



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 199 14 720 B4 2005.10.13**

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **199 14 720.5**
 (22) Anmeldetag: **31.03.1999**
 (43) Offenlegungstag: **02.11.2000**
 (45) Veröffentlichungstag
 der Patenterteilung: **13.10.2005**

(51) Int Cl.7: **F02M 61/16**

Innerhalb von drei Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 2 Patentkostengesetz).

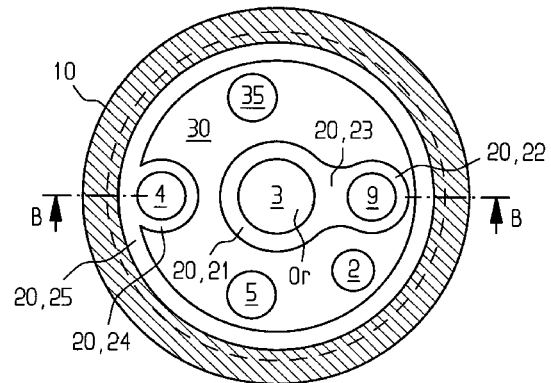
(73) Patentinhaber:
Siemens AG, 80333 München, DE

(72) Erfinder:
Tischer, Dieter, 73240 Wendlingen, DE; Trzmiel, Alfred, 72661 Grafenberg, DE; Panowitz, Herbert, 72636 Frickenhausen, DE

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
 gezogene Druckschriften:
DE 198 27 628 A1
DE 196 08 575 A1
WO 96/19 661 A1
JP 08-2 70 530 A

(54) Bezeichnung: **Kraftstoffeinspritzventil für eine Brennkraftmaschine**

(57) Hauptanspruch: Kraftstoffeinspritzventil mit Injektormodulen (1, 5, 6, 7, 8),
 – in die jeweils eine Hochdruckbohrung (3) und ein Zulaufkanal (9) eingebracht sind,
 – die axial übereinander angeordnet und mit Vorspannmitteln (10) axial vorgespannt sind, so daß die beiden sich berührenden Stirnflächen zweier jeweils aufeinanderliegender Injektormodule (1, 5, 6, 7, 8) durch eine hohe Flächenpressung Dichtflächen bilden, wobei mindestens eine der Stirnflächen unterteilt ist in eine erste und eine zweite Teilfläche (20, 30), wobei die zweite Teilfläche (30) zur ersten Teilfläche (20) in Richtung des die Stirnfläche aufweisenden Injektormoduls (1, 5, 6, 7, 8) um eine axiale Tiefe (h) vertieft ist und durch das Vorspannen der Injektormodule (1, 5, 6, 7, 8) die erste Teilfläche (20) mit einer größeren Flächenpressung beaufschlagt ist als die zweite Teilfläche (30), dadurch gekennzeichnet, daß
 – die zweite Teilfläche (30) mit einem Rücklaufkanal (2) verbunden ist, der in das Injektormodul (1, 5, 6, ...



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Kraftstoffeinspritzventil gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

[0002] Bei Einspritzanlagen wird Kraftstoff unter hohem Druck über ein Kraftstoffeinspritzventil in den Brennraum einer Brennkraftmaschine eingespritzt.

Stand der Technik

[0003] Aus WO 96/19661 A1 ist ein Kraftstoffeinspritzventil bekannt, bei dem mehrere Injektormodule axial übereinander angeordnet und damit mehrere Dichtebenen ergeben und mit einer Überwurfmutter axial gegeneinander vorgespannt sind. Die aneinander anliegenden Stirnflächen zweier benachbarter Injektormodule sind plan ausgeführt, so daß die in die Injektormodule eingebrachten Kanäle durch die Flächenpressung der Stirnflächen untereinander und nach außen hin abgedichtet sind.

[0004] Aus der DE 198 27 628 A1 ist ein Kraftstoffeinspritzventil für Brennkraftmaschinen bekannt, das eine am Düsenkörper längs verschiebbare Düsennadel sowie eine Spannmutter, die den Düsenkörper mit einem Düsenhalter axial verspannt, umfasst. Die jeweiligen Stirnflächen des Düsenkörpers bzw. des Düsenhalters liegen an einer benachbarten Stirnfläche an. Ferner umfasst das Kraftstoffeinspritzventil mindestens eine in dem Düsenhalter und Düsenkörper verlaufende Zuführleitung sowie kraftstoffführende Übertrittsstellen zwischen Düsenhalter und Düsenkörper. Dabei ist ein Teil von mindestens einer der zusammenwirkenden Stirnflächen als erhabene Kontaktfläche mit die kraftstoffführenden Übertrittsstellen umgebenden Flächenteilen ausgebildet.

[0005] Ein Kraftstoffeinspritzventil wird beispielsweise in einem Common-Rail-Kraftstoffeinspritzsystem eingesetzt, in dem der Kraftstoffdruck über 1500 bar betragen kann. Durch den hohen Kraftstoffdruck ist es erforderlich, eine hohe Flächenpressung und daher hohe axiale Vorspannkräfte über die Überwurfmutter auf die Stirnflächen der Injektormodule auszuüben. Dadurch wird das Material des Einspritzventils stark beansprucht, insbesondere die als Vorspannmittel eingesetzte Überwurfmutter, deren Gewinde stark beansprucht wird. Außerdem ist eine hochpräzise Fertigung erforderlich.

Aufgabenstellung

[0006] Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, hochdruckfeste Übergänge der Injektormodule eines Kraftstoffeinspritzventils bei geringer Materialbelastung zur Verfügung zu stellen.

[0007] Die Aufgabe der Erfindung wird durch die

Merkmale des unabhängigen Patentanspruchs gelöst.

