbens (3) mit der Radialbohrung (35) in Überdeckung kommt und dadurch den Pumpenarbeitsraum (16) entlastet. Indem diese Radialbohrung (35) erst nach Zurücklegung eines Vorhubes durch den Pumpenkolben (3) gesperrt wird, kann zusätzlich auch der früheste Förderbeginn mit dieser Bohrung (35) gesteuert werden.



R.

22. November 1984 Ks

Firma ROBERT BOSCH GMBH. 7000 Stuttgart 1,

Kraftstoffeinspritzpumpe für Brennkraftmaschinen

Stand der Technik

Die Erfindung geht aus von einer Kraftstoffeinspritzpumpe nach der Gattung des Hauptanspruchs. Schiebergesteuerte Pumpen werden in erster Linie für große Förderleistungen bei hohen Drücken, also für größere, weniger schnell laufende Motoren verwendet. Dementsprechend wirken sich Abweichungen von den Soll-Einspritzwerten nicht nur in verschlechtertem Lauf des Motors aus, sondern können sehr leicht zu einem entsprechend kostenträchtigen Motorschaden führen. Ein derartige Gefahr besteht immer dann, wenn durch Fehler in

...

der Betätigungsvorrichtung des Steuerschiebers dies in eine Extremlage gelangt, für die die Einspritzpumpe entweder eine zu große Kraftstoffmenge einspritzt, so daß der Motor "durchgeht" oder in der der Förderanfang oder das Förderende, das bei diesen Pumpen durch die Lage des Steuerschiebers bestimmt wird, zu einer zu frühen oder zu späten Einspritzung des Kraftstoffs in den Motorzylinder führt, wodurch der Motor bekanntlich thermisch oder mechanisch überlastet werden kann. Besonders die thermische Überlastung führt zu einem Leistungsrückgang.

Bei einer bekannten Kraftstoffeinspritzpumpe der gattungsgemäßen Art (DE-OS 21 46 578) ist der Verbindungskanal als Bohrung in der Pumpenzylinderbüchse ausgebildet, mündet in einen diese Zylinderbüchse umgebenden Saugraum der Einspritzpumpe und wird durch den Pumpenkolben nach Zurücklegung eines Vorhubes gesperrt, wonach die Kraftstoffförderung zum Motor beginnen kann. Gegen Ende des Saughubes und im unteren Totpunkt des Pumpenkolbens wird der Pumpenarbeitsraum über diese Bohrung mit Kraftstoff aufgefüllt, während beim Druckhub der Pumpe die Lage der Bohrung den Förderbeginn bestimmt. Das Förderende und damit die Fördermenge wird durch die jeweilige Lage des Steuerschiebers festgelegt. Die Mündung eines im Pumpenkolben verlaufenden Mengensteuerkanals taucht für das Förderende aus der Innenbohrung des Steuerschiebers. Je weiter der Steuerschieber auf dem Pumpenkolben in Richtung Pumpenarbeitsraum verschoben ist, desto später wird die Einspritzung unterbrochen und desto größer ist die Fördermenge. In Extremlage des Steuerschiebers fördert somit der Pumpenkolben bis zu seinem oder nahe seinem oberen Totpunkt. Bei diesen schiebergesteuerten Pumpen, in deren Triebwerk zum Antrieb des Pumpenkolbens eine Rolle eines an den Pumpenkolben gekoppelten Rollenstößels eine Nockenbahn eines Antriebsnockens abläuft, wird während der Hochdruckförderung nicht nur die im Querschnitt nahezu geradlinige Nockenbahn durch die Rolle abgefahren, sondern auch die sich

an die geradlinige Bahn anschließenden gekrümmten Bahnen. Innerhalb dieser gekrümmten Bahnen sind die hertz'schen Pressungen zwischen Rolle und Bahn wesentlich größer. Während nämlich im geradlinigen Bahnabschnitt dem Rollenkreis eine Gerade gegenüberliegt, liegen sich bei Abfahren der gekrümmten Nockenbahn zwei Kreisbahnen gegenüber, bei der entsprechend der Elastizität des Materials die sich ergebende linienhafte Berührungsfläche wesentlich schmaler ist als wenn sich eine ebene Bahn und eine Rolle einander gegenüberliegen. Bei hohen Drücken, wie sie bei diesen Pumpen üblich sind, kann dieses zu einer Überlastung des Materials und damit Zerstörung des Triebwerkes der Einspritzpumpe führen. Ganz abgesehen davon, bringt der Nutzen dieses gekrümmten Bereiches des Antriebsnockens für die Hochdruckförderung auch Nachteile für die Einspritzcharakteristik, da sich in diesem Bereich die Fördermenge pro Drehwinkel der Nockenwelle stark ändert und bis auf Null abnimmt. Diese Abnahme ist im normalen Drehzahlbereich, beispielsweise im Teillastbereich, nicht vorhanden, sondern die Menge wird durch eine scharfe Abstimmung durch Austauschen der Mündung des Mengensteuerkanals aus dem Steuerschieber bestimmt. Im beschriebenen Grenzbereich ergeben sich aber nachteiligerweise gegen Hubende des Pumpenkolbens Verschlechterungen der Qualität der Kraftstoffeinspritzung mit all den damit gegebenen Nachteilen des Motorbetriebes.

Bei einer anderen bekannten schiebergesteuerten Kraftstoffeinspritzpumpe, bei der allerdings kein Verbindungskanal im Pumpenzylinder vorgesehen ist (US-PS 21 47 390), werden Förderbeginn und Förderende durch die axiale Lage des Steuerschiebers bestimmt, hingegen die Fördermenge durch Verdrehen des Pumpenkolbens, wofür in üblicher Weise eine entweder im Steuerschieber oder im Pumpenkolben angeordnete schräge Steuerkante mit einer im gegenüberliegenden Teil vorgesehenen Bohrung zusammenwirkt.. Auch bei dieser Pumpe besteht die Gefahr, daß in Extremlagen des Steuerschiebers entsprechend obigen Ausführungen ein Schaden an der Brennkraftmaschine oder dem Triebwerk der Pumpe entstehen kann oder ein mit den beschriebenen Nachteilen behafteter Motorbetrieb.

