



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 103 51 205 A1** 2005.06.02

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **103 51 205.5**

(22) Anmeldetag: **03.11.2003**

(43) Offenlegungstag: **02.06.2005**

(51) Int Cl.7: **F16K 31/06**
F15B 13/02

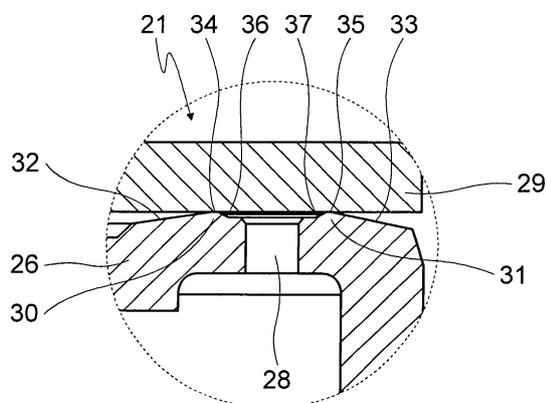
(71) Anmelder:
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

(72) Erfinder:
**Miller, Frank, 74360 Ilsfeld, DE; Okrent, Elmar,
71686 Remseck, DE**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Ventil zum Steuern eines Fluids**

(57) Zusammenfassung: Es wird ein Ventil zum Steuern eines Fluids, insbesondere zum Steuern eines Gases, vorgeschlagen, umfassend ein Ventilgehäuse, das eine Betätigungseinheit für einen Magnetanker aufnimmt, der axial verschiebbar in dem Ventilgehäuse geführt ist und mit einem Ventilschließglied versehen ist, an dessen Stirnseite ein Dichtelement (29) angeordnet ist, das derart mit einem an einer Sitzplatte (26) ausgebildeten Ventilsitz (21) zusammenwirkt, dass ein Fluidstrom durch Abströmöffnungen (28) der Sitzplatte (26) steuerbar ist. Der Ventilsitz (21) ist von einem im Wesentlichen ringförmigen inneren Absatz (30) und einem im Wesentlichen ringförmigen äußeren Absatz (31) gebildet und die Abströmöffnungen (28) sind zwischen dem inneren Absatz (30) und dem äußeren Absatz (31) angeordnet (Figur 3).



Beschreibung**Aufgabenstellung**

Stand der Technik

Vorteile der Erfindung

[0001] Die Erfindung geht von einem Ventil zum Steuern eines Fluids, insbesondere zum Steuern eines Gases, gemäß der im Oberbegriff des Patentanspruches 1 näher definierten Art aus.

[0002] Ein derartiges Ventil ist aus der Praxis bekannt und beispielsweise als Gassteuerventil bei einer Brennstoffzelle oder auch bei einem Gasmotor einsetzbar.

[0003] Das bekannte Ventil umfasst ein Ventilgehäuse, das mehrteilig aufgebaut sein kann und in dem eine Betätigungseinheit für einen Magnetanker angeordnet ist. Der Magnetanker ist in einer korrespondierend ausgebildeten, gegebenenfalls hülsenartigen Aufnahme des Ventilgehäuses axial verschiebbar geführt und mit einem Ventilschließglied versehen, das derart mit einem Ventilsitz zusammenwirkt, dass ein Fluidstrom durch mindestens eine Abströmöffnung steuerbar ist, die in einer Sitzplatte angeordnet ist und zu einer Abströmseite des Ventils führt. Zur Steuerung eines Gases ist an der dem Ventilsitz zugewandten Stirnseite des Ventilschließglieds eine elastische Dichtung angeordnet, die aus einem Elastomer, PEEK oder dergleichen besteht und bei geschlossenem Ventilschließglied an dem Ventilsitz anliegt. Die elastische Dichtung liegt hierbei im Wesentlichen vollflächig auf der dem Ventilschließglied zugewandten Fläche der Sitzplatte auf.

[0004] Bei Gasventilen besteht grundsätzlich das Problem, dass das zu steuernde, trockene und gasförmige Medium einen hohen Verschleiß im Ventilsitzbereich, d. h. im Dichtbereich, verursachen kann, was zu Veränderungen der Funktionswerte des Ventils und auch bei geschlossenem Ventilschließglied zu unzulässig hohen Leckraten führen kann.

[0005] Bei dem oben beschriebenen bekannten Ventil besteht des Weiteren das Problem, dass es aufgrund eines spielbedingten, schrägen Aufsetzens des Magnetankers zu Undichtigkeiten im Bereich des Ventilsitzes kommen kann. Insbesondere kann das schräge Aufsetzen des Magnetankers aufgrund hoher Flächenpressungen auch einen hohen Verschleiß der Dichtung während der Einsatzzeit des Ventils begründen. Ferner kann eine durch eine Fläche erfolgende Abdichtung der Abströmöffnung zu sich nachteilig auswirkenden Setzeffekten, wie beispielsweise einem Eindringen der Dichtung in die Abströmöffnung, und weiteren nachteilhaften Veränderungen im Bereich der Abströmöffnung führen.

[0006] Das erfindungsgemäße Ventil zum Steuern eines Fluids, insbesondere zum Steuern eines Gases, mit den Merkmalen nach dem Oberbegriff des Patentanspruches 1, bei welchem Ventil der Ventilsitz von einem im Wesentlichen ringförmigen, inneren Absatz und einem im Wesentlichen ringförmigen, äußeren Absatz gebildet ist und die Abströmöffnungen zwischen dem inneren Absatz und dem äußeren Absatz angeordnet sind, hat den Vorteil, dass eine Dichtheit des Ventils über dessen Lebensdauer auch bei Setzvorgängen oder bei einer Schiefstellung des Magnetankers bzw. des Ventilschließglieds gewährleistet ist, da das Dichtelement bei geschlossenem Ventilschließglied nicht vollflächig, sondern im Wesentlichen entlang von Kreislinien auf dem Ventilsitz aufliegt.

[0007] Die Geometrie des Ventilsitzes bestimmt die Dichtheit des Ventils. Ein Gasventil mit einem erfindungsgemäß ausgebildeten Ventilsitz bietet eine optimierte Sitzgeometrie, durch die über die Lebensdauer des Ventils in allen Betriebszuständen eine hohe Dichtheit und eine Dauerstabilität der Ventilfunktion gewährleistet ist.

