



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
05.03.2003 Patentblatt 2003/10

(51) Int Cl.7: **B23P 15/10, F04B 1/12**

(21) Anmeldenummer: **02023313.6**

(22) Anmeldetag: **30.06.2000**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB IT SE

(72) Erfinder: **Beutler, Gerhard**
72202 Nagold (DE)

(30) Priorität: **21.07.1999 DE 19934216**

(74) Vertreter: **Körfer, Thomas, Dipl.-Phys. et al**
Mitscherlich & Partner,
Patent- und Rechtsanwälte,
Sonnenstrasse 33
80331 München (DE)

(62) Dokumentnummer(n) der früheren Anmeldung(en)
nach Art. 76 EPÜ:
00943956.3 / 1 198 325

(71) Anmelder: **BRUENINGHAUS HYDROMATIK**
GMBH
89275 Elchingen (DE)

Bemerkungen:

Diese Anmeldung ist am 17 - 10 - 2002 als
Teilanmeldung zu der unter INID-Kode 62
erwähnten Anmeldung eingereicht worden.

(54) **Verfahren zum Herstellen eines Hohlkolbens für eine Kolbenmaschine**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Herstellen eines Hohlkolbens (1) für eine Kolbenmaschine mit einem geschlossenen Ringhohlraum (9), mit folgenden Verfahrensschritten:

- Ausbilden eines ersten Kolbenteils (1a) mit einem diametralen Übermaß (x) mit einem Basisabschnitt (3), von dem sich in der einen axialen Richtung ein Gelenkteil (4) oder ein Materialansatz für das Gelenkteil (4) und in der anderen axialen Richtung jeweils einstückig eine den Ringhohlraum (9) außen begrenzende Umfangswand (6) und ein den Ring-

hohlraum (9) innen begrenzender Dorn (7) erstrecken,

- Ausbilden eines zweiten Kolbenteils (8) mit einem diametralen Übermaß (x) in Form eines Deckels (8),
- Verbinden des ersten und des zweiten Kolbenteils (1a, 8), insbesondere durch Reibschweißen,
- und Endbearbeiten der Mantelfläche (18) des Hohlkolbens (1) oder auch des Gelenkteils (4),

Zwecks Erzielung einer preisgünstigen, einfachen Herstellung bei Gewährleistung einer stabilen Bauweise werden die Umfangswand (6) und der Dorn (7) am Basisteil (3) gleichzeitig angeformt.

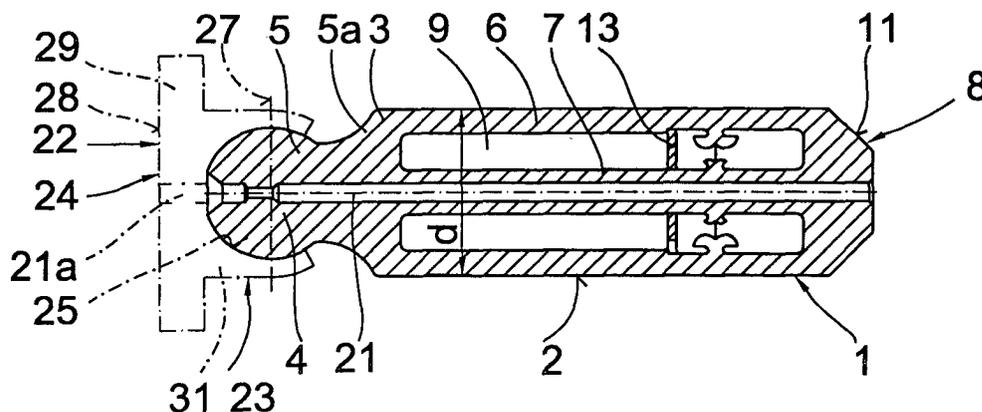


Fig.1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum Herstellen eines Hohlkolbens für eine Kolbenmaschine nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

[0002] Ein Hohlkolben nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 ist in der DE 196 20 167 C2 beschrieben. Bei diesem vorbekannten Hohlkolben besteht zwischen der Umfangswand und dem zentralen Dorn ein Ringloch, das durch Tiefbohren spanabhebend hergestellt wird. Hierdurch ist ein arbeitsund zeitintensiver Herstellungsaufwand vorgegeben, durch den verhältnismäßig hohe Herstellungskosten bedingt sind. Dabei ist zu berücksichtigen, daß die Herstellung dieses bekannten Hohlkolbens auch mit einem verhältnismäßig hohen Materialverlust erfolgt, der durch das spanabhebende Einarbeiten des Ringlochs entsteht. Ferner weist dieser Hohlkolben ein Kugelgelenkteil in Form einer Gelenkkugel auf, die sich vom Basisabschnitt des Hohlkolbens in die dem Hohlraum entgegengesetzte axiale Richtung erstreckt.

[0003] In der DE 26 53 867 A1 ist ein Hohlkolben und ein Verfahren zu dessen Herstellung beschrieben, der aus zwei separaten Hohlkolbenteilen gebildet ist, nämlich einem den Basisabschnitt, die Umfangswand und das Kugelgelenkteil umfassenden ersten Kolbenteil und einem den Deckel und einen sich von diesem einstückig erstreckenden zentralen Dorn enthaltenden zweiten Kolbenteil besteht. Zur Stabilisierung der Verbindung zwischen dem ersten und dem zweiten Kolbenteil faßt der Deckel mit einem zapfenförmigen Ansatz am freien Rand der Umfangswand in den Hohlkolben ein und das freie Ende des Dorns faßt in eine Ausnehmung im Basisabschnitt ein, wobei die beiden Kolbenteile durch Löten miteinander verbunden sind. Bei diesen bekannten Hohlkolben sind zwar zum einen die Umfangswand des ersten Kolbenteils und zum anderen der Dorn des anderen Kolbenteils durch Fließpressen jeweils am zugehörigen Kolbenteil einstückig angeformt, jedoch sind bei dieser bekannten Ausgestaltung zwei separate Formungsvorgänge in zwei separaten Formungswerkzeugen erforderlich.

