



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
24.07.2002 Patentblatt 2002/30

(51) Int Cl.7: **F04B 1/20, F04B 53/08**

(21) Anmeldenummer: **01129518.5**

(22) Anmeldetag: **11.12.2001**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(72) Erfinder: **Donders, Steven, Dr.
72160 Horb (DE)**

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

(30) Priorität: **23.01.2001 DE 10102988
14.02.2001 DE 10106873**

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

(54) **Zylindertrommel für hydrostatische Axialkolbenmaschinen**

(57) Eine Zylindertrommel für hydrostatische Kolbenmaschinen hat mehrere in die Zylindertrommel (1) eingebrachte Zylinderbohrungen (5), in denen zur Aufnahme von Kolben Laufbuchsen (7) angeordnet sind,

deren Innenwände (14) die Gleitflächen für die Kolben ausbilden. Die Zylindertrommel (1) ist in einem Gehäuse angeordnet, in deren Innenraum ein Leckvolumen ausgebildet ist. An dem Umfang der Zylindertrommel (1) sind Kühlrippen (10) angeordnet.

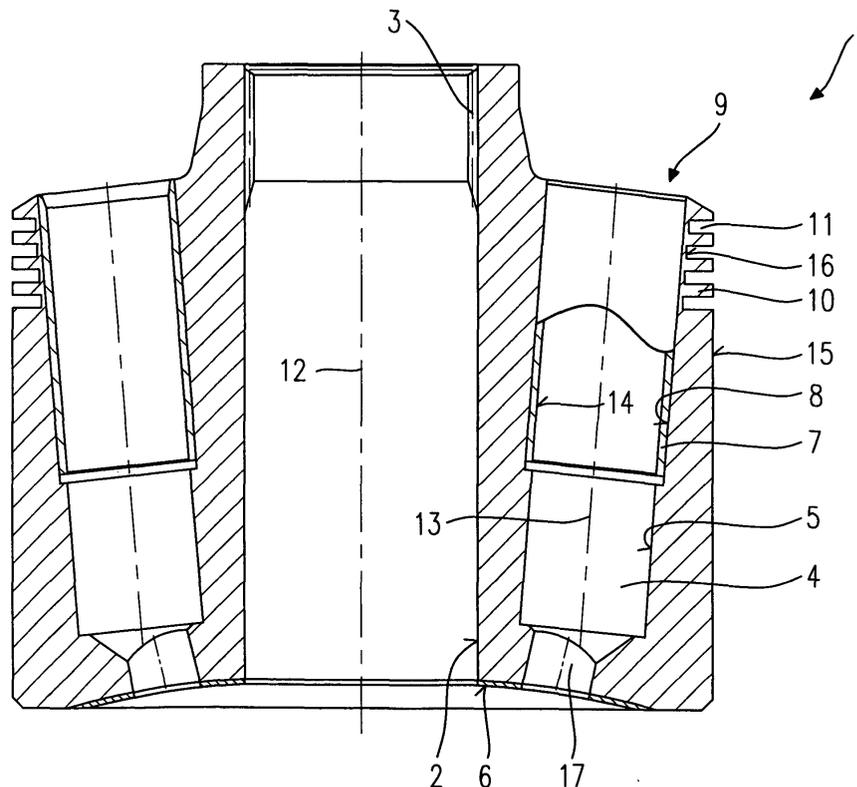


Fig. 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung geht aus von einer Zylindertrommel für hydrostatische Kolbenmaschinen nach der Gattung des Hauptanspruchs.

[0002] In die Zylindertrommeln von Axialkolbenmaschinen sind gewöhnlich Laufbuchsen eingepreßt, deren Innenwandung die Lauffläche für Kolben bildet. Aufgrund von Fliehkräften, die beim Betrieb der Axialkolbenmaschine auftreten, wird die zur offenen Seite der Zylinderbohrung zeigende Seite der Laufbuchsen durch Reibung stark erwärmt. Vor allem bei verstellbaren Axialkolbenmaschinen, welche je nach Betriebszustand mit hoher Drehzahl, aber geringem Kolbenhub arbeiten, kann diese Wärmeentwicklung zum Fressen der Kolben führen. Die übliche Kühlung durch einen Leckölstrom bleibt aus und es kommt zu einer lokalen Überhitzung der Laufbuchse.

