

(19)



(11)

EP 3 309 391 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:

18.04.2018 Patentblatt 2018/16

(51) Int Cl.:

F04B 1/12 (2006.01)**F04B 1/20** (2006.01)(21) Anmeldenummer: **17193759.2**(22) Anmeldetag: **28.09.2017**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR

Benannte Erstreckungsstaaten:

BA ME

Benannte Validierungsstaaten:

MA MD(30) Priorität: **12.10.2016 DE 102016119413**(71) Anmelder: **Linde Hydraulics GmbH & Co. KG**
63743 Aschaffenburg (DE)

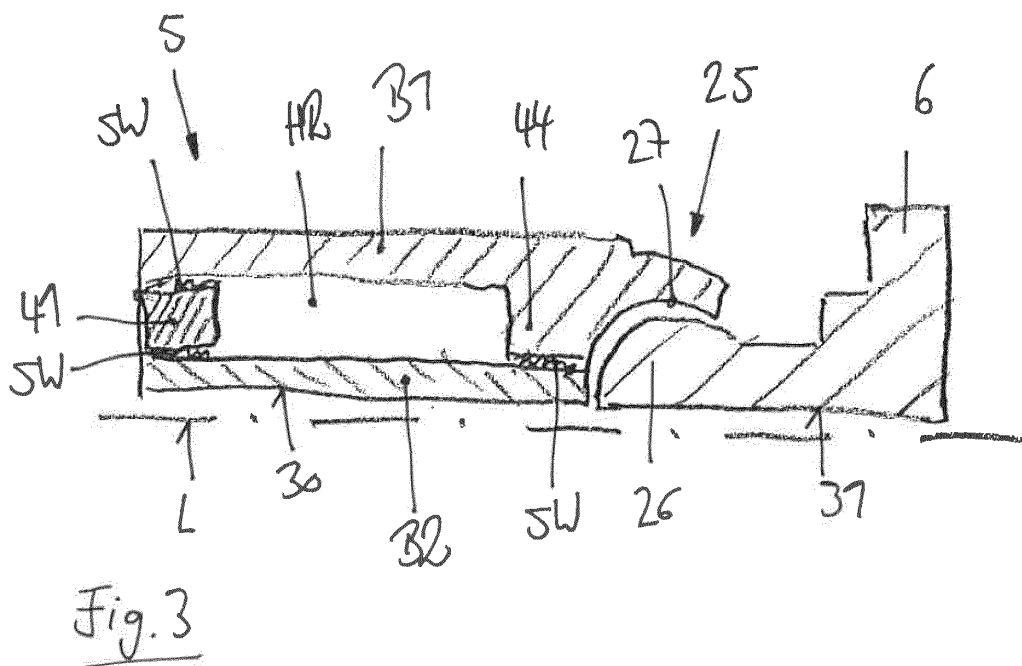
(72) Erfinder:

- **KRITTIAN, Lukas**
63739 Aschaffenburg (DE)
- **LÖFFLER, Thomas**
63857 Waldaschaff (DE)
- **HOFMANN, Günter**
63755 Alzenau - Hörstein (DE)

(74) Vertreter: **Patentship****Patentanwalts-gesellschaft mbH**
Eisenheimerstraße 65
80687 München (DE)(54) **VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG EINES KOLBENS EINER HYDROSTATISCHEN VERDRÄNGERMASCHINE**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines Kolbens (5) einer hydrostatischen Verdrängermaschine (1), insbesondere einer Axialkolbenmaschine, der in einer Kolbenausnehmung (4) einer um eine Drehachse (2) drehbar angeordneten Zylindertrommel (3) längsverschiebbar gelagert ist, wobei an dem Kolben (5) mittels einer Kugelgelenkverbindung (25) ein Gleit-

schuh (6) gelenkig befestigt ist, der den druckbeaufschlagten Kolben (5) an einer hubzeugenden Lauffläche (7) abstützt. Der Kolben (5) wird von mehreren Bauteilen (B1, B2) gebildet, die konzentrisch zu einer Kolbenlängsachse (L) angeordnet sind, wobei die Bauteile (B1, B2) durch Magnetpulsschweißen zu dem Kolben (5) verbunden werden.

**EP 3 309 391 A1**

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines Kolbens einer hydrostatischen Verdrängermaschine, insbesondere einer Axialkolbenmaschine, der in einer Kolbenausnehmung einer um eine Drehachse drehbar angeordneten Zylindertrommel längsverschiebbar gelagert ist, wobei an dem Kolben mittels einer Kugelgelenkverbindung ein Gleitschuh gelenkig befestigt ist, der den druckbeaufschlagten Kolben an einer huberzeugenden Lauffläche abstützt.

[0002] Hydrostatische Verdrängermaschinen, beispielsweise Axialkolbenmaschinen, weisen eine um eine Drehachse drehbare Zylindertrommel auf, die mit Kolbenausnehmungen versehen ist, in denen jeweils ein Kolben längsverschiebbar angeordnet ist. Die Zylindertrommel derartiger Verdrängermaschinen liegt an einer Steuerfläche an, mittels der die Zufuhr und die Abfuhr von Druckmittel in die Kolbenausnehmungen der Kolben bei einer Rotation der Zylindertrommel um die Drehachse gesteuert wird.

[0003] Die druckbeaufschlagten Kolben stützen sich mittels Gleitschuhen an einer huberzeugenden Lauffläche ab. Die Gleitschuhe sind an den druckbeaufschlagten Kolben jeweils mittels einer Kugelgelenkverbindung gelenkig befestigt. Aufgrund der hohen anpressenden und aus der Druckbeaufschlagung der Kolben resultierenden Kräfte kann zusätzlich eine hydrostatische Entlastung zwischen den Gleitschuhen und der Lauffläche ausgebildet sein.