[0004] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Hohlkolben der eingangs angegebenen Art so auszubilden, daß bei Gewährleistung einer einfachen bzw. preisgünstigen Herstellung, eine stabile Bauweise erreicht wird, und ein entsprechendes Herstellungsverfahren anzugeben.

[0005] Diese Aufgabe wird durch die Merkmale des Anspruchs 1 gelöst.

[0006] Bei erfindungsgemäßen Hohlkolben sind die Umfangswand und der zentrale Dorn spanlos an den Basisabschnitt des Hohlkolbens angeformt. Hierdurch wird nicht nur der durch ein spanabhebendes Tiefbohren hervorgerufene Materialverlust vermieden, sondern es werden auch beim Tiefbohren entstehende, in Umfangsrichtung verlaufende Riefen in der Innenmantelfläche der Umfangswand und der Außenmantelfläche des Dornes vermieden, wodurch der Hohlkolben eine wesentliche größere Stabilität erhält, denn die Umfangsriefen verringern ganz beträchtlich die Widerstandsfähigkeit des Hohlkolbens gegen Biegebelastungen. Außerdem läßt sich das einstückige Anformen der Umfangswand und des zentralen Dorns herstellungstechnisch einfacher und schneller durchführen, ohne daß es einer Entsorgung der Späne bedarf.

[0007] Es ist besonders vorteilhaft, die Umfangswand und den zentralen Dorn durch Fließpressen anzuformen. Hierdurch wird nicht nur eine einfach und schnell durchführbare Umformung erreicht, sondern beim Fließpressen ergeben sich auch in der Längsrichtung des Kolbens gerichtete Materialfasern, wodurch die Umfangswand und der Dorn ein besonders großes Widerstandsmoment gegen Biegebelastungen erhalten und auch grundsätzlich von großer Festigkeit sind, was ebenfalls durch das Fließpressen aufgrund von Material- und Gefügeverdichtung erreicht wird.

[0008] Im Rahmen der Erfindung können die Umfangswand und der zentrale Dorn alternativ auch dadurch gebildet sein, daß diese Teile mit dem Basisabschnitt aus Sintermaterial bestehen und mit dem sich zwischen der Umfangswand und dem Dorn erstreckenden Ringloch geformt und gesintert sind. Hierdurch wird ebenfalls nicht nur eine einfache kostengünstige Herstellung erreicht, sondern es kann auch der Vorteil ausgenutzt werden, daß ein Sinterwerkstoff sich als Gleitwerkstoff eignet, was darauf zurückzuführen ist, daß die bei einem Sinterwerkstoff vorhandenen Poren Schmierstofftaschen bilden, die eine gute Schmierung und einen verhältnismäßig geringen Verschleiß der Gleitflächen gewährleisten.

[0009] Die vorbeschriebenen Vorteile gelten auch für das erfindungsgemäße Verfahren.

[0010] Ein erfindungsgemäßer Hohlkolben besteht aus zwei topfförmigen Rohlingabschnitten, die bezüglich der Form und Größe ihrer Innenform, d.h. der Form der Hohlraumhälften, identisch sind. Hierdurch ist es möglich, zumindest zur Ausgestaltung der Innenformen der Hohlkolben gleiche Werkzeuge und Herstellungsmaßnahmen zu benutzen. Hierdurch wird das Herstellungsverfahren wesentlich vereinfacht, und es können die Herstellungskosten beträchtlich gesenkt werden.

[0011] Besonders vorteilhaft ist es, den Hohlkolben aus zwei nicht nur bezüglich ihrer Innenform sondern auch bezüglich ihrer Außenform und somit identischen Rohlingsabschnitten bzw. Vorfertigungsteilen zusammensetzen. Es braucht deshalb lediglich eine Art Vorfertigungsteile hergestellt zu werden, die in einander entgegengesetzter Anordnung zusammengesetzt und miteinander verbunden werden, insbesondere durch Schweißen, und somit einen Kolbenrohling bilden.

[0012] In den Unteransprüchen sind Merkmale enthalten, die zur Lösung der der Erfindung zugrundeliegenden Auf-

gabe beitragen, eine weitere Materialersparnis ermöglichen und eine geringere Baulänge des Hohlkolbens bzw. der Kolbenmaschine insgesamt ermöglichen. Letzteres wird insbesondere dadurch erreicht, daß das sich vom Basisabschnitt des Hohlkolbens erstreckende Kugelgelenkteil durch eine Kugelpfanne gebildet ist, deren Außenumfangsfläche als Außenmantelfläche und Gleitfläche des Hohlkolbens ausgenutzt werden kann, so daß die Kolbenführung sich bis über die Kugelpfanne erstrecken kann und folglich die axiale Baulänge der Kolbenmaschine verringert werden kann.

[0013] Nachfolgend werden die Erfindung und weitere durch sie erzielbare Vorteile anhand von bevorzugten Ausführungsbeispielen und Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen

- 5 Fig. 1 einen erfindungsgemäßen Hohlkolben für eine Kolbenmaschine im axialen Schnitt;
- 10 Fig. 1a, 1b und 1c drei Vorfertigungsteile, die zu einem Kolbenrohling weiter verarbeitet werden;
- Fig. 1d ein durch eine Stützscheibe stabilisiertes Vorfertigungsteil;
- 15 Fig. 1e den Kolbenrohling im axialen Schnitt;
- Fig. 2 einen Kolbenrohling in abgewandelter Ausgestaltung;
- Fig. 3 ein Vorfertigungsteil für den Hohlkolben im axialen Schnitt mit angedeutetem Faserverlauf nach dem Stand der Technik;
- 20 Fig. 4 ein erfindungsgemäßes Vorfertigungsteil für den Hohlkolben mit angedeutetem Faserverlauf im axialen Schnitt;
- 25 Fig. 5 ein Vorfertigungsteil für den Hohlkolben im axialen Schnitt nach dem Stand der Technik;
- Fig. 6 ein erfindungsgemäßes Vorfertigungsteil für den Hohlkolben im axialen Schnitt;
- Fig. 7 einen erfindungsgemäßen Hohlkolben in abgewandelter Ausgestaltung im axialen Schnitt;
- 30 Fig. 7a, 7b zwei einander gleiche Vorfertigungsteile für den erfindungsgemäßen Hohlkolben nach Fig. 7;
- Fig. 7c eine Kolbenrohling für den Hohlkolben nach Fig. 7 im axialen Schnitt;
- 35 Fig. 8 einen erfindungsgemäßen Hohlkolben im axialen Schnitt in weiter abgewandelter Ausgestaltung;
- Fig. 8a, 8b zwei Vorfertigungsteile für den Hohlkolben nach Fig. 8 im axialen Schnitt; und
- Fig. 8c einen Kolbenrohling im axialen Schnitt für einen Hohlkolben nach Fig. 8.

