



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
21.09.2022 Patentblatt 2022/38

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
F03C 1/06 (2006.01) **F04B 1/20** (2020.01)
F04B 1/2014 (2020.01) **F04B 53/22** (2006.01)
F04B 53/08 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **22160386.3**

(22) Anmeldetag: **07.03.2022**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
F03C 1/0636; F03C 1/0644; F04B 1/20;
F04B 1/2014; F04B 53/08; F04B 53/22

(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:
KH MA MD TN

(71) Anmelder: **Robert Bosch GmbH**
70442 Stuttgart (DE)

(72) Erfinder:
• **Schwacke, Johannes**
63619 Bad Orb (DE)
• **Amrhein, Bertram**
63879 Weibersbrunn (DE)
• **Jungmann, Rainer**
97291 Thuengersheim (DE)
• **Rumpel, Manuel**
97753 Karlstadt (DE)

(30) Priorität: **15.03.2021 DE 102021202489**

(54) **KÜHLMODUL FÜR EINE HYDROMASCHINE, HYDROMASCHINE DAMIT, UND HYDRAULISCHES AGGREGAT**

(57) Kühlmodul (28) für eine Hydromaschine (2) mit einer Kühleinrichtung (26) und einem Gehäuseabschnitt (10), wobei die Kühleinrichtung (26) zumindest abschnittsweise in einen Gehäuseinnenraum eintauchbar ist, der durch ein Gehäuse (6) und einen darin rotierbaren Triebwerk (16) der Hydromaschine (2) begrenzt ist,

und wobei ein Zulauf (40) der Kühleinrichtung (26) mit einem Zulaufkanal (32) eines Gehäuseabschnitts (10) und ein Ablauf (42) der Kühleinrichtung (26) mit einem Ablaufkanal (34) des Gehäuseabschnitts (10) verbunden sind. Das Kühlmodul (28) ist zumindest abschnittsweise additiv gefertigt. Offenbart sind weiterhin eine Hydromaschine (2) mit dem Kühlmodul (28), sowie ein hydraulisches Aggregat mit der Hydromaschine (2).

Fig. 1

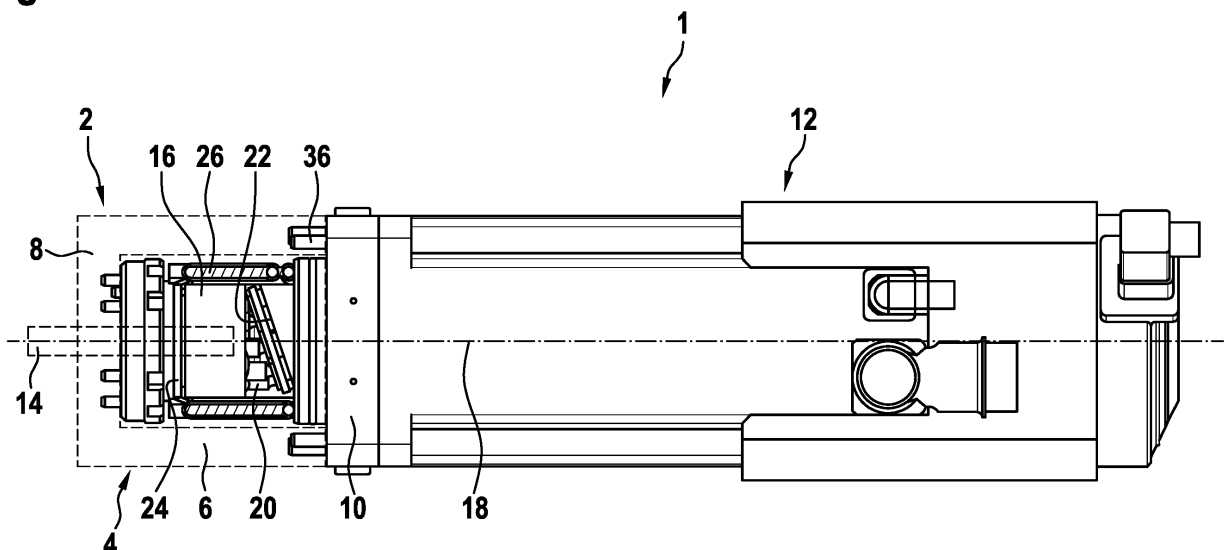
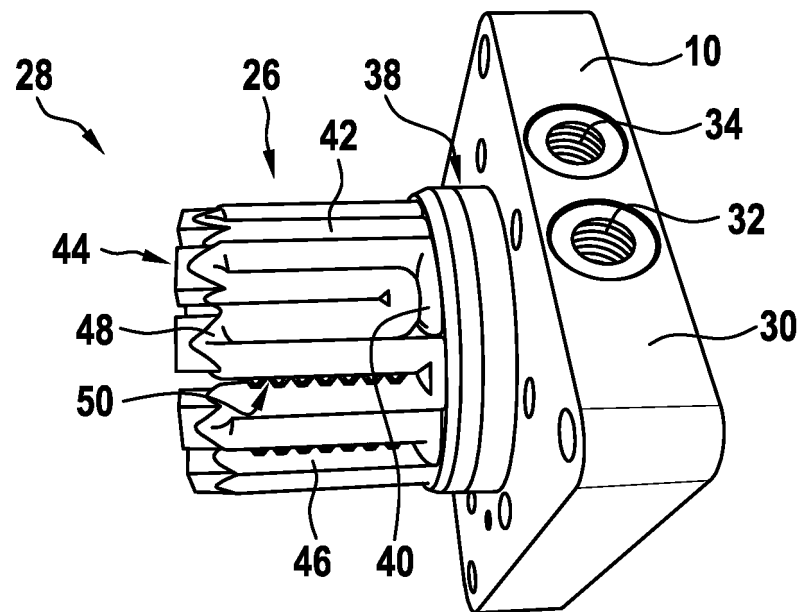


Fig. 2



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Kühlmodul für eine Hydromaschine, gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1, eine Hydromaschine mit diesem, gemäß Anspruch 13 und ein hydraulisches Aggregat mit der Hydromaschine, gemäß Anspruch 14.

