



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



Veröffentlichungsnummer: **0 504 780 B1**

12

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

Veröffentlichungstag der Patentschrift: **11.01.95**

Int. Cl.⁶: **F04B 1/12**, F01B 3/00,
B22D 19/00

Anmeldenummer: **92104525.8**

Anmeldetag: **16.03.92**

Kolben für hydrostatische Axial- und Radialkolbenmaschinen und Verfahren zu dessen Herstellung.

Priorität: **18.03.91 DE 4108786**

Veröffentlichungstag der Anmeldung:
23.09.92 Patentblatt 92/39

Bekanntmachung des Hinweises auf die
Patenterteilung:
11.01.95 Patentblatt 95/02

Benannte Vertragsstaaten:
FR GB IT SE

Entgegenhaltungen:
DE-A- 3 204 264
GB-A- 540 231
GB-A- 1 084 933

Patentinhaber: **BRUENINGHAUS HYDROMATIK
GMBH**
Glockeraustrasse 2
D-89275 Elchingen (DE)

Erfinder: **Adler, Bernhard**
Weitfelderhöfe 2a
W-7915 Thalfingen (DE)
Erfinder: **Kreja, Jerzey**
Im Knoblach 29
W-7916 Nersingen/Leibi (DE)

Vertreter: **Körber, Wolfhart, Dr.rer.nat. et al**
Patentanwälte Mitscherlich & Partner
Postfach 33 06 09
D-80066 München (DE)

EP 0 504 780 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

Im Stand der Technik sind Kolben für Axial- und Radialkolbenmaschinen bekannt, die je einen am Kolbenboden offenen Kolbenhohlraum aufweisen, der durch ein Füllstück mit einem gegenüber dem Kolbenwerkstoff geringeren spezifischen Gewicht ausgefüllt ist. Die auf diese Weise erzielte Gewichtseinsparung im Vergleich zu einem massiven Kolben ermöglicht höhere Drehzahlen und damit eine höhere Leistung der jeweiligen Axial- und Radialkolbenmaschine.

Die Herstellung dieser bekannten Kolben erfolgt in verfahrenstechnisch und somit kostenmäßig sehr aufwendiger Weise durch plastisches Formen, z.B. Gesenkschmieden, mit nachfolgender spanender Bearbeitung des geschmiedeten Rohlings zur Herstellung seiner Außenkontur, einschließlich des Kopfteils bei Kugelkopf- und auch Gleitschuhkolben, sowie des für die Aufnahme des Füllstücks vorgesehenen Kolbenhohlraums.

Wichtig bei diesen bekannten Kolben ist eine unter sämtlichen Betriebsbedingungen sichere Befestigung des Füllstücks, um seine Zerstörung und damit den vorzeitigen Ausfall des Kolbens zu vermeiden. Diese sichere Befestigung wird durch Einsatz konstruktiv und verfahrenstechnisch aufwendiger und damit kostensteigernder Maßnahmen angestrebt.

Beispielsweise ist aus der GB-PS 10 84 933 ein solcher Kolben bekannt, in dessen dem Kolbenhohlraum zugewandten Mantel-Innenfläche im Bereich des offenen Endes des Kolbenhohlraums Ringnuten eingedreht sind. In den Kolbenhohlraum durch Spritzpressen, Spritzgießen oder Formpressen eingebrachtes Füllstückmaterial schrumpft während des Erkalts in radialer Richtung und in axialer Richtung und verspannt sich an den Nutwänden. Das erkaltete Füllstück wird somit durch die kraftschlüssige Verbindung mit den Nutwänden im Kolbenhohlraum gehalten, weist allerdings ein radiales und axiales Spiel als Folge des Schrumpfens auf.

Aus der DE-PS 37 32 648 ist ein weiterer Kolben bekannt, der ebenfalls in seiner einem Kolbenhohlraum zugewandten Mantel-Innenfläche Ringnuten aufweist, die jedoch beidseits einer durch die Quermittelachse des Kolbenhohlraumes gelegten Ebene eingedreht sind. Das in den Kolbenhohlraum eingegossene Füllstückmaterial schrumpft ebenfalls während des Erkalts in radialer und in axialer Richtung, im letzteren Fall jedoch gegenläufig auf die Nutwände zu, um sich an diesen zu verspannen und auf diese Weise axiales Spiel innerhalb des Kolbenhohlraums auszuschließen. Das radiale Spiel infolge des radialen Schrumpfens wird jedoch davon nicht beeinflusst.

Die DE-OS 32 04 264 beschreibt einen Kolben, der einen Kolbenhohlraum aufweist und nach dem Einsetzen eines Füllstücksrohlings in den Kolbenhohlraum einem Fließpreßvorgang durch eine Matrix unterzogen und dabei radial gestaucht und axial gestreckt wird. Dieses Herstellungsverfahren führt zwar zu einem Kolben, der einen spielfreien Kontakt mit Verspannung gegenüber dem Füllstück aufweist, erfordert jedoch die Herstellung des Füllstückrohlings mit praktisch den Abmessungen des Kolbenhohlraumes und ist bezüglich der Auswahl des Füllstückmaterials auf Leichtmetalle beschränkt, von denen im wesentlichen nur Aluminium aufgrund seines spezifischen Gewichts und seiner Verformbarkeit in Frage kommt. Magnesium und seine Legierungen lassen sich beispielsweise aufgrund ihres hexagonalen Gefügebau nicht fließpressen.

Die Erfindung unterscheidet sich von diesem Stand der Technik durch die Merkmale der Ansprüche 1 und 5.

Der erfindungsgemäße Kolben ist mit bereits darin enthaltenem Füllstück einstückig im spanlosen Formungsverfahren ohne jegliche spanende Nachbearbeitung und damit in erheblich wirtschaftlicherer Weise als die herkömmlichen Kolben hergestellt. Dies gilt auch dann, wenn beispielsweise eine nachfolgende Feinbearbeitung zur Erhöhung der Oberflächengüte erforderlich sein sollte. Die zur Verfügung stehenden Formungsverfahren sind vielfältig und erlauben durch entsprechende Auswahl die Erzielung der geforderten Eigenschaften, wie etwa Festigkeit und Maßhaltigkeit, für die sich etwa das Sintern und unter Berücksichtigung der Wirtschaftlichkeit beispielsweise das Druckgießen oder Schleudergießen besonders eignen.