[0008] Ein erfindungsgemäß ausgebildeter Ventilsitz, der einfach und kostengünstig herstellbar ist, bietet des Weiteren den Vorteil, dass ein Öffnungsvorgang des Magnetankers bzw. des Ventilschließglieds durch das zu steuernde Gas unterstützt wird, da dieses das Dichtelement stromauf des Ventilsitzes schon bei geschlossenem Ventilschließglied unterströmt. Es liegt also bei dem Ventil nach der Erfindung im Bereich des Ventilsitzes auch eine verbesserte Gasanströmung vor.

[0009] Durch die im Wesentlichen durch die Sitzgeometrie vorgegebene, auch bei tiefen Temperaturen vorliegende hohe Dichtheit des Ventilsitzes besteht bei dem Dichtelement eine breite Auswahl der einsetzbaren Materialien sowie eine große Formfreiheit.

[0010] Das Ventil nach der Erfindung ist insbesondere zur Massenstromregelung von Gasen wie Wasserstoff und Erdgas geeignet und kann beispielsweise bei einer Brennstoffzelle oder auch bei einem Gasmotor eingesetzt werden.

[0011] Bei einer speziellen Ausführungsform des Ventils gemäß der Erfindung haben die Absätze an der den Abströmöffnungen abgewandten Seite jeweils eine schräg abfallende Außenflanke. Die Außenflanken können jeweils als gerade abfallende Flächen, d. h. als konische Flächen, ausgebildet sein und in diesem Fall zusammen mit der Stirnfläche der Dichtung bzw. des Dichtelements einen spitzen Win-

kel einschließen.

[0012] Alternativ können die Außenflanken auch einen gewölbten Querschnitt haben. Dieser gewölbte Querschnitt kann mit einem einheitlichen oder auch mit einem sich verändernden Radius versehen sein.

[0013] Zur Verbesserung des Strömungsverhaltens des mittels des erfindungsgemäßen Ventils gesteuerten Gases und zur Verringerung des Verschleißes des Dichtelements können die Absätze an der der Abströmöffnung zugewandten Seite jeweils eine Innenflanke aufweisen, die bevorzugt mit einem gewölbten Querschnitt bzw. einem Radius ausgebildet ist. Es ist aber auch denkbar, dass die innere Flanke aus einer im wesentlichen konischen Fläche besteht, welche in eine Fase des jeweiligen Absatzes übergeht bzw. aus einer derartigen Fase gebildet ist.

[0014] In der Regel sind die Stirnseiten der Absätze, an denen das Dichtelement bei geschlossenem Ventilschließglied zur Anlage kommt, gewölbt ausgebildet. Alternativ ist es jedoch auch denkbar, dass die Absätze jeweils eine Stirnfläche haben, welche im Wesentlichen parallel zur Stirnfläche der Dichtung ausgerichtet ist und mithin eine planare Fläche darstellt.

[0015] Durch die Absätze, deren Flanken von konischen Flächen bzw. Ebenen mit einem Neigungswinkel von beispielsweise 10° oder auch von gewölbten Flächen gebildet sind, ist gewährleistet, dass das Dichtelement des Ventilschließglieds stets flächig oder linienförmig auf dem Ventilsitz aufsitzt, wodurch eine hohe Dichtheit erreicht wird. Die Absätze können hierbei mit zueinander symmetrischen Querschnitten oder auch mit unterschiedlich ausgebildeten Flächen bzw. Wölbungen hergestellt sein.

[0016] Die vorstehend beschriebene Sitzgeometrie kann ein- oder mehrstufig hergestellt werden. Beispielsweise kann die Sitzgeometrie so hergestellt werden, dass die Sitzplatte zunächst nach einem Drehverfahren und anschließend nach einem Formschleifverfahren unter Einsatz eines Formdrehmeißels bearbeitet wird.

[0017] Insbesondere wenn die Sitzgeometrie nach einem Formschleifverfahren hergestellt wird, ist es zweckmäßig, dass beim Schleifen Riefen entstehen, die in bezug auf die Kreislinie, entlang der die Einspritzöffnungen angeordnet sind, konzentrisch und nicht radial verlaufen, was einen günstigen Einfluss auf die Ventildichtheit hat.

[0018] Durch konzentrisch verlaufende Riefen kann ein Unterwandern des Dichtelements durch das zu steuernde Gas verhindert werden, was insbesondere bei radial verlaufenden Riefen über die Lebensdauer des Ventils ein potentielles Undichtigkeitsrisiko dar-

stellen würde.

[0019] Weitere Vorteile und vorteilhafte Ausgestaltungen des Gegenstandes nach der Erfindung sind der Beschreibung, der Zeichnung und den Patentansprüchen entnehmbar.

Ausführungsbeispiel

Zeichnung

[0020] Vier Ausführungsbeispiele eines Ventils nach der Erfindung sind in der Zeichnung schematisch vereinfacht dargestellt und werden in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen

[0021] [Fig. 1](#) einen vereinfachten Längsschnitt durch eine erste Ausführungsform eines Gasventils;

[0022] [Fig. 2](#) eine vergrößerte Darstellung des Bereichs II in [Fig. 1](#);

[0023] [Fig. 3](#) eine vergrößerte Darstellung des Bereichs III in [Fig. 2](#);

[0024] [Fig. 4](#) den in [Fig. 3](#) dargestellten Bereich des Gasventils nach [Fig. 1](#), jedoch vor Anwendung eines Feinschleifverfahrens;

[0025] [Fig. 5](#) einen alternativen Ventilsitz mit anliegendem Dichtelement;

[0026] [Fig. 6](#) die Ventilsitzgeometrie nach [Fig. 5](#) vor Anwendung eines Feinschleifverfahrens;

[0027] [Fig. 7](#) eine Herstellung der in [Fig. 5](#) dargestellten Ventilsitzgeometrie;

[0028] [Fig. 8](#) eine Draufsicht auf eine Ventilplatte mit der in [Fig. 5](#) dargestellten Ventilsitzgeometrie;

[0029] [Fig. 9](#) eine Längsschnittdarstellung einer dritten Ausführungsform einer Ventilsitzes eines Ventils der in [Fig. 1](#) dargestellten Art; und

[0030] [Fig. 10](#) eine Längsschnittdarstellung einer vierten Ausführungsform eines Ventilsitzes eines Ventils der in [Fig. 1](#) dargestellten Art vor Anwendung eines Feinschleifverfahrens.