[0002] Herzstück eines hydraulischen Kreislaufs ist eine Hydromaschine, insbesondere eine Hydropumpe. Über sie wird mechanische in hydraulische, insbesondere in hydrostatische Energie eines von ihr geförderten Druckmittels gewandelt. Im Falle eines Betriebes als Hydromotor erfolgt die Wandlung in umgekehrter Richtung. Bei Energiewandlung treten Verluste auf, die im Falle des hydraulischen Kreislaufs insbesondere zur Erwärmung des Druckmittels führen. Dabei ist der innerhalb der oder den Hydromaschinen auftretende Verlust für den Großteil der Erwärmung des Druckmittels verantwortlich, ein weitaus kleinerer Teil ist von Strömungsverlusten in Leitungen verursacht. Besonders groß ist die Erwärmung des Druckmittels innerhalb der Hydropumpe.

[0003] Bei konventionellen Lösungen wird die in der Hydropumpe verlustbedingt anfallende thermische Energie vom geförderten Druckmittel in den hydraulischen Kreislauf hinein verschleppt, bis sie mittels einem externen Wärmetauscher als Wärme an ein Kühlmittel abgeführt wird. Hierbei wird die thermische Energie auf ein großes Ölvolumen verteilt, wodurch eine große Menge an Druckmittel umzuwälzen ist, um die Wärme abzuführen. Aufgrund der großen Druckmittelmenge ist aber auch ein ΔT zum rückkühlenden Kühlmittel vergleichsweise klein, sodass der Wirkungsgrad am externen Wärmetauscher klein ist und dessen Wärmeaustauschfläche groß sein muss, was Investitions- und Betriebskosten hochhält.

[0004] Die Druckschriften DE 94 11 163 U1, JPH 08 22 64 12 und DE 27 03 686 zeigen jeweils eine Lösung, bei der die Kühlung mittels der Spülung des Gehäuseinnenraums der Hydropumpe mit Druckmittel erfolgt. Das auf diese Weise aus der Hydropumpe ausgetragene Druckmittel wird in einem gesondert angeordneten Wärmetauscher mit Wasser rückgekühlt wird. Auch hier ist die umzuwälzende Druckmittelmenge groß. Zudem muss die ausgespülte Menge permanent nachgespeist werden, was vorrichtungstechnischen Aufwand mit sich bringt.

[0005] Die Druckschrift CN 106 224 228 zeigt eine Hydraulikpumpe deren Gehäuse von einem Wärmerohr umwickelt ist. Die endgültige Abfuhr der Wärme erfolgt durch Rückkühlung des Mediums des Wärmerohres über ein Wasserbad. Nachteilig an dieser Lösung ist beispielsweise, dass das Wärmerohr durch seine außenseitige Exposition an der Hydropumpe der Beschädigung durch Stoß ausgesetzt ist. Eine verwandte Lösung zeigt die Druckschrift DE 10 2012 000 986 B3, in der ein Kühlmantel für eine Hydropumpe vorgeschlagen wird. Nachteilig hierbei ist, dass eine derartige Kühlmantelkonstruk-

tion vergleichsweise viel Bauraum beanspruchen kann.

[0006] Die auf die Anmelderin zurückgehende Druckschrift EP 37 37 862 A1 zeigt eine als Axialkolbenmaschine ausgestalteten Hydromaschine, in deren Gehäuseinnenraum ein Wärmetauschröhr aufgenommen ist, das sich in einem Ringraum zwischen dem Triebwerk der Axialkolbenmaschine und deren Gehäusemantel wendelförmig oder mäandernd erstreckt. Durch diese Anordnung, derart nah am Ort der Erwärmung, ist das ΔT besonders hoch. Auch ist eine turbulente Verwirbelung einer durch die Leckage im Gehäuseinnenraum vorhandenen Druckmittelmenge aufgrund der rotierenden Arbeitsräume hoch. Bereits einer der beiden genannten Faktoren führt zu einem verbesserten Wärmeübergang, beide zusammen machen den Wärmeübergang besonders effizient. Es reicht daher eine kleine und einfach aufgebaute Wärmeaustauschfläche im Gehäuseinnenraum aus und es ist eine besonders effiziente Kühlung realisiert.

[0007] Solch integrierte Wärmetauschröhre sind allerdings nicht als Standardelemente verfügbar, sondern sind je nach Anwendung mittels Rohrbiegen, Fräsen oder Gießen aufwendig herzustellen. Hinzukommen anschließende Fügeprozesse mittels Lötten oder Verschrauben, wobei stets auf Dichtheit der Fügestellen zu achten ist. Falls aus Bauraumgründen zusätzlich zur Kühlung noch weitere Funktionen angrenzend integriert werden müssen, kann es in diesen Bereichen aufgrund von Festigkeitsanforderungen oder dergleichen zu ungünstigen Werkstoffpaarungen kommen, sofern Werkstoffe abweichend vom Wärmetauschröhr Verwendung finden. Hieraus wiederum resultieren aufgrund verschiedener Wärmeausdehnungskoeffizienten Risiken für die genannte Dichtheit.

[0008] Dem gegenüber liegt der Erfindung die Aufgabe zur Grunde, ein integrierbares Kühlmodul für eine Hydromaschine zu schaffen, das mit weniger Aufwand für eine jeweilige Hydromaschine fertigbar ist. Eine weitere Aufgabe besteht darin, eine Hydromaschine mit integrierter Kühlung zu schaffen, die weniger aufwändig zu fertigen ist und eine dritte Aufgabe ist, ein hydraulisches Aggregat mit einer Hydromaschine mit integrierter Kühlung zu schaffen, das weniger aufwändig zu fertigen ist.

[0009] Die erste Aufgabe wird gelöst durch ein Kühlmodul mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1, die zweite durch eine Hydromaschine mit den Merkmalen des Anspruchs 13 und die dritte durch ein hydraulisches Aggregat mit den Merkmalen des Anspruchs 14.

[0010] Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindungen sind in den jeweils abhängigen Ansprüchen beschrieben.