Vorteile der Erfindung

Die erfindungsgemäße Kraftstoffeinspritzpumpe mit den kennzeichnenden Merkmalen des Hauptanspruchs hat demgegenüber den Vorteil, daß die effektive Kraftstoffförderung zum Motor hin unabhängig von der durch den Steuerschieber vorgenommene Kraftstoffsteuerung nach Zurücklegung eines bestimmten Pumpenkolbenhubes beendet wird. Hierdurch wird gleichzeitig die maximal mögliche Fördermenge der Einspritzpumpe begrenzt, womit insbesondere ein Durchgehen des Motors verhindert wird. Außerdem kann dadurch erreicht werden, daß durch rechtzeitiges Aufsteuern des Entlastungskanals die Hochdruckförderung beendet wird, bevor die Rolle des Rollenstößels vom geradlinien (tangentialen) auf den gekrümmten Abschnitt des Antriebsnockens der Einspritzpumpe gelangt. Ein gefährliches Verschieben des Förderendezeitpunktes in Richtung "spät" mit der Folge oben beschriebener Nachteile wird durch die Erfindung verhindert, ohne daß deshalb Nachteile für die Mengenregelung oder den Motorbetrieb entstehen. Durch entsprechende Zuordnung der Steuerschiebermengensteuerung kann vorteilhafterweise erreicht werden, daß die Kraftstoffförderung bei Einnahme einer unerwünschten Extremlage des Steuerschiebers auf Null reduziert wird. Dies wird erreicht, wenn der im Pumpenzylinder angeordnete Verbindungskanal durch den Entlastungskanal aufgesteuert wird, bevor die Mündung des Mengensteuerkanals für einen Förderbeginn in den Steuerschieber taucht.

Erfindungsgemäß kann die Lage des Eingangs des Verbindungskanals im Pumpenzylinder in Bezug auf die Lage des ihn steuernden Pumpenkolbens unterschiedlich angeordnet sein. Nach einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung wird durch den Verbindungskanal auch der früheste Förderbeginn gesteuert, indem der Eingang des Verbindungskanals erst nach Zurücklegung eines Vorhubes des Pumpenkolbens gesperrt wird, so daß frühestens erst danach im Pumpenarbeitsraum ein Druck aufbaubar ist. Der Verbindungskanal dient dabei zusätzlich als Auffüllmöglichkeit des Pumpenarbeitsraumes, nämlich

solange der Pumpenkolben in der Nähe seiner unteren Totpunkt-lage ist. Die Mündung des Entlastungskanals kann entweder stets innerhalb der den Pumpenkolben aufnehmenden Bohrung des Pumpenzylinders bleiben oder ebenfalls mit dem Vorteil der zusätzlichen Auffüllung des Pumpenarbeitsraumes in der unteren Totpunkt-lage aus dem Pumpenzylinder austauschen. In dem Fall wird aber nach Zurücklegung des maximalen Arbeitshubes des Pumpenkolbens durch die Mündung des Entlastungskanals der Eingang des Verbindungskanals aufgesteuert, um die Kraftstoffförderung zum Motor zu unterbrechen. Auf diese Weise wird durch Entlastungskanal und Verbindungskanal der maximale Förderhub und damit die maximale Fördermenge begrenzt und es wird zudem verhindert, daß der Förderbeginn zu früh eintritt, wobei bekanntlich ein zu früher Förderbeginn für den Motor meist schädlicher ist als ein zu später Förderbeginn.

Nach einer anderen Ausgestaltung der Erfindung ist der Eingang des Verbindungskanals durch die Mantelfläche des Pumpenkolbens abgedeckt und wird durch die Mündung des Entlastungskanals aufgesteuert, nachdem der Pumpenkolben den bestimmten Hub zurückgelegt hat. Eine derartige Anordnung kommt in erster Linie dann in Frage, wenn der Verbindungskanal nicht zum Saugraum, sondern lediglich zu einem Abflusssammelraum führt. Auch hier kann die am Pumpenkolben angeordnete Mündung des Entlastungskanals entweder erst nach einem bestimmten Vorhub in die Bohrung des Pumpenzylinders tauchen oder aber auch stets innerhalb der den Pumpenkolben aufnehmenden Bohrung des Pumpenzylinders verbleiben, also im Hubbereich um den unteren Totpunkt erst gar nicht aus dem Pumpenzylinder austauschen. Im ersten Fall kann durch Eintauchen der Mündung in diese Bohrung der Förderbeginn bestimmt werden, im zweiten Fall muß dieser Förderbeginn durch andere Mittel, beispielsweise den Mengensteuerschieber, erreicht werden.

...

Nach zusätzlichen Ausgestaltungen der Erfindung kann die Mündung des Entlastungskanals zweckentsprechend und damit in unterschiedlicher Weise ausgebildet sein. Als Mündung kann eine Ringnut dienen oder eine Quernut, die dann über eine Querbohrung und eine Längsbohrung, die im Pumpenkolben verlaufen, mit dem Pumpenarbeitsraum verbunden sind. Wenn der Pumpenkolben zur Mengenänderung verdrehbar ist, so kann die obere Begrenzungskante der Steuernut gestuft und/oder schräg zur Pumpenkolbenachse verlaufen, so daß ein Verdrehen des Pumpenkolbens eine Änderung des Aufsteuerhubes zwischen Entlastungskanalmündung und Verbindungskanaleingang bewirkt. Hierdurch kann das späteste Förderende in Verbindung mit der Veränderung der Fördermenge ebenfalls geändert werden.

Weitere Vorteile und Ausgestaltungen der Erfindung sind der Zeichnung, der nachfolgenden Beschreibung und den Ansprüchen entnehmbar.

