



19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

12 Patentschrift  
10 DE 196 27 584 C 2

51 Int. Cl.<sup>6</sup>:  
F 02 M 41/06

21 Aktenzeichen: 196 27 584.9-13  
22 Anmeldetag: 9. 7. 96  
43 Offenlegungstag: 3. 7. 97  
45 Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 5. 11. 98

DE 196 27 584 C 2

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

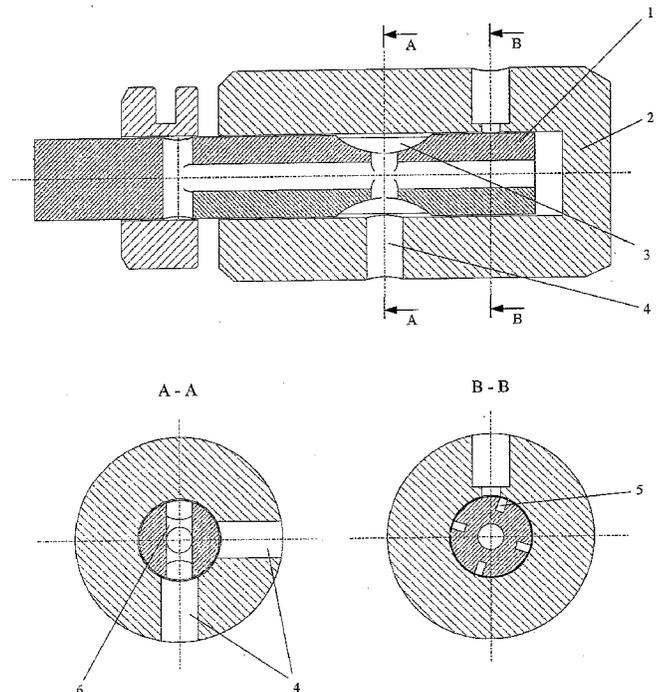
73 Patentinhaber:  
Gheorghiu, Victor, Prof. Dr.-Ing., 22145 Hamburg,  
DE

72 Erfinder:  
gleich Patentinhaber

56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:  
DE 34 37 973 C2  
Eiermann, D., Nuber, R., Breuer, J.J., Soimar,  
H., Gheorghiu, M.: An experimental Approach for the  
Development of a small Spark Assisted Diesel Fuele  
Rotary Enging, SAE Technical Paper, 930683, 1993;  
Zellbeck, H., Schmidt, G.: Einspritzsysteme für  
zukünftige Anforderungen an schnellaufende  
Diesel-  
motoren, MTZ Motortechnische Zeitschrift 56,  
1995,  
11, S. 648-655;  
Robert Bosch GmbH: Diesel-Einspritztechnik, VDI-  
Verlag 1993, ISBN 3-18-419116-8;

54 Verteiler für Verteilereinspritzpumpe

57 Verteiler für eine Einspritzpumpe eines mit z Einspritz-  
düsen ausgestatteten Verbrennungsmotors, bestehend  
aus einem drehbaren Verteilerkolben (1) und einem Verteilerkörper (2), wobei der Verteilerkörper (2) mit z Aus-  
laßbohrungen (4) versehen ist und der Verteilerkolben (1)  
N miteinander verbundene Verteilernuten (3) sowie N · z  
Einlaßschlitze (5) aufweist  
und wobei  
der Winkel zwischen den Auslaßbohrungen (4) gleichzei-  
tig zwei Bedingungen zu erfüllen hat, nämlich er muß er-  
stens gleich einem Vielfachen ( $\geq 1$ ) des zwischen den Ein-  
laßschlitzen (5) vorliegenden Winkels und zweitens differ-  
rierend dem zwischen den Verteilernuten (3) vorhande-  
nen Winkel sein.