[0008] Vorteilhafte Ausführungen und Weiterbildungen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

[0009] Die erfindungsgemäßen als Dichtflächen ausgebildeten Stirnflächen zweier jeweils axial unter einer axialen Vorspannungskraft aneinandergedrückten Injektormodule sind so ausgebildet, daß die Flächenpressung um die abzudichtenden Kanäle in den Injektormodulen bei einer vergebene Vorspannungskraft erhöht ist und um eine eventuelle Kraftstoffleckage aus den in die Injektormodule eingebrachten Bohrungen und Kanälen über einen Rücklaufkanal abzuführen, um so ein Unterwandern der Dichtflächen mit unter hohem Druck stehenden Kraftstoff zu verhindern. Die Dichtflächen dichten die in den Injektormodulen vorgesehenen Hochdruckkanäle gegeneinander und nach außen ab. Dabei werden Vertiefungen in die Stirnflächen der Injektormodule eingearbeitet, so daß im wesentlichen nur die übrigbleibenden, nicht vertieften Flächen mit der jeweils gegenüberliegenden Stirnfläche Kontakt haben und so eine Dichtfläche bilden. Dabei wird die erste, nicht vertiefte Teilfläche, die in mehrere Unterteilflächen unterteilt sein kann, mit einer größeren Flächenpressung beaufschlagt als die zweite, vertiefte Teilfläche, wodurch eine höhere Dichtheit als bei einer planen, einflächigen Dichtfläche erzielt wird. Bevorzugt ist die zweite Teilfläche soweit vertieft, daß sie kein Kontakt mit der Stirnfläche des ihr gegenüberliegenden Injektormoduls aufweist, wodurch die Flächenpressung höher wird und besser eingestellt werden kann. Der eventuell durch die Dichtflächen kriechende Kraftstoff als Teil der gesamten Kraftstoffleckage sammelt sich in dem durch die Vertiefungen der Stirnfläche ausgebildeten Ablaufraum zwischen den Stirnflächen und fließt durch einen Rücklaufkanal ab. Dadurch wird verhindert, daß ein unkontrollierter Druckaufbau zwischen planen Flächen durch Kraftstoffleckage auftritt. Die Öffnungen der Hochdruckbohrungen und -kanäle weisen in die Dichtfläche und die Öffnung der Niederdruckbohrung, insbesondere des Rücklaufkanals, weist in die Ablauffläche.

[0010] Durch die im Vergleich zur Gesamt-Stirnfläche eines Injektormoduls kleinere Dichtfläche entsteht durch Vorspannen der Injektormodule gegeneinander eine hohe Flächenpressung. Dadurch kann die Dichtfläche, d. h. die gesamte nicht vertiefte Fläche, auch eine relativ geringe Planizität aufweisen, was zu geringeren Fertigungskosten beiträgt. Auf eine hochgenaue, plane Ausführung der Dichtfläche kann somit verzichtet werden, da die hohe Flächenpressung eine Ausgleich der Unebenheiten durch das elastische Verformen des Materials des Injektormoduls im Bereich der Dichtflächen ermöglicht.

[0011] Die vertiefte Teilfläche, im folgenden zweite Teilfläche oder Ablauffläche genannt, wird so ausgestaltet, daß der Fertigungsverfahren des Vertiefens kurz, die Fertigungstiefe extrem gering und somit kostengünstig durchführbar ist. Hilfreich ist dabei, daß an die Planizität der zweiten Teilfläche keine hohe Anforderung, insbesondere geringere Anforderungen als an die Dichtfläche, gestellt wird, da sie keine Dichtfunktion übernimmt.

[0012] Die Dichtfläche einer Stirnfläche wird im folgenden erste Teilfläche genannt.

[0013] Vorteilhaft weist die erste Teilfläche als eine der Unterteilflächen ringförmige Dichtflächen auf:

- eine ringförmige vierte Dichtfläche, deren äußerer Rand an die Mantelfläche des entsprechenden Injektormoduls anschließt und deren innerer Rand an die zweite vertiefte Teilfläche anschließt. Dadurch wird vorteilhaft die über die Ablauffläche fließende Kraftstoffleckage nach außen hin abgedichtet, und
- eine erste und eine zweite Dichtfläche, in deren Zentren die Öffnungen der in den Injektor eingebrachten Hochdruckbohrungen und -kanäle angeordnet sind.

[0014] Die als Unterteilflächen bezeichneten Unterteilungen der ersten Teilfläche sind in der Ebene der ersten Teilfläche angeordnet.

[0015] Ferner ist die Flächenpressung abhängig von dem Verhältnis der ersten und der zweiten Teilfläche und somit dadurch in einem weiten Bereich einstellbar.

[0016] Die über die Gesamtfläche der zweiten Teilfläche gemittelte axiale Tiefe h liegt etwa zwischen 10 und 50 μm , wodurch vorteilhaft einerseits der Ablauf der eventuellen Kraftstoffleckage ohne großen Strömungswiderstand und die Flächenpressung im wesentlichen auf die Dichtfläche beschränkt ist und andererseits nur geringe Fertigungskosten durch eine begrenzte Materialabtragung für die vertiefte Fläche entstehen.

[0017] In einer weiteren Ausführungsform ist die Dichtfläche durch eine schmale, geschlossene Nut unterteilt, die die Hochdruckbohrungen und -kanäle umschließt und deren Wandung die Öffnung des Rücklaufkanals anschneidet, so daß eine eventuelle Kraftstoffleckage durch die Nut in den Rücklaufkanal fließt und ein Unterwandern der Dichtflächen mit Kraftstoff verhindert wird. Vorteilhaft ist dabei die geringe Fertigungszeit der Nut.

[0018] In einer weiteren Ausbildungsform wird ein Teil der zweiten Teilfläche durch Einbringen von vorzugsweise netzförmig angeordneten, d.h. parallel und senkrecht zueinander angeordneten Längs- und

Quernutennuten in die ursprüngliche Stirnfläche, hergestellt. Nach der Bearbeitung verbleiben in der zweiten Teilfläche vorzugsweise rechteckförmige oder quadratische Erhebungen, die in der Ebene der ersten Teilfläche aus den vorherigen Figuren liegt. Einige der netzartig angeordneten Vertiefungen der Längs- und Quernuten sind mit dem Rücklaufkanal verbunden, so daß über sie eine eventuelle Kraftstoffleckage über den Rücklaufkanal abfließen kann. Durch den geringen Materialabtrag ist so eine besonders schnelle und kostengünstige Fertigung möglich.

[0019] Von jeder Position der zweiten Teilfläche ist eine Verbindung zum Rücklaufkanal vorgesehen, wodurch ein Unterwandern der Dichtflächen und somit ein unkontrollierter Druckaufbau durch eine eventuelle Kraftstoffleckage vermieden wird.

[0020] Die Vertiefung in die Stirnfläche eines Injektormoduls ist z.B. durch Laserabtragen oder Elektronenstrahlabtragen in sehr kurzer Zeit kostengünstig herzustellen.