[0003] Alternativ zu der Kühlung der Laufbuchsen durch einen Leckölstrom ist in der DE 28 05 492 A1 eine umlaufende Nut in jeder Lauffläche vorgeschlagen. Dabei ist in die Laufflächen eines jeden Zylinders jeweils eine umlaufende Nut eingebracht, die bei Betrieb der Axialkolbenmaschine mit Öl gefüllt ist. Ein Teil der Kolbenmantelfläche, der von dem eingestellten Hub der Axialkolbenmaschine abhängt, gleitet bei der Hubbewegung an der ölgefüllten Nut entlang und wird dabei gekühlt.

[0004] Nachteilig an der in der DE 28 05 492 A1 beschriebenen Anordnung zur Kühlung ist, daß zum Erreichen einer größeren Kühlleistung das Ölvolumen in der Nut von Zeit zu Zeit erneuert werden muß, was wiederum nur durch einen Leakagestrom zu erreichen ist. Das Ausbilden eines Leakagestroms hat eine Verringerung des Wirkungsgrades zur Folge. Um eine ausreichende Kühlung des besonders gefährdeten Bereichs des Kolbens sowie der Lauffläche zu gewährleisten, ist die Nut auf seiten der Zylinderöffnung angeordnet. Dadurch verringert sich jedoch die Auflagefläche des Kolbens an der Zylinderlaufbahn in dem besonders hoch belasteten Bereich. Die unveränderten Kräfteverhältnisse führen somit zu einer größeren Flächenpressung, wodurch eine größere Neigung zum Abreißen des Schmierfilms entsteht.

[0005] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine vom Betriebszustand unabhängige Kühlung zu ermöglichen, deren Funktion unabhängig von der Ausbildung eines Leckölstromes ist.

[0006] Erfindungsgemäß wird die Aufgabe durch die kennzeichnenden Merkmale des Hauptanspruchs gelöst. Am Umfang der Zylindertrommel sind Kühlrippen angeordnet, durch die eine vergrößerte Oberfläche erzeugt wird, welche einen besseren Wärmeaustausch mit dem umgebenden Medium gewährleistet. Die Zylindertrommel ist in einem mit Hydraulikmedium, z. B. Öl, gefüllten Gehäuse angeordnet, so daß die Kühlrippen in ständigem Kontakt mit dem Leckvolumen des Hydraulikmediums sind. Die Wärme, die durch Reibung in

die Laufflächen der Laufbuchsen eingebracht wird, wird somit an das umgebende Medium weitergegeben und schließlich an das Gehäuse der Axialkolbenmaschine abgegeben. Dadurch ist die Kühlleistung nicht abhängig von der verrichteten hydraulischen Arbeit, und die Funktionalität bleibt vor allem auch im Leerlauf erhalten.

[0007] Durch die in den Unteransprüchen aufgeführten Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterbildungen der erfindungsgemäßen Zylindertrommel möglich.

[0008] Das Einbringen der Kühlrippen in Form von Nuten in die Zylindertrommel ermöglicht eine Vergrößerung der Oberfläche bei gleichzeitiger Beibehaltung des erforderlichen Bauraums. Darüber hinaus verkürzt die geringe Wandstärke, die am Grund der eingebrachten Nuten stehen bleibt, die Länge, durch welche die Wärme durch Wärmeleitung übertragen werden muß.

[0009] Zur Erhöhung der Kühlleistung ist es besonders vorteilhaft, die Tiefe der Nuten größer zu wählen, als die minimale Wandstärke der Zylindertrommel zwischen Laufbuchse und radial äußerem Umfang. Das Medium, das in das Gehäuse der Axialkolbenmaschine eingefüllt ist, steht so in direktem Kontakt mit der Außenseite der Laufbuchse, wodurch ein zusätzlicher Wärmeübergang von der Laufbuchse an die Zylindertrommel verhindert wird. Der direkte Kontakt zwischen der Laufbuchse und dem umgebenden Öl verbessert die Wärmeabfuhr und reduziert die Temperaturen in der Laufbuchse weiter.