Beschreibung der Ausführungsbeispiele

[0031] In [Fig. 1](#) ist ein Gasventil **10** dargestellt, das zum Einsatz bei einer Brennstoffzelle oder bei einem Gasmotor ausgelegt ist und zur Regelung eines Gasstromes aus beispielsweise Wasserstoff, LPG (Liquid Petroleum Gas) oder CNG (Compressed Natural Gas) von einer Zuströmseite **11** zu einer Abströmseite **12** dient.

[0032] Das Ventil **10** hat ein mehrteiliges Gehäuse **13**, das eine Magnetspule **14** aufnimmt, welche eine Führungshülse **15** umgreift. In der Führungshülse **15** ist ein im Wesentlichen rohrförmiger Stopfen **16** fixiert, in den eine als Vorspannfeder dienende Spiralfeder **17** eingeschoben ist, die auf einen Magnetanker **18** wirkt, der längsverschieblich in der Führungshülse **15** geführt ist.

[0033] Der Magnetanker **18** ist im Wesentlichen rohrförmig ausgebildet und bildet an seiner der Vorspannfeder **17** abgewandten Seite ein Ventilschließglied **20**, das stirnseitig mit einem in den [Fig. 2](#) bis [Fig. 4](#) näher dargestellten Ventilsitz **21** zusammenwirkt.

[0034] Ferner ist der Magnetanker **18** mit einem Innenraum **22** versehen, der mit der Zuströmseite **11** des Ventils **10** verbunden ist und von dem bei dem vorliegenden Ausführungsbeispiel radiale Abströmbohrungen **23** und eine axiale Abströmbohrung **24** abzweigen. Die radialen Abströmbohrungen **23** führen zu einem Hochdruckraum **25**, der radial von der Führungshülse **15** begrenzt ist. Die axiale Abströmbohrung **24** führt an die Stirnseite des Magnetankers **18**.

[0035] Wie insbesondere den [Fig. 2](#) bis [Fig. 4](#) zu entnehmen ist, ist der Ventilsitz **21** an einer als Sitzplatte ausgebildeten Bodenplatte **26** eines im Wesentlichen topfförmigen Bauteils **27** ausgebildet. Die Bodenplatte **26** ist mit einer Vielzahl an als Düsen ausgebildeten Abströmöffnungen **28** versehen, die bei geöffnetem Ventilschließglied bzw. Magnetanker **18** den Hochdruckraum **25** mit der Abströmseite **12** des Ventils **10** verbinden. Die Düsen bzw. Löcher **28** sind entlang einer Kreislinie angeordnet und werden bei geschlossenem Ventilschließglied bzw. Magnetanker **18** von einem Dichtungselement **29** abgedeckt, das aus einem Kunststoff, wie einem Elastomer, PEEK oder dergleichen, besteht, an der Stirnseite des Magnetankers **18** fixiert ist und auf dem Ventilsitz **21** aufliegt. Das Dichtelement **29** kann zur Steigerung der Querbeweglichkeit mit einer Beschichtung versehen sein, die beispielsweise aus PTFE besteht.

[0036] Der Ventilsitz **21** ist von einem ringförmigen inneren Absatz **30** und einem ringförmigen äußeren Absatz **31** gebildet, wobei die Abströmöffnungen **28** zwischen dem inneren Absatz **30** und dem äußeren Absatz **31** angeordnet sind. Die Absätze **30** und **31** haben an ihren den Abströmöffnungen **28** abgewandten Seiten jeweils eine Außenflanke **32** bzw. **33**, die als gerade abfallende, konische Fläche ausgebildet ist und mit der Stirnfläche des Dichtungselements **29** einen Winkel von etwa **10** Grad einschließt. Die Außenflanken **32** und **33** gehen jeweils in eine im wesentlichen wulstartige Erhebung **34** bzw. **35** über, welche eine gewölbte Anschlagfläche des jeweiligen

Absatzes **30** bzw. **31** bildet. An der den Düsen **28** zugewandten Seite gehen die gewölbten Stirnflächen **34** und **35** wiederum jeweils in eine beispielsweise mit einem Radius von **0,1** mm versehene gewölbte, schräg abfallende Innenflanke **36** bzw. **37** über.

[0037] Zur Herstellung der insbesondere in [Fig. 3](#) dargestellten Geometrie des Ventilsitzes **21** wird vorliegend ein mehrstufiges Verfahren angewendet, bei dem zunächst eine in [Fig. 4](#) dargestellte Grobkontur nach einem Drehverfahren hergestellt und dann ein in [Fig. 4](#) mit der Bezugsziffer **38** versehener Bereich nach einem Feinschleifverfahren abgetragen wird, so dass die in [Fig. 3](#) dargestellte Oberflächenkontur des Ventilsitzes **21** erzeugt wird, bei welcher der innere Absatz **30** einen Querschnitt aufweist, der spiegelsymmetrisch zu dem Querschnitt des äußeren Absatzes **31** ausgebildet ist. Nach dem Feinschleifverfahren weist der Ventilsitz **21** Riefen auf, die im Wesentlichen konzentrisch zu den Absätzen **30** und **31** angeordnet sind.

[0038] In den [Fig. 5](#) bis [Fig. 8](#) ist eine alternative Ausführungsform einer erfindungsgemäß ausgebildeten Ventilsitzgeometrie bei einem Gasventil der in [Fig. 1](#) gezeigten Art dargestellt. Entsprechend dem Ausführungsbeispiel nach den [Fig. 2](#) bis [Fig. 4](#) hat das in den [Fig. 5](#) bis [Fig. 8](#) dargestellte Ausführungsbeispiel einen Ventilsitz **21'**, der aus einem ringförmigen inneren Absatz **30'** und einem ringförmigen, äußeren Absatz **31'** gebildet ist.