Zeichnung

Ein Ausführungsbeispiel des Gegenstandes der Erfindung ist in der Zeichnung mit verschiedenen Varianten dargestellt und im folgenden näher beschrieben. Es zeigen: Fig. 1 einen Längsschnitt durch eine Kraftstoffeinspritzpumpe, Fig. 2 bis 5 verschiedene Zuordnungen von Verbindungskanal und Entlastungskanal als Ausschnitt und in vergrößertem Maßstab von Fig. 1, Fig. 6 bis 9 drei Varianten der Entlastungskanalmündung an einem Kolbenabschnitt dargestellt und Fig. 10 ein Funktionsdiagramm.

...

Beschreibung des Ausführungsbeispiels

Bei der in Fig.1 dargestellten Kraftstoffeinspritzpumpe sind in einem Gehäuse 1 mehrere Zylinderbüchsen 2 - von denen nur eine dargestellt ist - in Reihe eingelassen, in denen Pumpenkolben 3 unter Zwischenschaltung eines Rollenstößels 4 mit Rolle 5 durch eine Nockenwelle 6 entgegen der Kraft einer Feder 7 für ihre den Arbeitshub bildende axiale Bewegung angetrieben werden. In der Zylinderbüchse 2 ist eine Aussparung 8 vorhanden, die einen auf dem Pumpenkolben 3 axial verschiebbaren Steuerschieber 9 aufnimmt. Die einzelnen, auf den jeweiligen Pumpenkolben verschiebbar angeordneten Steuerschieber 9, von denen ebenfalls nur einer dargestellt ist, werden durch eine Regelstange 10 gemeinsam axial verschoben. Die Regelstange 10 ist dafür drehbar im Gehäuse 1 gelagert und weist für jeden Steuerschieber 9 ein Mitnahmeglied in Form eines mit einem Kopf 11 versehenen Spannringes 12 auf, der durch eine Spannschraube 13 an der Regelstange 10 festgeklemmt ist, wobei der Kopf 11 in eine Ringnut 14 des Steuerschiebers 9 greift.

Der Pumpenkolben 3 und die Zylinderbüchse 2 begrenzen einen Pumpenarbeitsraum 16, von dem ein Druckkanal 17, in dem ein Angleichventil 18 angeordnet ist, zu einer nicht dargestellten Druckleitung führt, die an einer Einspritzdüse der Brennkraftmaschine endet.

Im Pumpenkolben ist eine in den Pumpenarbeitsraum 16 mündende Sackbohrung 19 vorhanden sowie zwei Querbohrungen 21 und 22, von denen die Querbohrung 21 in Fig.1 lediglich in der Draufsicht dargestellt ist. Die Querbohrung 21 mündet in eine in der Mantelfläche des Pumpenkolbens 3 vorgesehene Ringnut 23, die bei dieser in Fig.1 dargestellten Variante durch einen Anschliff der Kolbenmantelfläche gebildet ist und ge-

...

meinsam mit der Quernut 21 sowie dem bis zum Pumpenarbeitsraum 16 führenden Abschnitt der Sackbohrung 19 einen Entlastungskanal bildet. Die zweite Querbohrung 22 mündet in zwei ebenfalls auf der Mantelfläche des Pumpenkolbens 3 angeordnete Schrägnuten 24 sowie Längsnuten 25, die in Verbindung mit dem Steuerschieber 9 und seiner Innenbohrung 26 sowie einer im Steuerschieber 9 angeordneten Entlastungsbohrung 27 der Fördermengensteuerung dienen.

Der Pumpenkolben 3 weist an seinem unteren Ende eine Abflachung 28 auf, an der ein durch eine Regelstange 29 in bekannter Weise verdrehbares Mitnahmeglied 31 angreift, so daß ein axiales Verschieben der Regelstange 29 ein Verdrehen des Pumpenkolbens 3 bewirkt.

Die Zylinderbüchse 2 ist in ihrem mittlerem Abschnitt, der auch die Aussparung 8 aufweist, von einem im Gehäuse 1 vorgesehenen Saugraum 32 umgeben, der mit unter niederem Druck stehendem Kraftstoff gefüllt ist. Dieser Saugraum 32 ist somit auch mit den Nuten 23, 24 und 25 verbunden, solange diese nicht durch den Steuerschieber 9 bzw. den Pumpenzylinder 33 der Zylinderbüchse 2 abgedeckt sind. In der Zylinderbüchse 2 ist eine als Verbindungskanal dienende Radialbohrung 35 vorhanden, die den Pumpenarbeitsraum 16 mit dem Saugraum 32 verbindet, solange sie nicht durch den Pumpenkolben 3 gesperrt ist.

Die in Fig.1 dargestellte Kraftstoffeinspritzpumpe arbeitet wie folgt:

Während mindestens eines Teils des Saughubes des Pumpenkolbens 3 und im Bereich des unteren Totpunktes seiner Hubbewegung strömt aus dem Saugraum 32 Kraftstoff über die der Mengensteuerung dienenden Öffnungen, nämlich die Schrägnuten 24, die Längsnuten 25 und die Bohrungen 27 einerseits und den Verbindungskanal 35 sowie den Entlastungskanal 19, 21, 23 andererseits, Kraftstoff aus dem Saugraum 32 in den Pumpenarbeitsraum 16.

Bei dem sich anschließenden Druckhub des Pumpenkolbens 3 baut sich im Pumpenarbeitsraum 16 erst dann der für die Einspritzung erforderliche Druck auf, wenn die Zuströmkanäle zwischen Saugraum 32 und Pumpenarbeitsraum 16 gesperrt sind. Solange wird aus dem Pumpenarbeitsraum 16 über diese Kanäle der Kraftstoff wieder zurück zum Pumpensaugraum 32 gefördert. Das Schließen der Mengensteuerkanäle während des Druckhubes hängt von der axialen Lage des Steuerschiebers 9 und der Drehlage des Pumpenkolbens 3 ab. Die Sperrung des Entlastungskanals 19, 21, 23 oder des Verbindungskanals 35 hängt hingegen allein von der Hublage des Pumpenkolbens 3 ab, so daß diese Steuerung unabhängig von der durch den Steuerschieber 9 zu betrachten ist.