[0010] Werden die Kühlrippen als umlaufende Stege am Umfang der Zylindertrommel angeordnet, wird vorteilhafterweise die Festigkeit der Zylindertrommel erhöht. Die am äußeren Umfang aufgesetzten, umlaufenden Stege wirken wie Faßringe. Durch die rotationssymmetrische Anordnung bezüglich der Mittelachse der Zylindertrommel ist eine einfache Bearbeitung der Kühlrippen möglich.

[0011] Eine Orientierung der Kühlrippen senkrecht zu den Mittelachsen der Zylinderbohrungen hat den Vorteil, daß die Kühlrippen ausschließlich durch Zugspannungen belastet werden, wodurch sich die mechanische Belastbarkeit erhöht. Besonders vorteilhaft ist dies, wenn die Tiefe der Nuten so gewählt ist, daß zwischen der Zylinderbohrung und dem Grund der Nuten eine dünne Wand besteht. Bei senkrecht zu den Mittelachsen der Zylinderbohrungen orientierten Nuten ergibt sich damit eine konstante Wandstärke, die zu einer symmetrischen Spannungsverteilung führt. Dadurch wird die Kerbwirkung reduziert und die mechanische Belastbarkeit erhöht.

[0012] Ausführungsbeispiele erfindungsgemäßer Zylindertrommeln sind in den Figuren dargestellt und werden im folgenden erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 ein erstes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Zylindertrommel mit in die Zylindertrommel eingebrachte Nuten als Kühlrippen;

- Fig. 2 ein zweites Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Zylindertrommel mit in die Zylindertrommel eingebrachte Nuten als Kühlrippen;
- Fig. 3 ein drittes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Zylindertrommel mit umfangreich angeordneten Stegen als Kühlrippen; und
- Fig. 4 ein viertes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Zylindertrommel.

[0013] In Fig. 1 ist ein erstes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Zylindertrommel 1 dargestellt. Die Zylindertrommel 1 ist in einem nicht dargestellten Gehäuse angeordnet, welches z. B. mit Öl als Hydraulikmedium befüllt ist. Die Zylindertrommel 1 befindet sich in einem Ölbad. Bei Verwendung der Axialkolbenmaschine als Pumpe wird die Zylindertrommel 1 über eine nicht dargestellte Triebwelle von einer Antriebsmaschine angetrieben. Die Triebwelle greift in eine Verzahnung 3, die in einer Ausnehmung der Zylindertrommel 1 angeordnet ist.

[0014] Um die Ausnehmung 2 herum sind in der Zylindertrommel 1 mehrere Zylinderräume 4 angeordnet. Die Mittelachsen 13 der Zylinderräume 4 sind dabei gleichmäßig über einen Umfang verteilt, der konzentrisch zu der Mittelachse 12 der Zylindertrommel 1 angeordnet ist. Die Mittelachsen 13 der Zylinderräume 4 schließen mit der Mittelachse 12 der Zylindertrommel 1 einen von Null verschiedenen Winkel ein. Die Mittelachsen 13 der Zylinderräume 4 liegen auf einem gemeinsamen Kegelmantel. Die Zylinderräume 4 werden durch Zylinderbohrungen 5 ausgebildet. Die Zylinderbohrungen 5 werden als Sackbohrungen von der Seite der Verzahnung 3 aus in die Zylindertrommel 1 eingebracht. Durch Mündungskanäle 17 sind die Zylinderräume 4 zu einer Stirnseite 6 der Zylindertrommel 1 hin offen. Mit der Stirnseite 6 liegt die Zylindertrommel 1 an einer nicht dargestellten Steuerscheibe an. Eine Steuerscheibe und die Stirnseite 6 weisen korrespondierende Oberflächengeometrien auf, so daß die Zylindertrommel 1, die in Anlage mit der Steuerscheibe gehalten wird, zentriert ist. Zu dem offenen Ende 9 der Zylinderbohrung 5 hin weist die Zylinderbohrung 5 einen radial erweiterten Teil 8 auf. In den erweiterten Teil 8 der Zylinderbohrung 5 ist eine Laufbuchse 7 eingepreßt. Die Laufbuchse 7 weist die Form eines Hohlzylinders auf und bildet an ihrer Innenseite eine Lauffläche 14. Der Innendurchmesser der Laufbuchse 7 ist näherungsweise identisch mit der Zylinderbohrung 5 in dem nicht erweiterten Teil.