[0039] Die Absätze **30'** und **31'** haben jeweils an der den Abströmöffnungen **28** abgewandten Seite eine Außenflanke **32'** bzw. **33'**, die als gerade abfallende, konische Fläche ausgebildet ist und mit der Stirnfläche des aus einem Elastomer bestehenden Dichtelements **29** einen Winkel von etwa **10** Grad einschließt. Die Außenflanken **32'** und **33'** gehen jeweils in eine wulstartige Erhebung **34'** bzw. **35'** über, die die Stirnfläche des jeweiligen Absatzes **30'** bzw. **31'** bildet und zur Anlage des Dichtelements **29** dient. Die wulstartigen Erhebungen **34'** und **35'** gehen jeweils über einen Radius an der den Abströmöffnungen **28** zugewandten Seite in eine steil abfallende Innenflanke **36'** bzw. **37'** über, die mit einer leichten Wölbung versehen ist.

[0040] Die Herstellung des in [Fig. 5](#) detailliert dargestellten Ventilsitzes **21** erfolgt ebenfalls zweistufig, und zwar derart, dass zunächst an der Sitzplatte **26** eine Grobkontur hergestellt wird, die mit einem in [Fig. 6](#) mit dem Bezugszeichen **38'** versehenen Bereich ausgebildet ist, der bei einem nachfolgenden Feinschleifverfahren abgetragen wird. Hierzu wird, wie [Fig. 7](#) zu entnehmen ist, beispielsweise ein Formdrehmeißel **44** eingesetzt, der auf die Grobkontur aufgesetzt wird und über eine Rotationsbewegung den in [Fig. 6](#) gezeigten Bereich **38'** abträgt. Die Drehachse des Formdrehmeißels **44** bildet hier auch

eine Achse **45** der ringförmigen Absätze **30'** und **31'**. Dadurch entstehen bei dem Formschleifverfahren an dem Ventilsitz **21'** Riefen **46**, die konzentrisch zu den Absätzen **30'** und **31'** verlaufen.

[0041] In [Fig. 9](#) ist eine weitere Ausführungsform eines Ventilsitzes **21''** eines Gasventils der in [Fig. 1](#) näher gezeigten Art dargestellt. Der Ventilsitz **21''** entspricht weitgehend dem Ventilsitz nach [Fig. 5](#), unterscheidet sich von diesem aber dadurch, dass er an den beiden Absätzen **30''** und **31''** Außenflanken **32''** bzw. **33''** aufweist, deren Querschnitt gewölbt, d. h. mit einem Radius versehen ist.

[0042] In [Fig. 10](#) ist eine weitere Ausführungsform eines Ventilsitzes eines Ventils der in [Fig. 1](#) gezeigten Art vor einer Fein-Nachbearbeitung dargestellt. Dieser Ventilsitz ist ebenfalls aus einem inneren Absatz **30'''** und einem äußeren Absatz **31'''** gebildet, welche jeweils an der den Düsen **28** abgewandten Seite mit schräg abfallenden Flanken **32'''** und **33'''** versehen sind. An der den Düsen **28** zugewandten Seite sind die Absätze **30'''** und **31'''** jeweils mit einer als konische Fläche ausgebildeten, schräg abfallenden Innenflanke **36'''** bzw. **37'''** versehen.

[0043] Bei der Fein-Nachbearbeitung wird an den Absätzen **30'''** und **31'''** an der Stirnseite jeweils ein im Querschnitt dreieckiger Bereich **38'''** abgetragen, so dass jeweils eine Stirnfläche **34'''** bzw. **35'''** entsteht, die im wesentlichen parallel zur Stirnfläche des in [Fig. 10](#) nicht abgebildeten Dichtelements ausgerichtet ist.

Patentansprüche

1. Ventil zum Steuern eines Fluids, insbesondere zum Steuern eines Gases, umfassend ein Ventilgehäuse (**13**), das eine Betätigungseinheit (**14**) für einen Magnetanker (**18**) aufnimmt, der axial verschiebbar in dem Ventilgehäuse (**13**) geführt ist und mit einem Ventilschließglied (**20**) versehen ist, an dessen Stirnseite ein Dichtelement (**29**) angeordnet ist, das derart mit einem an einer Sitzplatte (**26**) ausgebildeten Ventilsitz (**21, 21', 21'', 21'''**) zusammenwirkt, dass ein Fluidstrom durch Abströmöffnungen (**28**) der Sitzplatte (**26**) steuerbar ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Ventilsitz (**21, 21', 21'', 21'''**) von einem im Wesentlichen ringförmigen, inneren Absatz (**30, 30', 30'', 30'''**) und einem im Wesentlichen ringförmigen, äußeren Absatz (**31, 31', 31'', 31'''**) gebildet ist und die Abströmöffnungen zwischen dem inneren Absatz (**30, 30', 30'', 30'''**) und dem äußeren Absatz (**31, 31', 31'', 31'''**) angeordnet sind.

2. Ventil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Absätze (**30, 30', 30'', 30'''**, **31, 31', 31'', 31'''**) an der den Abströmöffnungen (**28**) abgewandten Seite jeweils eine schräg abfallende Außenflanke (**32, 32', 32'', 32'''**, **33, 33', 33'', 33'''**) aufweisen.

3. Ventil nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die schräg abfallenden Außenflanken (**32, 32', 32'', 32'''**, **33, 33', 33'', 33'''**) jeweils als konische Fläche ausgebildet sind.

4. Ventil nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die schräg abfallenden Außenflanken (**32'', 33''**) jeweils mit einem gewölbten Querschnitt ausgebildet sind.

5. Ventil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Absätze (**30, 30', 30'', 31, 31', 31''**) jeweils eine gewölbte Stirnfläche (**34, 34', 34'', 35, 35', 35''**) aufweisen.