[0011] Ein Kühlmodul für eine Hydromaschine hat eine Kühleinrichtung, die zur Anordnung in einem Gehäuseinnenraum der Axialkolbenmaschine vorgesehen und ausgestaltet ist. Der Gehäuseinnenraum ist insbesondere radial von einem Gehäuse der Hydromaschine und von einem darin rotierbar angeordneten Triebwerk begrenzt. Das Gehäuse der Hydromaschine kann dabei allein die Gehäusefunktion aufweisen oder es hat weitere

Funktionen, wie beispielsweise integrierte Ventile, oder es ist zudem als Träger für eine Antriebsmaschine oder dergleichen ausgebildet. Insbesondere ist das Gehäuse von einem Steuerblock gebildet, der eine topfartige Ausnehmung aufweist, in die die Kühleinrichtung und das Triebwerk einsetzbar sind. Ein Zulauf der Kühleinrichtung ist mit einem Zulaufkanal und ein Ablauf der Kühleinrichtung ist mit einem Ablaufkanal eines Gehäuseabschnitts des Kühlmoduls, insbesondere fluiddicht, verbunden. Der Gehäuseabschnitt des Kühlmoduls ist insbesondere zur Befestigung am Gehäuse der Hydromaschine, insbesondere zum Verschluss des Gehäuseinnenraums vorgesehen und weist dementsprechend Befestigungsmittel oder -einrichtungen auf, beispielsweise Gewindebohrungen und/oder -bolzen, und/oder Justiermittel zum präzisen Ausrichten. Erfindungsgemäß ist das Kühlmodul zumindest abschnittsweise additiv gefertigt. Insbesondere ist die Kühleinrichtung mit dem Gehäuseabschnitt einstückig ausgebildet.

[0012] Die additive Fertigung ermöglicht es, funktionale Abschnitte des Kühlmoduls, insbesondere eine Wärmeaustauschfläche und/oder ein Strömungsquerschnitt der Kühleinrichtung, nahezu beliebig an der geforderten Funktionalität auszugestalten. So ist eine optimierte Kühlleistung bei gleichzeitig reduziertem Strömungswiderstand eines Kühlmittelstromes der Kühleinrichtung erzielbar.

[0013] In einer bevorzugten Weiterbildung ist das Kühlmodul für eine Hydromaschine ausgestaltet, die als hydrostatische Axialkolbenmaschine ausgebildet ist.

[0014] In diesem Fall erstreckt sich die Kühleinrichtung vorzugsweise umfänglich und insbesondere axial, sodass sie in einen vom Triebwerk und dem Gehäuse der hydrostatischen Axialkolbenmaschine begrenzten Ringraumabschnitt des Gehäuseinnenraums eintauchbar ist.

[0015] Vorzugsweise ist in der Kühleinrichtung ein Kühlmittel einphasig oder zweiphasig angeordnet, insbesondere strömend angeordnet.

[0016] In einer bevorzugten Weiterbildung ist zumindest die Kühleinrichtung zumindest abschnittsweise additiv gefertigt. Insbesondere ist aufgrund der additiven Fertigung eine äußere Gestalt der Kühleinrichtung, ihr Strömungsquerschnitt, ihre Wandungsdicke und / oder ihr Material zumindest in Abhängigkeit der bestimmungsgemäß zu übertragenden Wärme und / oder der bestimmungsgemäßen Temperatur des Druckmittels mit hohem Freiheitsgrad auslegbar.

[0017] Der Gehäuseabschnitt kann zumindest abschnittsweise anderweitig, insbesondere spanend, oder additiv gefertigt sein. Durch eine solche Hybridbauweise sind reduzierte Herstellkosten möglich. Hierzu sind Funktionen des Kühlmoduls nach ihrer Herstellbarkeit gruppiert und in Bauteilzonen zusammengefasst. Solche, die einfach und kostengünstig zerspanend herstellbar sind, wie beispielsweise der Gehäuseabschnitt, insbesondere in Form eines Deckels oder Motor-Pumpenträgers, werden zusammengefasst und entsprechend

spanend gefertigt. Lediglich die durch ihre Komplexität schwierig konventionell herstellbare Kühleinrichtung wird additiv gefertigt. Somit wird die additive Fertigung nur dort genutzt, wo sie technische und kaufmännische Vorteile mit sich bringt.

[0018] In einer Weiterbildung ist der additiv gefertigte an den anderweitig gefertigten Abschnitt des Kühlmoduls additiv angeformt. Auf diese Weise entfällt ein prozesstechnisch schwierig zu beherrschendes und aufwändiges Verbinden der Abschnitte mittels einem gesonderten Fügeverfahren.

[0019] In einer Weiterbildung ist in einem Bereich dieser additiven Anformung der Zulauf mit dem Zulaufkanal und/oder der Ablauf mit dem Ablaufkanal verbunden. Auf diese Weise kann auf Dichtungsmittel, die bei herkömmlicher Fertigung in diesem Bereich vorzusehen wären, verzichtet werden.

[0020] In einer Weiterbildung sind der Gehäuseabschnitt und die Kühleinrichtung aus einem gleichen Material gefertigt, sodass die additive Anformung besonders gut ausbildbar und haltbar ist. Aufgrund der so vermiedenen Paarung unterschiedlicher Werkstoffe ist auch die Problematik unterschiedlicher Wärmeausdehnungskoeffizienten der Abschnitte ausgeschlossen. Ebenso sind es die damit verbundenen Folgeprobleme, insbesondere Leckage oder Kontaktkorrosion.

[0021] Vorzugsweise hat die Kühleinrichtung ein den Zulauf und den Ablauf aufweisendes Wärmetausrohr. Dieses erstreckt sich insbesondere wendelförmig, mäandernd oder ondulierend. Abweichend von dieser Rohrform kann die Kühleinrichtung einen Innenraum mit Labyrinth-, Gitter- oder Siebform oder dergleichen aufweisen.

[0022] Ein Wärmeübergang ist weiter verbessert, wenn sich in einer Weiterbildung die Kühleinrichtung, insbesondere das Wärmetausrohr, in Radialrichtung mit einer oder mit wenigstens zwei Wicklungen oder Lagen erstreckt.