[0015] Insbesondere bei Schrägachsen- bzw. Schrägscheibenaxialkolbenmaschinen ist der zum Umfang der Zylindertrommel 1 hin orientierte Teil auf seiten des offenen Endes 9 der Zylinderbohrung 5 besonders temperaturbelastet. Durch die Fliehkräfte bei Rotation der Zylindertrommel 1 wird der Kolben gegen die Laufbuchse 7 gedrückt, so daß zwischen Kolben und der

Lauffläche 14 der Laufbuchse 7 eine erhöhte Reibung auftritt. Zum Abführen der entstehenden Reibungswärme sind am äußeren Umfang 15 Kühlrippen 10 angeordnet. Entsprechend der höheren thermischen Belastung der Laufbuchse 7 auf der Seite des offenen Endes 9 sind die Kühlrippen 10 vorzugsweise in diesem Bereich angeordnet. Im dargestellten Ausführungsbeispiel der Fig. 1 werden die Kühlrippen 10 durch eingebrachte Nuten 11 ausgebildet. Die Tiefe der einzelnen parallel zueinander angeordneten Nuten 11 ist dabei so bemessen, daß zwischen einem Grund 16 der jeweiligen Nut 11 und dem erweiterten Teil 8 der Zylinderbohrung 7 eine dünne Wand erhalten bleibt. Die Breite der Nuten sowie die Anzahl und ihre Verteilung in axialer Richtung werden dabei der erforderlichen Kühlleistung angepaßt. Die Nuten 11 sind durchgehend in den äußeren Umfang 15 der Zylindertrommel 1 eingebracht. Sie verlaufen konzentrisch zu der Mittelachse 12 der Zylindertrommel 1. Aufgrund der Anordnung der Zylindertrommel 1 in einem mit Leckvolumen befüllten Gehäuse sind die Nuten 11 mit Hydraulikmedium befüllt. Die abzuführende Wärme aus der Laufbuchse 7 wird von dem Hydraulikmedium an das Gehäuse weitergegeben.

[0016] Durch den Verzicht einer Leckölstromkühlung aus dem Zylinderraum 4 entlang des Laufspiels zwischen Kolben und Laufbuchse 7 ist die Kühlleistung von dem jeweiligen Kolbenhub unabhängig. Die Laufbuchse 7 wird auch in dem besonders kritischen Fall hoher Drehzahl der Zylindertrommel 1 bei gleichzeitig geringem Kolbenhub gekühlt.

[0017] Ein zweites Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Zylindertrommel 1 ist in Fig. 2 dargestellt. Die Kühlrippen 10 sind dabei ebenfalls durch das Einbringen von Nuten 11 in die Zylindertrommel 1 ausgeführt. Im Unterschied zu dem in Fig. 1 dargestellten Ausführungsbeispiel ist die Tiefe der eingebrachten Nuten 11 größer als die kleinste Wandstärke der Zylindertrommel 1. Dadurch entfällt in einem Bereich um die Laufbuchse 7 die Ausbildung eines Grundes der Nut 11. Im Bereich der Nuten 11 bildet die Laufbuchse 7 eine offene Fläche 17 aus. Die offene Fläche 17 steht in direktem Kontakt mit dem Hydraulikmedium und ermöglicht somit einen verbesserten Wärmeaustausch. Der Entfall des Wärmeübergangs zwischen der Laufbuchse 7 und der Zylindertrommel 1 erhöht die Kühlleistung.

[0018] Die Nuten 11 der beiden in Fig. 1 und 2 dargestellten Ausführungsbeispiele können auf einfache Weise in die Zylindertrommel 1 eingebracht werden, z.B. durch Drehen.