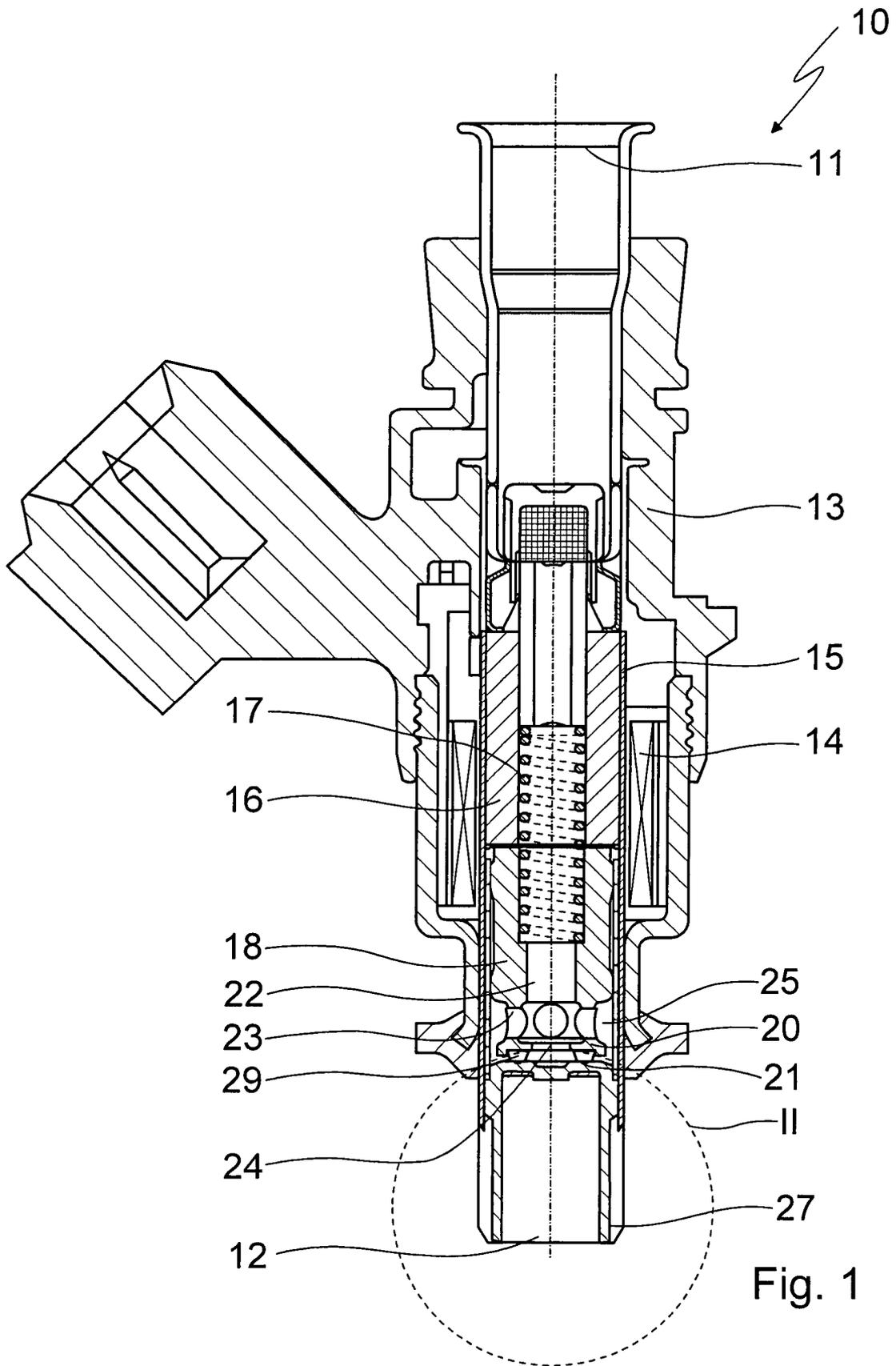
6. Ventil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Absätze (**30''', 31''')** jeweils eine Stirnfläche (**34''', 35''')** aufweisen, die im Wesentlichen parallel zur Stirnfläche der Dichtung (**29**) ausgerichtet ist.

7. Ventil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Absätze (**30, 30''', 31, 31''')** an der den Abströmöffnungen (**28**) zugewandten Seite jeweils eine schräg abfallende Innenflanke (**34, 34''', 35, 35''')** aufweisen, die vorzugsweise mit einem Radius versehen ist.

8. Ventil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der innere Absatz (**30, 30', 30''**) einen Querschnitt aufweist, der im Wesentlichen spiegelsymmetrisch zu dem Querschnitt des äußeren Absatzes (**31, 31', 31''**) ausgebildet ist.

9. Ventil nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Ventilsitz (**21, 21', 21'', 21'''**) nach einem Formbearbeitungsverfahren, wie einem Dreh-, einem Schleif- oder einem Erodierverfahren, hergestellt ist und Riefen (**46**) aufweist, die im Wesentlichen konzentrisch zu den Absätzen (**30, 30', 30'', 30'''**, **31, 31', 31'', 31'''**) angeordnet sind.