DE 196 27 584 C 2

Die Hochdruck-Einspritzanlage sorgt für die Kraftstoffversorgung des Diesel- und des direkt einspritzenden Ottomotors. Dazu erzeugt die Einspritzpumpe den zum Einspritzbeginn benötigten Druck. Der Kraftstoff wird über die Druckleitung zur Einspritzdüse gefördert und in den Verbrennungsraum eingespritzt. Für eine gute Gemischaufbereitung muß eine Einspritzpumpe den Kraftstoff je nach Verbrennungsverfahren mit einem (sehr) hohen Druck einspritzen und mit der größtmöglichen Präzision dosieren, damit jeweils die gleiche Kraftstoffmenge zu allen Zylindern und in allen aufeinanderfolgenden Motorzyklen (Arbeitsspielen), in einem Stationärbetrieb des Motors, gefördert wird. Für maximale Pumpendrehzahlen unter 3000 U/min sind die obigen Anforderungen erfüllbar.

Die 4-Takt-Dieselmotoren wurden bisher großtechnisch für Drehzahlen ( $n$ ), die unter 6000 U/min liegen, hergestellt. Wie bekannt, dreht bei Viertaktern die Einspritzpumpe halb und bei Zweitaktern gleich schnell wie die Kurbelwelle des Motors. Für sehr schnelle Viertakter mit  $n > 6000$  U/min, sowie für Zweitakter, Wankelmotoren, usw., mit  $n > 3000$  U/min, steht zur Zeit kein entsprechendes Einspritzsystem zur Verfügung.

Über eine Pumpendrehzahl von 3000 U/min, die zu einer Einspritzfrequenz von 50 Hz entspricht, treten einerseits so starke, unerwünschte Resonanzphänomene auf, die sowohl in den Hochdruckleitungen als auch innerhalb der Pumpe stattfinden, so daß die Einspritzvorgänge aus der Kontrolle geraten können.

Das Auftreten der Resonanzphänomene innerhalb der Hochdruckleitungen ist durch die Elastizität des flüssigen Kraftstoffes bedingt. Ist das Verhältnis Rohrlänge zu Rohrendurchmesser zu groß, dann wird die flüssige Kraftstoffssäule im Rohr viel zu elastisch oder, anders gesagt, das dort entstehende elastische System viel zu "weich". Um dies zu beseitigen, wird man üblich zu einer einfachen Maßnahme ergriffen, nämlich wird die Leitungslänge bei gleichbleibendem Innendurchmesser reduziert.

Im Gegenteil sind die innerhalb der Pumpe auftretenden Resonanzphänomene sehr schwierig zu beherrschen und beseitigen. Zum Beispiel kann das unvollkommene Ausfüllen des Einspritzzylinders (mit Kraftstoff) während des Ansaugprozesses, wodurch die Präzision des Dosierens völlig kompromittiert ist, die Erscheinung dieser Resonanzphänomene ausdrücken.

Andererseits sind bei Pumpendrehzahlen über 3000 U/min die mechanischen Beanspruchungen in Form von Druckspannung auf der Ablaufflanke der herkömmlichen Nocken inakzeptabel hoch. Spezielle in Form von exzentrischen oder tangentialen Nockenprofile können die Druckspannung auf der Ablaufflanke innerhalb der zulässigen Grenzen bewahren, aber erreicht in diesem Fall die Kolbenbeschleunigung des Einspritzelements sehr große und zugleich stark schwankende Werte. Folglich sind sehr intensive Hochdruckschwankungen ins Gesamtsystem festzustellen, die insbesondere zur raschen Beschädigung der Einspritzdüsen- und Düsenhalterelementen durch Materialermüdung führen (siehe [1] (Literaturhinweis (s. Literaturliste)), S. 5 bis 9).

Infolgedessen kann man nun kurz zusammenfassen, daß die Drehzahlerhöhung der Pumpenwelle keine befriedigende, globale Lösung des Problems der Einspritzfrequenzerhöhung darstellt. Auch neuentwickelte Einspritzsysteme, wie z. B. Common-Rail-Einspritzsystem wegen der zu hohen Frequenz, bei der das Magnetventil betätigt werden muß (über 50 Hz), können das oben dargestellte Problem zur Zeit nicht befriedigend lösen (siehe [2], S. 652).