[0019] In Fig. 3 ist ein drittes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Zylindertrommel 1 dargestellt. Ausgehend von dem äußeren Umfang 15 der Zylindertrommel 1 sind an dem offenen Ende 9 die Kühlrippen 10 als radiale Erweiterungen angebracht. Trotz der Vergrößerung der Oberfläche durch die Kühlrippen 10 wird die mechanische Festigkeit im Bereich des offenen Endes 9 nicht reduziert. Die ursprüngliche Wandstärke zwischen dem radial erweiterten Bereich 8 der Zylinder-

bohrung 5 und dem äußeren Umfang 15 bleibt erhalten.

[0020] Zusätzlich wirken die Kühlrippen 10 ähnlich wie Faßringe und vergrößern die Festigkeit.

[0021] Ein viertes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Zylindertrommel ist in Fig. 4 dargestellt. Die wiederum durch das Einbringen von Nuten 11 ausgebildeten Kühlrippen 10 sind so in die Zylindertrommel 1 eingebracht, daß die Flanken 18 der Kühlrippen 10 einen Teil einer Mantelfläche eines Kegels bilden, dessen Kegelmantel die Mittelachse 13 der Zylinderbohrung 5 in einem rechten Winkel schneidet. Der Grund 16 der Nuten 11 verläuft parallel zu dem erweiterten Bereich 8 der Zylinderbohrung 5. Dadurch kommt es zu einer nahezu symmetrischen Einleitung von Kräften in die Zylindertrommel 1 und es entstehen im Bereich der Nuten 11 keine Spannungsspitzen. Die Kerbwirkung ist durch die parallele Ausrichtung des Grundes 16 der Nuten 11 verringert. Die relativ zu den Mittelachsen 13 der Zylinderbohrungen 5 rechtwinklig angeordneten Kühlrippen 10 können bei den in Fig. 2 und Fig. 3 dargestellten Zylindertrommeln 1 ebenso angewendet werden.

[0022] Die Kühlleistung läßt sich durch Variation der Anzahl sowie der Geometrie der Kühlrippen 10 variieren. Die in axialer Richtung aufeinanderfolgenden Kühlrippen 10 können gleiche oder unterschiedliche Querschnitte und Abstände aufweisen. Durch die Nachgiebigkeit der Kühlrippen 10 ist zudem die Elastizität der Zylindertrommel 1 im Bereich der Führung beeinflussbar. Die Zylindertrommel 1 kann so speziellen mechanischen Anforderungen angepaßt werden. Die Nachgiebigkeit der Kühlrippen 10 ist sowohl durch die Formgebung als auch die Verwendung bestimmter Materialien oder Materialpaarungen steuerbar.

[0023] Die Erfindung ist nicht nur bei Axialkolbenmaschinen, sondern auch bei Radialkolbenmaschinen anwendbar.

Patentansprüche

1. Zylindertrommel für hydrostatische Kolbenmaschinen mit mehreren in die Zylindertrommel (1) eingebrachten Zylinderbohrungen (5), in denen zur Aufnahme von Kolben Laufbuchsen (7) angeordnet sind, deren Innenwände (14) die Gleitflächen für die Kolben bilden, und einem Gehäuse, in dem die Zylindertrommel (1) angeordnet ist und in dessen Innenraum ein Leckvolumen ausgebildet ist, **dadurch gekennzeichnet, daß** an dem Umfang der Zylindertrommel (1) Kühlrippen (10) angeordnet sind, die im Betrieb der Kolbenmaschine zumindest teilweise in das Leckvolumen eintauchen.
2. Zylindertrommel nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Kühlrippen (10) um die Zylindertrommel (1) umlaufend ausgeführt sind.
3. Zylindertrommel nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Kühlrippen (10) als Nuten (11) ausgeführt sind.
4. Zylindertrommel nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Tiefe der Nuten (11) kleiner ist als die jeweils mit einer Nut (11) korrespondierende kleinste Wandstärke zwischen der Laufbuchse (7) und der radial äußeren Ausdehnung der Zylindertrommel (1).
5. Zylindertrommel nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Tiefe der Nuten (11) größer ist als die jeweils mit einer Nut (11) korrespondierende kleinste Wandstärke zwischen der Laufbuchse (7) und der radial äußeren Ausdehnung der Zylindertrommel (1).
6. Zylindertrommel nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Kühlrippen (10) als umlaufende Stege am Umfang der Zylindertrommel (1) angeordnet sind.
7. Zylindertrommel nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Kühlrippen (1) eine identische Geometrie aufweisen.
8. Zylindertrommel nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Kühlrippen (10) eine Mantelfläche eines Kegelstumpfs bilden, der mit der Mittelachse (13) der Zylinderbohrungen (5) einen rechten Winkel einschließt.
9. Zylindertrommel nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, daß** zumindest ein Teil der Kühlrippen (10) als elastische Elemente ausgeführt sind, so daß die Elastizität der Zylindertrommel (1) im Führungsbereich der Kolben gezielt beeinflussbar ist.