Es folgen 6 Blatt Zeichnungen



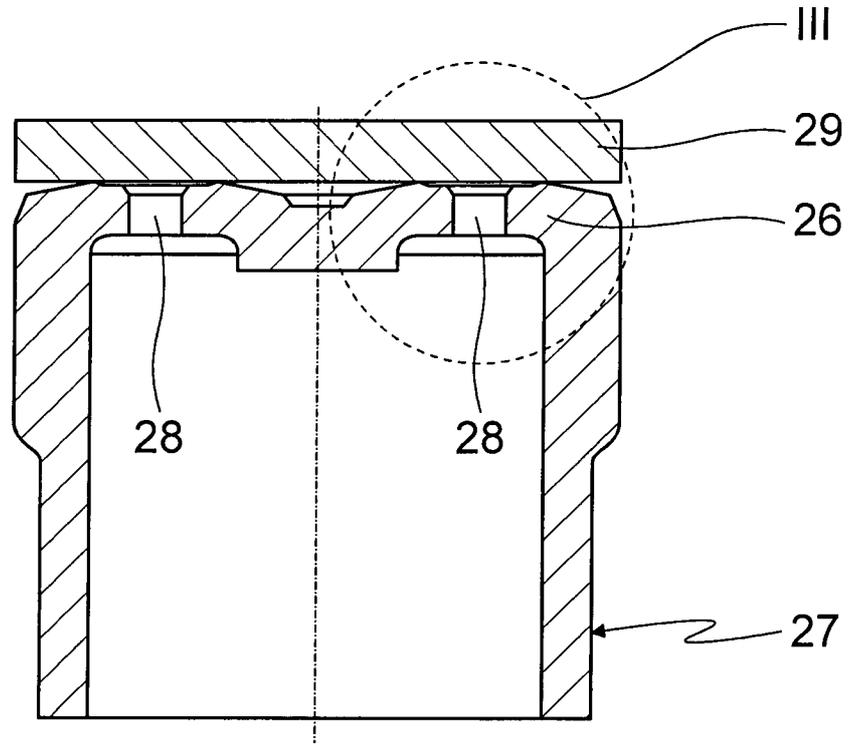


Fig. 2

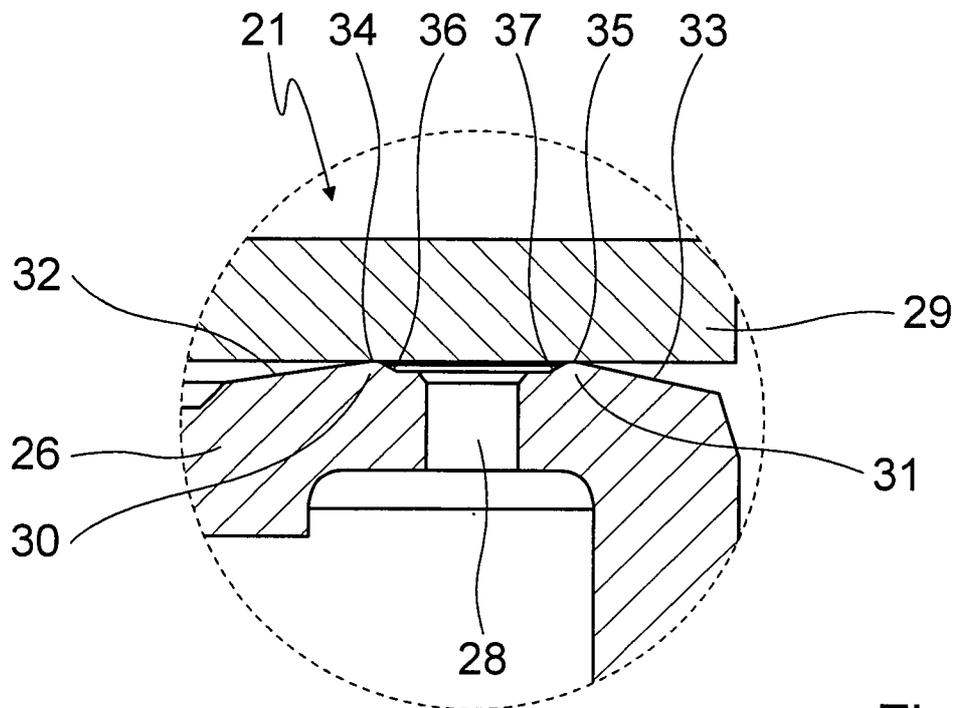


Fig. 3

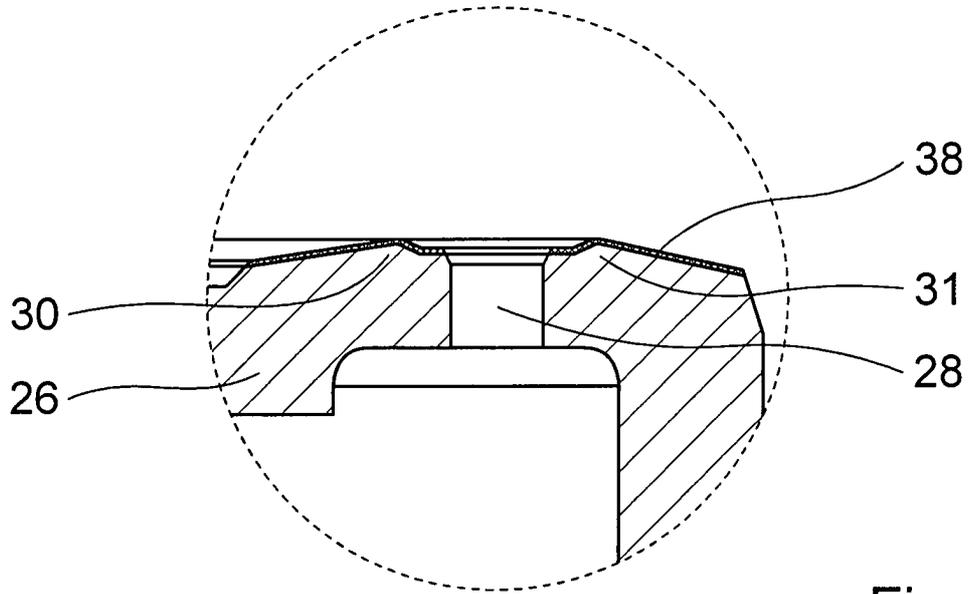