Durch den Steuerschieber 9 wird in üblicher Weise die zum Motor geförderte Kraftstoffmenge gesteuert, indem je nach Drehlage des Pumpenkolbens 3 und damit je nach Abstand der oberen Steuerkante der Schrägnuten 24 bis zur Entlastungsbohrung 27 ein unterschiedlich langer Hub des Pumpenkolbens 3 zurückgelegt werden muß, bevor durch Aufsteuern dieses durch Sackbohrung 19, Querbohrung 22 und Nuten 24, 25 gebildeten Mengensteuerkanals die Hochdruckförderung und damit die Einspritzung beendet wird. Ein für die Einspritzung

...

ausreichender Druck kann sich im Pumpenarbeitsraum 16 dabei erst dann aufbauen, wenn die Längsnuten 25 in die Bohrung 26 des Steuerschiebers 9 eingetaucht sind. Zur Einspritzmengenänderung wird die Regelstange 29 durch einen nicht dargestellten Drehzahlregler, der mit mechanischen oder elektrischen Mitteln arbeiten kann, axial verschoben, was eine Verdrehung des Mitnahmegliedes 31 und des Pumpenkolbens 3 zur Folge hat.

Dieser effektive, der Einspritzung dienende Förderhub kann durch axiales Verschieben des Steuerschiebers 9 zeitlich verschoben werden. Je weiter der Steuerschieber 9 nach oben geschoben wird, desto mehr wird der effektive Förderhub auf später geschoben, je weiter der Steuerschieber 9 nach unten geschoben ist, desto früher beginnt der effektive Förderhub in Bezug auf die jeweilige Drehlage der Nockenwelle 6, die drehzahlsynchron mit der Kurbelwelle des von der Pumpe versorgten Motors angetrieben wird.

Diese beschriebene zeitliche Verschiebung des effektiven Förderhubes durch Verschieben des Steuerschiebers 9 wird im normalen Motorbetrieb vorgenommen und arbeitet nur dann einwandfrei, wenn der Steuerschieber 9 nicht in seine Extremlagen nach oben oder unten innerhalb der Aussparung 8 verschoben wird, was beispielsweise durch sein Eigengewicht bei Ausfall des Antriebs der den Spritzbeginn steuernden Regelstange 12 erfolgen kann oder wenn beispielsweise bei Verwendung eines elektrischen Steuergerätes durch Fehler desselben der Steuerschieber 9 über den Normalarbeitsbereich hinaus nach oben geschoben wird. Das Verschieben des Steuerschiebers 9 in die untere Extremlage führt zu einem verfrühten Förderbeginn, was bei den üblicherweise von derartigen Einspritzpumpen versorgten Motoren zu deren Zerstörung führen kann, wenn nicht entgegenwirkende Sicherheitsmaßnahmen ge-

troffen werden. Das Verschieben des Steuerschiebers 9 in die obere Extremlage und dem damit verbundenen verspäteten Förderbeginn kann, sofern keine Sicherheitsmaßnahmen getroffen sind, zu einer Überhitzung und ebenfalls zur Zerstörung des Motors führen. Die Motoren sind hierbei besonders im Volllastbereich, also bei Förderung der maximal möglichen Einspritzmenge, gefährdet.

Erfindungsgemäß wird diese Gefahr durch die Verwendung des Verbindungskanals 35 im Zusammenwirken mit dem Entlastungskanal 19, 21, 23 vermieden. Frühester Förderbeginn und spätestes Förderende und damit gleichzeitig der maximal mögliche effektive Förderhub des Pumpenkolbens 3 wird durch die Lage des Eingangs 36 des Verbindungskanals 35 im Pumpenzylinder 33 und die Lage der Mündung 23 (Quernut) des Entlastungskanals 19, 21, in der Mantelfläche des Pumpenkolbens 3 bestimmt. In den Fig. 2 bis 5 sind vier verschiedene Varianten dieser möglichen Zuordnung von Eingang 36 und Mündung 23 in vergrößertem Maßstab dargestellt.

Die in Fig. 2 dargestellte Zuordnung der Kanäle entspricht der Darstellung in Fig. 1. Nach Zurücklegung des Hubes a des Pumpenkolbens 3 wird die Mündung 23 durch den Pumpenzylinder 33 gesperrt und erst nach weiterem Hub des Pumpenkolbens 3 und Zurücklegung des etwas längeren Weges b wird der Eingang 36 des Verbindungskanals 35 gesperrt. Erst wenn beide Kanäle gesperrt sind, kann sich im Pumpenarbeitsraum 16 ein für die Einspritzung erforderlicher Druck aufbauen. Dies hängt letztlich davon ab, ob auch der durch den Steuerschieber 9 gesteuerte Mengensteuerkanal bereits gesperrt ist. So ist es beispielsweise möglich, daß nach diesem Hub b die Längsnuten 25 noch nicht voll in den Steuerschieber 9 eingetaucht sind (beispielsweise in Fig. 1 dargestellte Steuerschieberstellung). Wenn jedoch der Steuerschieber 9 eine der Extremlagen einnehmen würde, wäre ein verfrühter Spritzbeginn nicht möglich, da der früheste Spritzbeginn

(effektiver Förderbeginn) durch Sperren des Verbindungskana-
ls 35 bestimmt wird und dieser frühestmögliche Spritzbe-
ginn so gewählt wird, daß eine Schädigung des Motors nicht
eintreten kann.

Der effektive Förderhub des Pumpenkolbens 3 kann höchstens
so lang sein, bis die Mündung 23 des Entlastungskanales 19,
21, 23 mit dem Eingang 36 des Verbindungskanales 35 in Über-
deckung gelangt. Hierdurch ist die maximal mögliche Förder-
menge pro Einspritzhub begrenzt und außerdem das spätest
mögliche Förderende. Einerseits wird dadurch vermieden, daß
auch in den Extremlagen des Steuerschiebers 9 eine unzuläs-
sig große Kraftstoffmenge eingespritzt wird und andererseits
wird dadurch erreicht, daß durch das von der Lage des Steu-
erschiebers 9 unabhängige Förderende bei zu spätem durch den
Steuerschieber 9 bestimmten Förderbeginn die Fördermenge re-
duziert wird. Wenn also der Steuerschieber 9 seine obere Ex-
tremlage einnimmt, für die er einen späten Förderbeginn be-
wirkt, so ist bei diesem Förderbeginn der Eingang 36 zum
Verbindungskanal 35 bereits gesperrt, mit der Folge der ent-
sprechend eine Einspritzmengenreduzierung bewirkenden frühen
Aufsteuerung durch den Entlastungskanal 19, 21, 23 Die Zu-
ordnung dieser Steuerungen kann dabei so gewählt werden, daß
mindestens in einer Extremlage des Steuerschiebers 9 von der
Pumpe kein Kraftstoff mehr eingespritzt wird.