[0004] Bei bekannten hydrostatischen Verdrängermaschinen sind die Kolben von einteiligen Stahlkörpern gebildet und es bestehen die Kolben somit aus Vollmaterial. Derartige aus Vollmaterial bestehende und somit einteilige Kolben führen im Betrieb der Verdrängermaschine bei einer rotierenden Zylindertrommel, in der die Kolben mit den Gleitschuhen längsverschiebbar angeordnet sind, zu hohen Massenkräften. Aufgrund der hohen Massenkräfte treten an den Kolben bei höheren Drehzahlen der Zylindertrommel im Betrieb der Verdrängermaschine hohe Fliehkräfte auf, die zu einem Abkippen der Zylindertrommel von der Steuerfläche führen können. Das Abkippen der Zylindertrommel von der Steuerfläche kann zu Beschädigungen an der Verdrängermaschine führen. Die Massenkräfte an den Kolben können verringert werden, wenn die Kolben von dem kolbenausnehmungsseitigen Ende her und somit von dem der Steuerfläche zugewandten Ende her aufgebohrt werden. Durch das Aufbohren der Kolben können die auf die Kolben bei rotierender Zylindertrommel einwirkenden Massenkräfte reduziert werden. Die aufgebohrten Kolben führen jedoch zu hohen Kompressionsverlusten der Verdrängermaschine und können weiterhin zu Kavitation führen.

[0005] Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Herstellung eines Kolbens der eingangs genannten Gattung zur Verfügung zu stellen, mit dem bei geringem Herstellaufwand ein Kolben hergestellt werden kann, der bei hohen Drehzahlen ge-

ringe Massenkräfte aufweist.

[0006] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass der Kolben von mehreren Bauteilen gebildet wird, die konzentrisch zu einer Kolbenlängsachse angeordnet sind, wobei die Bauteile durch Magnetpulsschweißen zu dem Kolben verbunden werden. Erfindungsgemäß wird somit der Kolben von mehreren und somit mindestens zwei Bauteilen gebildet. Die Bauteile werden erfindungsgemäß durch Magnetpulsschweißen zu einem Kolben verschweißt. Beim Magnetpulsumformen wird ein magnetischer Puls erzeugt, durch dessen Energieeintrag mehrere Bauteile mit geringem Herstellaufwand miteinander verschweißt werden können. Durch das Magnetpulsschweißen mehrerer Bauteile zu einem Kolben wird es ermöglicht, einen leichten Kolben mit reduziertem Gesamtgewicht, auf den bei hohen Drehzahlen nur geringe Massenkräfte und Fliehkräfte wirken, mit geringem Herstellaufwand herzustellen. Bei dem erfindungsgemäßen Kolben können die bei hohen Drehzahlen auf den Kolben wirkenden Massenkräfte verringert werden, wodurch ein Abkippen der Zylindertrommel von der Steuerfläche verhindert werden kann. Zusätzliche Kompressionsverlusten und zusätzliche Kavitation können bei den erfindungsgemäßen Kolben vermieden werden.

[0007] Gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung wird der Kolben aus einem ersten, äußeren Bauteil und aus einem zweiten, inneren Bauteil gebildet, wobei die beiden Bauteile koaxial ineinander angeordnet sind und wobei das erste Bauteil und das zweite Bauteil durch Magnetpulsschweißen zu dem Kolben verbunden werden. Hierdurch kann mit wenigen Bauteilen und mittels Magnetpulsschweißen ein leichter und gewichtsreduzierter Kolben hergestellt werden.

[0008] Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltungsform der Erfindung werden das erste Bauteil und das zweite Bauteil an einem dem Gleitschuh zugewandten ersten Ende und an einem gegenüberliegenden zweiten Ende jeweils mittels Magnetpulsschweißen zu dem Kolben verbunden. Der Kolben wird somit aus zwei koaxial ineinander angeordneten Bauteilen gebildet, die an beiden Enden mittels Magnetpulsschweißen verbunden werden.

[0009] Gemäß einer alternativen und vorteilhaften Ausgestaltungsform der Erfindung ist zwischen dem ersten Bauteil und dem zweiten Bauteil an einem dem Gleitschuh zugewandten ersten Ende eine Passung mit zylindrischer Dichtung ausgebildet und wird das erste Bauteil und das zweite Bauteil an dem gegenüberliegenden zweiten Ende mittels Magnetpulsschweißen zu dem Kolben verbunden. Mit der Passung an dem zweiten Ende können auf einfache Weise Eigenspannungen im Betrieb des Kolbens reduziert werden.

[0010] Vorteile hinsichtlich einer geringen Anzahl von Bauteilen ergeben sich, wenn das zweite Bauteil an dem ersten Ende und/oder an dem zweiten Ende mit einer deckelartigen Stirnseite versehen ist, die mittels Magnetpulsschweißen mit dem ersten Bauteil verbunden wird.

[0011] Vorteile hinsichtlich einer geringen Anzahl von

Bauteilen ergeben sich weiterhin, wenn das erste Bauteil an dem ersten Ende und/oder an dem zweiten Ende mit einer deckelartigen Stirnseite versehen ist, die mittels Magnetpulsschweißen mit dem zweiten Bauteil verbunden wird.

[0012] Gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung sind an dem ersten Ende und/oder an dem zweiten Ende ein als ringförmige Scheibe ausgebildeter Deckel vorgesehen, wobei der Deckel mittels Magnetpulsschweißen jeweils mit dem ersten Bauteil und mit dem zweiten Bauteil verbunden wird. Die Verwendung eines oder mehrerer zusätzlicher Deckel an einem oder an beiden Enden, die mit den Bauteilen mittels Magnetpulsschweißen verschweißt werden, ermöglicht es, das erste Bauteil und/oder das zweite Bauteil als einfaches Rohr auszuführen.

[0013] Bei dem erfindungsgemäß, aus mehreren Bauteilen hergestellten Kolben kann gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung auf einfache Weise zwischen dem ersten Bauteil und dem zweiten Bauteil ein ringförmiger Hohlraum ausgebildet werden, der zur Reduzierung des Gesamtgewichts des erfindungsgemäßen Kolbens führt.

[0014] Bei dem erfindungsgemäß, aus mehreren Bauteilen hergestellten Kolben kann gemäß einer alternativen und ebenfalls vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung das erste Bauteil aus einem Material höherer Dichte, insbesondere Stahl, und das zweite Bauteil aus einem Material mit niedrigerer Dichte, insbesondere Messing oder Aluminium, bestehen. Mittels Magnetpulsschweißen können bei geringem Bauaufwand und Herstellungsaufwand Bauteile und somit Materialien unterschiedlicher Dichte miteinander zu einem leichten und gewichtsreduzierten Kolben verschweißt werden.

[0015] Das zweite Bauteil kann hierbei gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung als Inlet ausgebildet sein, das in einer Längsbohrung des ersten Bauteils angeordnet ist, wobei das zweite Bauteil mittels Magnetpulsschweißen mit dem ersten Bauteil verbunden wird.