[0023] In einer Weiterbildung ist die Kühleinrichtung zumindest innenseitig oder außenseitig strömungsoptimiert ausgestaltet ist, und/oder sie ist zumindest innenseitig oder außenseitig wärmeübergangsoptimiert ausgestaltet. Beispielsweise sind hierfür über die additive Fertigung Hinterschnitte ausgebildet, die konventionell kaum oder nur mit hohem Aufwand darstellbar sind.

[0024] In einer Weiterbildung sind hierzu einander benachbarte Wendeln, Mäander oder Wellen des Wärmetausrohrs über wenigstens einen additiv gefertigten Steg, eine additiv gefertigte Rippe oder Noppe oder dergleichen verbunden. Solche Strukturen verleihen der Kühleinrichtung zum einen eine höhere Stabilität, zum anderen tragen sie zum besseren Wärmeaustausch und ggf. zur intensiveren oder besseren Umströmung der Kühleinrichtung bei.

[0025] Dieser Effekt ist weiter verbessert, wenn die Kühleinrichtung in einer Weiterbildung außenseitig Steg-, Rippen-, Noppen- oder Hohlkörperfortsätze hat, die sich in den freien Raum, im montierten Zustand des

Kühlmoduls in den Gehäuseinnenraum, erstrecken.

[0026] In einer Weiterbildung des Kühlmoduls weisen distal des Gehäuseabschnitts angeordnete Bogenabschnitte der Mäander oder Wellen gleiche Scheitelhöhen auf, sie ragen somit in montiertem Zustand des Kühlmoduls in axialer Richtung gleich weit in den Gehäuseinnenraum hinein. Um auf spezifische Bauraumbedingungen im Gehäuseinnenraum einzugehen und die zur Verfügung stehende Wärmeaustauschfläche zu maximieren, weisen die Mäander oder Wellen in einer Variante unterschiedliche Scheitelhöhe auf.

[0027] An einem zum Gehäuseabschnitt benachbarten Endabschnitt der Kühleinrichtung weist wenigstens ein Bogenabschnitt der Mäander oder Wellen eine geringere Scheitelhöhe als die anderen auf. Auf diese Weise ist ein Frei- oder Bauraum für eine Funktion nahe dem Gehäuseabschnitt mit dessen Zulaufkanal und Ablaufkanal vorgehalten.

[0028] In einer bevorzugten Weiterbildung erstreckt sich in diesem Frei- oder Bauraum der Zulauf oder der Ablauf der Kühleinrichtung, insbesondere parallel zum Gehäuseabschnitt.

[0029] Eine Hydromaschine hat ein Gehäuse mit einem Gehäuseinnenraum und einem darin um eine Drehachse rotierbar gelagerten Triebwerk. Insbesondere weist das Triebwerk Zylinder-Kolbeneinheiten auf, von denen hydrostatische Arbeitsräume begrenzt sind, die bei Rotation des Triebwerks alternierend mit einem Hochdruck und einem Niederdruck der Hydromaschine verbindbar sind. Im Betrieb der Hydromaschine weist diese eine Leckage von Druckmittel in ihren Gehäuseinnenraum hinein auf. Die Leckage kann beispielsweise aus den Arbeitsräumen nach radial außen direkt in den Gehäuseinnenraum hinein erfolgen, beispielsweise über einen Dichtspalt der Arbeitsräume mit einer Steuerscheibe. Ergänzend oder alternativ kann die Leckage aus den Arbeitsräumen über einen Dichtspalt nach radial innen erfolgen, hin zu einer Triebwelle der Hydromaschine, und über eine Spaltanordnung in den Gehäuseinnenraum geleitet werden. Ergänzend kann in den Gehäuseinnenraum eine Leckageleitung oder ein Leckagekanal münden, über den dem Gehäuseinnenraum, und damit der Kühleinrichtung des Kühlmoduls, ein Leckagevolumenstrom einer externen Komponente zugeführt werden kann. Auf diese Weise kann nicht nur das aus den Arbeitsräumen der Hydromaschine austretende Druckmittel, sondern ergänzend das Druckmittel eines hydraulischen Aggregats gekühlt werden. Erfindungsgemäß ist ein Kühlmodul, das gemäß wenigstens einem Aspekt der vorangegangenen Beschreibung ausgestaltet ist, mit seiner Kühleinrichtung in den vom Gehäuse und dem Triebwerk begrenzten Gehäuseinnenraum eingetaucht und der Gehäuseinnenraum ist zumindest abschnittsweise vom Gehäuseabschnitt des Kühlmoduls begrenzt. Insbesondere ist das Gehäuse über den Gehäuseabschnitt des Kühlmoduls verschließbar, insbesondere verschlossen.

[0030] Das erfindungsgemäße Kühlmodul ist aufgrund

der additiven Fertigung einfach auf die individuellen Gegebenheiten und Geometrien der jeweiligen Hydromaschine angepasst fertigbar. Die damit verbundenen Vorteile wurden bereits im Zuge der Beschreibung des Kühlmoduls dargelegt, sodass auf ihre erneute Nennung verzichtet werden kann.

[0031] Vorzugsweise ist die Hydromaschine als Axialkolbenmaschine, insbesondere in Schrägscheibenbauweise, ausgebildet, wobei Kolben der Zylinder-Kolbeneinheiten an einer gehäusefest angeordneten oder verschwenkbar gelagerten Schrägscheibe gleitend abgestützt sind. Dabei ist das Triebwerk der Axialkolbenmaschine bevorzugt vollumfänglich und axial zumindest abschnittsweise von der Kühleinrichtung umgriffen.

[0032] Auch die Schrägscheibe ist in einer Weiterbildung vollumfänglich und axial zumindest abschnittsweise von der Kühleinrichtung umgriffen.

[0033] Alternativ ist eine Schrägachsenbauweise möglich.

[0034] Der Gehäuseinnenraum erstreckt sich in einer Weiterbildung als Ringraum um die Drehachse, insbesondere überwiegend zylindrisch oder konisch oder oval. Die Drehachse ist von der Kühleinrichtung insbesondere vieleckig, insbesondere vier-, sechs-, acht- oder 10-eckig umgriffen, wobei auch ungerade Eckanzahlen möglich sind.