Ausführungsbeispiel

[0021] Bevorzugte Ausführungsbeispiele der Erfindung werden anhand der Beschreibung der Figuren näher erläutert; es zeigen

[0022] Fig. 1 einen Längsschnitt durch ein Kraftstofffeinspritzventil mit mehreren Injektormodulen

[0023] Fig. 2 einen Querschnitt durch das Kraftstofffeinspritzventil aus Fig. 1 entlang der Linie A-A,

[0024] Fig. 2a einen Längsschnitt durch ein Injektormodul aus Fig. 2 entlang der Linie B-B,

[0025] Fig. 3 ein weiteres Ausführungsbeispiel einer Stirnfläche eines Injektormoduls

[0026] Fig. 4 ein Ausführungsbeispiel der zweiten Teilfläche aus Fig. 2

[0027] Fig. 1 zeigt ein im wesentlichen rotations-symmetrisches Kraftstofffeinspritzventil, in dem mehrere Injektormodule **1, 5, 6, 7, 8** axial übereinander angeordnet sind und über ein zentrales, hier als Überwurfmutter **10** ausgebildetes Vorspannmittel axial gegeneinander vorgespannt sind. Ausgehend von dem Injektorkopf **1** des Kraftstofffeinspritzventils folgt axial ein Servokörper **5**, ein Übertragungskörper **6**, ein Zwischenkörper **7** und ein Düsenkörper **8**, wobei die Stirnflächen der Injektormodule **1, 5, 6, 7, 8** jeweils paarweise aufeinanderliegen und jeweils eine Dichtebene bilden.

[0028] Die Injektormodule **1, 5, 6, 7, 8** weisen weiterhin eine vorzugsweise zentrale, mittig angeordnete Hochdruckbohrung **3** auf, die abhängig von ihrer

Funktion in den jeweiligen Injektormodulen **1, 5, 6, 7, 8** unterschiedliche Durchmesser aufweist und einem hohen Kraftstoffdruck ausgesetzt ist, der abhängig ist von den momentanen Funktionszustand des Einspritzventils. In einer anderen Ausführungsform ist die Hochdruckbohrung exzentrisch angeordnet.

[0029] In den Injektormodulen **1, 5, 6, 7, 8** verläuft ein Zulaufkanal **9**, der Kraftstoff über einen seitlich am Injektorkopf **1** angeordneten Kraftstoffanschluß **11** zu einem im wesentlichen parallel zur Längsachse des Kraftstoffeinspritzventils verlaufenden Abschnitts des Zulaufkanals durch die verschiedenen Injektormodule **1, 5, 6, 7, 8** bis zur Spitze des Düsenkörpers **8** führt, in der Einspritzlöcher eingebracht sind, durch die Kraftstoff in den Brennraum einer Brennkraftmaschine eingespritzt wird.

[0030] Die Funktionsweise eines solchen Einspritzventils ist allgemein bekannt.

[0031] In dem Injektorkopf **1**, den Servokörper **5** und den Übertragungskörper **6** ist seitlich und im wesentlichen parallel zur zentralen Hochdruckbohrung **3** ein Rücklaufkanal **2** angeordnet, durch den eine eventuelle Kraftstoffleckage, d.h. der im Kraftstoffeinspritzventil aus Dichtflächen oder Führungsspalte austretende Kraftstoff, in den Tank zurückfließt. Im Rücklaufkanal **2** fließt der Kraftstoff drucklos oder unter einem niedrigen Druck.

[0032] Die Injektormodule **1, 5, 6, 7, 8** weisen an ihren jeweils paarweise gegenüberliegenden aneinander angrenzenden Stirnflächen Dichtflächen auf, die mit hoher Vorspannkraft aufeinander gedrückt werden und in [Fig. 2](#) und [Fig. 3](#) näher beschrieben sind. Dabei bewirkt die Überwurfmutter **10** durch deren Verschrauben am Gewinde des Injektorkopfes ein axiales Vorspannen der Injektormodule **1, 3, 5, 6, 7, 8** mit einer Vorspannkraft gegeneinander und so eine hohe Flächenpressung an deren Stirnflächen, wobei die Flächenpressung abhängig von der Vorspannkraft ist. Die Überwurfmutter **10** greift dabei an einem Absatz des Düsenkörpers **8** an und drückt den Düsenkörper **8** axial in Richtung des Injektorkopfes **1**.

[0033] Die Vorspannkraft bewirkt eine hohe Flächenpressung an den Stirnflächen der Injektormodule, wodurch die Hochdruckbohrung **3** und der Zulaufkanal **9** gegeneinander und nach außen hin abgedichtet sind.

[0034] [Fig. 2](#) zeigt die Aufsicht auf eine Stirnfläche **20, 30** eines Injektormoduls, hier wurde beispielhaft die Stirnfläche **20, 30** des Injektorkopfes **1** betrachtet, die auf die Stirnfläche des Servokörpers **5** gepreßt ist. [Fig. 2a](#) zeigt den Längsschnitt des Injektormoduls aus [Fig. 2a](#) entlang der Linie B-B zur Verdeutlichung der [Fig. 2](#).

[0035] Der zylindrische Injektorkopf **1** ist in einem Teil seiner Länge umfaßt von der hohlzylindrischen Überwurfmutter **10** und mit ihr über ein Gewinde verbunden. In die Stirnfläche **20, 30** des Injektorkopfes **1** münden die Öffnungen der zentralen Hochdruckbohrung **3**, des Zulaufkanals **9**, des Rücklaufkanals **2**, des weiteren Kanals **4** und der Fixierbohrungen **35**. Die Fixierbohrungen **35** dienen zur Ausrichtung und Fixierung des Injektorkopfes **1** und des an ihn grenzenden Servokörpers **5**. Die Stirnfläche **20, 30** ist unterteilt in eine erste und eine zweite Teilfläche **20, 30**, wobei die zweite Teilfläche **30** um eine axiale Tiefe h im Vergleich zur ersten Teilfläche **30** vertieft ist, was dem axialen Höhenunterschied zwischen der ersten Teilfläche **20** und der zweiten Teilfläche **30** entspricht, der vorzugsweise zwischen $10\ \mu\text{m}$ und $50\ \mu\text{m}$ liegt. Dabei wird über die Unebenheit der zweiten Teilfläche **30** über gemittelt. Die zweite Teilfläche **30** ist somit axial in Richtung des Servokörpers **5** um die axiale Tiefe h tiefer angeordnet als die erste Teilfläche **20**.