Fig. 4

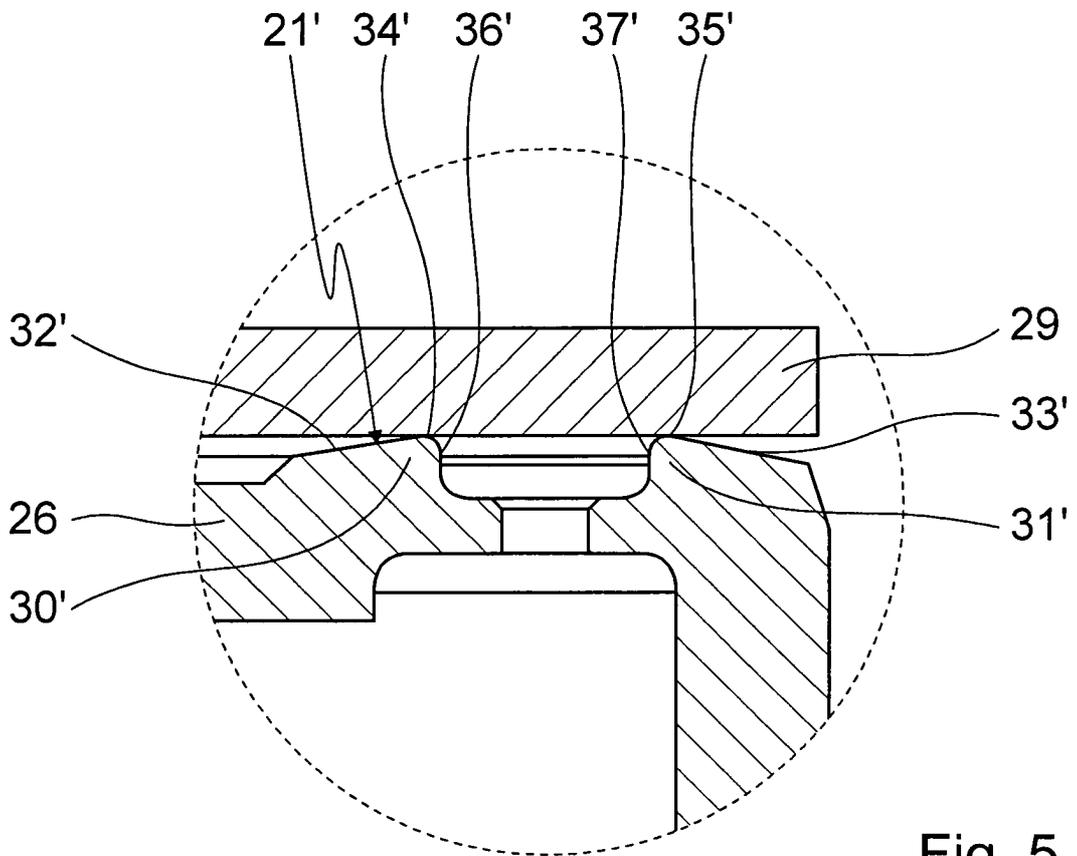


Fig. 5

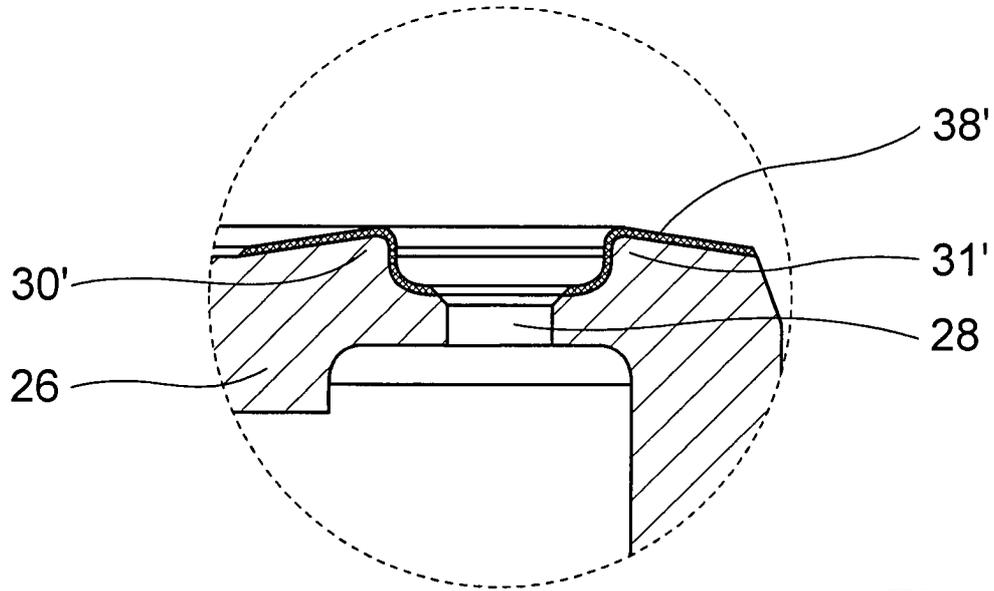


Fig. 6

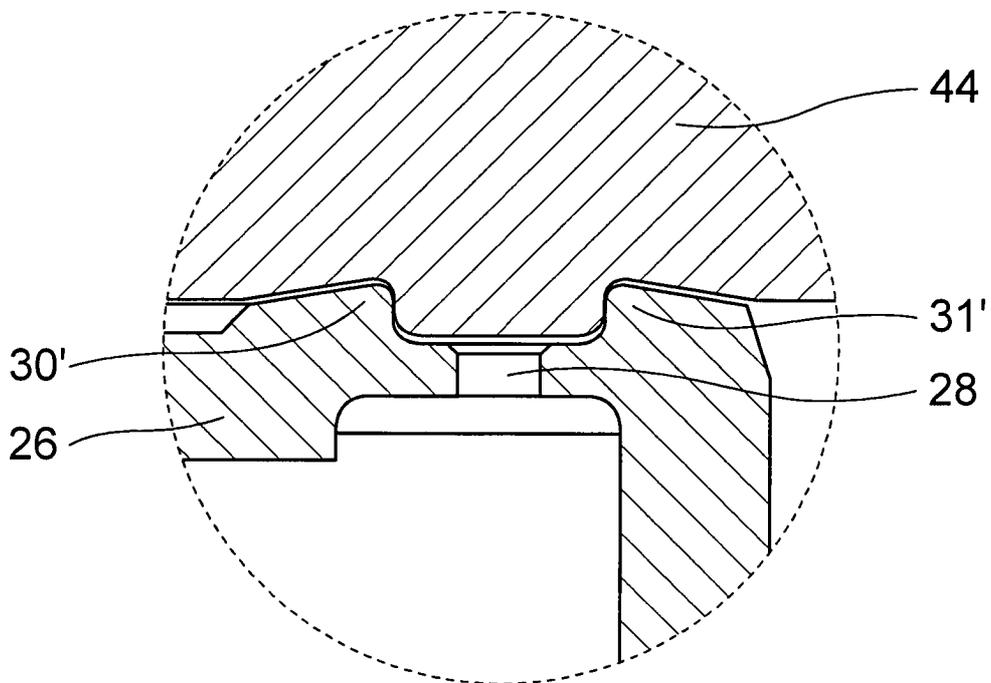