[0014] Der allgemein mit 1 bezeichnete Hohlkolben mit einer zylindrischen Mantelfläche 2 weist einen Basisabschnitt 3 auf, von dem sich in der einen Längsrichtung ein Gelenkteil 4, beim vorliegenden Ausführungsbeispiel eine Gelenkkugel 5 mit einem Kugelhals 5a, und in der anderen Längsrichtung eine hohlzylindrische Umfangswand 6 und ein zylindrischer zentraler Dorn 7 erstrecken, die an ihren dem Basisabschnitt 3 abgewandten Enden durch einen Deckel 8 miteinander verbunden sind. Zwischen der Umfangswand 6 und dem Dorn 7 befindet sich ein Ringhohlraum 9, der allseitig geschlossen ist. Beim vorliegenden Ausführungsbeispiel weist die Stirnfläche 11 am vorderen freien Ende des Hohlkolbens 1 eine kegelstumpfförmige Form auf. Sie kann jedoch auch eine andere Form aufweisen, z.B. eine radiale Ebene Stirnfläche sein.

[0015] Der Hohlkolben 1 wird aus zwei oder drei Teilen zusammengesetzt und gefertigt, nämlich einem Basiskörperteil 1a gemäß Fig. 1a, einen Deckelteil 1b gemäß Fig. 1b und gegebenenfalls einer Zentrierscheibe 1c gemäß Fig. 1c. Das Grundkörperteil 1a und das Deckelteil 1b werden zwecks Weiterbildung zum Kolbenrohling 1e nach Fig. 1e an einer Teilungsfuge 12 axial aneinander gesetzt, die sich im Längenbereich des Ringhohlraums 9 befindet, wobei sie vorzugsweise einen Abstand a vom Deckel 8 und auch einen Abstand b vom Basisabschnitt 3 aufweist. Infolgedessen erstreckt sich jeweils ein Abschnitt des Ringhohlraumes 9 sowohl in das Grundkörperteil 1a als auch in das Deckelteil 1b, wodurch sich Umfangswandabschnitte 6a, 6b und Dornabschnitte 7a, 7b ergeben, die einander zugewandt sind. Die Zentrierscheibe 1c wird zwischen die Umfangswand 6b und den Dornabschnitt 7b des Grundkörperteils 1a eingesetzt (s. Fig. 1d), wobei ihr zentrales Loch 13 und ihr Außendurchmesser an die Querschnittsgröße des Dornabschnitts 7b und den Innendurchmesser des Umfangswandabschnitts 6b angepaßt ist. Dabei kann der Durchmesser

des Dornabschnitts 7b geringfügig verjüngt sein (nicht dargestellt) oder der Innendurchmesser des Umfangswandabschnitts 6b kann geringfügig erweitert sein, so daß sich in einem kleinen axialen Abstand b vom freien Ende des Grundkörperteils 1a eine Anlageschulter 14 für die Zentrierscheibe 1c ergibt. Die Zentrierscheibe 1c weist ein Durchgangsloch 13a, vorzugsweise an ihrem Außenrand, z.B. eine Kerbe auf, das bzw. die einen Strömungsdurchgang zwischen den beiden durch die Zentrierscheibe 1c getrennten Hohlraumabschnitten gewährleistet.

[0016] Der Außendurchmesser des Grundkörperteils 1a und des Deckelteils 1b sind jeweils bezüglich des Durchmessers d des Hohlkolbens 1 mit einem Übermaß x vorgefertigt. Der Basisabschnitt 3 ist am Grundkörperteil 1a um ein axiales Maß c verlängert, das so lang bemessen ist, daß die Gelenkkugel 5 mit ihrem Kugelhalbs 5a daraus gebildet werden kann, z.B. durch spanabhebendes Abdrehen.

[0017] Der Hohlkolben 1 bzw. das Basiskörperteil 1a und das Deckelteil 1b bestehen beim vorliegenden Ausführungsbeispiel aus Metall, insbesondere Stahl, das sich zum Fließpressen eignet.

[0018] Das Grundkörperteil 1a und das Deckelteil 1b werden bei Anlage an den Flächen der Teilungsfuge 12 durch Schweißen miteinander verbunden, vorzugsweise durch Reibschweißen, was durch eine Rotation des einen Teils relativ zum anderen Teil erreicht werden kann, wie es an sich bekannt ist. Während des Reibens werden die Umfangswandabschnitte 6b und der Dornabschnitt 7b im Bereich der Teilungsfuge 12 so stark erwärmt, daß sie im Bereich der Teilungsfuge 12 schmelzen und miteinander verschweißen, wobei sich innen und außen Schweißwülste 15 ausbilden können. Während der Rotation und des Verschweißens ist insbesondere der Dornabschnitt 7b durch die Zentrierscheibe 1c radial gestützt.

[0019] Durch das Zusammenschweißen des Grundkörperteils 1a und des Deckelteils 1b ergibt sich ein Kolbenrohling 1e gemäß Fig. 1e, bei dem die radialen und axialen Übermaße x durch eine strichpunktierte Darstellung der endgültigen Kolbenform verdeutlicht sind.

[0020] Das Ausführungsbeispiel nach Fig. 2, bei dem gleiche oder vergleichbare Teile mit gleichen Bezugszeichen versehen sind, zeigt einen Kolbenrohling 1e, der sich vom vorbeschriebenen Ausführungsbeispiel lediglich dadurch unterscheidet, daß die Teilungsfuge 12 mehr zum freien Ende der Umfangswand 6 hin versetzt ist, z.B. in die Nähe des Deckels 8 oder bis an den Deckel 8.