Anstelle der Formung des Füllstücks durch Eingießen in den Kolben gemäß dem Stand der Technik wird erfindungsgemäß der Kolben um das Füllstück herum geformt und gegen dieses verdichtet, so daß es ohne jegliches radiales Spiel in kraftschlüssiger Verbindung mit dem Kolben steht und auf diese Weise als Stützkern ausgebildet sein kann, der im Betrieb auf den Kolben wirkende Kräfte aufnimmt. Dadurch ist es möglich, bei Verwendung eines Stützkerns, der leichter als der von ihm im Kernbereich ersetzte Kolbenwerkstoff ist, eine Gewichtseinsparnis im Vergleich zum bekannten Kolben zu erzielen, und zwar durch Vergrößerung der radialen Abmessungen des Kernbereichs bzw. des Stützkerns bei gleichzeitiger Verringerung der Kolbenmanteldicke; vorzugsweise derart, daß das Volumen des Kernbereichs größer als etwa 50 % des zugeordneten Kolbenvolumens ist. Dieser Effekt wird durch Verwendung eines hochfesten Werkstoffs für den Kolben noch verstärkt. Im übrigen übersteigt die Festigkeit des erfindungsgemäßen Kolbens diejenige der bekannten Kolben schon

deshalb, weil er statt des einseitig offenen Kolbenhohlraums gemäß dem Stand der Technik einen oder mehrere allseits vom Kolbenwerkstoff umschlossene Kernbereiche aufweist.

Die zur Bildung der Kernbereiche während der Formung der erfindungsgemäßen Kolben verwendeten Stützkern ersetzen die Füllstücke der bekannten Kolben und sind, da allseits umschlossen, sozusagen automatisch und absolut sicher im jeweiligen Kernbereich befestigt. Die aus dem Stand der Technik bekannten, konstruktiv und verfahrenstechnisch aufwendigen Maßnahmen zur Sicherung der Füllstücke im Kolbenhohlraum entfallen. Aufgrund des Verbleibens des Stützkerns bzw. der Stützkern im jeweiligen Kernbereich weist der erfindungsgemäße Kolben keine Fugen auf, durch die Drucköl in die Kernbereiche eindringen und, falls dies durch eine Ölbohrung geschieht, den volumetrischen Wirkungsgrad der betreffenden Axialkolbenmaschine verringern könnte.

Die Stützkern sind aus solchen Materialien hergestellt, die nicht nur im Betrieb des Kolbens auftretende Kräfte aufnehmen, sondern die auch unter den Temperaturbedingungen und den Druckverhältnissen während der Kolbenherstellung im wesentlichen formstabil bleiben und somit auch hier eine ausreichende Stützfunktion, insbesondere beim Sintern, ausüben. Oberflächliches Anschmelzen oder Erweichen der Stützkern kann als unschädlich betrachtet werden.

Die Stützkern sind leichter als der von ihnen ersetzte Kolbenwerkstoff; sie können den jeweiligen Kernbereich vollständig oder unter Bildung wenigstens eines Hohlraums teilweise ausfüllen. Im ersteren Fall ist ihr spezifisches Gewicht geringer als das des Kolbenwerkstoffs, im letzteren Fall ist dies insbesondere dann nicht unbedingt erforderlich, wenn jeder Stützkern als Hohlstützkern ausgebildet ist, der den jeweiligen Hohlraum enthält. Im Hohlraum eines solchen Stützkerns kann zur weiteren Festigkeitserhöhung oder Gewichtsreduzierung ein Versteifungskörper angeordnet sein, etwa in massiver Form oder als beispielsweise lamellenförmige Stützkonstruktion.

Als Materialien für die Stützkern und die Versteifungskörper kommen in Betracht sowohl Metalle als auch Metall-Legierungen, keramische Materialien, Sintermetalle und dgl., vorausgesetzt, sie erfüllen die vorstehend genannten Forderungen bezüglich ihrer Formstabilität während der Kolbenherstellung, ihre für den Betrieb des Kolbens erforderlichen Festigkeitseigenschaften und ihres spezifischen Gewichtes. Es können auch Verbundmaterialien aus zwei oder mehr Werkstoffen, wie etwa Glas, Metall, keramische Stoffe, Sintermetalle, Kunststoffe und dgl., verwendet werden. Hierbei sind insbesondere Faserwerkstoffe, vorzugsweise solche mit Kohlenstoff-Fasern, zu nennen. Die Fe-

stigkeitseigenschaften, insbesondere der Kompressionsmodul, der für die Stützkern verwendeten Materialien müssen nicht notwendigerweise diejenigen des Kolbenwerkstoffs übersteigen.

Aus der DE-AS 1 055 879 ist zwar ein Kolben bekannt, der mehrere Hohlräume aufweist, in denen Hohlkern angeordnet sind. Jedoch handelt es sich dabei um einen ölgekühlten Kolben für Dieselmotoren, der erheblich niedrigeren Temperaturen sowie geringeren Biege- und Druckbeanspruchungen als Kolben für hydrostatische Axial- und Radialkolbenmaschinen ausgesetzt ist und an dem nicht die bei letzteren auftretenden Zentrifugalkräfte wirken. Die Hohlräume sind ebenso wie die Hohlkern nicht allseits umschlossen, sondern an Ölzuführungs Kanäle angeschlossen; sie stellen gemeinsam mit letzteren ein zur Kühlung des Kolbens dienendes Ömlaufsystem dar. Die Hohlkern bestehen lediglich aus dünnwandigem Blech und weisen keinerlei Stützfunktion auf.