[0035] Insbesondere ist das Gehäuse von einem Steuerblock gebildet, in dem wenigstens eine Zusatzfunktion, wie beispielsweise ein Steuer- oder sonstiges Ventil, vorgesehen ist.

[0036] Die Hydromaschine kann als Hydropumpe oder als Hydromotor ausgebildet sein oder sie ist als Hydropumpe und als Hydromotor betreibbar ausgebildet.

[0037] Ein hydraulisches Aggregat hat eine Hydromaschine, die gemäß wenigstens einem Aspekt der vorangegangenen Beschreibung ausgebildet ist. Dabei ist deren Gehäuse zumindest mit einer Antriebsmaschine, über die ein Drehmoment an die Axialkolbenmaschine übertragbar ist, fest verbunden.

[0038] In einer Weiterbildung des Aggregates ist die Antriebsmaschine als Elektromaschine ausgestaltet.

[0039] Insbesondere, wenn die Antriebsmaschine fluid- oder wassergekühlt ausgestaltet ist, erweist sich eine Weiterbildung des Aggregats als vorteilhaft, in der die Kühlung der Antriebsmaschine fluidisch mit dem Kühlmodul der Hydromaschine verbunden ist. Dies kann in fluidischer Reihen- oder Parallelschaltung ausgestaltet sein. Das reduziert die Anzahl der Schnittstellen des Aggregates nach außen, sodass das Aggregat einfacher in eine Kundenumgebung integrierbar ist. Eine zusätzliche Verringerung von Schnittstellen nach außen ist durch die folgenden Weiterbildungen möglich.

[0040] Ergänzend ist in einer Weiterbildung ein Druckmittelbehälter, der mit dem Niederdruck der Hydromaschine verbindbar ist, ein Hydrozylinder, der von der Hydromaschine mit Druckmittel versorgbar ist, und/oder ein Steuerblock, insbesondere ein Ventilsteuerblock, über den ein Druckmittelvolumenstrom zur Druckmittel-

versorgung des Hydrozylinders steuerbar ist, mit dem Gehäuse der Hydromaschine fest verbunden.

[0041] Über ein derartiges Aggregat ist ein äußerst kompakter hydraulischer Linearantrieb mit integrierter Antriebsmaschine, integrierter Steuerung und integrierter Kühlung ausbildbar.

[0042] Besonders kompakt ist das Aggregat ausgebildet, wenn das Gehäuse der Hydromaschine, wie bereits weiter oben erwähnt, von dem Steuerblock gebildet ist, der nicht nur hydraulische Steuerfunktionen wie Steuer-
ventile und Druckmittelkanäle und dergleichen trägt, sondern der auch als Trägerbauteil dient, wobei an ihm die genannten Komponenten des Aggregates angeflanscht oder befestigt sind. Auf diese Weise sind Schnittstellen innerhalb eines Umfangs des Aggregats bauraumsparend untergebracht und zudem ist eine Anzahl der Schnittstellen des Aggregats nach außen stark reduzierbar.

[0043] In einer Weiterbildung mündet ein Niederdruckkanal des Aggregates, mit dem Leckageräume genannter Komponenten fluidisch verbindbar oder verbunden sind, in den Gehäuseinnenraum. Auf diese Weise kann auch die Leckage dieser Komponenten der im Gehäuse der Hydromaschine angeordneten Kühleinrichtung zugeführt und darüber gekühlt werden.

[0044] Je ein Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Kühlmoduls, einer erfindungsgemäßen Axialkolbenmaschine, sowie eines erfindungsgemäßen Aggregats ist in den Zeichnungen dargestellt. Anhand der Figuren dieser Zeichnungen wird die Erfindung nun näher erläutert.

[0045] Es zeigen:

Figur 1 ein hydrostatisches Aggregat mit einer als Axialkolbenmaschine ausgebildeten Hydromaschine und einer hydraulischen Achse gemäß einem Ausführungsbeispiel, in einer teilgeschnittenen Seitenansicht,

Figur 2 ein Kühlmodul der Axialkolbenmaschine gemäß Figur 1 in teilperspektivischer Ansicht,

Figur 3 das Kühlmodul gemäß Figur 2 in teilperspektivischer und teilgeschnittener Ansicht,

Figur 4 das Kühlmodul gemäß Figur 2 und 3 in einem Längsschnitt, und

Figur 5 einen Querschnitt des Kühlmoduls in perspektivischer Darstellung.

[0046] Gemäß Figur 1 hat ein hydraulisches Aggregat 1 eine als hydrostatische Axialkolbenpumpe 2 ausgebildete Hydromaschine mit einem topfförmigen Gehäuse 4 mit einem Gehäusemantel 6, der stirnseitig einerseits einen Topfboden 8 aufweist und andererseits von einem deckelförmigen Gehäuseabschnitt 10 verschlossen ist. Der Gehäuseabschnitt 10 ist mit einem Zylindergehäuse einer Linearachse 12 verbunden. Im Gehäuse 4 ist über Wälzlager (nicht dargestellt) eine Triebwelle 14 drehbar gelagert. Drehfest mit der Triebwelle 14 verbunden ist eine Zylindertrommel 16, in die entlang einem konzent-

risch zur Drehachse 18 angeordneten Teilkreis eine Vielzahl von Zylinderbohrungen parallel zur Drehachse 18 eingebracht ist. In der jeweiligen Zylinderbohrung ist ein hydrostatischer Arbeitskolben 20 axialverschieblich geführt und seitens des Gehäuseabschnitts 10 an einer fest an diesem angeordneten Schrägscheibe 22 gleitend abgestützt. Gegenüberliegend ist zwischen der Zylindertrommel 16 und dem Topfboden 8 eine von Durchgangsausnehmungen (nicht dargestellt) durchsetzte Steuerscheibe 24 angeordnet. Die Durchgangsausnehmung (Drucknieren) sind dabei in Druckmittelverbindung mit einem am Topfboden 8 ausgebildeten Hochdruckanschluss und einem Niederdruckanschluss (nicht dargestellt). Auf eine weitere Erläuterung des grundlegenden Aufbaus der Axialkolbenmaschine 2 kann an dieser Stelle verzichtet werden, da dieser Maschinentyp hinlänglich aus dem Stand der Technik bekannt ist.