Die in dem Patentanspruch angegebenen Erfindung liegt das Problem zugrunde, die Erhöhung der Einspritzfrequenz bei gleichbleibender Pumpendrehzahl zu ermöglichen, und zwar vorteilhaft in der Art, daß die in jetzigen Ausführungen der Verteilereinspritzpumpen schon angepaßten und optimierten einzelnen Einspritzvorgänge, von der Neugestaltung des Verteilers praktisch unbeeinträchtigt stattfinden können. Somit wird es ermöglicht, mit minimalen Änderungen in der Verteilergestaltung, jede beliebige herkömmliche Verteilereinspritzpumpe für den mehrfachen Einspritzfrequenzerhöhungsbetrieb umzustellen.

Um die neue Lösung besser erklären und die Unterschiede zu den herkömmlichen Ausführungen deuten zu können, wird hier, als Ausführungsreferenz, eine für einen Vierzylindermotor hergestellte Verteilereinspritzpumpe Typ VE von Firma Robert Bosch GmbH ausgewählt (siehe [3], S. 148 bis 184).

Der Grundgedanke für die neue Lösung basiert auf dem Umstand, daß eine einzige Verteilernut, wie es bisher verwendet wurde, alle Auslaßbohrungen bei einer Umdrehung des Verteilerkolbens jeweils einmal mit Kraftstoff versorgt (siehe z. B. das Bild 10, S. 159, [3]). Wird nun, wie in **Fig. 1** dargestellt, der mit vier Einlaßschlitzen (**5**) ausgestattete Verteilerkolben (**1**) so realisiert, daß sich zwei (statt einer einzigen) mit einer Bohrung (**6**) verbundene Verteilernuten (**3**) gegenüberliegen, lassen sich die zwei (statt vier) unter einem rechten Winkel liegenden Auslaßbohrungen (**4**) des Verteilerkörpers (**2**) bei jeder Umdrehung des Kolbens jeweils zweimal (statt eines einzigen Males) mit Kraftstoff versorgen. Somit übernehmen die zwei mit den Auslaßbohrungen (**4**) verbundenen Pumpenanschlüsse den Fördervorgang, mit einer verdoppelten Frequenz bei gleichbleibender Pumpendrehzahl.

Wird nun bei der Referenzeinspritzpumpe nur der Verteilerkolben (**1**) wie oben gezeigt (mit zwei Verteilernuten (**3**)) modifiziert, werden dadurch zusätzlich zur Frequenzerhöhung statt eine zwei gleichzeitige Einspritzungen (Einspritzung-Paare) erzielt.

Wird diesmal der Verteilerkolben (**1**) wie oben modifiziert und gleichzeitig die Anzahl der Einlaßschlitzen (**5**) halbiert, werden statt Einspritzfrequenzerhöhung nur Einspritzung-Paare, wie schon im [4] dargestellt ist, erreicht.

In **Fig. 2** sind als Beispiel schematisch vier möglichen Ausführungen dargestellt. Die **Abb. 1** bis **3** zeigen, wie die zweifache Frequenzerhöhung für eine (**Abb. 1**), zwei (**Abb. 2**) und drei (**Abb. 3.a** bzw. **3.b**) Auslaßbohrungen bzw. Einspritzdüsen realisiert werden können. Eine dreifache Frequenzerhöhung für zwei Auslaßbohrungen bzw. Einspritzdüsen läßt sich nach dem gleichen Prinzip verwirklichen (s. **Abb. 4.a**, **4.b**). Die Auslaßbohrungen können entsprechend in mehreren Positionen ausgeführt werden (man vergleiche die **Abb. 3.a** mit **3.b**, bzw. **4.a** mit **4.b**).

Folgender Satz dient als Verallgemeinerung der in den **Abb. 1** bis **4** dargestellten Ausführungen.