[0016] Die Aufgabe wird auch gelöst durch Kolben einer hydrostatischen Verdrängermaschine, insbesondere einer Axialkolbenmaschine, der nach einem zuvor beschriebenen Verfahren hergestellt ist.

[0017] Weiterhin wird die Aufgabe auch gelöst durch eine hydrostatische Verdrängermaschine, insbesondere eine Axialkolbenmaschine, mit einer um eine Drehachse drehbar angeordneten Zylindertrommel, die mit mindestens einer Kolbenausnehmung versehen ist, in der jeweils ein zuvor beschriebener Kolben längsverschiebbar angeordnet ist.

[0018] Weitere Vorteile und Einzelheiten der Erfindung werden anhand der in den schematischen Figuren dargestellten Ausführungsbeispiele näher erläutert. Hierbei zeigt

Figur 1 eine hydrostatische Verdrängermaschine des Standes der Technik in einem Längs-

schnitt,

Figur 2 eine erste Ausführungsform eines erfindungsgemäß hergestellten Kolbens,

Figur 3 eine zweite Ausführungsform eines erfindungsgemäß hergestellten Kolbens,

Figur 4 eine dritte Ausführungsform eines erfindungsgemäß hergestellten Kolbens und

Figur 5 eine vierte Ausführungsform eines erfindungsgemäß hergestellten Kolbens.

[0019] In der Figur 1 ist eine hydrostatische Verdrängermaschine 1 mit Kolben 5 des Standes der Technik in einem Längsschnitt dargestellt. Das dargestellte Ausführungsbeispiel zeigt eine Axialkolbenmaschine in Schrägscheibenbauweise als Beispiel einer hydrostatischen Verdrängermaschine 1.

[0020] Die Verdrängermaschine 1 weist eine um eine Drehachse 2 drehbar gelagerte Zylindertrommel 3 auf, die mit mehreren konzentrisch zur Drehachse 2 angeordneten Kolbenausnehmungen 4 versehen ist, die bevorzugt von Zylinderbohrungen gebildet sind und in denen jeweils ein Kolben 5 längsverschiebbar gelagert ist.

[0021] Die Kolben 5 stützen sich in dem aus der Zylindertrommel 3 herausragenden Bereich mittels jeweils eines Gleitschuhs 6 als Abstützelements auf einer huberzeugenden Lauffläche 7 ab, die von einer um die Drehachse 2 drehfest angeordneten Schrägscheibe 8 gebildet ist.

[0022] Die Schrägscheibe 8 kann an einem Gehäuse 9 der Verdrängermaschine 1 - wie in der Figur 1 dargestellt ist - angeformt oder drehfest befestigt sein, wobei die Verdrängermaschine 1 ein festes Verdrängungsvolumen aufweist.

[0023] Es ist alternativ möglich, die Schrägscheibe 8 in der Neigung verstellbar anzuordnen, wodurch die Verdrängermaschine 1 ein veränderbares Verdrängungsvolumen aufweist.

[0024] Die Zylindertrommel 3 stützt sich in axialer Richtung der Verdrängermaschine 1 gegenüberliegend zu der Lauffläche 7 an einem gehäuseseitigen Verteiler 10 ab, der eine Steuerfläche 11 bildet. Die Steuerfläche 11 ist mit nierenförmigen Steuerausnehmungen versehen, die die Verbindung eines Einlasskanals 14 und eines Auslasskanals 13 im Gehäuse 9 mit den Kolbenausnehmungen 4 ermöglichen.

[0025] Der Verteiler 10 kann von einem scheibenförmigen Bauteil gebildet werden, das an dem Gehäuse 9, beispielsweise einem Gehäusedeckel 9a des Gehäuses 9, drehfest befestigt ist. Alternativ kann der Verteiler 10 an dem Gehäuse 9, beispielsweise einem Gehäusedeckel 9a des Gehäuses 9 einstückig angeformt werden, so dass die Funktion der Steuerfläche 11 in das Gehäuse 9, 9a integriert ist.

[0026] Die Steuerfläche 11 kann wie in der Figur 1 dar-

gestellt eben oder auch sphärisch sein.

[0027] Die Zylindertrommel 3 ist von einer zentrischen Bohrung durchsetzt, durch die eine konzentrisch zur Drehachse 2 angeordnete Triebwelle 15 durch die Zylindertrommel 3 geführt ist. Die Triebwelle 15 ist mittels Lagerungen 16, 17 im Gehäuse 9, 9a drehbar gelagert.

[0028] Die Zylindertrommel 3 ist mittels einer Mitnahmeverzahnung 18 mit der Triebwelle 15 drehfest, jedoch axial verschiebbar verbunden. Weiterhin dargestellt ist eine Anpressfeder 19, die die Zylindertrommel 3 in axialer Richtung an die Steuerfläche 11 anpresst und abstützt.

[0029] Die Gleitschuhe 6 sind mittels eines als Kugelgelenk 25 ausgebildeten Gleitschuhgelenks mit dem jeweiligen Kolben 5 gelenkig verbunden.

[0030] Das Kugelgelenk 25 zwischen dem Kolben 5 und dem Gleitschuh 6 besteht aus einer Kugel 26 und einer Kalotte 27. Die Befestigung der Kugel 26 in der Kalotte 27 erfolgt beispielsweise durch eine formschlüssige Verbindung, in dem ein Randbereich der Kalotte 27 verformt wird, um die Kugel 26 formschlüssig zu umschließen.

[0031] Im Betrieb der Verdrängermaschine 1 bei rotierender Zylindertrommel 3 bilden die Gleitschuhe 6 und die Lauffläche 7 eine Gleitlagerstelle, an der zwischen den mit der Zylindertrommel 3 und den Kolben 5 mitrotierenden Gleitschuhen 6 und der drehfest am Gehäuse 9 befestigten Lauffläche 7 eine Relativbewegung auftritt. Zur Verringerung der Reibung und des Verschleißes kann an der der Lauffläche 7 zugewandten Stirnseite der Gleitschuhplatte 6b jeweils eine Lagermetallschicht 28, beispielsweise eine Messingplatte, als tribologisch günstiger Lagermetallwerkstoff gefügt werden. Zusätzlich sind die Gleitschuhe 6 an der Lauffläche 7 hydrostatisch entlastet.