Wie bei der zu Fig.2 beschriebenen Ausführung ist auch bei
den in Fig. 3 bis 5 dargestellten Varianten der Pumpenkolben
entsprechend Fig.1 in seiner unteren Totpunktlage UT ge-
zeigt. Bei der in Fig.3 dargestellten Variante taucht die
Mündung 123 der Querbohrung 121 des Entlastungskanales 19,
121, 123 auch nicht in UT aus der Zylinderbohrung 33 aus, so
daß dieser Entlastungskanal auch keine Auffüllfunktion des
Pumpenarbeitsraumes 16 übernehmen kann. Die Funktion bleibt
im übrigen die gleiche wie oben beschrieben, da der Förder-
beginn erst mit Abdecken des Eingangs 36 des Verbindungs-

kanals 35 durch den Pumpenkolben bestimmt wird und das späteste Förderende durch Aufsteuern dieses Kanals durch die Öffnung 123 der Querbohrung 121. Bei dieser Variante kann gegenüber dem in Fig. 1 und 2. beschriebenen Ausführungsbeispiel entweder der effektive Förderhub verkürzt oder der Pumpenzylinder beispielsweise zur Erzielung einer längeren Überdeckung zum Pumpenkolben 3 hin verlängert werden. In der Variante nach Fig.4 bleibt der Eingang 136 des Verbindungskanals 135 auch in UT vom Pumpenkolben 3 gesperrt, so daß der Förderbeginn durch den Entlastungskanal 19, 21, 23 bestimmt wird und das Förderende durch Überdecken der Mündung 23 mit dem Eingang 136 der Kanäle. Auch bei dieser Variante ist der maximal mögliche effektive Förderhub durch den Eingang 136 des Verbindungskanals 135 und die Mündung 23 des Entlastungskanals 19, 21, bestimmt.

Bei der in Fig.5 dargestellten dritten Variante bleibt die Mündung 123 des Entlastungskanals 19, 121 und der Eingang 136 des Verbindungskanals 135 in UT durch die Zylinderbüchse 33 und den Pumpenkolben 3 gesperrt. Der früheste Förderbeginn muß also durch andere Mittel gesteuert werden. Das Förderende jedoch und damit die maximal mögliche Fördermenge wird, wie bei den anderen Varianten, durch die Lage von Mündung 123 und Eingang 136 bestimmt. Bei dieser Variante können die Kanäle 19, 121 und 135 nicht zur Auffüllung des Pumpenarbeitsraumes 16 während des Saughubes oder in UT des Pumpenkolbens 3 hinzugezogen werden.

In den Fig. 6 bis 9 sind vier verschiedene Ausführungen der Mündungen der Querbohrung 21 lediglich an einem Abschnitt des Pumpenkolbens 3 dargestellt. In Fig.6 ist die Ausführung nach Fig.1 vergrößert und im Teilschnitt gezeigt, und zwar um 90° um die Pumpenkolbenachse gedreht. Die Quernut 23, die in Fig.1 in der Draufsicht dargestellt ist, erscheint hier

im Schnitt. Die Begrenzungskanten dieser Quernut 23 sind geradlinig ausgebildet, wobei die obere Steuerkante 37 durch Aufsteuern des Eingangs 36 des Verbindungskanals 35 das Förderende steuert und die untere Steuerkante 38 in der Variante nach Fig.4 in Verbindung mit dem Pumpenzylinder 33 den Förderanfang einleitet. In der Variante nach Fig.7 ist die Mündung wieder als in Draufsicht dargestellte Abflachung 223 ausgebildet, in die die Querbohrung 21 mündet und deren obere und untere Begrenzungskante 137 und 138 im Unterschied zu dem in Fig.6 dargestellten Ausführungsbeispiel nicht parallel zueinander verlaufen, sondern einen bestimmten Winkel einschließen. Hierdurch kann der früheste Förderanfang und/oder das späteste Förderende und damit der maximal mögliche effektive Förderhub beim Verdrehen des Pumpenkolbens geändert werden.

Bei der in Fig.8 dargestellten Variante ist die Mündung der Querbohrung 21 als in die Mantelfläche des Pumpenkolbens 3 eingearbeitete Ringnut mit parallelen Begrenzungskanten ausgebildet. Bei der in Fig.9 dargestellten Variante ist die obere Begrenzungskante 237 dieser Ringnut 423 gestuft ausgeführt, so daß auch hierdurch je nach Drehlage des Pumpenkolbens 3 das Förderende lastabhängig änderbar ist. Natürlich kann statt einer gestuften Steuerkante auch eine entsprechende schräg verlaufende Steuerkante vorgesehen sein.