[0047] Darüber hinaus ist in einem vom Gehäusemantel 6 und der Zylindertrommel 16 begrenzten Ringraum eine von Kühlmittel durchströmbare, hohle Kühleinrichtung 26 zur Abfuhr thermischer Energie aus dem Gehäuse 4 angeordnet. Diese umgreift die Zylindertrommel 16 vollumfänglich und dient der Kühlung von in den Gehäuseinnenraum aufgrund von Leckage gelangendem Druckmittel. Wie bereits erwähnt liegt der heißeste und verlustbehaftetste Punkt in einem hydraulischen Kreislauf in der hydrostatischen Axialkolbenmaschine 2. Dementsprechend weist auch das genannte Druckmittel dort die höchste Temperatur auf. Durch die im Ringraum angeordnete Kühleinrichtung 26 wird die thermische Energie genau an diesem Punkt an ein darin strömendes Kühlmittel, beispielsweise Wasser, übertragen. Dadurch ist ein ΔT an dieser Stelle sehr hoch und der Wärmeübergangskoeffizient α ebenfalls. Damit kann auf kleiner Wärmetauscherfläche eine große Wärmemenge übertragen werden. In Folge entfällt ein bedeutend größerer Wärmetauscher, der extern zur Verfügung gestellt werden müsste. Aufgrund ihrer additiven Fertigung weist die Kühleinrichtung 26 eine optimierte Geometrie bezüglich Strömungsdruckverlust und Wärmeübertragung auf und kann so besonders kompakt ausgestaltet sein. Die Kühleinrichtung 26 besteht aus dem gleichen Material, wie der Gehäuseabschnitt 10 und ist an diesen additiv angeformt, das heißt additiv mit diesem verbunden. Der Gehäuseabschnitt 10 ist wiederum kostengünstig spanend gefertigt, da seine Geometrie keine komplexen Formen aufweisen muss, sondern lediglich eine hohe Festigkeit.

[0048] Das Gehäuse 4 mit einem Gehäusemantel 6 und einem Gehäuseboden oder Topfboden 8 ist im gezeigten Ausführungsbeispiel von einem Steuerblock des Aggregats 1 gebildet, der insbesondere Steuerventile und einen Motor-Pumpenträger (nicht dargestellt) trägt. Die Axialkolbenmaschine 2, der Steuerblock, das Kühlmodul 28, beziehungsweise 10, 26, der Motor-Pumpenträger und die Achse 12 sind somit zu einem extrem kompakten Bauteil mit minimalem Bauraumbedarf aggregiert.

[0049] Der Gehäuseabschnitt 10 bildet zusammen mit der Kühleinrichtung 26 ein einstückiges Kühlmodul 28, dessen Aufbau in den Figuren 2 bis 5 näher erläutert wird.

[0050] Gemäß Figur 2 münden an einer Randseite 30 des spanend gefertigten, plattenförmigen Gehäuseabschnitts 10 ein Zulaufkanal 32 und ein Ablaufkanal 34 zur Kühlmittelversorgung der Kühleinrichtung 26. Das Kühlmittel kann Wasser oder ein anders geeignetes Fluid sei. Beide 32, 34 sind jeweils mit einem Innengewinde zur Aufnahme von Anschlussbuchsen versehen. In Axialrichtung ist der plattenförmige Gehäuseabschnitt 10 von Durchgangsbohrungen durchsetzt, die für Befestigungsbolzen 36 (vgl. Figur 1) der Achse 12 vorgesehen sind.

[0051] Mittig aus einem plattenförmigen Grundkörper des Gehäuseabschnitts 10 erstreckt sich ein im gezeigten Ausführungsbeispiel zylindrischer Sockel 38, an dem die Kühleinrichtung 26 angesetzt ist. Diese ist als mäanderndes Wärmetauschröhr ausgestaltet, dessen Zulauf 40 mit dem Zulaufkanal 32 und dessen Ablauf 42 mit dem Ablaufkanal 34 verbunden ist. Mäander 44 der Kühleinrichtung erstrecken sich axial mit parallelen Längsabschnitten 46, wobei benachbarte Längsabschnitte 46 wechselweise distal und proximal über einen Bodenabschnitt 48 verbunden sind.

[0052] Wenigstens zwei benachbarte Längsabschnitten 46 sind, insbesondere zur Erhöhung der Festigkeit und/oder zur Verbesserung des Wärmeübergangs, über eine Reihe Streben 50, im gezeigten Ausführungsbeispiel mit abwechselndem Strebenwinkel, verbunden.

[0053] Figur 3 zeigt einen Längsschnitt durch das Kühlmodul 28, lateral versetzt zu einer Mittelachse der Kühleinrichtung und in perspektivischer Ansicht. Gut zu erkennen ist hierbei insbesondere eine Schnittstelle oder ein Übergang 52 vom spanend gefertigten, plattenförmigen Gehäuseabschnitt 10 zur additiv gefertigten Kühleinrichtung 26, also dem mäandernden Wärmetauschröhr.

[0054] Des Weiteren gibt die Ansicht den Blick frei auf sich an den Bogenabschnitten 48 nach axial erstreckenden Hohlkörperfortsätze 54. Diese haben eine Quaderform mit zwei nach axial offenen Kammern 56 und vergrößern die Wärmeaustauschfläche der Kühleinrichtung 26. Aufgrund der additiven Fertigung sind an dieser Stelle hohe Freiheitsgrade im Design der Kühleinrichtung 26, sowohl den inneren Strömungsquerschnitt betreffend als auch außenseitig hin zum Gehäuseinnenraum, gegeben.

[0055] Figur 4 zeigt einen Längsschnitt des Kühlmoduls 28. Der Gehäuseabschnitt 10 hat eine sich axial erstreckende, stufenzylindrische Durchgangsausnehmung 58, in die die Schrägscheibe 22 gemäß Figur 1 drehfest einsetzbar ist. Die Schnittstelle 52, an der der spanend gefertigte Abschnitt 10, 38 des Kühlmoduls 28 in den additiv gefertigten Abschnitt 26 übergeht, ist hier gut zu erkennen. Die Position der Schnittstelle 52 kann natürlich, an spezifische Anforderungen angepasst und nach jeweiliger Funktion und deren Herstellbarkeit grup-

piert, anders gewählt sein.