[0032] Zusätzlich kann an dem Kugelgelenk 25 und/oder zwischen dem Gleitschuh 6 und der Lauffläche 7 eine hydrostatische Entlastung ausgebildet sein, die mittels einer in dem Kolben 5 angeordneten Längsbohrung 30 und einer mit der Längsbohrung 30 des Kolbens 5 in Verbindung stehenden Längsbohrung 31 des Gleitschuhs 6 mit Drucköl aus der Kolbenausnehmung 4 versorgt wird.

[0033] Ein Abheben und/oder Abkippen der Gleitschuhe 6 von der Lauffläche 7 wird durch eine Niederhaltevorrichtung 20 vermieden. Die Niederhaltevorrichtung 20 ist im dargestellten Ausführungsbeispiel als Niederhaltescheibe ausgebildet, die mit Anlageflächen an dem Gleitschuh 6 zusammenwirkt.

[0034] In den Figuren 2 bis 5 sind erfindungsgemäß hergestellte Kolben 5 dargestellt.

[0035] Die erfindungsgemäßen Kolben 5 in den Figuren 2 bis 5 sind von mehreren Bauteilen B1, B2 gebildet, die konzentrisch zu einer Kolbenlängsachse L angeordnet sind, und die durch Magnetpulsschweißen zu dem Kolben 5 verbunden werden. Durch Magnetpulsschweißen werden an den Bauteilen B1, B2 Schweißnähte SW erzeugt.

[0036] Das erste Bauteil B1 ist in den Ausführungsbeispielen der Figuren 2 bis 5 als äußeres Bauteil B1 ausgebildet, das in der Kolbenausnehmung 4 längsverschiebbar angeordnet ist. Das zweite Bauteil B2 ist in den Ausführungsbeispielen der Figuren 2 bis 5 als inneres Bauteil B2 ausgebildet und mit der Längsbohrung 30 versehen, die bevorzugt coaxial zur Längsachse L angeordnet ist. Die beiden Bauteile B1, B2 sind coaxial ineinander angeordnet und werden durch Magnetpulsschweißen zu dem Kolben 5 verbunden.

[0037] In den Figuren 2 bis 5 ist ein dem Gleitschuh 6 zugewandtes Ende des Kolbens 5 als erstes Ende und das gegenüberliegende, der Steuerfläche 11 zugewandte Ende des Kolbens 5 als zweites Ende bezeichnet.

[0038] In dem Ausführungsbeispiel der Figur 2 ist das zweite Bauteil B2 an dem zweiten Ende mit einer deckelartigen Stirnseite 40 versehen, die mittels Magnetpulsschweißen mit dem ersten Bauteil B1 verbunden wird. Durch das Magnetpulsschweißen werden die beiden Bauteile B1, B2 an dem ersten Ende mit einer Schweißnaht SW, die zwischen der Mantelfläche der deckelartigen Stirnseite 40 und der Innenwand des ersten Bauteils B1 angeordnet ist, miteinander zu dem Kolben 5 verbunden.

[0039] Das erste Bauteil B1 ist an dem ersten Ende mit einer deckelartigen Stirnseite 44 versehen.

[0040] In dem Ausführungsbeispiel der Figur 2 ist zwischen dem ersten Bauteil B1 im Bereich der deckelartigen Stirnseite 44 und dem zweiten Bauteil B2 an dem ersten Ende eine Passung P mit zylindrischer Dichtung ausgebildet. Das erste Bauteil B1 und das zweite Bauteil B2 werden somit nur an dem zweiten Ende mittels Magnetpulsschweißen zu dem Kolben 5 verbunden wird. Mit der Passung P an dem ersten Ende können Eigenspannungen im Betrieb der Verdrängermaschine reduziert werden.

[0041] In dem Ausführungsbeispiel der Figur 2 werden somit das erste Bauteil B1 und das zweite Bauteil B2 an dem zweiten Ende mittels Magnetpulsschweißen zu dem Kolben 5 verbunden. An dem ersten Ende ist zwischen den beiden Bauteilen B1, B2 die Passung P vorgesehen. Alternativ können die beiden coaxial ineinander angeordneten Bauteile B1, B2 an dem ersten Ende anstelle der Passung mit einer durch Magnetpulsschweißen erzeugten Schweißnaht SW zwischen der deckelartigen Stirnseite 44 des ersten Bauteils B1 und dem zweiten Bauteil B2 miteinander verbunden werden, so dass die Bauteile B1, B2 an beiden Enden mittels Magnetpulsschweißen miteinander verbunden werden.

[0042] In dem Ausführungsbeispiel der Figur 3 ist das zweite, innere Bauteil B2 als Rohr ausgebildet. An dem zweiten Ende ist ein als ringförmige Scheibe ausgebildeter Deckel 41 vorgesehen, wobei der Deckel 41 mittels Magnetpulsschweißen jeweils mit dem ersten Bauteil B1 und mit dem zweiten Bauteil B2 verbunden wird. Mittels Magnetpulsschweißen wird hierbei eine innere Schweißnaht SW, die zwischen der Mantelfläche des zweiten, inneren Bauteil B2 und der Innenwand Deckels

41 angeordnet ist, und eine äußere Schweißnaht SW erzeugt, die zwischen der Außenwand des Deckels 41 und der Innenwand des ersten, äußeren Bauteils B1 angeordnet ist. An dem ersten Ende sind in der Figur 3 die beiden coaxial ineinander angeordneten Bauteile B1, B2 mit einer durch Magnetpulsschweißen erzeugten Schweißnaht SW zwischen der deckelartigen Stirnseite 44 des ersten Bauteils B1 und dem zweiten Bauteil B2 miteinander verbunden werden.

[0043] In dem Ausführungsbeispiel der Figur 3 werden somit das erste Bauteil B1 und das zweite Bauteil B2 an dem ersten Ende und an dem zweiten Ende jeweils mittels Magnetpulsschweißen zu dem Kolben 5 verbunden.