Die Belastbarkeit von Nockentrieben wird durch die dort auftretenden maximal zulässigen Hertz'schen Pressungen zwischen Antriebsteil (Nocken) und Abtriebsteil (Rolle) bestimmt. Je größer die Berührungsfläche für die Kraftübertragung zwischen Antriebsteil und Abtriebsteil, desto geringer sind die hertz'schen Pressungen bei gleicher Belastung und desto größer ist bei gleichem Material die maximale Kraft, die übertragen werden kann. Solange demnach die Rolle 5 des Rollenstößels 4

auf einer gekrümmten Bahn des Nockens 39 (Fig.1) der Nockenwelle abläuft, sind die höchstens Übertragbaren Kräfte geringer, als wenn die Rolle 5 auf dem geraden Abschnitt 41 des Nockens 39 dem sogenannten Tangentenbereich abläuft. Erfindungsgemäß wird erreicht, daß für den effektiven Nutzhub die Rolle 5 des Rollenstößels 4 lediglich auf dem Tangentenbereich 41 des Nockens 39 abläuft. In Fig.1 zeigt der Nocken 39 gerade nach unten (UT des Pumpenkolbens 3), so daß die Rolle 5 des Rollenstößels 4 auf dem Grundkreis 42 aufliegt. Wenn die Nockenwelle 6 in Pfeilrichtung dreht, bleibt bei diesem speziellen Beispiel für den Verdrehwinkel α bis ca. 115° NW der Pumpenkolben in der dargestellten UT-Lage. In dieser Zeit wird der Pumpenarbeitsraum 16 mit Kraftstoff aufgefüllt. Für den sich anschließenden Drehwinkel, hier bis ca. 160° NW, rollt die Rolle 5 auf dem geraden Abschnitt 41 des Nockens 39 ab. Danach schließt sich wieder ein gekrümmter Abschnitt 43 des Nockens 39 an, kurz bevor der Pumpenkolben dann nach 180° NW seinen oberen Totpunkt OT einnimmt. Danach schließt sich dann der Saughub des Pumpenkolbens an mit ebenfalls 180° NW.

In dem in Fig.10 dargestellten Diagramm ist über dem Drehwinkelgrad α in $^\circ$ NW (Abszisse) der Hub h des Pumpenkolbens 3 (Ordinate) aufgetragen. Mit Q ist die Förderkurve der Pumpe bezeichnet, der entnehmbar ist, daß die Kraftstoffverdrängung durch den Pumpenkolben 3 bei $\alpha \approx 115^\circ$ NW beginnt und erst allmählich ansteigt, so daß eine gleichmäßige Förderung pro Drehwinkel erst bei $\alpha \approx 145^\circ$ NW erreicht ist. Diese gleichmäßige Förderung hört bei $\alpha \approx 160^\circ$ NW auf, wonach dann die Förderung bis OT hin abnimmt. Der für die Einspritzung erforderliche gleichmäßig hohe Druck kann demnach nur in dem Drehwinkelabschnitt zwischen $\alpha \approx 145^\circ$ und 160° NW erreicht werden.

...

Dieser Bahnabschnitt ist in Fig.10 durch die Punkte A und B begrenzt, was einem Kolbenhub zwischen $h = a$ und $h = b$ (auf der Ordinate h) entspricht. Wenn der Pumpenkolben den Hub a zurückgelegt hat, wird deshalb erfindungsgemäß gerade der Eingang 36 des Verbindungskanals 35 gesperrt, so daß sich im Pumpenarbeitsraum 16 erst dann ein Einspritzdruck aufbauen kann, sofern zu diesem Zeitpunkt auch, wie weiter oben beschrieben, der Mengensteuerkanal bereits gesperrt ist. Wenn dann der Pumpenkolben den Gesamthub b zurückgelegt hat, wird der im Pumpenarbeitsraum 16 herrschende Hochdruck und entsprechend die hohe Kraft der Rolle 5 auf den Nocken 39 abgebaut, indem die Mündung 23 des Entlastungskanals 19,21 den Verbindungskanal 35 wieder aufsteuert.

Der Steuerschieber 9 kann somit den Förderanfang und/oder das Förderende nur so lange und innerhalb dieses Bereiches zwischen den Punkten a und b bestimmen, solange frühester Förderanfang oder spätestes Förderende nicht bereits durch die Steuerung zwischen Entlastungskanal 19, 21 und/oder Verbindungskanal 36 erfolgt bzw. erfolgen. Das heißt auf Fig.10 übertragen, daß bei den Kolbenhubabschnitten $\leq a$ und $\geq b$ Förderanfang und Förderende nicht durch den Steuerschieber 9 beeinflußt werden können.

Wenn also der Steuerschieber 9 in eine Extremlage nach unten in Richtung früher Einspritzung verschoben ist, so kann der Förderanfang, auch wenn die Längsnut 25 bereits gesperrt ist, erst beginnen, wenn der Hub a durch den Pumpenkolben zurückgelegt ist. Je nach Drehlage des Kolbens, d.h. je nach eingestellter maximaler Fördermenge, kann ab diesem Hub a erst eingespritzt werden, bis nach Zurücklegung beispielsweise des Hubes c die Entlastungsbohrung 27 im Steuerschieber 9 durch die Schrägnut 24 aufgesteuert wird, was zu einem entsprechenden Druckabbau im Pumpenarbeitsraum 16 führt. Für die effektive Kraftstoffförderung wird somit der Tangentenbereich der Kurve Q

zwischen den Punkten A und C benutzt. Je nachdem, wieviel früher die Längsnut 25 des Mengensteuerkanals als der Eingang 36 des Verbindungskanals gesperrt ist, desto mehr ist der effektive Förderhub gekürzt und umso kleiner ist die eingespritzte Kraftstoffmenge, was im Extremfall dazu führen kann, daß der Hub a gleich dem Hub c entspricht, so daß keine Hochdruckförderung der Pumpe und damit keine Einspritzung erfolgt.

Wenn nun der Steuerschieber 9 weitgehend nach oben in Richtung spät verschoben wird, taucht auch die Längsnut 25 des Mengensteuerkanals verhältnismäßig spät, beispielsweise nach Zurücklegung des Hubes d, in den Steuerschieber 9, wonach sich erst im Pumpenarbeitsraum 16 der Hochdruck aufbauen kann. Der effektive Förderhub ist hierbei also auf den Hubabschnitt zwischen d und b begrenzt, da bereits bei b über den Entlastungskanal 19, 21 und den Verbindungskanal 35 der Druck im Pumpenarbeitsraum 16 abgebaut und damit die Einspritzung unterbrochen wird. Für den effektiven Förderhub wird somit der Tangentenbereich der Kurve Q zwischen den Punkten D und B benutzt. Je nachdem, wie weit der Steuerschieber 9 in Richtung spät verschoben ist, und je nachdem, welche Drehlage der Pumpenkolben einnimmt, wird die durch die Drehlage eingestellte maximale Fördermenge durch Aufsteuern des Pumpenarbeitsraumes 16 im Punkt B gekürzt, was im Extremfall zu einer Nullförderung führen kann, wenn beispielsweise der Förderbeginnzeitpunkt D mit dem Förderendezeitpunkt B zusammenfällt, wenn nämlich der Verbindungskanal 35 den Entlastungskanal 19, 21 aufsteuert, bevor die Längsnut 25 des Mengensteuerkanals in den Steuerschieber 9 taucht.