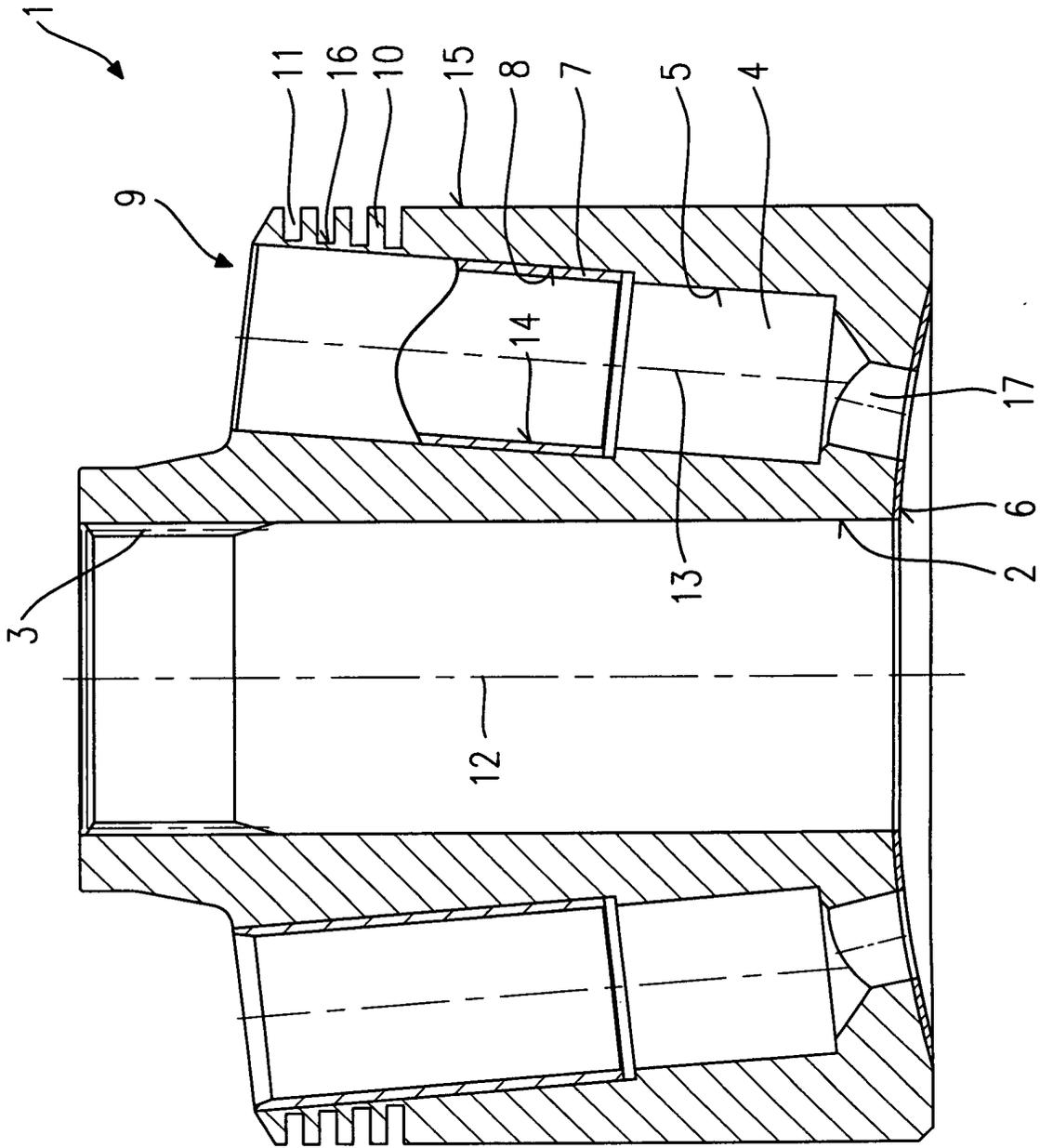


Fig. 1