[0044] In dem Ausführungsbeispiel der Figur 4 ist das zweite, innere Bauteil B2 als Rohr und das erste, äußere Bauteil B1 als Rohr ausgebildet. An dem zweiten Ende ist ein als ringförmige Scheibe ausgebildeter Deckel 41 vorgesehen, wobei der Deckel 41 mittels Magnetpulsschweißen jeweils mit dem ersten Bauteil B1 und mit dem zweiten Bauteil B2 verbunden wird. Mittels Magnetpulsschweißen wird hierbei eine innere Schweißnaht SW, die zwischen der Mantelfläche des zweiten, inneren Bauteils B2 und der Innenwand Deckels 41 angeordnet ist, und eine äußere Schweißnaht SW erzeugt, die zwischen der Außenwand des Deckels 41 und der Innenwand des ersten, äußeren Bauteils B1 angeordnet ist. An dem ersten Ende ist ein weiterer als ringförmige Scheibe ausgebildeter Deckel 42 vorgesehen, wobei der Deckel 42 mittels Magnetpulsschweißen jeweils mit dem ersten Bauteil B1 und mit dem zweiten Bauteil B2 verbunden wird. Mittels Magnetpulsschweißen wird hierbei eine innere Schweißnaht SW, die zwischen der Mantelfläche des zweiten, inneren Bauteils B2 und der Innenwand Deckels 42 angeordnet ist, und eine äußere Schweißnaht SW erzeugt, die zwischen der Außenwand des Deckels 42 und der Innenwand des ersten, äußeren Bauteils B1 angeordnet ist.

[0045] In dem Ausführungsbeispiel der Figur 4 werden somit das erste Bauteil B1 und das zweite Bauteil B2, die jeweils als einfache Rohre ausgebildet sind, an dem ersten Ende und an dem zweiten Ende jeweils mit einem Deckel 41, 42 mittels Magnetpulsschweißen verschweißt und zu dem Kolben 5 verbunden.

[0046] In der Figur 4 können anstelle der Deckel 41, 42 an dem zweiten, inneren Bauteil B2 an den beiden Enden des zweiten Bauteils B2 jeweils eine deckelartige Stirnseite angeformt sein, die die Funktion der Deckel 41, 42 aufweisen. Die deckelartigen Stirnseiten an den beiden Enden des zweiten Bauteils B2 können hierbei jeweils mittels Magnetpulsschweißen mit dem ersten Bauteil B1 verbunden werden. Durch Magnetpulsschweißen werden hierbei die beiden Bauteile B1, B2 lediglich mittels der äußeren Schweißnähte SW miteinander verschweißt und zu dem Kolben 5 verbunden.

[0047] In den Ausführungsformen der Figuren 2 bis 4 ist zwischen den beiden Bauteilen B1, B2 ein ringförmiger Hohlraum HR ausgebildet, der sich von dem ersten Ende zu dem zweiten Ende erstreckt. Der Hohlraum HR

führt zu einer Verringerung der Masse des Kolbens 5 und somit zu einem leichten Kolben 5.

[0048] In dem Ausführungsbeispiel der Figur 5 besteht das erste, äußere Bauteil B1 aus einem Material höherer Dichte, beispielsweise Stahl, und das zweite, innere Bauteil B2 aus einem Material mit niedrigerer Dichte, beispielsweise Messing oder Aluminium, besteht. Das zweite Bauteil B2 ist als Inlet und somit als Kern des Kolbens 5 ausgebildet, der in einer Längsbohrung 45 des ersten Bauteils angeordnet ist. In der Figur 5 wird das zweite Bauteil B2 mittels Magnetpulsschweißen mit dem ersten Bauteil B1 verbunden, wobei eine Schweißnaht SW erzeugt wird, die sich über die gesamte Länge des zweiten Bauteils B2 erstreckt. Der Kolben 5 der Figur 5 ist somit als bimettallischer Kolben 5 ausgebildet, der durch das zweite Bauteil B2 in der Masse verringert ist.

[0049] Bei den erfindungsgemäßen Kolben 5 wird es mit dem Hohlraum HR (Figuren 2 bis 4) bzw. dem Aufbau als bimettallischer Kolben (Figur 5) ermöglicht, die auf den Kolben 5 bei hohen Drehzahlen der Verdrängermaschine 1 wirkenden Massenkräfte zu verringern. Durch die verringerten Massenkräfte an den erfindungsgemäßen Kolben 5 kann die Gefahr des Abkippens der Zylindertrommel 3 von der Steuerfläche 11 verringert werden. Die erfindungsgemäß hergestellten Kolben 5 führen zu keinen zusätzlichen Kompressionsverlusten oder zu keiner zusätzlichen Kavitation der Verdrängermaschine 1.

[0050] Durch Magnetpulsschweißen können die Bauteile B1, B2 mit geringem Herstelleraufwand zu Kolben 5 verschweißt werden, so dass erfindungsgemäße leichte Kolben 5 mit geringem Herstelleraufwand hergestellt werden können.

[0051] Die beiden Bauteile B1, B2 werden hierzu im Bereich der Fugestelle in eine ringförmige Spule eingeführt, an der beim Magnetpulsschweißen ein Magnetfeld (elektromagnetischer Puls) erzeugt wird. Durch Aufbringen des Magnetfeldes beim Magnetpulsumformen werden die Schweißnähte SW zwischen den beiden Bauteilen B1, B2 erzeugt.

[0052] Erfindungsgemäß hergestellte Kolben 5 können ebenfalls bei Axialkolbenmaschine in Schrägachsenbauweise oder bei Radialkolbenmaschinen Verwendung finden.