Firma ROBERT BOSCH GMBH. 7000 Stuttgart 1,

Kraftstoffeinspritzpumpe für Brennkraftmaschinen

A n s p r ü c h e

1. Kraftstoffeinspritzpumpe für Brennkraftmaschinen mit mindestens einer durch einen Pumpenzylinder und einen Pumpenkolben einen Pumpenarbeitsraum begrenzenden Pumpeneinheit, mit einem auf dem Pumpenkolben axial verschiebbaren, einen im Pumpenkolben vorhandenen und mit dem Pumpenarbeitsraum verbundenen Mengensteuerkanal steuernden Steuerschieber und mit einem durch den Pumpenkolben unabhängig vom Steuerschieber gesteuerten, einen Eingang in der vom Pumpenkolben überdeckbaren Fläche der Pumpenzylinderwand aufweisenden Verbindungskanal zu einem Raum niederen Drucks, dadurch gekennzeichnet, daß im Pumpenkolben (3) ein mit dem Pumpenarbeitsraum (16) verbundener und auf der Mantelfläche des im Pumpenzylinder (33) arbeitenden Abschnitts des Pumpenkolbens (3) eine Mündung (23) aufweisender Entlastungskanal (19, 21) vorhanden ist und daß nach Zurücklegung eines bestimmten Druckhubes des Pumpenkolbens (3) die Mündung (23) des Entlastungskanals (19, 21) den Eingang (36) des Verbindungskanals (35) aufsteuert.

...

2. Kraftstoffeinspritzpumpe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Mengensteuerkanal und der Entlastungskanal gemeinsam eine in Hubrichtung verlaufende zentrale Sackbohrung (19) und je eine quer zu dieser verlaufende Querbohrung (21, 22) aufweisen.
3. Kraftstoffeinspritzpumpe nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß als Mündung des Entlastungskanals (19, 21) eine in der Mantelfläche des Pumpenkolbens (3) vorhandene, im wesentlichen quer zur Hubrichtung verlaufende Steuernut (23) dient.
4. Kraftstoffeinspritzpumpe nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß als Steuernut (23) eine Ringnut (323, 423) dient (Fig. 8 und 9).
5. Kraftstoffeinspritzpumpe nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß als Steuernut ein Anschliff (23, 223) in der Kolbenmantelfläche dient (Fig. 6 und 7).
6. Kraftstoffeinspritzpumpe nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Pumpenkolben (3) verdrehbar ist und daß die obere Begrenzungskante (37, 137, 237) der Steuernut (23, 223, 323, 423) gestuft und/oder schräg zur Pumpenkolbenachse verläuft, so daß ein Verdrehen des Pumpenkolbens (3) eine Änderung des Aufsteuerhubes zwischen Entlastungskanalmündung (23, 123) und Verbindungskanaleingang (36, 136) bewirkt.
7. Kraftstoffeinspritzpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Mündung (23) des Entlastungskanals (19, 21) mindestens im unteren Totpunkt des Pumpenkolbens (3) aus dem Pumpenzylinder (33) taucht (Fig. 2 und 4).

8. Kraftstoffeinspritzpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Eingang (36) des Verbindungskanals (35) zu Beginn des Druckhubes erst nach Zurücklegung eines bestimmten Vorhubes durch den Pumpenkolben (3) sperrbar ist (Fig.2 und 3).
9. Kraftstoffeinspritzpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß durch die Lage der Mündung (23) des Entlastungskanals (19,21) und des Eingangs (36) des Verbindungskanals (35) der längste effektive Förderhub des Pumpenkolbens (3) bestimmt ist.
10. Kraftstoffeinspritzpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß bei normalem Motorbetriebsdurch Verdrehen des Pumpenkolbens (3) die Einspritzmenge und durch Verschieben des Steuerschiebers (9) der Förderbeginn und/oder das Förderende bestimmbar sind.
11. Kraftstoffeinspritzpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Pumpenkolben (3) über einen Nockentrieb mit einem Nocken (39) einer Nockenwelle (6) angetrieben wird, daß dieser Nocken (39) einen weitgehend geradlinigen, teilweise einen Tangentenbereich in der Antriebskurve (Q) bewirkenden Abschnitt (41) aufweist, und daß für den effektiven Förderhub nur dieser Tangentenbereich zwischen A und B verwendet wird.