[0036] Durch das axiale Vorspannen der Injektormodule **1** und **5** wird nur die erste Teilfläche **20** mit jetzt einer größeren Flächenpressung beaufschlagt. Vorzugsweise ist die zweite Teilfläche **30** soweit vertieft, daß sie keinen Kontakt mit der an sie angrenzenden Stirnfläche des Servokörpers **5** hat. Die axiale Tiefe h liegt vorzugsweise im Bereich zwischen $10\ \mu\text{m}$ und $50\ \mu\text{m}$, wodurch einerseits die erste Teilfläche **20** mit der gesamten Vorspannkraft beaufschlagt wird und die zweite Teilfläche **30** mit der Stirnfläche des gegenüberliegenden Injektormoduls keinen Kontakt hat aber andererseits das abzutragende Materialvolumen gering bleibt mit entsprechend geringer Bearbeitungszeit.

[0037] In einer weiteren Ausführungsform kann die zweite Teilfläche **30** zumindest teilweise mit einer geringen Flächenpressung beaufschlagt sein.

[0038] Die erste Teilfläche **20** dient als Dichtfläche zum Abdichten der Hochdruckkanäle und bohrungen **3, 9** gegeneinander und nach außen hin. Da die zweite Teilfläche **30** vertieft gegenüber der ersten Teilfläche **20** ist, bildet sie mit der über ihr liegenden Stirnfläche des Servokörpers **5** ein Ablaufraum, durch den eine eventuell auftretende Kraftstoffleckage, d. h. der Kraftstofffluß, der u.a. durch die Dichtflächen nach außen dringt, zum Rücklaufkanal **9** fließt. Die zweite Teilfläche **30** dient somit als Ablauffläche.

[0039] Die erste Teilfläche **20** ist im wesentlichen plan ausgeführt. Durch die im Vergleich zur gesamten Stirnfläche **20, 30** kleineren ersten Teilfläche **20** wirkt bei vorgegebener axialer Vorspannkraft auf sie eine höhere Flächenpressung, wodurch das Material des Injektormoduls im Bereich der ersten Teilfläche **20** stärker elastisch zusammengedrückt wird. Daher kann die Unebenheit der ersten Teilfläche **20**, gerin-

ger sein als bei einer Dichtfläche, die aus der gesamten Stirnfläche **20**, **30** besteht.

[0040] Die Oberfläche der zweiten Teilfläche **30** dient nicht zum Abdichten und kann daher beliebige Unebenheiten aufweisen, solange sie nicht über die Ebene der ersten Teilfläche **20** ragt. Vorzugsweise ist die zweite Teilfläche **30** nicht mit der Stirnfläche des gegenüberliegenden Injektormoduls **5** in Kontakt ist. Über die zweite Teilfläche **30** fließt die zwischen der Ablauffläche und der Stirnfläche des gegenüberliegenden Injektormoduls eventuell auftretende Kraftstoffleckage zu dem Rücklaufkanal **2**. Von jedem Punkt der zweiten Teilfläche **30** ist eine Verbindung zum Rücklaufkanal **2** vorgesehen, wodurch ein Unterwandern der Dichtflächen vermieden wird.

[0041] Vorzugsweise weist die zweite Teilfläche **30** eine höhere Unebenheit an ihrer Oberfläche auf als die erste Teilfläche **20**, wodurch eine schnelle Bearbeitung des Vertiefens zum Herstellen der zweiten Teilfläche **30** möglich ist.

[0042] Die Öffnungen der Hochdruckbohrung **3** und des Zulaufkanals **9** sind in der ersten Teilfläche **21** bzw. **22** angeordnet. Die Öffnung des Rücklaufkanals **2** ist in der zweiten Teilfläche **30** angeordnet und ist somit mit dem Ablaufraum verbunden.

[0043] Die erste Teilfläche **20** ist in folgende Unterteilflächen **21**, **22**, **25** unterteilt:

- eine ringförmige erste Dichtfläche **21**, in deren Zentrum die Öffnung der Hochdruckbohrung **3** angeordnet ist und die eine erste Ringbreite b_1 aufweist,
- eine ringförmige zweite Dichtfläche **22**, in deren Zentrum die Öffnung des Zulaufkanals **9** angeordnet ist und die eine zweite Ringbreite b_2 aufweist,
- eine ringförmige vierte Dichtfläche **25**, deren äußerer Rand an die Mantelfläche des Injektorkopfes **1** anschließt und die eine vierte Ringbreite b_4 aufweist.

[0044] Weiterhin ist in das Injektormodul **1**, hier beispielhaft als Injektorkopf **1** dargestellt, ein weiterer Kanal **4** seitlich und im wesentlichen parallel zur zentralen Hochdruckbohrung **3** angeordnet, der über eine dritte Dichtfläche **24** nach außen hin abgedichtet ist, die eine weitere Unterteilfläche der ersten Teilfläche **20** darstellt. Im Zentrum der dritten Dichtfläche **24** ist die Öffnung des weiteren Kanals **4** angeordnet und weist eine dritte Ringbreite b_3 auf. In dem weiteren Kanal **4** sind z. B. elektrische Steuerleitungen oder Meßleitungen eingebracht, die über die dritte Dichtfläche **24** gegenüber dem Kraftstoff im Ablaufraum abgedichtet und gegenüber Umwelteinflüssen geschützt ist.

[0045] Die vierte Dichtfläche **25** dichtet den Ablaufraum im Bereich der Ablauffläche **30** (der zweiten

Teilfläche **30**) nach außen hin ab. Vorzugsweise beträgt die erste, die zweite, die dritte und die vierte Ringbreite b_1 , b_2 , b_3 , b_4 mindestens 1 mm, wodurch eine stabile und langlebige Abdichtung trotz der hohen Materialbelastung des Materials unterhalb der Dichtflächen **21**, **22**, **24**, **25** gewährleistet ist. In der Hochdruckbohrung **3** und im Zulaufkanal **9** herrscht abhängig von dem Funktionszustand des Kraftstoffinspritzventils ein hoher Druck, der bei über 1500 bar liegen kann. Im Rücklaufkanal **2** fließt die Kraftstoffleckage ab. Der Rücklaufkanal **2** ist drucklos oder weist einen nur geringen Kraftstoffdruck auf.