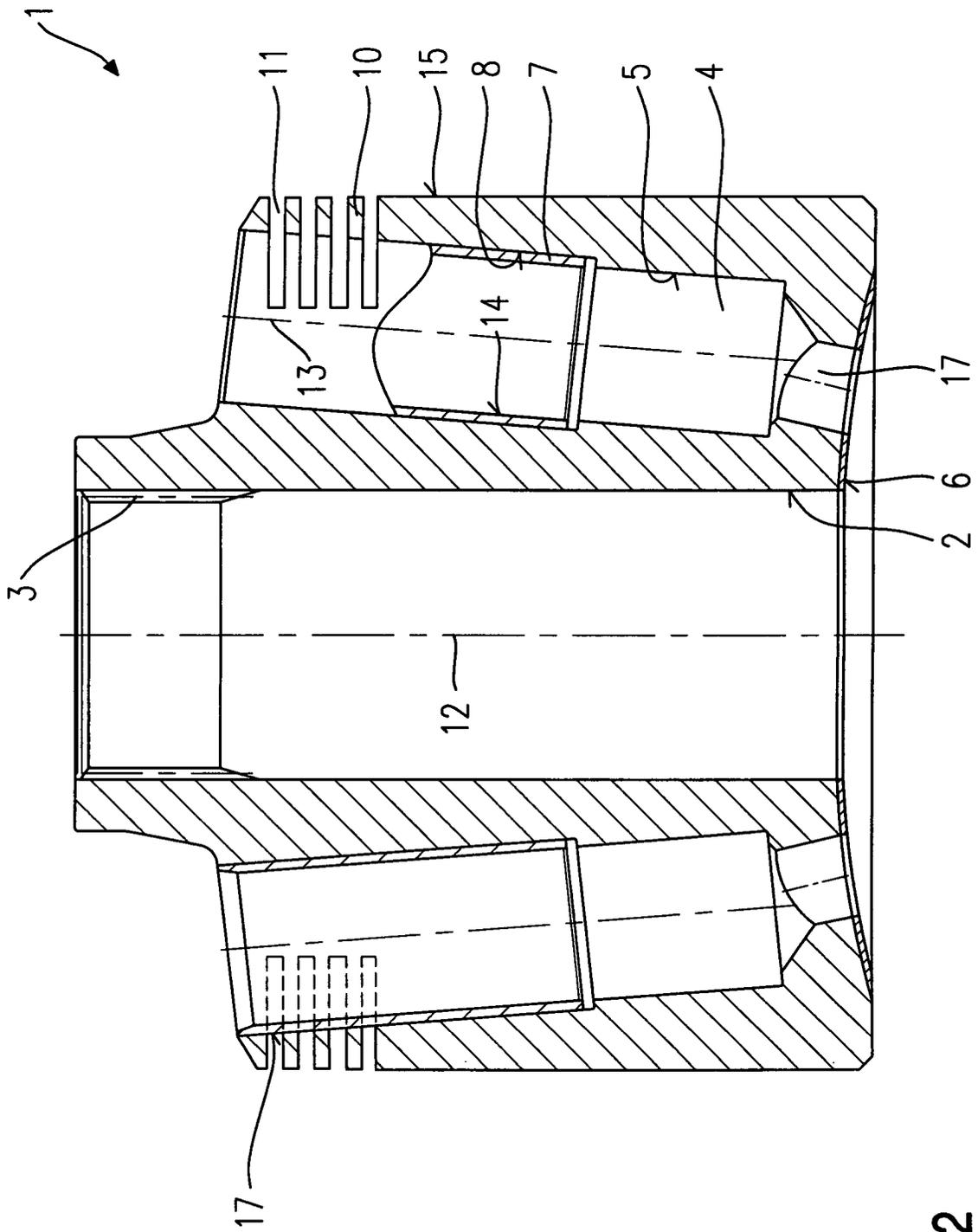


Fig. 2