[0056] Eine solche Möglichkeit zeigt die Figur 5. Hier ist eine Schnittstelle 52', an der der spanend gefertigte Gehäuseabschnitt 10 in die additiv gefertigte Kühleinrichtung 26 übergeht, um eine Distanz von einer Stirnseite 60 des Gehäuseabschnitts 10 versetzt angeordnet.

[0057] Zudem sind auf einem Teilkreis angeordnete, nierenförmige Sockel 62 spanend gefertigt, an denen Bogenabschnitte der Kühleinrichtung 26 ansetzen (nicht dargestellt).

[0058] Offenbart ist ein Kühlmodul für eine Hydromaschine, dessen durchströmbare Kühleinrichtung einstückig mit einem zur Befestigung ausgelegten Grundkörper des Kühlmoduls gebildet ist, und das zumindest abschnittsweise additiv gefertigt ist, wobei die Kühleinrichtung zur Anordnung, insbesondere zum Einsetzen oder Eintauchen, in ein Gehäuse der Hydromaschine, zwischen deren Triebwerk und dem Gehäuse, vorgesehen ist.

[0059] Offenbart ist weiterhin eine Hydromaschine mit einem derartigen Kühlmodul, wobei vom Grundkörper ein Gehäuseabschnitt der Hydromaschine gebildet ist, insbesondere ein Gehäusedeckel oder Flansch. Des Weiteren ist ein hydrostatisches Aggregat mit der Hydromaschine offenbart, wobei fest mit deren Gehäuse, eine Antriebsmaschine, insbesondere Elektromaschine, verbunden ist.

Bezugszeichenliste:

[0060]

1	hydraulisches Aggregat
2	Axialkolbenpumpe
4	Gehäuse
6	Gehäusemantel
8	Topfboden
10	Gehäuseabschnitt
12	hydraulische Achse
14	Triebwelle
16	Zylindertrommel
18	Drehachse
20	Arbeitskolben
22	Schrägscheibe
24	Steuerscheibe
26	Kühleinrichtung
28	Kühlmodul
30	Randseite
32	Zulaufkanal
34	Ablaufkanal
36	Befestigungsbolzen
38, 38'	Sockel
40	Zulauf
42	Ablauf
44	Mäander/Welle
46	Längsabschnitt
48	Bodenabschnitt
50	Streben

52, 52'	Schnittstelle
54	Hohlraumfortsatz
56	Kammer
58	Durchgangsausnehmung
60	Stirnseite
62	Sockel

Patentansprüche

1. Kühlmodul für eine Hydromaschine (2), das eine Kühleinrichtung (26) hat, die zumindest abschnittsweise in einen Gehäuseinnenraum, der von einem Gehäuse (6) und einem darin rotierbarem Triebwerk (16) der Hydromaschine (2) begrenzt ist, eintauchbar ist, wobei ein Zulauf (40) der Kühleinrichtung (26) mit einem Zulaufkanal (32) eines Gehäuseabschnitts (10) und ein Ablauf (42) der Kühleinrichtung (26) mit einem Ablaufkanal (34) des Gehäuseabschnitts (10) verbunden sind, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Kühlmodul (28) zumindest abschnittsweise additiv gefertigt ist.
2. Kühlmodul nach Anspruch 1, wobei sich die Kühleinrichtung umfänglich erstreckt, sodass von ihr das Triebwerk zumindest abschnittsweise umgreifbar ist.
3. Kühlmodul nach Anspruch 1 oder 2, wobei der Gehäuseabschnitt (10) und die Kühleinrichtung (26) aus einem gleichen Material gefertigt sind.
4. Kühlmodul nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei die Kühleinrichtung (26) zumindest abschnittsweise additiv und der Gehäuseabschnitt (10) zumindest abschnittsweise anderweitig, insbesondere spannend, gefertigt sind.
5. Kühlmodul nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Kühleinrichtung (26) ein den Zulauf (40) und den Ablauf (42) aufweisendes Wärmetausrohr hat, das sich wendelförmig, mäandernd oder ondulierend erstreckt.
6. Kühlmodul nach Anspruch 5, wobei benachbarte Wendeln, Mäander oder Wellen des Wärmetausrohres über wenigstens einen Steg (50), eine Rippe, Noppe oder dergleichen verbunden sind.
7. Kühlmodul nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Kühleinrichtung (26) außenseitig Steg-, Rippen-, Noppen- oder Hohlkörperfortsätze (54) hat.
8. Kühlmodul zumindest nach Anspruch 5 oder 6, wobei distal des Gehäuseabschnitts (10) angeordnete Bogenabschnitte (48) der Mäander oder Wellen gleiche Scheitelhöhen aufweisen.
9. Kühlmodul zumindest nach Anspruch 5, 6 oder 8, wobei wenigstens einer von benachbart zum Gehäuseabschnitt angeordneten Bogenabschnitten der Mäander oder Wellen eine dort geringere Scheitelhöhe aufweist.
10. Kühlmodul nach Anspruch 9, wobei sich zwischen dem Bogenabschnitt mit geringerer Scheitelhöhe und dem Gehäuseabschnitt (10) der Zulauf (40) oder Ablauf erstreckt.
11. Kühlmodul nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Kühleinrichtung (26) zumindest innenseitig strömungsoptimiert ausgestaltet ist, und/oder wobei die Kühleinrichtung (26) zumindest innenseitig oder außenseitig wärmeübergangsoptimiert ausgestaltet ist.
12. Kühlmodul nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Kühleinrichtung (26), insbesondere zur Strömungs- und/oder Wärmetauschoptimierung, Hinterschnitte aufweist.
13. Hydromaschine mit einem Gehäuse (4, 6, 8) mit einem Gehäuseinnenraum und einem darin um eine Drehachse (18) rotierbar gelagerten Triebwerk (16), und mit einer Leckage von Druckmittel in den Gehäuseinnenraum im bestimmungsgemäßen Betrieb der Hydromaschine (2), wobei ein Kühlmodul (28), das gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche ausgestaltet ist, mit seiner Kühleinrichtung (26) in den Gehäuseinnenraum eingetaucht ist, und wobei der Gehäuseinnenraum vom Gehäuseabschnitt (10) des Kühlmoduls (28) abschnittsweise begrenzt ist.
14. Hydraulisches Aggregat mit einer Hydromaschine (2) gemäß Anspruch 13, mit deren Gehäuse (4, 6, 8) eine Antriebsmaschine fest verbunden ist.
15. Aggregat nach Anspruch 14, wobei die Antriebsmaschine fluidgekühlt ausgestaltet ist und eine Kühleinrichtung der Antriebsmaschine und die Kühleinrichtung des Kühlmoduls der Hydromaschine fluidisch verbunden sind.