Der Kernbereich bzw. die Kernbereiche des erfindungsgemäßen Kolbens erstrecken sich vorzugsweise in Kolbenlängsrichtung, wobei sie zweckmäßigerweise langgestreckt sind. Es können jedoch auch beispielsweise kugelförmige Kernbereiche verwendet werden, die etwa zu einer langgestreckten Anordnung zusammengestellt sind.

Zweckmäßigerweise ist jeder Kernbereich konzentrisch zur Kolbenachse angeordnet.

Gemäß einer Weiterbildung der Erfindung umfaßt der Kolben einen kernbereichsfreien Kolbenabschnitt, der sich über die gesamte Kolbenlänge zumindest im Bereich der Kolbenachse erstreckt. Hierbei können, insbesondere bei einem zylindrischen Kolben, wenigstens ein im Querschnitt ringförmiger Kernbereich oder zwei diametrale, im Querschnitt im wesentlichen halbkreisförmige Kernbereiche verwendet werden. Der erfindungsgemäße Kolben kann jedoch auch wenigstens einen Kernbereich anderer Form, wie beispielsweise einen solchen mit kreisrundem Querschnitt, enthalten. Gemäß einer Weiterbildung der Erfindung weist der Kolben eine Ölbohrung auf, die im wesentlichen entlang der Kolbenachse, d.h. durch den kernbereichsfreien Kolbenabschnitt oder durch einen Kernbereich bzw. Stützkern verläuft. Sie ist zweckmäßigerweise durch ein während der Formung des Kolbens verwendetes Kernstück definiert, das rohrförmig gebildet sein kann und so im Gegensatz zu einem massiven Kernstück nicht aus dem Kolben entfernt werden muß, um den Ölbohrungsdurchgang zu schaffen. Im Falle eines massiven Kernstücks ist es günstig, dieses nach der Formung des Kolbens durch ein Rohrstück zu ersetzen, das dann die Ölbohrung definiert. Das Kernstück kann während der Formung des Kolbens zum Fixieren des Stützkerns innerhalb der Form Verwendung finden.

Nachstehend ist die Erfindung anhand mehrerer bevorzugter Ausführungsbeispiele unter Bezugnahme auf die Zeichnung näher beschrieben.

Es zeigen:

- Fig. 1 ein erstes Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Kolbens im Teil-Längsschnitt,
- Fig. 2 einen Axialschnitt des Kolbens nach Fig. 1,
- Fig. 3 ein zweites Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Kolbens im Teil-Längsschnitt,
- Fig. 4 einen Axialschnitt des Kolbens nach Fig. 3,
- Fig. 5 ein drittes Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Kolbens im Teil-Längsschnitt,
- Fig. 6 einen Axialschnitt des Kolbens nach Fig. 5,
- Fig. 7 ein viertes Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Kolbens im Teil-Längsschnitt,
- Fig. 8 einen Axialschnitt des Kolbens nach Fig. 7,
- Fig. 9 ein fünftes Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Kolbens im Teil-Längsschnitt,
- Fig. 10 einen Axialschnitt des Kolbens nach Fig. 9,
- Fig. 11 ein sechstes Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Kolbens im Teil-Längsschnitt,
- Fig. 12 einen Axialschnitt des Kolbens nach Fig. 11,
- Fig. 13 ein siebtes Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Kolbens im Teil-Längsschnitt,
- Fig. 14 einen Axialschnitt des Kolbens nach Fig. 13.

Der in der Zeichnung dargestellte Kolben besteht aus einer hochfesten Stahllegierung, ist für eine hydrostatische Axialkolbenmaschine in Schrägscheibenbauweise vorgesehen und umfaßt einen zylindrischen Kolbenschaft 1 mit einem Kolbenboden 2 an seinem einen Ende und einem Gelenkkopf 3 an seinem anderen Ende, der zum Eingriff in einen sich an der Schrägscheibe der Axialkolbenmaschine in bekannter Weise abstützenden Gleitschuh ausgebildet ist. Eine Ölbohrung 4 durchläuft entlang der Kolbenachse 5 den in den Figuren 1 bis 8 sowie 11 und 12 dargestellten Kolben. Sie mündet in bekannter Weise sowohl am Kolbenboden 2 als auch am Gelenkkopf 3 aus und dient zur Ölzufuhr zum Gleitschuh, um dort ein hydrostatisches Lager zu schaffen. Der Kolben nach den Figuren 9, 10 und 13, 14 weist keine Ölbohrung auf.

Im Inneren des Kolbens nach den Figuren 1 und 2 ist im Bereich des Kolbenschaftes 1 ein in Kolbenlängsrichtung langgestreckter, im Querschnitt ringförmiger Kernbereich 6 in konzentrierter Anordnung zur Kolbenachse 5 ausgebildet und vollständig ausgefüllt von einem ebenfalls ringförmigen Stützkern 7 aus einem spezifisch leichteren und im Betrieb des Kolbens auftretende Kräfte aufnehmendes Material, wie z.B. einem Verbundmaterial mit hochfesten Kohlenstoff-Fasern, wie etwa Aramidfasern, die in einem duroplastischen Kunststoff eingebettet sind. Kernbereich 6 und Stützkern 7 sind allseits vom Kolbenboden 2, vom Kolbenschaft 1 und einem diesen mit dem Gelenkkopf 3 verbindenden Teil 8 umschlossen und umgeben einen kernbereichsfreien Kolbenabschnitt 9, durch den die Ölbohrung 4 hindurchläuft. Die Querschnittsfläche des Stützkerns 7 ist, wie auch im Fall der nachfolgenden Ausführungsbeispiele, größer als 50 % der Querschnittsfläche des Kolbens im Bereich des Kolbenschaftes 1.

Der Kolben nach den Figuren 3 und 4 unterscheidet sich von demjenigen nach Fig. 1 und 2 lediglich durch die Verwendung zweier im wesentlichen halbkreisförmiger Stützkern 10, die zwei Kernbereiche 11 entsprechender Form vollständig ausfüllen. Beide Kernbereiche 11 sind durch einen den kernbereichsfreien Kolbenabschnitt darstellenden Steg 12 voneinander getrennt. Im Bereich der Kolbenachse 5 ist der Steg 12 beidseitig erweitert, um genügend Material zur Aufnahme der Ölbohrung 4 aufzuweisen.