Im Falle der pro Umdrehung gleichmäßig verteilten Einspritzungen hat der Winkel zwischen den Auslaßbohrungen (**4**) (s. **Fig. 1**) gleichzeitig zwei Bedingungen zu erfüllen, nämlich er muß erstens gleich einem Vielfachen ( $\geq 1$ ) des zwischen den Einlaßschlitzen (**5**) vorliegenden Winkels und zweitens differierend dem zwischen den Verteilernuten (**3**) vorhandenen Winkel sein. Jede andere gewünschte Ausführung kann aus dieser Verallgemeinerung gewonnen werden.

Der neue Verteiler, der zu allen auf dem Markt vorhandenen Verteilereinspritzpumpen paßt, eignet sich zum Einsatz in Einspritzpumpen für Viertakt-, Zweitakt- und Wankelmotoren (siehe z. B. [1] als mögliche Anwendung bei Wankelmotoren), wenn deren Anwendungsbereich Einspritzfrequenzen weit über 50 Hz erfordern.

## Literatur

1. Eiermann, D., Nuber, R., Breuer, J., Soimar, M., Gheorghiu, M.: An Experimental Approach for the Development of a Small Spark Assisted Diesel Fueled Rotary Engine, SAE Technical Paper 930683 (1993). 5
2. Zellbeck, H., Schmidt, G.: Einspritzsysteme für zukünftige Anforderungen an schnelllaufende Dieselmotoren, MTZ Motortechnische Zeitschrift 56 (1995) 11, S. 648 bis 655.
3. Robert Bosch GmbH: Diesel-Einspritztechnik, VDI-Verlag, 1993, ISBN 3-18-419116-8. 10
4. DE 34 37 973 C2

## Patentansprüche

Verteiler für eine Einspritzpumpe eines mit  $z$  Einspritzdüsen ausgestatteten Verbrennungsmotors, bestehend aus einem drehbaren Verteilerkolben (1) und einem Verteilerkörper (2), wobei der Verteilerkörper (2) mit  $z$  Auslaßbohrungen (4) versehen ist und der Verteilerkolben (1)  $N$  miteinander verbundene Verteilernuten (3) sowie  $N \cdot z$  Einlaßschlitze (5) aufweist und wobei 15

der Winkel zwischen den Auslaßbohrungen (4) gleichzeitig zwei Bedingungen zu erfüllen hat, nämlich er muß erstens gleich einem Vielfachen ( $\geq 1$ ) des zwischen den Einlaßschlitzen (5) vorliegenden Winkels und zweitens differierend dem zwischen den Verteilernuten (3) vorhandenen Winkel sein. 20