[0021] Das Grundkörperteil 1a und das Deckelteil 1b sind vorzugsweise einstückige Formteile, d. h. ihre Umfangswandabschnitte 6a, 6b und Dornabschnitte 7a, 7b sind jeweils einstückig am zugehörigen Basisabschnitt 3 oder Deckel 8 angeformt. Bevorzugte Maßnahmen hierzu können z.B. Sintern und Fließpressen, insbesondere Kaltfließpressen, sein. Im ersten Fall werden das Grundkörperteil 1a und das Deckelteil 1b dadurch geformt, das jeweils Sintermaterial in einen entsprechenden Hohlraum einer Form eingegeben und gesintert wird. Ein Fließpressen erfolgt in an sich bekannten Fließpresswerkzeugen jeweils entsprechender Form, wobei jeweils der Umfangswandabschnitt 6b und der Dornabschnitt 7b und gegebenenfalls auch der Umfangswandabschnitt 6a und der Dornabschnitt 7a jeweils an einem nicht dargestellten Rohling durch Fließpressen geformt werden. In beiden Fällen ergibt sich eine hinreichende Formgenauigkeit für das Grundkörperteil 1a und das Deckelteil 1b, wobei sich zusätzlich ein gesintertes Teil gut für eine Gleitfunktion eignet aufgrund von im Sintermaterial enthaltenen Poren, die im Funktionsbetrieb als Schmieraschen wirken.

[0022] Das Fließpressen ergibt jeweils einen in dem Grundbereich des Hohlraums 9 benachbarten Materialbereich u-förmig verlaufenden Faserverlauf 16, wie es Fig. 4 zeigt. Dieser Faserverlauf ergibt sich auch an der Innenmantelfläche des Hohlraums 9, was in Fig. 6 durch längs verlaufenden Linien und das Bezugszeichen 16a verdeutlicht ist. Demgegenüber weist ein durch Spanabheben, z.B. durch Tiefbohren, gefertigter Hohlraum 9 im Grundbereich des Hohlraums 9 einen gebrochenen bzw. axial ausmündenden Faserverlauf 16b auf, was durch die Herstellung des Ausgangsmaterials bedingt ist, z.B. durch Walzen, Kalibrieren oder Ziehen. Außerdem weist die Innenwandung des Hohlraums 9 bei einer spanabhebenden Fertigung, z.B. durch Tiefbohren, quer zur Längsrichtung verlaufende Riefen 16c auf, die - wie bereits der im Grundbereich des Hohlraums 9 unterbrochene Faserverlauf 16b - zu Bruchgefahren führen.

[0023] Ein weiterer Vorteil ist, daß bei beiden vorbeschriebenen Herstellungsmaßnahmen kein Material zu zerspannen ist, um die gewünschte Form des Ringhohlraums 9 zu erreichen. Das vorhandene Material wird somit optimal ausgenutzt.

[0024] Nachfolgend wird ein Verfahren zum Herstellen eines Hohlkolbens 1 nach Fig. 1 mit seinen Verfahrensschritten beschrieben.

- Herstellen jeweils wenigstens eines Grundkörperteils 1a und eines Deckelteils 1b durch einstückiges Formen mit einem radialen Übermaß x. In solchen Fällen, in denen sich die Teilungsfuge 12 in der Nähe der Innenseite des Deckelteils 1b befindet, ist es im Rahmen der Erfindung gegebenenfalls praktikabel, den Umfangswandabschnitt 6b und den Dornabschnitt 7b des Deckelteils 1b nicht durch einstückiges Formen sondern spanabhebend einzuarbeiten, z.B. durch Bohren oder Fräsen. Längere axiale Abschnitte der Umfangswand 6 und des Dorns 7 werden dagegen in vorteilhafter Weise einstückig geformt, insbesondere durch Sintern oder Fließpressen, vorzugsweise Kaltfließpressen. Außerdem wird wenigstens eine Zentrierscheibe 1c ausgebildet, insbesondere durch Stanzen aus einer Platine.

- Einsetzen oder Einpressen der Zentrierscheibe 1c in das Grundkörperteil 1a.
- Verschweißen des Grundkörperteils 1a und des Deckelteils 1b zu einem Kolbenrohling 1e gemäß Fig. 1e.
- 5 - Einarbeiten einer koaxial durchgehenden Bohrung 21 im Kolbenrohling 1e nach oder vor dem Schweißen im Grundkörperteil 1a und Deckelteil 1b, sofern diese vorhanden ist.
- Härten oder Nitrierhärten des Kolbenrohlings 1e wenigstens im Bereich seiner Mantelfläche 18.
- 10 - Spanabhebendes Endbearbeiten der Oberfläche des Kolbenrohlings 1e durch z.B. Drehen und/oder Schleifen.

[0025] Im Rahmen der Erfindung kann das spanabhebende Bearbeiten der Oberfläche des Kolbenrohlings 1d auch in mehreren Schritten erfolgen. So ist es z.B. möglich, nach dem Verschweißen und vor dem Härten die der endgültigen Form des Hohlkolbens 1 entsprechende Form gemäß Fig. 1 spanabhebend, z.B. durch Drehen oder Schleifen, mit einem Übermaß wenigstens an der Mantelfläche 18 herzustellen und nach dem vorbeschriebenen Härten die gesamte Mantelfläche oder nur die hohlzylindrische Mantelfläche z.B. durch Schleifen endzubearbeiten, wobei die Gelenkkugel 5 bereits vor dem Härten endbearbeitet werden kann.