Der Kolben nach den Figuren 5 und 6 unterscheidet sich von demjenigen nach den Figuren 1 und 2 lediglich dadurch, daß der ringförmige Stützkern als Hohlstützkern 13 ausgebildet ist, der dem umgebenden Kolbenwerkstoff satt anliegt, in seinem Inneren einen Hohlraum 14 enthält und aus einem Sintermaterial besteht.

Der Kolben nach den Figuren 7 und 8 entspricht demjenigen nach den Figuren 5 und 6, weist jedoch im gesamten Hohlraum 14 seines ringförmigen Hohlstützkerns 13 eine festigkeitserhöhende lamellenförmige Verstärkungsstruktur 15 auf, die gemäß der Darstellung in Figur 7 zickzack-ähnlich die radial innere und radial äußere Wandung des Hohlstützkerns 13 gegeneinander abstützen.

Der in den Figuren 9 und 10 dargestellte Kolben unterscheidet sich von demjenigen nach den Figuren 1 und 2 dadurch, daß er keine Ölbohrung aufweist und mit einem Stützkern 16 von kreisrundem Querschnitt versehen ist, der in einem Kernbereich 17 gleicher Form, diesen vollständig ausfüllend, angeordnet ist.

Der Kolben nach den Figuren 11 und 12 entspricht demjenigen nach den Figuren 9 und 10, ist jedoch mit einer Ölbohrung 4 versehen, die in

Ermangelung eines kernbereichsfreien Kolbenabschnitts im Bereich der Kolbenachse 5 innerhalb eines rohrförmigen Kernstücks 18 aus Leichtmetall verläuft, das den Kolbenboden 2, den Stützkern 16, den sich anschließenden Teil 8 und den Gelenkkopf 3 durchsetzt, wie in Figur 11 zu erkennen ist.

Der Kolben nach den Figuren 13 und 14 unterscheidet sich von demjenigen nach den Figuren 11 und 12 lediglich dadurch, daß er ein zylinderförmiges Kernstück 19 aus leicht entfernbarem Material aufweist, das die Ölbohrung 4 definierende rohrförmige Kernstück 18 ersetzt.

Der in der Zeichnung dargestellte Kolben ist im spanlosen Formungsverfahren, z.B. durch Druckgießen, einstückig hergestellt. Zu diesem Zweck wird, am Beispiel des Kolbens nach den Figuren 11 und 12 kurz umrissen, der Stützkern 16 mittels des rohrförmigen Kernstücks 18 in einer Gußform aus einem vom Druckgießen her bekannten Material zur Bestimmung der Kolben-Außenkontur im Abstand von der Form-Innenkontur gehalten. Sodann wird verflüssigter Kolbenwerkstoff unter Druck in den Raum zwischen dem Stützkern 16 und der Gußform in bekannter Weise eingespritzt. Während des Abkühlens schrumpft der Kolbenwerkstoff allseitig auf den Stützkern 16 auf und bildet gemeinsam mit diesem einen Kolben/Stützkern-Verbundkörper, dessen beide Teile kraftschlüssig miteinander verbunden sind. Nach ausreichender Abkühlung wird die Gußform geöffnet und der fertige Kolben entnommen. Anschließend erfolgt eine kurze Feinbearbeitung des Kolbenschaftes 1 und des Gelenkkopfes 3.

Der Kolben nach den Figuren 1 bis 8 sowie 13 und 14 wird in gleicher Weise und mit der gleichen Gußform wie der Kolben nach den Figuren 11 und 12, jedoch mit den jeweils erforderlichen Stützkernen 7, 10 bzw. 13 und dem coaxial innerhalb des ringförmigen Stützkerns 7, 13 bzw. zwischen den beiden halbkreisförmigen Stützkernen 10 gehaltenen Kernstück 19 hergestellt. Durch Ziehen des Kernstücks 19 entsteht dann die Ölbohrung 4. Beim Kolben nach den Fig. 13 und 14 ist das Kernstück 19 nicht gezogen.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Herstellen eines Kolbens für hydrostatische Axial- und Radialkolbenmaschinen durch spanlose Formgebung, mit den Schritten
 - des Einfüllens eines in einem im wesentlichen widerstandsfrei verformbaren Zustand befindlichen Werkstoffs in eine allseits geschlossene Kolben-Außenkontur bestimmende Form, in der wenigstens ein allseits geschlossener Kernbereich (6, 11, 17) im Inneren des

Kolbens definierender, im fertigen Kolben verbleibender Stützkern (7, 10, 13, 16) mit Abstand von der Form-Innenkontur angeordnet ist,

- des Verdichtens des Werkstoffs unter Bildung eines Kolbens mit hohen Festigkeitseigenschaften bei geringem Gewicht, und
- des Entferns des fertigen Kolbens mit dem eingeschlossenen Stützkern (7, 10, 13, 16).

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Werkstoff sich im teigigen bis flüssigen Zustand befindet, in die als Gußform ausgebildete Form eingegossen und sodann durch Abkühlen verdichtet wird.
3. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß der im teigigen bis flüssigen Zustand befindliche Werkstoff unter Druck in die Gußform eingebracht wird.
4. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Werkstoff sich im pulverförmigen Zustand befindet, in die als Sinterform ausgebildete Form eingeschüttet und durch anschließendes Sintern unter Druck und Erwärmung verdichtet wird.
5. Kolben für hydrostatische Axial- und Radialkolbenmaschinen, der im Verfahren nach Anspruch 1 einstückig aus hochfestem Werkstoff hergestellt ist und in seinem Inneren wenigstens einen vom hochfesten Werkstoff umschlossenen Kernbereich (6, 11, 17) aufweist, der einen zur Aufnahme von im Betrieb auf den Kolben wirkenden Kräften vorgesehenen und bei der Formung des Kolbens den Kernbereich (6, 11, 17) definierenden Stützkern (7, 10, 13, 16) enthält, der leichter ist als der von ihm im Kernbereich (6, 11, 17) ersetzte hochfeste Werkstoff.
6. Kolben nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Volumen des Kernbereichs (6, 11, 17) größer als etwa 50 % des zugeordneten Kolbenvolumens ist.
7. Kolben nach Anspruch 5 oder 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Stützkern (7, 10, 16) den Kernbereich (6, 11, 17) vollständig ausfüllt.