[0046] Die Außenränder der ersten, zweiten und dritten Dichtfläche **21**, **22**, **24** und der Innenrand der vierten Dichtfläche **25** sind in weiteren Ausführungsformen nicht kreisförmig ausgebildet, sondern z.B. ovalförmig, mehreckig, usw. und sind nicht auf eine kreisförmige Ausführungsform beschränkt.

[0047] Die erste und die zweite Dichtflächen gehen direkt oder über eine Übergangsfläche **23** ineinander über, wodurch sich die Fertigung vereinfacht.

[0048] Da eine eventuelle Kraftstoffleckage definiert über die Ablauffläche **30** und den Rücklaufkanal **2** abfließen kann, wird vorteilhaft ein Unterwandern der Dichtfläche durch Kraftstoff und ein unkontrollierter Druckaufbau zwischen ihnen vermieden, wodurch die Hochdruckfestigkeit und die Lebensdauer gesteigert wird.

[0049] Über das Flächenverhältnis der ersten Teilfläche zur zweiten Teilfläche ist weiterhin für einen vorgegebenen Kraftstoffdruck die benötigte axiale Vorspannkraft einstellbar, wodurch sich die Materialbelastung verringern läßt.

[0050] In Fig. 3 ist ein weiteres Ausführungsbeispiel der Stirnfläche **20**, **30** dargestellt. Im Vergleich zur Stirnfläche **20**, **30** der Fig. 2 ist die erste Teilfläche **20** durch die zweite Teilfläche **30** in eine erste und eine zweite Unterteilfläche **26**, **27** unterteilt, wobei die zweite Teilfläche **30** als umlaufende, geschlossene Nut **31** in der ersten Teilfläche **20** ausgebildet ist. Die Nut **31** umschließt dabei die Öffnungen der Hochdruckbohrung **3** und des Zulaufkanals **9**, wobei der Abstand zwischen der Wandung der Nut **31** und der Hochdruckbohrung **3** bzw. des Zulaufkanals **9** einen Mindestabstand beträgt, vorzugsweise mehr als 1 mm, um die Hochdruckfestigkeit zu gewährleisten. Die Öffnung des Rücklaufkanals **2** ist in der ersten Unterteilfläche **26** angeordnet, die Öffnungen der Hochdruckbohrung **3** und des Zulaufkanals **9** sind in der zweiten Unterteilfläche **27** angeordnet. Die Öffnung des Rücklaufkanals **2** schneidet, zumindest teilweise, die Wandung der Nut **31** an, so daß die im vorherigen Ausführungsbeispiel erwähnte Kraftstoffleckage aus der Hochdruckbohrung **3** und des Zulaufkanals **9** über die Nut **31** in den Rücklaufkanal **2** ab-

laufen kann, und somit eine Unterwanderung der ersten Unterteilfläche **26** durch Kraftstoff vermieden wird. Durch Einbringen der vorzugsweise schmal ausgeführten Nut **31** in die erste Teilfläche **20** wird vorteilhaft eine kostengünstige Fertigung ermöglicht. In einer weiteren Ausführungsform mündet die Nut **31** an ihren beiden Enden in den Rücklaufkanal **2**, wodurch die Länge der Nut **31** geringer ist und somit sich die Fertigungszeit reduziert.

[0051] Die Öffnung des weiteren Kanals **4** ist in der ersten Unterteilfläche **26** angeordnet, die frei von Kraftstoff ist, der in der Nut **31** abgeleitet wird.

[0052] Die Vorspannkraft wird vorzugsweise mittels einer Überwurfmutter oder über Verschweißen der Injektormodule unter Vorspannung hergestellt, kann aber auch über andere Verbindungstechniken erfolgen.

[0053] Vorzugsweise wird nur eine der beiden sich berührenden Stirnflächen **20**, **30** zweier jeweils aufeinanderliegender Injektormodule **1**, **5**, **6**, **7**, **8** mit einer zweiten Teilfläche **30** versehen, d. h. vertieft. Die andere der beiden Stirnflächen weist keine Vertiefungen auf, d. h. besteht nur aus einer einflächigen, in einer Ebene liegenden einflächigen Fläche. Dadurch erübrigt sich der Fertigungsschritt des Vertiefens.

[0054] Die Bearbeitungszeit zum Ausnehmen des Materials für die zweite Teilfläche **30** aus der Stirnfläche eines Injektormoduls verkürzt sich überproportional in Abhängigkeit von einer kleineren axialen Tiefe h , insbesondere beim Laser- oder Elektronenstrahl-Materialabtragen. In einer Ausführungsform weisen daher beide sich berührenden Stirnflächen **20**, **30** jeweils eine zweite Teilfläche **30** auf, die spiegelbildlich zueinander angeordnet sind und sich überdecken. Im Vergleich zur Ausführungsform des vorherigen Abschnitts ist die jeweilige axiale Tiefe h geringer, vorzugsweise auf die Hälfte halbiert, wodurch sich die Bearbeitungszeit reduziert.

[0055] In **Fig. 4** ist eine Ausführungsform der zweiten Teilfläche **30** aus **Fig. 2** in der Aufsicht schematisch dargestellt. Ein Teil der zweiten Teilfläche **30** wird durch Einbringen von vorzugsweise netzförmig angeordneten, d.h. parallel und senkrecht zueinander angeordneten Längs- und Quernutennuten **36**, **37** in die ursprüngliche Stirnfläche **20** hergestellt. Nach der Bearbeitung verbleiben in der zweiten Teilfläche **30** vorzugsweise rechteckförmige oder quadratische Erhebungen **38**, die in der Ebene der ersten Teilfläche **20** aus den vorherigen Figuren liegt. Einige der netzartig angeordneten Vertiefungen der Längs- und Quernuten **36**, **37** sind mit dem Rücklaufkanal **2** verbunden, so daß über sie eine eventuelle Kraftstoffleckage über den Rücklaufkanal **2** abfließen kann.

[0056] In weiteren Ausführungsformen sind die Längs- und Quernuten **36**, **37** kurvig, beispielsweise in konzentrischen kreisförmigen Nuten um den Rücklaufkanal **2**, von dem ausgehend Nuten radial nach außen angeordnet sind, die die kreisförmigen Nuten schneiden.