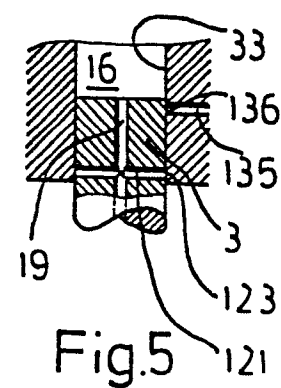
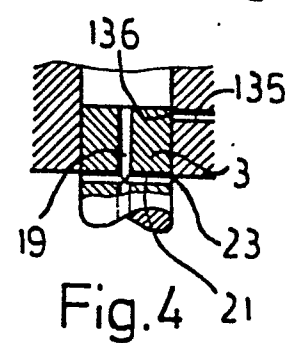
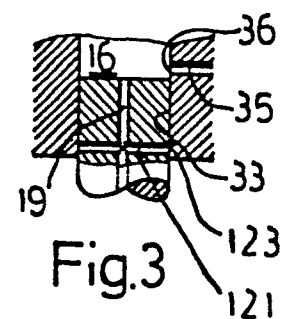
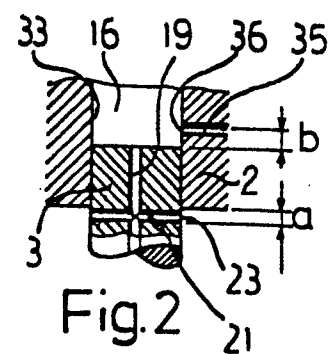
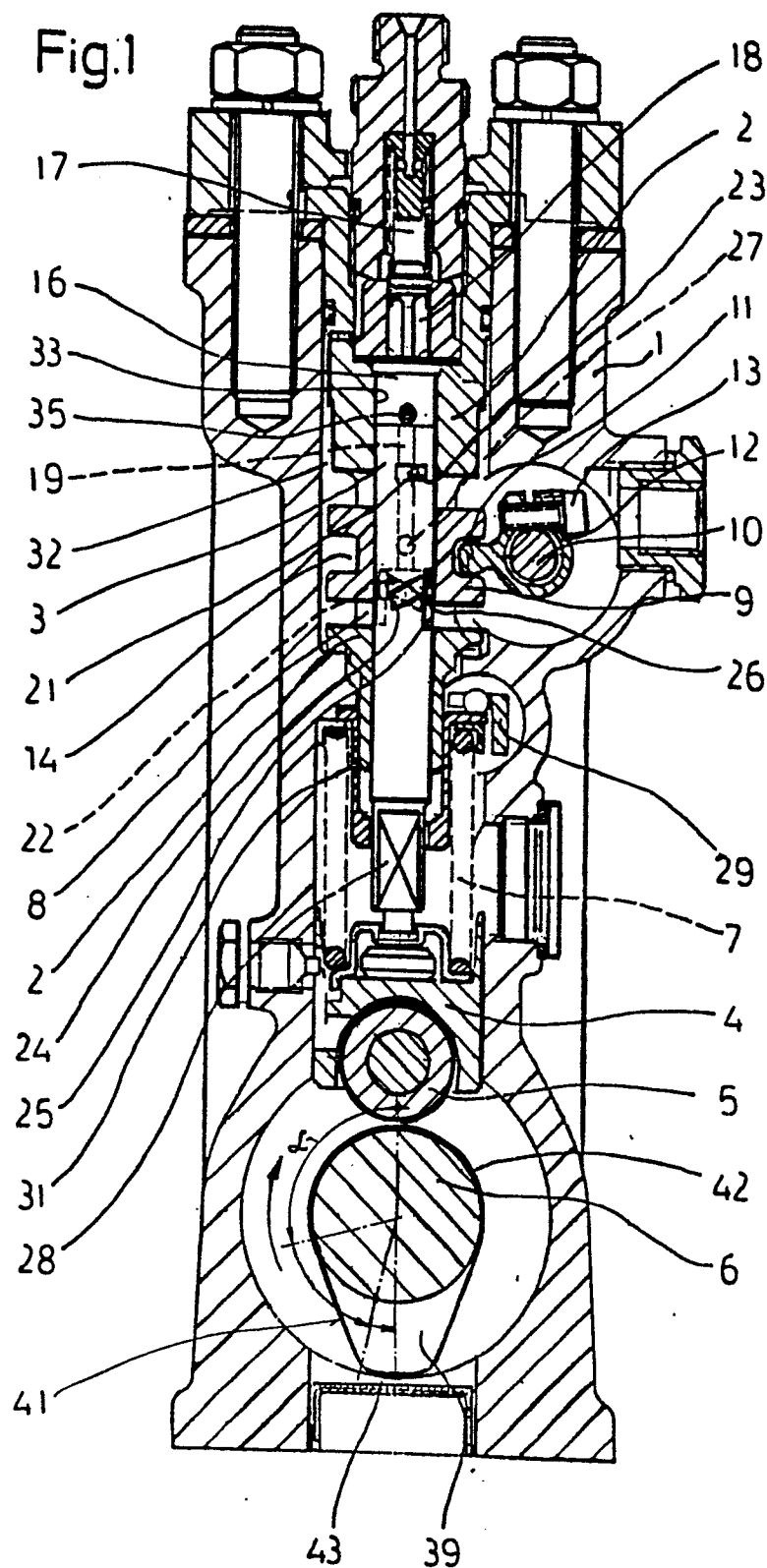


Fig.6

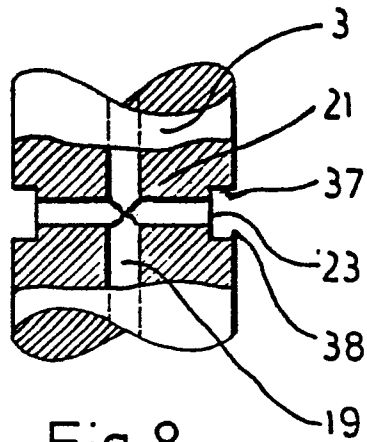


Fig.7

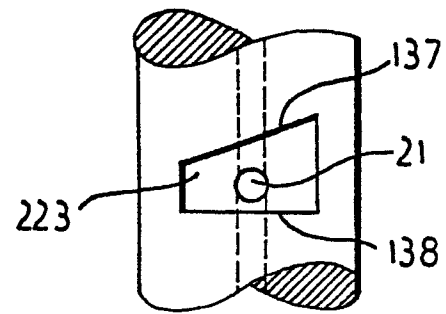


Fig.8

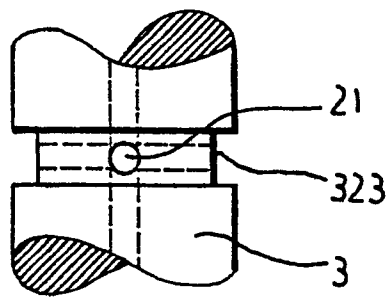


Fig.9

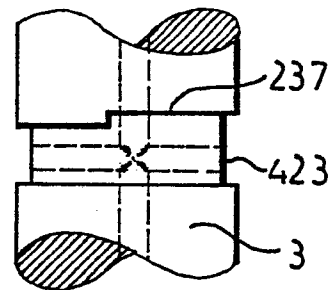


Fig.10