8. Kolben nach Anspruch 5 oder 6,
dadurch gekennzeichnet,
daß der Stützkern (13) den Kernbereich unter
Bildung wenigstens eines Hohlraums (14) teil-
weise ausfüllt. 5
9. Kolben nach Anspruch 8,
dadurch gekennzeichnet,
daß der Stützkern (13) als ein den Hohlraum
(14) enthaltender Hohlstützkern (13) ausgebil-
det ist. 10
10. Kolben nach Anspruch 9,
dadurch gekennzeichnet,
daß im Hohlraum (14) des Hohlstützkerns (13)
ein Verstärkungskörper (15) angeordnet ist. 15
11. Kolben nach wenigstens einem der Ansprüche
5-10,
dadurch gekennzeichnet,
daß der Kernbereich (6, 11, 17) sich in Kolben-
längsrichtung erstreckt. 20
12. Kolben nach wenigstens einem der Ansprüche
5-11,
dadurch gekennzeichnet,
daß der Kernbereich (6, 11, 17) langgestreckt
ist. 25
13. Kolben nach wenigstens einem der Ansprüche
5-12,
dadurch gekennzeichnet,
daß der Kernbereich (6, 11, 17) konzentrisch
zur Kolbenachse (5) angeordnet ist. 30
14. Kolben nach wenigstens einem der Ansprüche
5-13,
gekennzeichnet durch einen kernbereichs-
freien Kolbenabschnitt (9, 12), der sich über
die gesamte Kolbenlänge zumindest im Be-
reich der Kolbenachse (5) erstreckt. 35 40
15. Kolben nach wenigstens einem der Ansprüche
5-14,
gekennzeichnet durch wenigstens einen im
Querschnitt ringförmigen Kernbereich (6). 45
16. Kolben nach wenigstens einem der Ansprüche
5-14,
gekennzeichnet durch zwei diametrale, im
Querschnitt im wesentlichen halbkreisförmige
Kernbereiche (11). 50
17. Kolben nach wenigstens einem der Ansprüche
5-14,
gekennzeichnet durch wenigstens einen im
Querschnitt kreisrunden Kernbereich (12). 55

18. Kolben nach wenigstens einem der Ansprüche
5-17,
gekennzeichnet durch eine im wesentlichen
entlang der Kolbenachse (5) verlaufende Öl-
bohrung (4).

19. Kolben nach Anspruch 18,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Ölbohrung (4) durch ein während der
Formung des Kolbens verwendetes Kernstück
(18, 19) definiert ist.

20. Kolben nach Anspruch 19,
dadurch gekennzeichnet,
daß das Kernstück ein rohrförmiges Kernstück
(18) ist.

Claims

1. Method for the manufacture of a piston for
hydrostatic axial and radial piston machines by
non-machining forming, comprising the steps:
- filling a material that is in a substantially
unresistant, formable state into a mold
defining a piston outer contour which is
closed on all sides, in which at least one
supporting core (7, 10, 13, 16) is ar-
ranged spaced from the inner contour of
the mold to remain in the completed
piston to define a core region (6, 11, 17)
in the interior of the piston that is closed
on all sides,
 - densification of the material forming a
piston with high strength characteristics
and low weight, and
 - removal of the completed piston with the
enclosed supporting core (7, 10, 13, 16).
2. Method according to claim 1,
characterised in that,
the material is in a doughy to liquid state,
poured into the mold formed as a casting mold
and then densified by cooling.
3. Method according to claim 2,
characterised in that,
the material that is in a doughy to liquid state
is charged into the casting mold under pres-
sure.
4. Method according to claim 1,
characterised in that,
the material is in powder form, poured into the
mold formed as a sintering mold and densified
by subsequent sintering under pressure and
heating.

5. Piston for a hydrostatic axial or radial piston machine, made integrally of high-strength material by the method according to claim 1, having in its interior at least one core region (6, 11, 17) surrounded by the high-strength material and containing a supporting core (7, 10, 13, 16) that is provided to take up forces acting on the piston when in operation and which during formation of the piston defines the core region (6, 11, 17), which supporting core is lighter than the high-strength material it replaces in the core region (6, 11, 17). 5
6. Piston according to claim 5, characterised in that, the volume of the core region (6, 11, 17) is greater than about 50% of the associated piston volume. 10
7. Piston according to claim 5 or 6, characterised in that, the supporting core (7, 10, 16) fills the core region (6, 11, 17) completely. 15
8. Piston according to claim 5 or 6, characterised in that, the supporting core (13) partially fills the core region, whereby at least one hollow chamber (14) is formed. 20
9. Piston according to claim 8, characterised in that, the supporting core (13) is formed as a hollow supporting core (13) containing the hollow chamber (14). 25
10. Piston according to claim 9, characterised in that, a reinforcing element (15) is arranged in the hollow chamber (14) of the hollow supporting core (13). 30
11. Piston according to any of claims 5 to 10, characterised in that, the core region (6, 11, 17) extends in the longitudinal direction of the piston. 35
12. Piston according to any of claims 5 to 11, characterised in that, the core region (6, 11, 17) is elongated. 40
13. Piston according to any of claims 5 to 12, characterised in that, the core region (6, 11, 17) is arranged concentrically with regard to the piston axis (5). 45
14. Piston according to any of claims 5 to 13, characterised by a core-region-free piston section (9, 12) that extends over the entire length of the piston at least in the region of the piston axis (5). 50
15. Piston according to any of claims 5 to 14, characterised by at least one core region (6) that is annular in cross-section. 55
16. Piston according to any of claims 5 to 14, characterised by two diametrically opposed core regions (11) that are substantially semicircular in cross-section.
17. Piston according to any of claims 5 to 14, characterised by at least one core region (12) that is circular in cross-section.
18. Piston according to any of claims 5 to 17, characterised by an oil bore (4) that extends substantially along the piston axis (5).
19. Piston according to claim 18, characterised in that, the oil bore (4) is defined by a core piece (18, 19) used during the formation of the piston.
20. Piston according to claim 19, characterised in that, the core piece is a tubular core piece (18).
- ### Revendications
1. Procédé de fabrication d'un piston pour machines hydrostatiques à pistons axiaux et radiaux, par formage sans enlèvement de copeaux, avec les opérations :
- de remplissage d'un matériau se trouvant dans un état déformable, essentiellement sans résistance, dans un moule déterminant un contour externe du piston fermé de tous côtés, dans lequel moule est disposé au moins un noyau d'appui (7, 10, 13, 16) subsistant dans le piston terminé, lequel noyau est situé à distance du contour interne du moule, et définit à l'intérieur du piston une zone de noyau (6, 11, 17) fermée de tous côtés,
 - la compression du matériau, en formant un piston avec de hautes propriétés de résistance avec un poids réduit, et
 - l'extraction du piston terminé avec les noyaux d'appui (7, 10, 13, 16) inclus.
2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que le matériau se trouve dans un état allant de l'état pâteux à l'état liquide, est coulé dans le moule constitué sous la forme de moule de coulée, et est ensuite comprimé par