[0026] Das Ausführungsbeispiel nach Fig. 7 bis 7c, bei dem gleiche oder vergleichbare Teile mit gleichen Bezugszeichen versehen sind, unterscheidet sich vom vorbeschriebenen Ausführungsbeispiel dadurch, daß das Grundkörperteil 1a und das Deckelteil 1b wenigstens im Bereich ihrer Umfangswandabschnitte 6b und Dornabschnitte 7b bzw. Hohlraumabschnitte gleich ausgebildet sind, vorzugsweise auch außen und somit insgesamt gleich ausgebildet und deshalb identische Teile sein können. Da aufgrund der mittigen Anordnung der Teilungsfuge 12 bezüglich des Ringhohlraums 9 die Länge der Umfangswandabschnitte 6a, 6b und Dornabschnitte 7b verringert ist und diese Teile aufgrund dieser Verringerung stabiler sind, kann eine Zentrierscheibe 1c entfallen, wie es Fig. 7 und 7c zeigen. Im Rahmen der Erfindung ist es jedoch auch möglich, wenigstens einen der Dornabschnitte 7a, 7b, vorzugsweise beide Dornabschnitte 7a, 7b, jeweils durch eine Zentrierscheibe 1c zu stützen, wie es in Fig. 7 bis 7c strichpunktiert angedeutet ist. Bei diesem Ausführungsbeispiel ist vor oder nach dem Verschweißen des Grundkörperteils 1a mit dem Deckelteil 1b letzteres spanabhebend auf das Maß e in Fig. 7c zu kürzen. Hierdurch ist zwar ein gewisser Materialverlust vorgegeben, jedoch wird der Vorteil erreicht, daß das Grundkörperteil 1a und das Deckelteil 1b wenigstens hohlraumseitig gleich sind und deshalb es jeweils nur einer Vorrichtung zum Herstellen dieser Teile bedarf. Außerdem verringert sich hierdurch die Anzahl unterschiedlicher Teile, wodurch das Herstellungsverfahren insgesamt vereinfacht wird und die Herstellungskosten gesenkt werden können.

[0027] Das Ausführungsbeispiel nach Fig. 8 bis 8c, bei dem gleiche oder vergleichbare Teile mit gleichen Bezugszeichen bezeichnet sind, unterscheidet sich von den vorgeschriebenen Ausführungsbeispielen dadurch, daß das Deckelteil 1b durch eine Scheibe mit einem zentralen Loch 19, insbesondere einem Durchgangsloch, gebildet ist, das an die Querschnittsgröße des Dornes 7 angepaßt ist, wobei der Dorn 7 sich in das Loch 19 hinein erstreckt und die Umfangswand 6 sich bis zum scheibenförmigen Deckelteil 1b erstreckt. Dabei kann der Dorn 7 im Falle eines Durchgangslochs 19 sich bis zur Stirnseite des Deckelteils 1b erstrecken, wie es Fig. 8c zeigt. Bei dieser Ausgestaltung kann das Deckelteil 1b durch Löten oder Schweißen mit dem Grundkörperteil 1a verbunden werden und zwar z.B. an den Anlageflächen zum einen zwischen dem Deckelteil 1b und der Umfangswand 6 und zum anderen zwischen der Wandung des Loches 19 und der Mantelfläche des Dornes 7. Vorzugsweise sind die Teile durch Laserschweißen miteinander verbunden. Im übrigen läßt sich der Hohlkolben 1 bei diesem Ausführungsbeispiel mit den bereits beschriebenen Verfahrensschritten herstellen. Dabei kann das Deckelteil 1b z.B. durch Sintern einstückig geformt sein, oder es kann spanabhebend bearbeitet sein, insbesondere durch Drehen.

[0028] Der Hohlkolben 1 kann bei allen Ausführungsbeispielen mit einem nur in Fig. 1 andeutungsweise dargestellten Gleitschuh 22, der durch eine Gelenkverbindung 23 mit dem Hohlkolben 1 verbunden ist, eine Kolbenanordnung 24 bilden, die bei einer Kolbenmaschine mit einer Schrägscheibe zum Verschieben des Hohlkolbens 1 eine axiale Abstützung und einen axialen Antrieb des Hohlkolbens 1 ermöglicht. Beim vorliegenden Ausführungsbeispiel, bei dem das Gelenkteil 4 durch eine Gelenkkugel 5 gebildet ist, weist der Gleitschuh 22 an seiner dem Hohlkolben 1 zugewandten Seite eine halbkugelförmige Gelenkausnehmung 25 auf, deren Ausnehmungsrand 26 über den Äquator 27 der Gelenkausnehmung 25 hinaus verlängert ist und in eine die Gelenkkugel 5 hintergreifende Form bei Gewährleistung eines Bewegungsspiels gebördelt ist. Die der Gelenkausnehmung 25 gegenüberliegende Fläche des Gleitschuhs 22 ist eine vorzugsweise ebene Gleitfläche 28, die zur gelenkbeweglichen Abstützung an der Schrägscheibe dient. Der Gleitschuh 22 besteht aus Metall, z.B. einer Kupfer- oder Messinglegierung wie Bronze, oder aus Stahl. Der Ausnehmungsrand 26 kann kaltgebördelt oder warmgebördelt sein. Dieser Bördelungsvorgang kann vor dem Endbearbeiten der Mantelfläche 18 des Hohlkolbens oder als letzter Bearbeitungsschritt nach dem Endbearbeiten der Mantelfläche 18 des Hohlkolbens 1 erfolgen.

[0029] Beim Vorhandensein einer koaxial durchgehenden Bohrung 21 im Hohlkolben 1 ist auch im Gleitschuh 22

ein damit in Verbindung stehender Bohrungsabschnitt 21a vorhanden, der an der Gleitfläche 28 ausmündet. Ferner weist der Gleitschuh 22 einen Flansch 29 auf, der einen die Gelenkausnehmung 25 aufweisenden Basisabschnitt 31 radial überragt.

[0030] Im Rahmen der Erfindung kann die Gelenkverbindung 23 auch dadurch gebildet sein, daß die Gelenkausnehmung 25 mit dem Ausnehmungsrand 26 am Hohlkolben 1 angeordnet sind und sich in Richtung auf den Gleitschuh 22 erstrecken, und der Gleitschuh 22 die Gelenkkugel 5 aufweist, die in der Gelenkausnehmung 25 schwenkbar gelagert ist.