[0057] Beliebige andere Ausführungsformen der Längs- und Quernuten **36**, **37** sind denkbar. Dabei ist jeder Punkt der an die Dichtflächen **21**, **22**, **24**, **25** der vorherigen Figuren angrenzende zweite Teilfläche **30** ist beispielsweise über Längs- und/oder Quernuten **36**, **37**, kreisförmigen und/oder radiale Nuten mit dem Rücklaufkanal **2** verbunden, so daß über sie eine eventuelle Kraftstoffleckage über den Rücklaufkanal **2** abfließen kann.

[0058] Abhängig von der Anzahl und der Breite der beispielhaften Längs- und Quernuten **36**, **37** und von deren Abstand D zueinander verbleiben Restfläche der von der Bearbeitung ausgenommenen Erhebungen **38**, die in der Ebene der ersten Teilfläche **20** angeordnet sind und in Kontakt mit der Stirnfläche des ihr gegenüberliegenden Injektormoduls hat. Die Flächenpressung ist bei einer vorgegebenen axialen Vorspannkraft abhängig von der Restfläche der Erhebungen **38** und somit einstellbar.

[0059] Durch Ausbilden von beispielhaften Längs- und Quernuten **36**, **37** reduziert sich im Vergleich zum vollständigen Ausnehmen der zweiten Teilfläche **30** das auszunehmende Materialvolumen, wodurch eine besonders schnelle und kostengünstige Bearbeitung erzielt wird.

[0060] Vorzugsweise wird die Ausnehmung in das Material des Injektormoduls für die zweite Teilfläche **30** mittels Laser-, Fräs- oder Elektronenstrahlverfahren eingebracht.

[0061] Durch die auf die Unterteilflächen **21**, **22**, **25** wirkende Flächenpressung wird eine elastische Verformung des Materials des Injektormoduls bewirkt, die bei ungleichmäßiger Verteilung der Unterteilflächen **21**, **22**, **25** über die Stirnfläche **20**, **30** eines Injektormoduls und bei entsprechend ungleichmäßig verteilten Flächeninhalten der Unterteilflächen **21**, **22**, **25** eine entsprechend unterschiedliche, im wesentlichen axiale gerichtete Verformung im Bereich der entsprechenden Unterteilflächen **21**, **22**, **25** bewirkt. Dadurch verkanten die Injektormodule zueinander, d.h. die Längsachsen zweier jeweils aneinandergrenzenden Injektormodule schließen einen Modulwinkel ein, der von dem Sollwinkel 180° abweicht. Der Grad der Verkantung, d.h. der Abweichung des Modulwinkels von 180° , hängt ab von den Positionen der Flächenschwerpunkte der jeweiligen Unterteilflächen zueinander und den ihnen jeweils zugeordneten Flächeninhalten. Bei einer konstruktiv bedingten, ungünstigen Verteilung der Unterteilflächen **21**, **22**,

25 über die Stirnfläche ist mindestens eine Ausgleichsfläche in der Ebene der ersten Teilfläche **20** vorgesehen, wodurch die Abweichung des Modulwinkels von 180° abhängig von dem Flächenschwerpunkt und dem Flächeninhalt der Ausgleichsfläche und so auf einen vernachlässigbar kleinen Wert, vorzugsweise auf 0° einstellbar ist.

Patentansprüche

1. Kraftstoffeinspritzventil mit Injektormodulen (**1**, **5**, **6**, **7**, **8**),

– in die jeweils eine Hochdruckbohrung (**3**) und ein Zulaufkanal (**9**) eingebracht sind,

– die axial übereinander angeordnet und mit Vorspannmitteln (**10**) axial vorgespannt sind, so daß die beiden sich berührenden Stirnflächen zweier jeweils aufeinanderliegender Injektormodule (**1**, **5**, **6**, **7**, **8**) durch eine hohe Flächenpressung Dichtflächen bilden, wobei mindestens eine der Stirnflächen unterteilt ist in eine erste und eine zweite Teilfläche (**20**, **30**), wobei die zweite Teilfläche (**30**) zur ersten Teilfläche (**20**) in Richtung des die Stirnfläche aufweisenden Injektormoduls (**1**, **5**, **6**, **7**, **8**) um eine axiale Tiefe (*h*) vertieft ist und durch das Vorspannen der Injektormodule (**1**, **5**, **6**, **7**, **8**) die erste Teilfläche (**20**) mit einer größeren Flächenpressung beaufschlagt ist als die zweite Teilfläche (**30**), **dadurch gekennzeichnet**, daß

– die zweite Teilfläche (**30**) mit einem Rücklaufkanal (**2**) verbunden ist, der in das Injektormodul (**1**, **5**, **6**, **7**, **8**) eingebracht ist,

– die erste Teilfläche (**20**) als Dichtfläche und die zweite Teilfläche (**30**) als Ablauffläche zum Abführen einer eventuellen Kraftstoffleckage durch den Rücklaufkanal (**2**) dient.

2. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß

– die erste Teilfläche (**20**) plan ausgeführt ist.

3. Kraftstoffeinspritzventil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß

– die zweite Teilfläche (**30**) eine beliebige Unebenheit aufweist.

4. Kraftstoffeinspritzventil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß

– die Öffnungen der Hochdruckbohrung (**3**) und des Zulaufkanals (**9**) in der ersten Teilfläche (**20**) angeordnet sind.

5. Kraftstoffeinspritzventil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß

– die Öffnung des Rücklaufkanals (**2**) in der zweiten Teilfläche (**30**) angeordnet ist.

6. Kraftstoffeinspritzventil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die erste Teilfläche (**20**) in folgende Unterteilflächen

(**21**, **22**, **25**) unterteilt ist, die in der Ebene der ersten Teilfläche (**20**) liegen:

– eine ringförmige erste Dichtfläche (**21**), in deren Zentrum die Öffnung der Hochdruckbohrung (**3**) angeordnet ist, mit einer ersten Ringbreite (*b1*),

– eine ringförmige zweite Dichtfläche (**22**), in deren Zentrum die Öffnung des Zulaufkanals (**9**) angeordnet ist, mit einer zweiten Ringbreite (*b2*),

– eine ringförmige vierte Dichtfläche (**25**), deren äußerer Rand an die Mantelfläche des Injektormoduls (**1**, **5**, **6**, **7**, **8**) anschließt, mit einer vierten Ringbreite (*b4*).

7. Kraftstoffeinspritzventil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß

– die erste Teilfläche (**20**) als weitere Unterteilfläche (**24**) eine dritte Dichtfläche (**24**) aufweist, in deren Zentrum die Öffnung eines weiteren Kanals (**4**) angeordnet ist, mit einer dritten Ringbreite (*b3*).