refroidissement.

3. Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que le matériau se trouvant dans un état allant de l'état pâteux à l'état liquide est introduit sous pression dans le moule de coulée.
4. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que le matériau se trouve à l'état pulvérulent, est versé dans le moule, constitué sous la forme de moule de frittage, et est comprimé ensuite par frittage sous pression avec chauffage.
5. Piston pour machines hydrostatiques à pistons axiaux et radiaux, qui est fabriqué d'une seule pièce dans le procédé selon la revendication 1, à partir d'un matériau à haute résistance, et qui présente dans son intérieur au moins une zone de noyau (6, 11, 17) entourée de matériau à haute résistance, qui contient un noyau d'appui (7, 10, 13, 16) prévu pour encaisser les forces agissant sur le piston lors de son fonctionnement, lequel noyau définit la zone de noyau (6, 11, 17) lors du formage du piston et qui est plus léger que le matériau à haute résistance qu'il remplace dans la zone de noyau (6, 11, 17).
6. Piston selon la revendication 5, caractérisé en ce que le volume de la zone de piston (6, 11, 17) est supérieur à environ 50% du volume associé du piston.
7. Piston selon la revendication 5 ou 6, caractérisé en ce que le noyau d'appui (7, 10, 16) remplit complètement la zone de noyau (6, 11, 17).
8. Piston selon la revendication 5 ou 6, caractérisé en ce que le noyau d'appui (13) remplit partiellement la zone de noyau en formant au moins une cavité (14).
9. Piston selon la revendication 8, caractérisé en ce que le noyau d'appui (13) est sous la forme d'un noyau creux contenant la cavité (14).
10. Piston selon la revendication 9, caractérisé en ce qu'un corps de renforcement (15) est disposé dans la cavité (14) du noyau d'appui creux (13).
11. Piston selon au moins une des revendications 5 à 10, caractérisé en ce que la zone de noyau (6, 11, 17) s'étend dans le sens longitudinal du piston.
12. Piston selon au moins une des revendications 5 à 11, caractérisé en ce que la zone de noyau (6, 11, 17) est de forme allongée.
13. Piston selon au moins une des revendications 5 à 12, caractérisé en ce que la zone de noyau (6, 11, 17) est concentrique à l'axe (5) du piston.
14. Piston selon au moins une des revendications 5 à 13, caractérisé par une section (9, 12) du piston dépourvue de zone de noyau, qui s'étend sur toute la longueur du piston, au moins dans la zone de l'axe (5) du piston.
15. Piston selon au moins une des revendications 5 à 14, caractérisé par au moins une zone de noyau (6) ayant, en section transversale, une forme annulaire.
16. Piston selon au moins une des revendications 5 à 14, caractérisé par deux zones de noyaux (11) diamétrales, ayant, en section transversale, une forme essentiellement semicirculaire.
17. Piston selon au moins une des revendications 5 à 14, caractérisé par au moins une zone de noyau (12) ayant, en section transversale, une forme circulaire.
18. Piston selon au moins une des revendications 5 à 17, caractérisé par une forure à huile (4) s'étendant essentiellement le long de l'axe (5) du piston.
19. Piston selon la revendication 18, caractérisé en ce que la forure à huile (4) est définie par une pièce de noyau (18, 19) utilisée pendant le formage du piston.
20. Piston selon la revendication 19, caractérisé en ce que la pièce de noyau est une pièce de noyau tubulaire (18).