5

10 **Patentansprüche**

1. Verfahren zum Herstellen eines Hohlkolbens (1) für eine Kolbenmaschine mit einem geschlossenen Ringhohlraum (9), mit folgenden Verfahrensschritten:

15

- Ausbilden eines ersten Kolbenteils (1a) mit einem diametralen Übermaß (x) mit einem Basisabschnitt (3), von dem sich in der einen axialen Richtung ein Gelenkteil (4) oder ein Materialansatz für das Gelenkteil (4) und in der anderen axialen Richtung jeweils einstückig eine den Ringhohlraum (9) außen begrenzende Umfangswand (6) und ein den Ringhohlraum (9) innen begrenzender Dorn (7) erstrecken,
- Ausbilden eines zweiten Kolbenteils (8) mit einem diametralen Übermaß (x) in Form eines Deckels (8),
- Verbinden des ersten und des zweiten Kolbenteils (1a, 8), insbesondere durch Reibschweißen,
- und Endbearbeiten der Mantelfläche (18) des Hohlkolbens (1) oder auch des Gelenkteils (4),

20

dadurch gekennzeichnet,
daß die Umfangswand (6) und der Dorn (7) am Basisteil (3) gleichzeitig angeformt werden.

25

2. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
daß auch der Deckel (8) mit einem den Ringhohlraum (9) außen begrenzenden Umfangswandabschnitt (6a) und einem den Ringhohlraum (9) innen begrenzenden Dornabschnitt (7a) ausgebildet wird und der Umfangswandabschnitt (6a) und der Dornabschnitt (7a) am Deckel (8) gleichzeitig angeformt werden.

30

3. Verfahren nach Anspruch 2,
dadurch gekennzeichnet,
daß der Basisabschnitt (3) und der Deckel (8) mit gleich langen Umfangswandabschnitten (6a, 6b) und Dornabschnitten (7a, 7b) ausgebildet werden.

35

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Umfangswand (6) oder der oder die Umfangswandabschnitte (6a, 6b) und der Dorn (7) oder der oder die Dornabschnitte (7a, 7b) durch Fließpressen, insbesondere Kaltfließpressen, angeformt werden.

40

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
dadurch gekennzeichnet,
daß das erste Kolbenteil (1a) mit der Umfangswand (6) oder dem Umfangswandabschnitt (6b) und dem Dorn (7) oder dem Dornabschnitt (7b) und/oder das zweite Kolbenteil (1b) mit dem Umfangswandabschnitt (6a) und den Dornabschnitt (7a) durch Sintern gebildet wird bzw. werden.

45

50

55

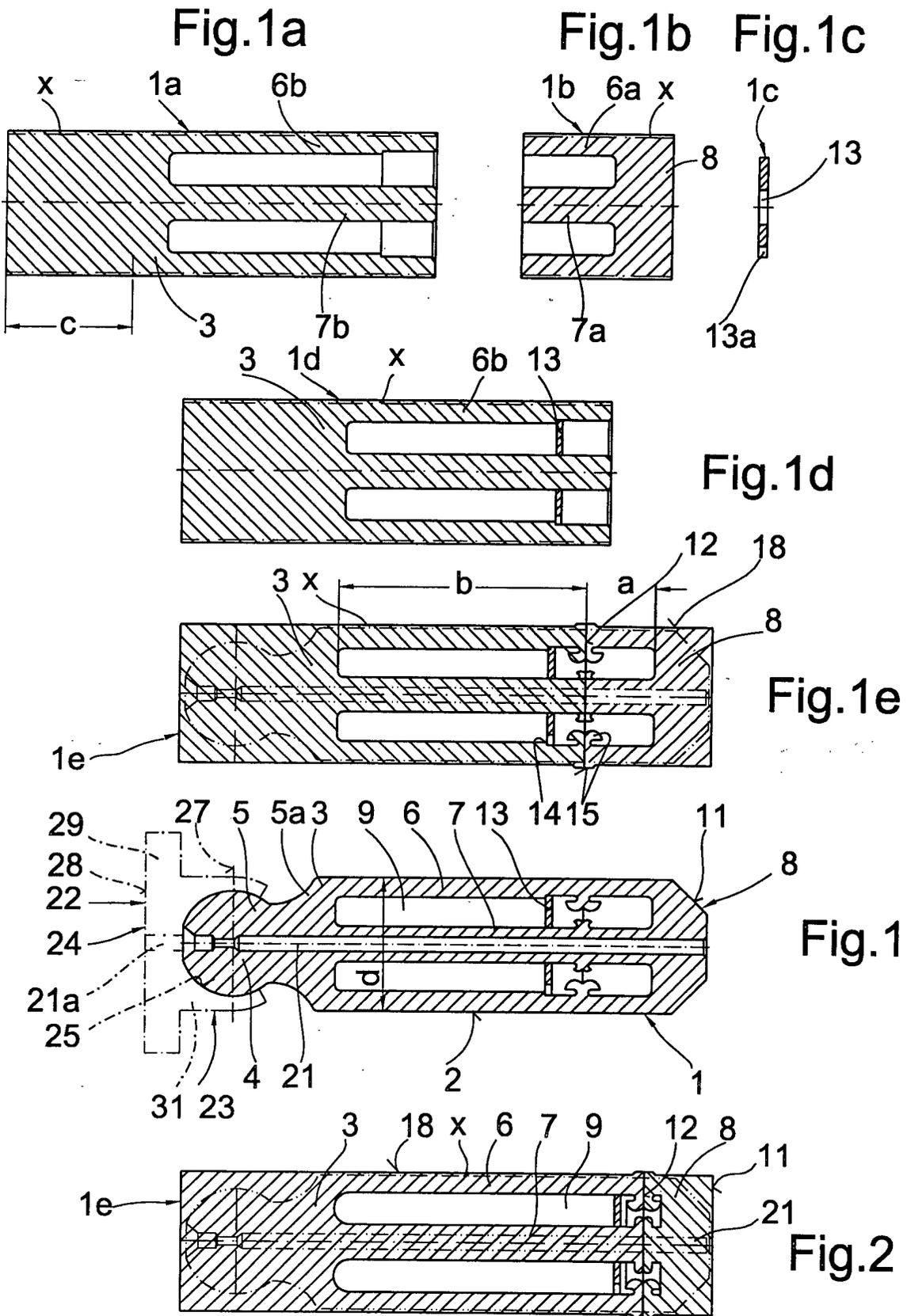


Fig. 3 (Stand der Technik)