---

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

---

30

35

40

45

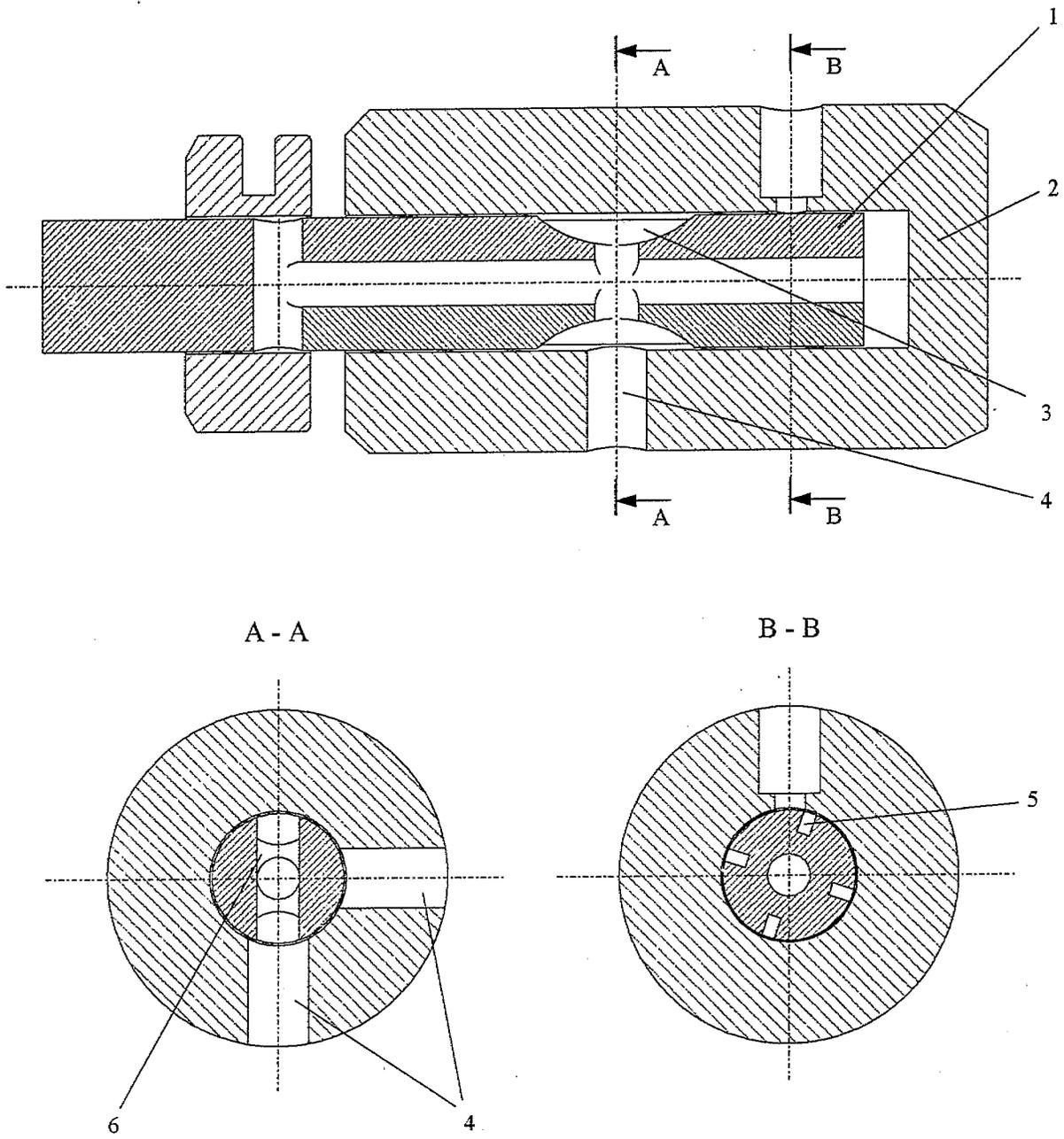
50

55

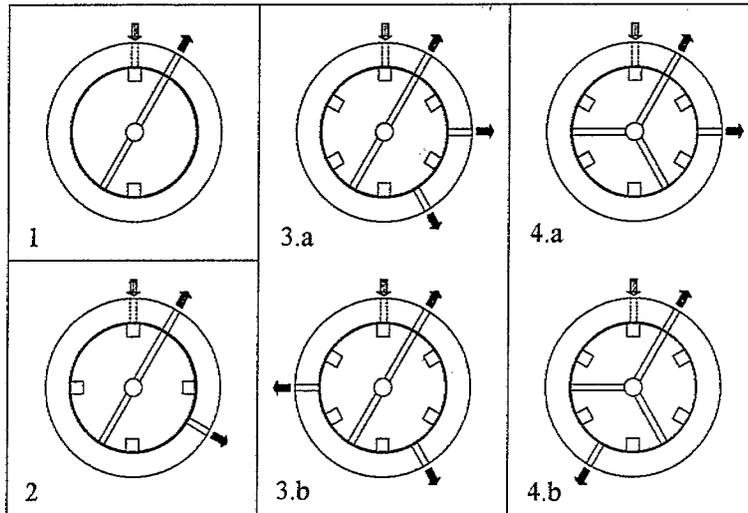
60

65

- Leerseite -



Figur 1



Figur 2