8. Kraftstoffeinspritzventil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß

– die erste, die zweite, die dritte und die vierte Ringbreite (*b1*, *b2*, *b3*, *b4*) jeweils eine Breite von mindestens 1 mm haben.

9. Kraftstoffeinspritzventil nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß

– die erste Teilfläche (**20**) durch die zweite Teilfläche (**30**) in eine erste und eine zweite Unterteilfläche (**26**, **27**) unterteilt ist, wobei die zweite Teilfläche (**30**) vorzugsweise als umlaufende, geschlossene Nut (**31**) in der ersten Teilfläche (**20**) ausgebildet ist, die die Öffnungen der Hochdruckbohrung (**3**) und des Zulaufkanals (**9**) einschließt,

– die Öffnung des Rücklaufkanals (**2**) in der ersten Unterteilfläche (**26**) angeordnet ist,

– die Öffnungen der Hochdruckbohrung (**3**) und des Zulaufkanals (**9**) in der zweiten Unterteilfläche (**27**) angeordnet sind,

– daß die Öffnung des Rücklaufkanals (**2**) zumindest teilweise die Wandung der Nut (**31**) anschneidet, so daß eine eventuelle Kraftstoffleckage über die Nut (**31**) in den Rücklaufkanal (**2**) ablaufen kann.

10. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß

– die Öffnung eines weiteren Kanals (**4**) in der ersten Unterteilfläche (**26**) angeordnet ist.

11. Kraftstoffeinspritzventil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß

– eine der beiden sich berührenden Stirnflächen zweier jeweils aufeinanderliegender Injektormodule (**1**, **5**, **6**, **7**, **8**) nur als eine in einer Ebene liegende einflächige Fläche ausgeformt ist.

12. Kraftstoffeinspritzventil nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß

– beide der beiden sich berührenden Stirnflächen zweier jeweils aufeinanderliegender Injektormodule (**1, 5, 6, 7, 8**) jeweils eine zweite Teilfläche (**30**) aufweisen, die sich spiegelbildlich überdecken.

13. Kraftstoffeinspritzventil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß

– der axiale Höhenunterschied, axiale Tiefe (h) genannt, zwischen der ersten Teilfläche (**20**) und der zweiten Teilfläche (**30**) zwischen 10 µm und 50 µm liegt.

14. Kraftstoffeinspritzventil nach einem der Ansprüche 6 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß

– der Winkel zwischen den Längsachsen zweier jeweils aneinandergrenzender Injektormodule der Modulwinkel ist,

– bei ungünstiger Verteilung der Unterteilflächen (**21, 22, 25**) auf der Stirnfläche mindestens eine Ausgleichsfläche in der Ebene der ersten Teilfläche (**20**) vorgesehen ist, so daß die Abweichung des Modulwinkels von 180° abhängig von dem Flächenschwerpunkt und dem Flächeninhalt der Ausgleichsfläche und so auf einen vernachlässigbar kleinen Wert, vorzugsweise auf 0° einstellbar ist.