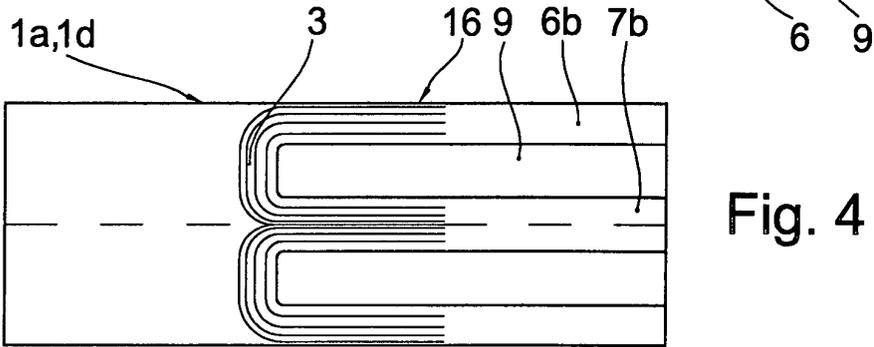
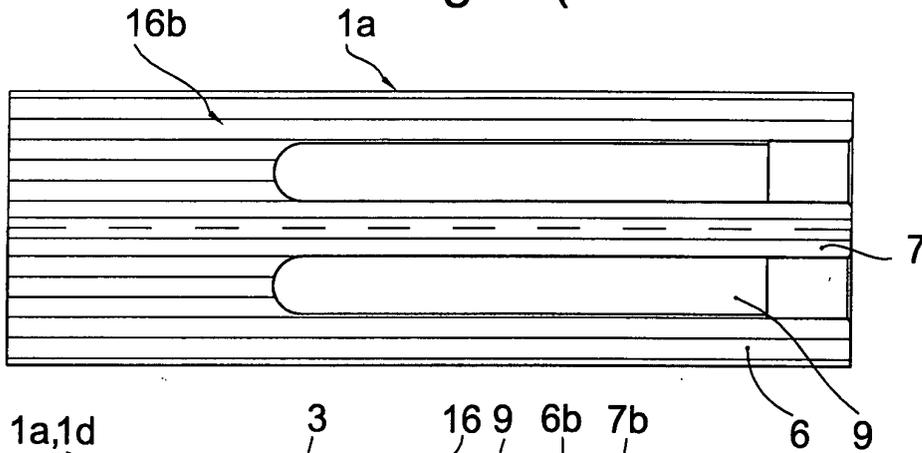


Fig. 4

Fig.5 (Stand der Technik)

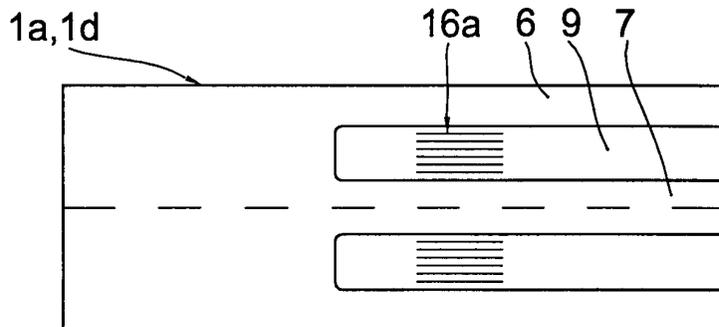
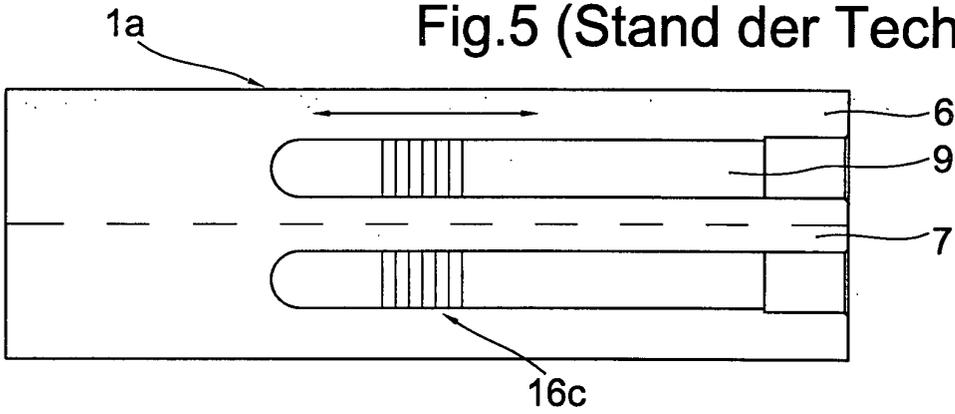