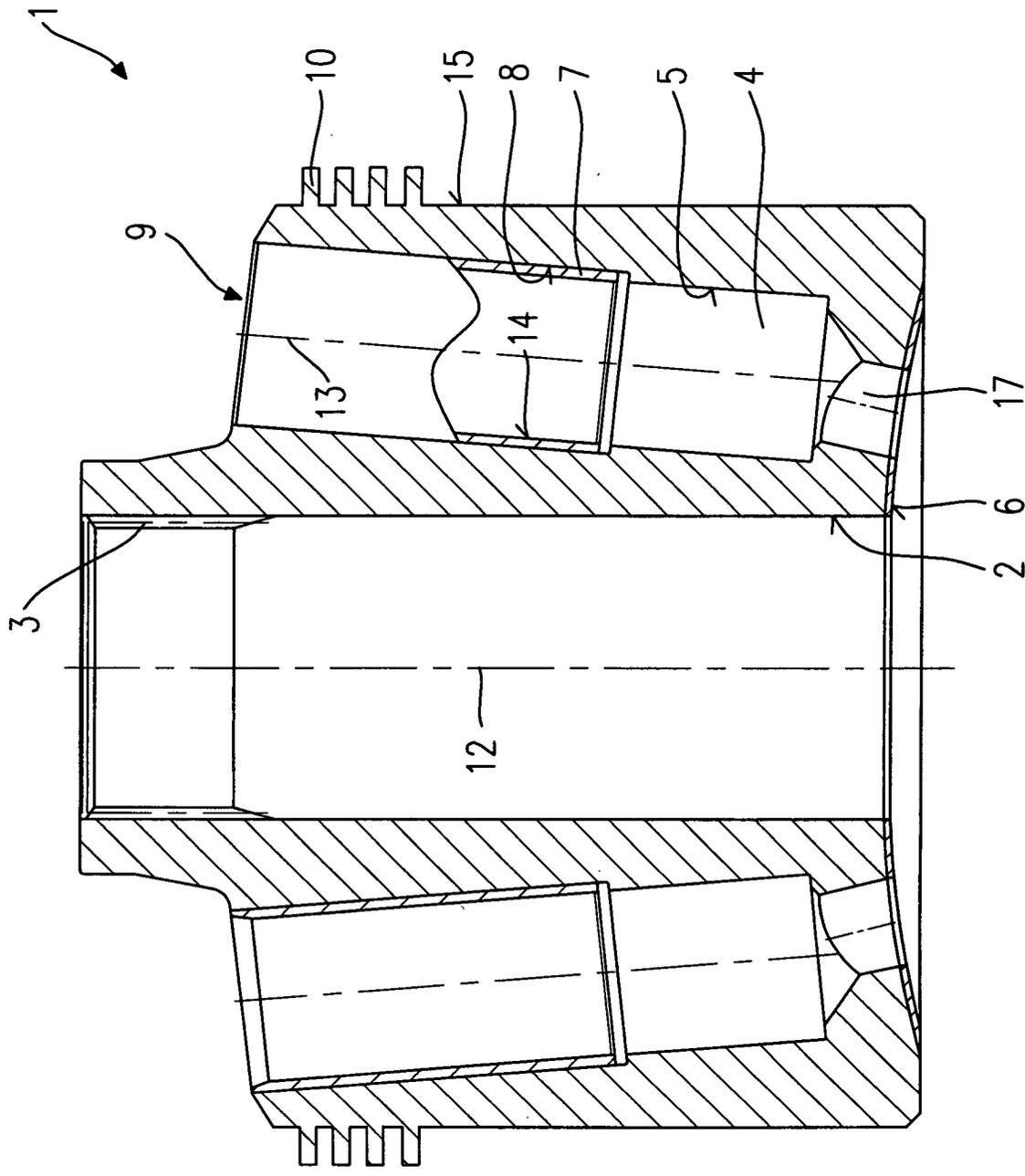


Fig. 3