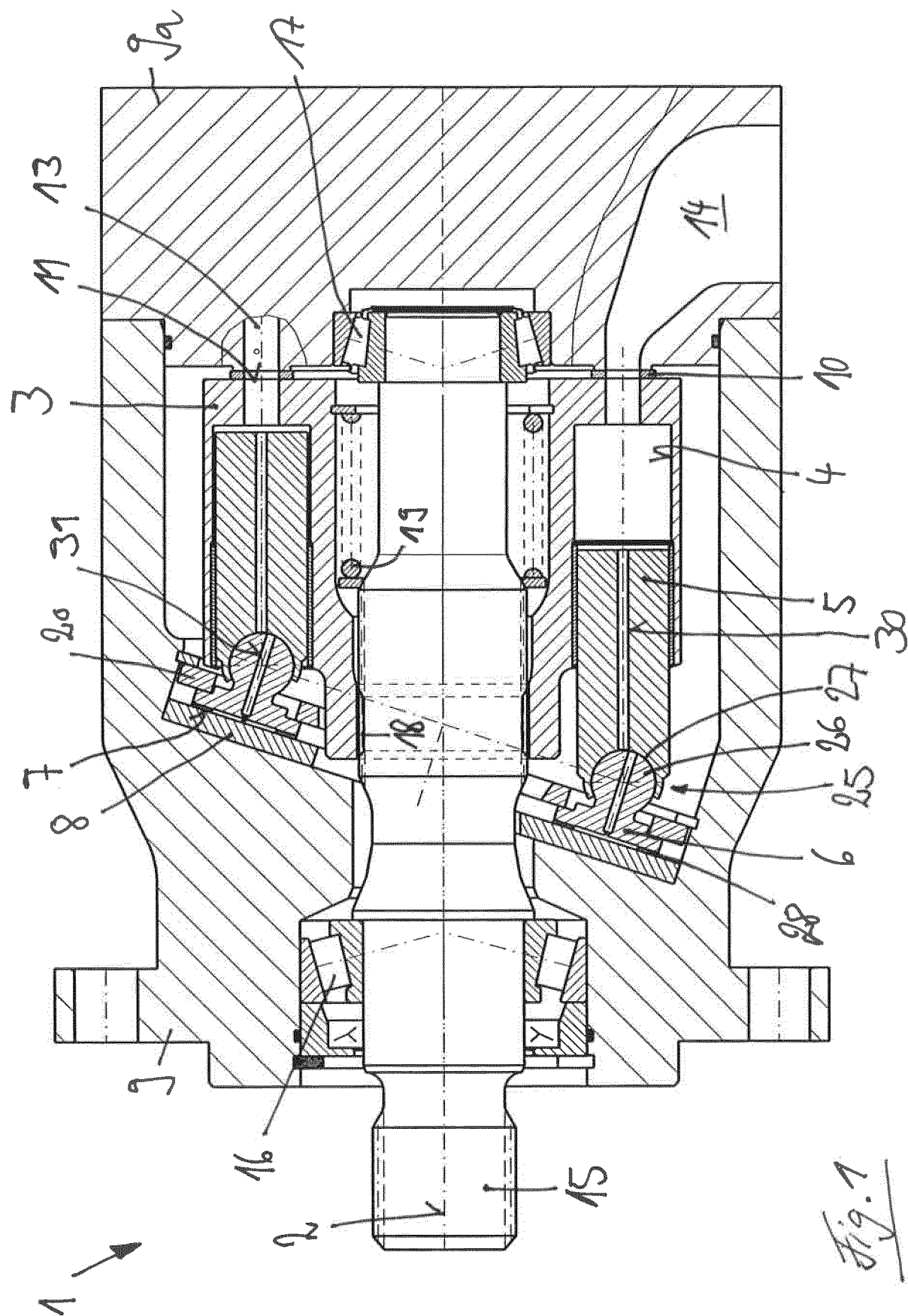
[0053] In den Figuren 1 bis 5 sind Ausführungsformen dargestellt, bei denen die Kugel 26 des Kugelgelenks 25 an dem Gleitschuh 6 und die Kugelkalotte des Kugelgelenks 25 an dem Kolben 5 ausgebildet ist.

[0054] Alternativ kann die Kugel 26 des Kugelgelenks 25 an dem Kolben 5 und die Kugelkalotte 27 des Kugelgelenks 25 an dem Gleitschuh 6 ausgebildet sein.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines Kolbens (5) einer hydrostatischen Verdrängermaschine (1), insbesondere einer Axialkolbenmaschine, der in einer Kolbenausnehmung (4) einer um eine Drehachse (2)

- drehbar angeordneten Zylindertrommel (3) längsverschiebbar gelagert ist, wobei an dem Kolben (5) mittels einer Kugelgelenkverbindung (25) ein Gleitschuh (6) gelenkig befestigt ist, der den druckbeaufschlagten Kolben (5) an einer huberzeugenden Lauffläche (7) abstützt, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Kolben (5) von mehreren Bauteilen (B1, B2) gebildet wird, die konzentrisch zu einer Kolbenlängsachse (L) angeordnet sind, wobei die Bauteile (B1, B2) durch Magnetpulsschweißen zu dem Kolben (5) verbunden werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Kolben (5) aus einem ersten, äußeren Bauteil (B1) und aus einem zweiten, inneren Bauteil (B2) gebildet wird, wobei die beiden Bauteile (B1, B2) koaxial ineinander angeordnet sind und wobei das erste Bauteil (B1) und das zweite Bauteil (B2) durch Magnetpulsschweißen zu dem Kolben (5) verbunden werden.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das erste Bauteil (B1) und das zweite Bauteil (B2) an einem dem Gleitschuh (6) zugewandten ersten Ende und an einem gegenüberliegenden zweiten Ende jeweils mittels Magnetpulsschweißen zu dem Kolben (5) verbunden werden.
4. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen dem ersten Bauteil (B1) und dem zweiten Bauteil (B2) an einem dem Gleitschuh (6) zugewandten ersten Ende eine Passung (P) mit zylindrischer Dichtung ausgebildet ist und das erste Bauteil (B1) und das zweite Bauteil (B2) an einem gegenüberliegenden zweiten Ende mittels Magnetpulsschweißen zu dem Kolben (5) verbunden wird.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** das zweite Bauteil (B2) an dem ersten Ende und/oder an dem zweiten Ende mit einer deckelartigen Stirnseite (40) versehen ist, die mittels Magnetpulsschweißen mit dem ersten Bauteil (B1) verbunden wird.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** das erste Bauteil (B1) an dem ersten Ende und/oder an dem zweiten Ende mit einer deckelartigen Stirnseite (44) versehen ist, die mittels Magnetpulsschweißen mit dem zweiten Bauteil (B2) verbunden wird.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** an dem ersten Ende und/oder an dem zweiten Ende ein als ringförmige Scheibe ausgebildeter Deckel (41; 42) vorgesehen sind, wobei der Deckel (41; 42) mittels Magnetpulsschweißen jeweils mit dem ersten Bauteil (B1) und mit dem zweiten Bauteil (B2) verbunden wird.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen dem ersten Bauteil (B1) und dem zweiten Bauteil (B2) ein ringförmiger Hohlraum (HR) ausgebildet ist.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** das erste Bauteil (B1) aus einem Material höherer Dichte, insbesondere Stahl, und das zweite Bauteil (B2) aus einem Material mit niedrigerer Dichte, insbesondere Messing oder Aluminium, besteht.
10. Verfahren nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** das zweite Bauteil (B2) als Inlet ausgebildet ist, das in einer Längsbohrung (45) des ersten Bauteils (B1) angeordnet ist, wobei das zweite Bauteil (B2) mittels Magnetpulsschweißen mit dem ersten Bauteil (B1) verbunden wird.
11. Kolben (5) einer hydrostatischen Verdrängermaschine (1), insbesondere einer Axialkolbenmaschine, der nach einem Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche hergestellt ist.
12. Hydrostatische Verdrängermaschine (1), insbesondere eine Axialkolbenmaschine, mit einer um eine Drehachse (2) drehbar angeordneten Zylindertrommel (3), die mit mindestens einer Kolbenausnehmung (4) versehen ist, in der jeweils ein Kolben (5) nach Anspruch 11 längsverschiebbar angeordnet ist.