FIG. 1

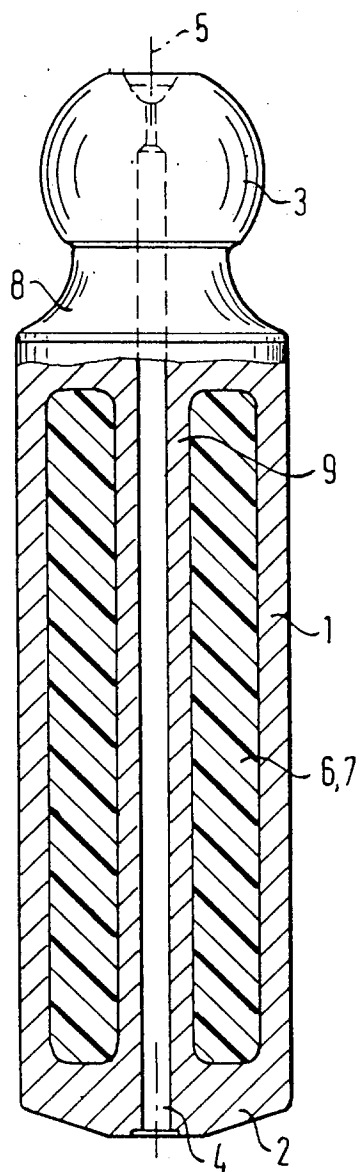


FIG. 3

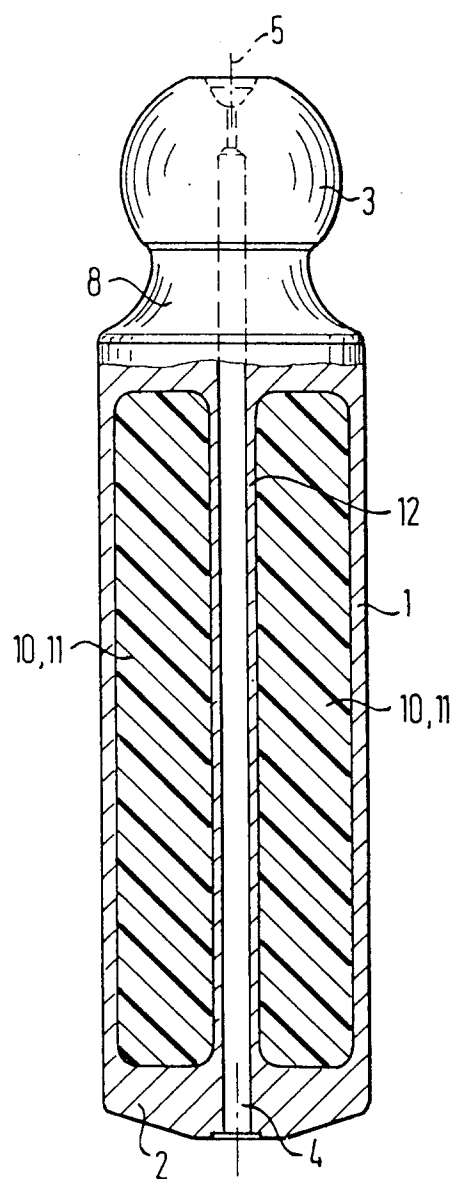


FIG. 2

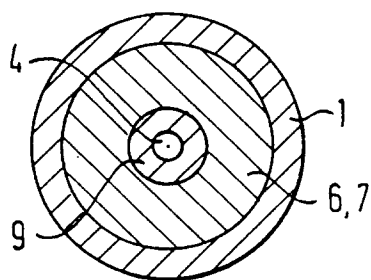


FIG. 4

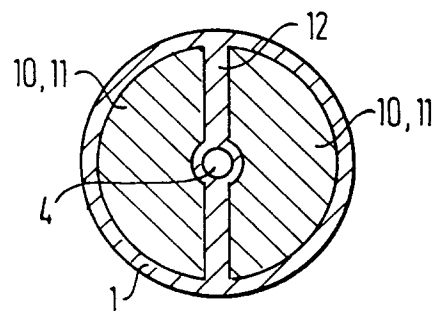


FIG. 5

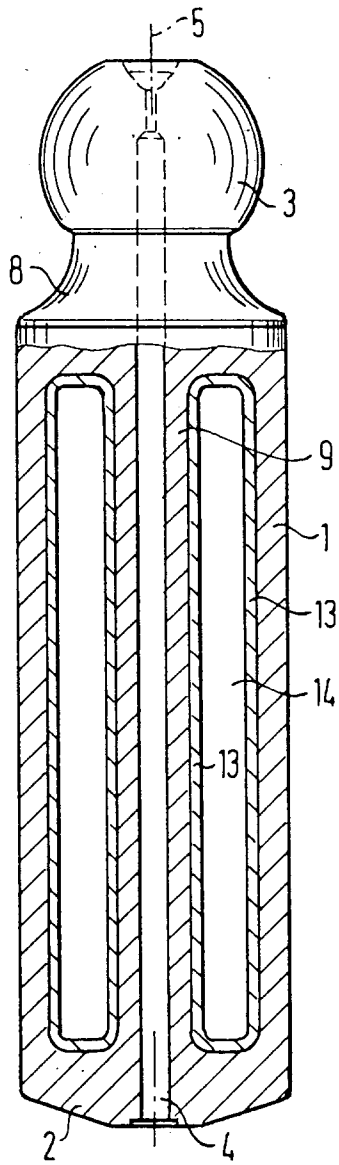


FIG. 7

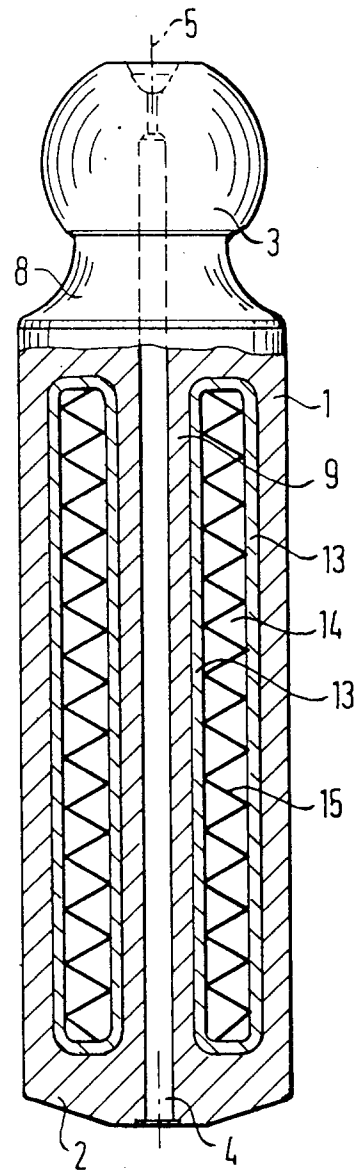


FIG. 6

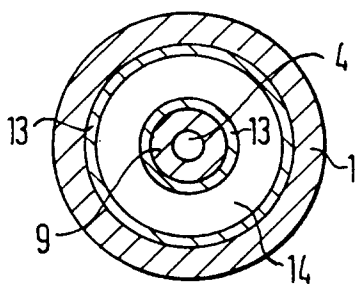