Fig. 7

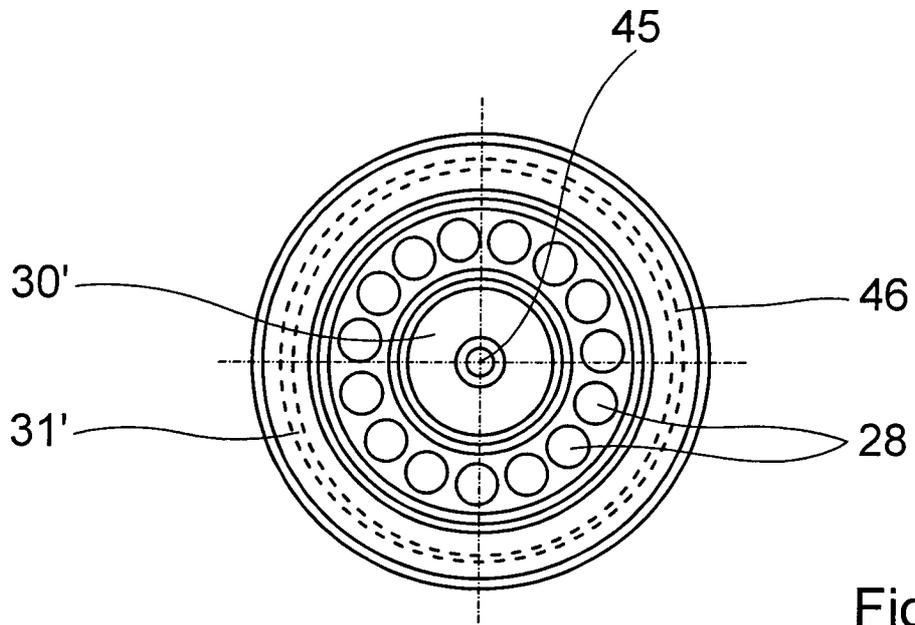


Fig. 8

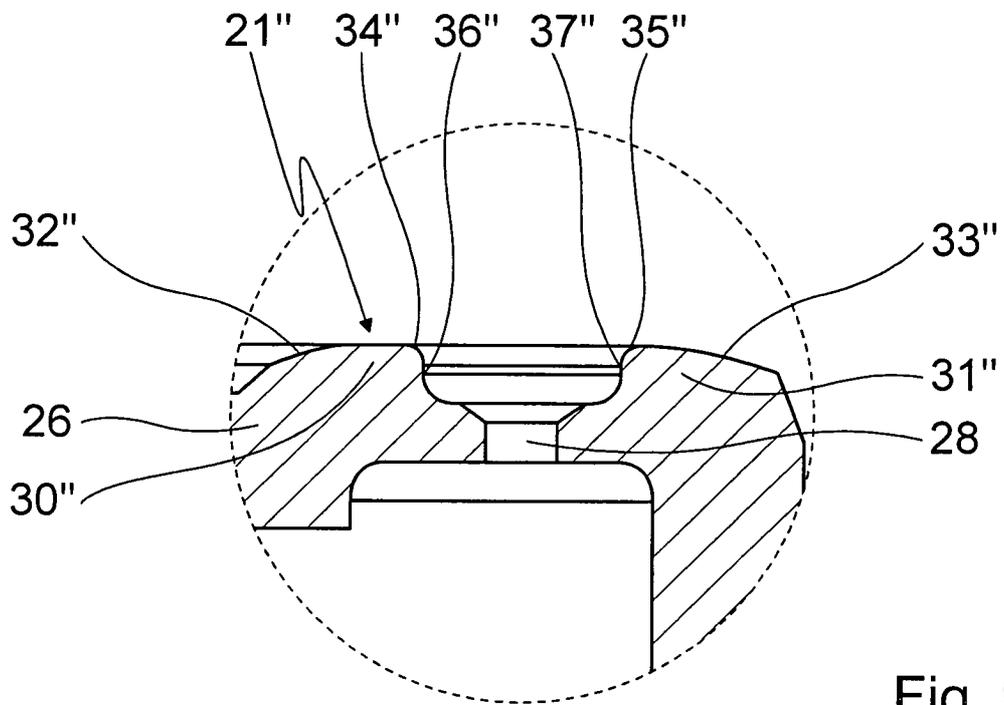


Fig. 9

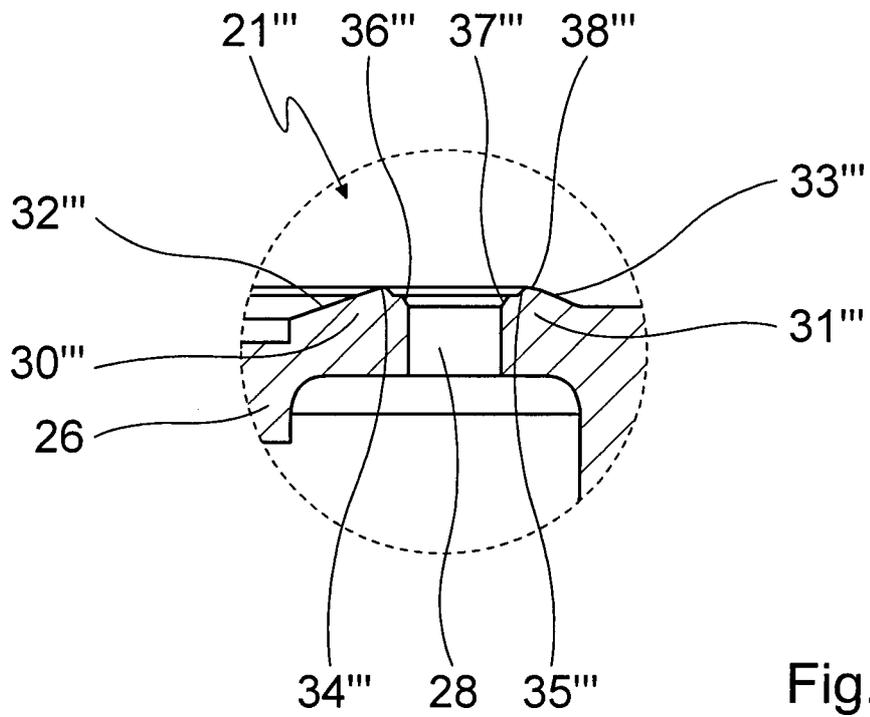


Fig. 10