Fig.6

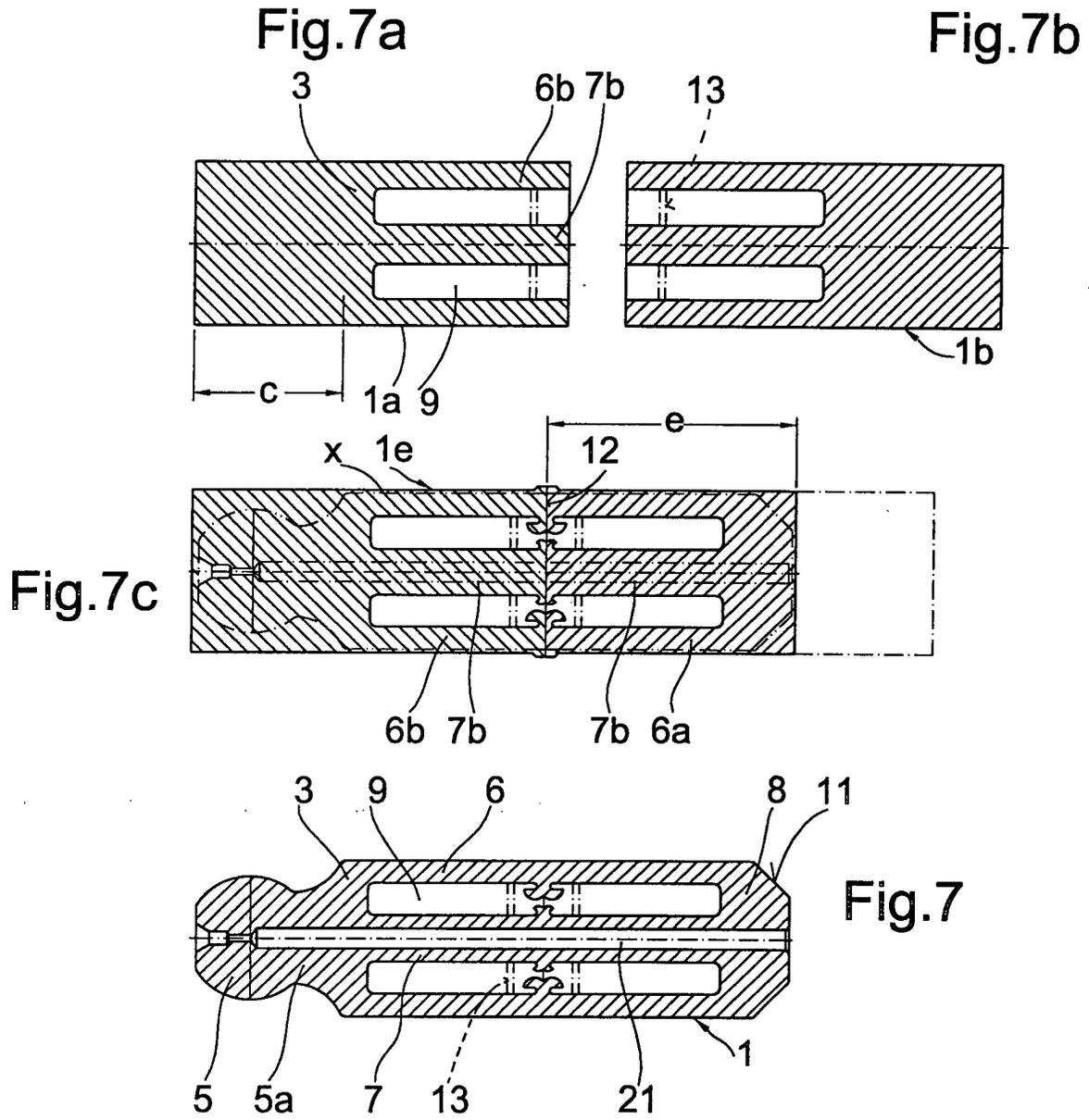


Fig.8a

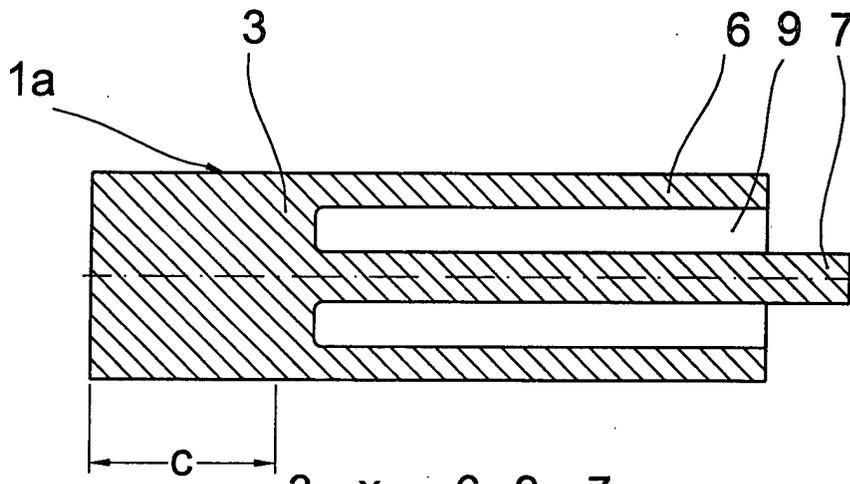


Fig.8b

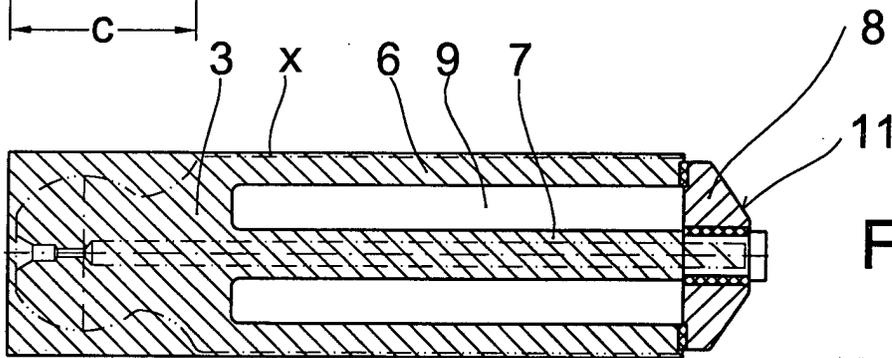
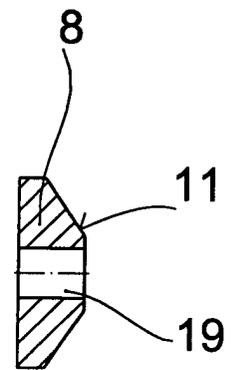


Fig.8c

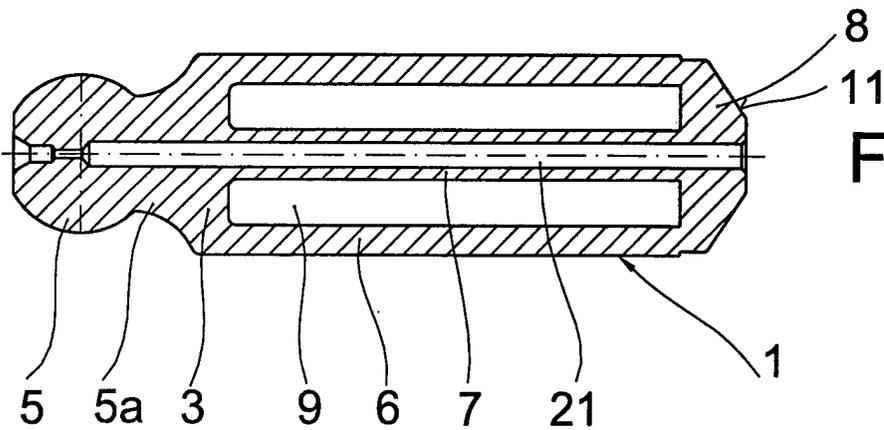


Fig.8