FIG. 8

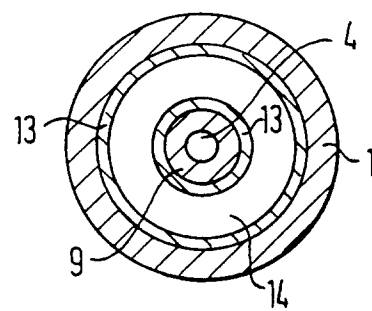


FIG. 9

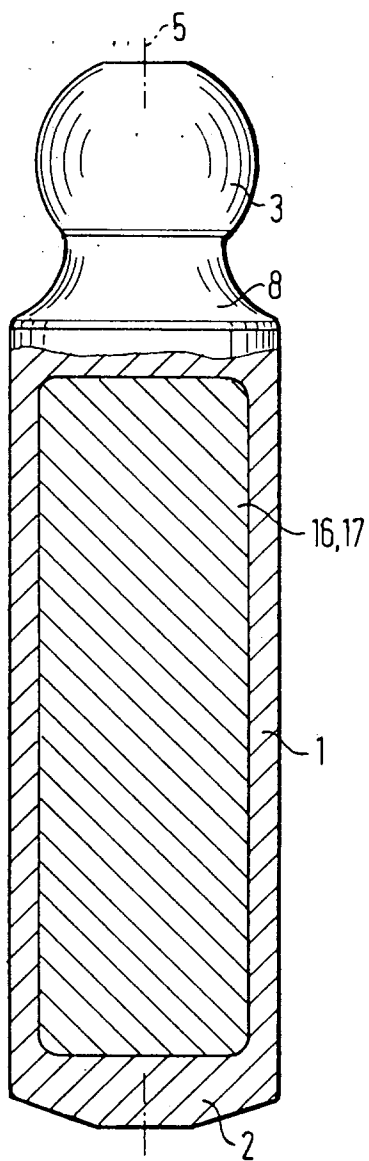


FIG. 11

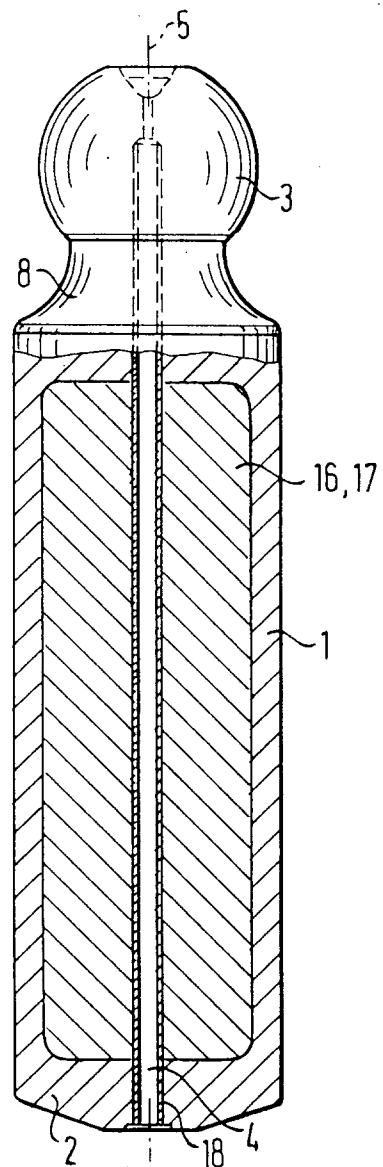


FIG. 10

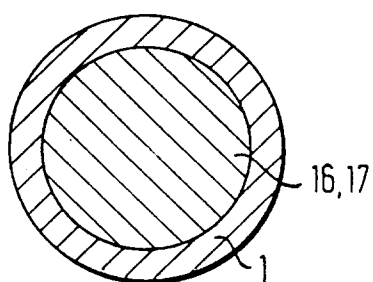


FIG. 12

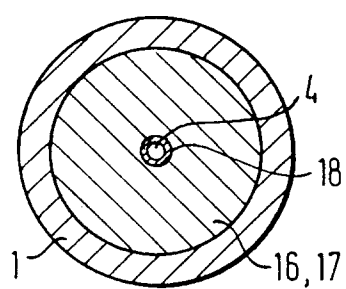


FIG. 13

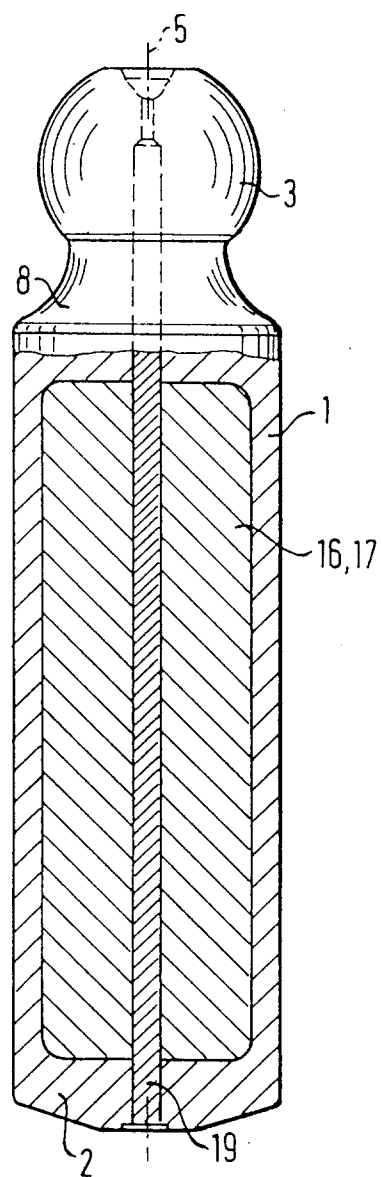


FIG. 14