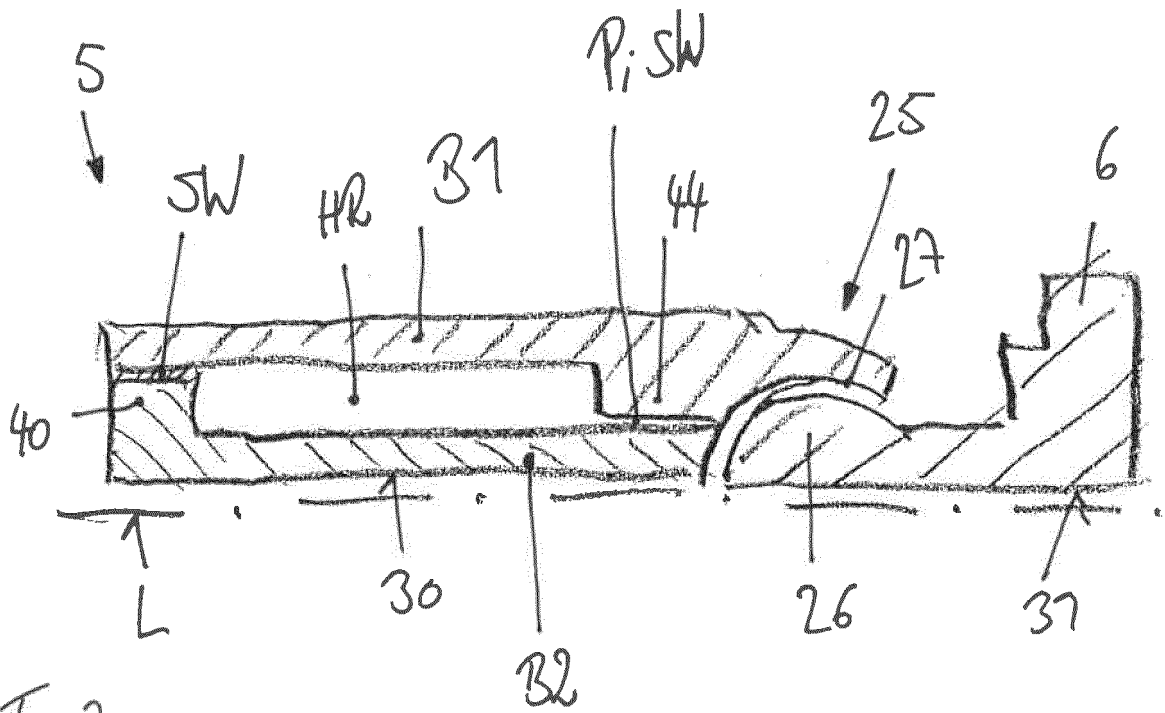


Fig. 2

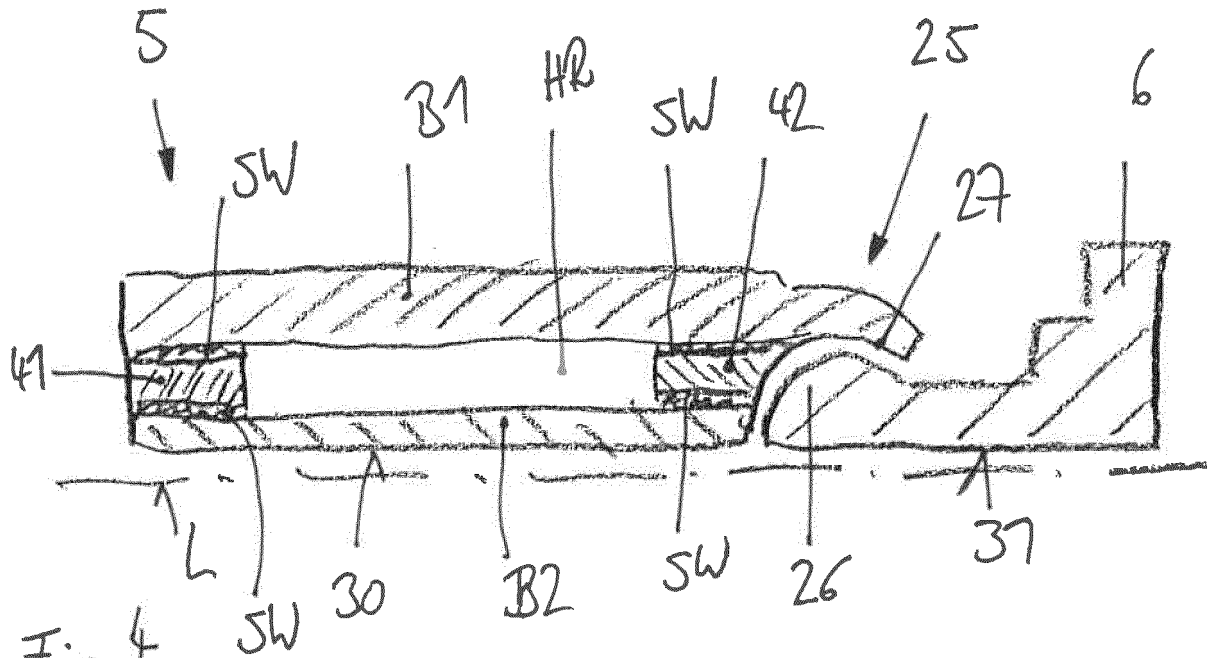


Fig. 4

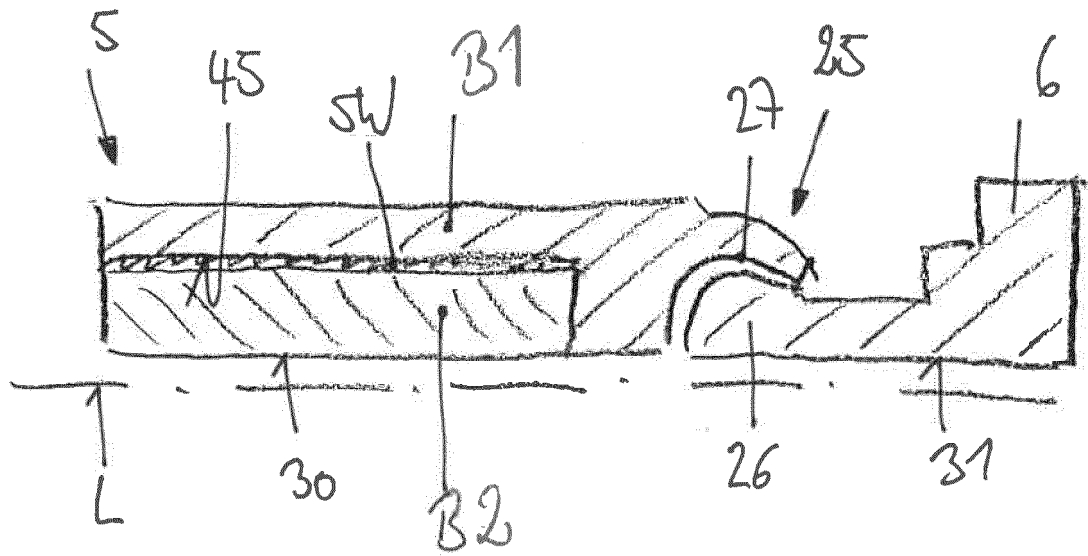


Fig. 5

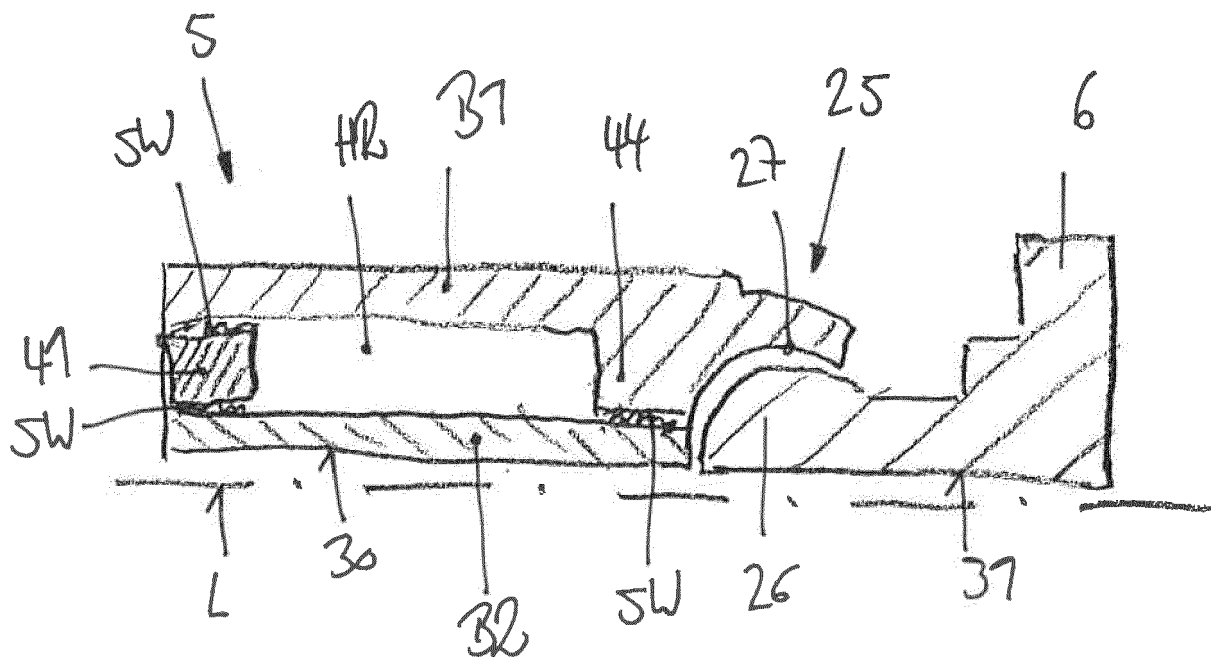


Fig. 3



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
 EP 17 19 3759

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
Y	DE 101 58 111 A1 (SAUER DANFOSS INC [US]) 4. Juli 2002 (2002-07-04) * Anspruch 1; Abbildungen 1-4 *	1-12	INV. F04B1/12 F04B1/20
Y	DE 10 2008 060841 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 10. Juni 2010 (2010-06-10) * Absatz [0032]; Abbildung 1 *	1-12	
Y	US 2003/226876 A1 (STOPPEK ROBERT J [US]) 11. Dezember 2003 (2003-12-11) * Anspruch 1; Abbildungen 1-4 *	1-12	
Y	DE 103 06 792 A1 (ZEXEL VALEO COMPRESSOR EUROPE [DE]) 19. August 2004 (2004-08-19) * das ganze Dokument *	1-12	
Y	DE 10 2012 111390 A1 (LINDE HYDRAULICS GMBH & CO KG [DE]) 28. Mai 2014 (2014-05-28) * Abbildung 1 *	11,12	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F04B
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 14. Februar 2018	Prüfer Fistas, Nikolaos
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.92 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 17 19 3759

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

14-02-2018

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
15	DE 10158111 A1	04-07-2002	CN 1358601 A	17-07-2002
			DE 10158111 A1	04-07-2002
			JP 3980336 B2	26-09-2007
			JP 2002267015 A	18-09-2002
	DE 102008060841 A1	10-06-2010	KEINE	
20	US 2003226876 A1	11-12-2003	CN 1467394 A	14-01-2004
			DE 10325551 A1	08-01-2004
			JP 2004092636 A	25-03-2004
			US 2003226876 A1	11-12-2003
25	DE 10306792 A1	19-08-2004	KEINE	
	DE 102012111390 A1	28-05-2014	KEINE	
30				
35				
40				
45				
50				
55				

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82