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen

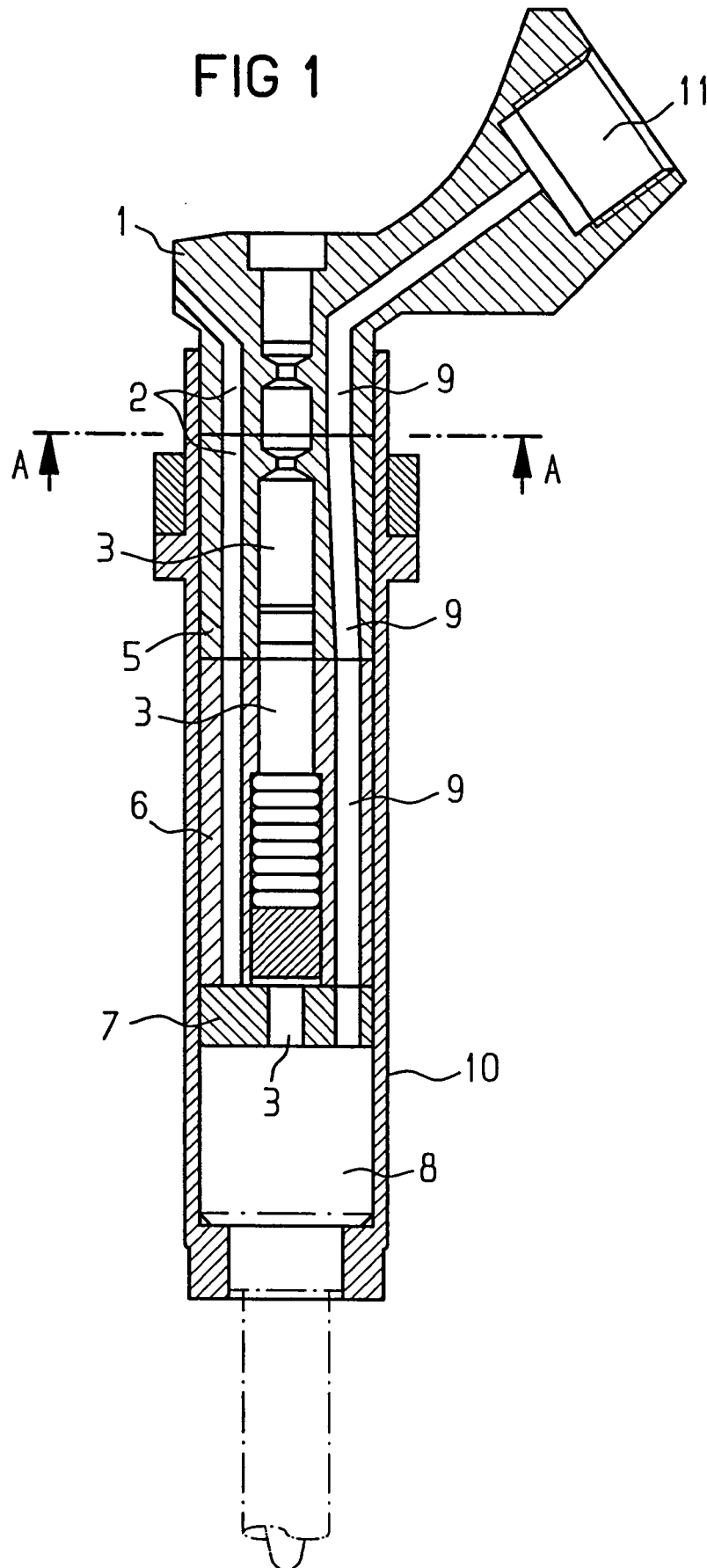


FIG 2

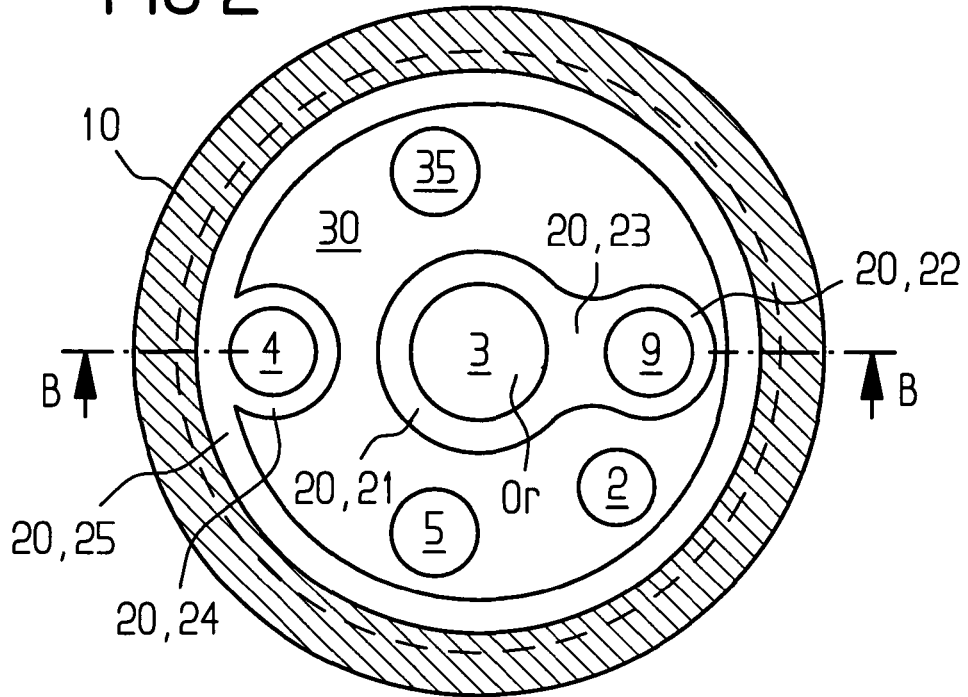


FIG 2A

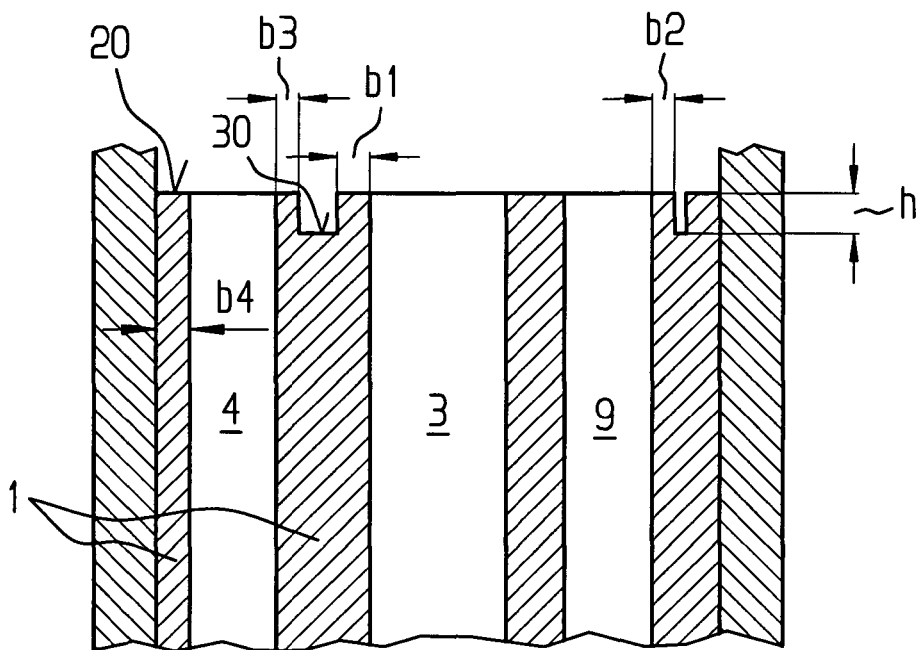


FIG 3

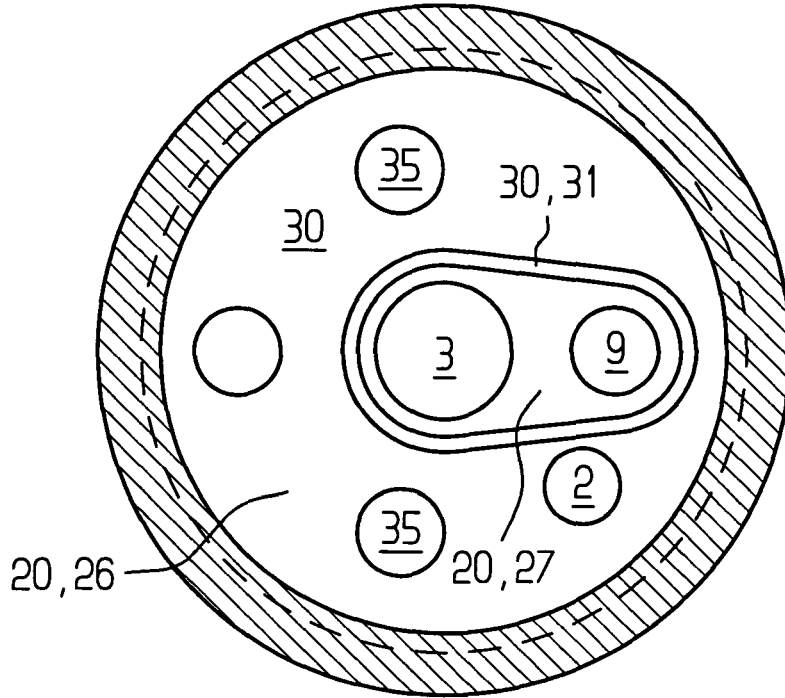


FIG 4