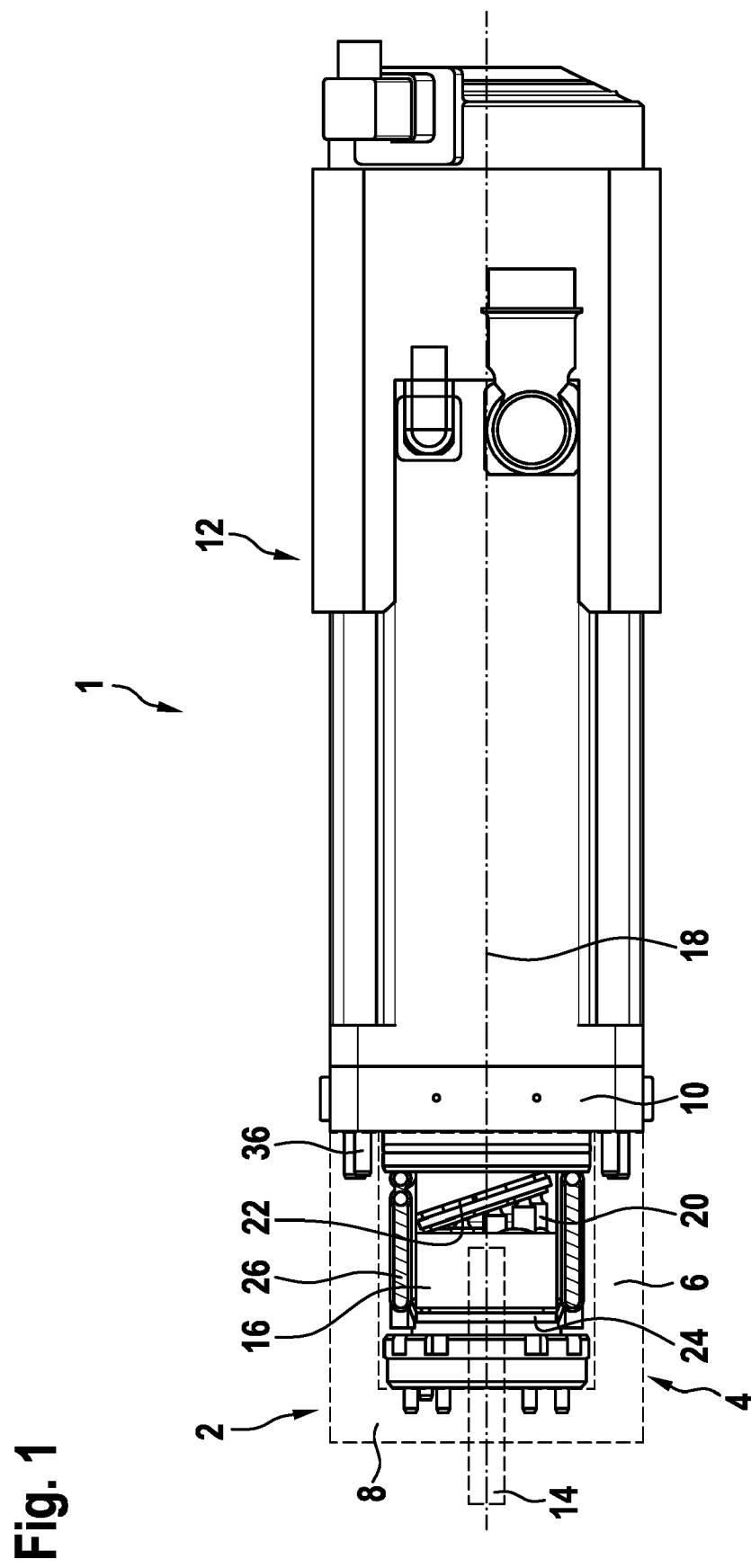


Fig. 2

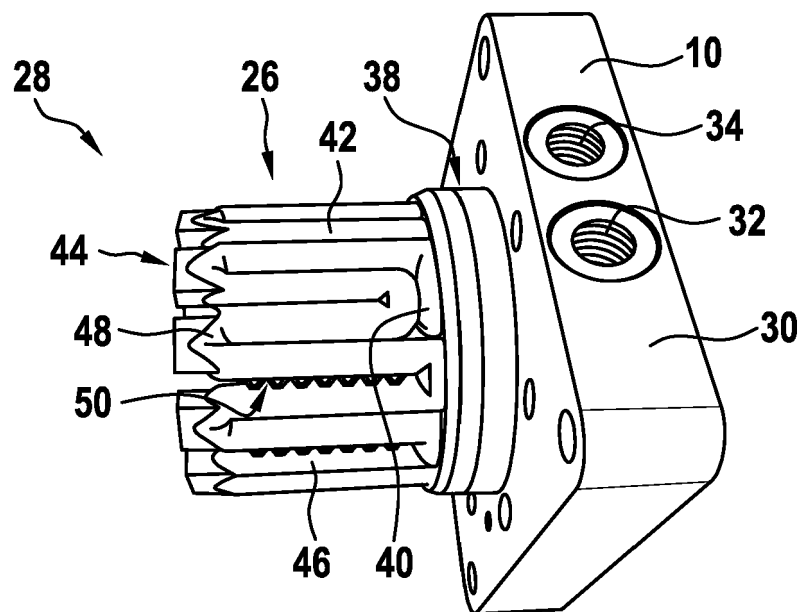


Fig. 3

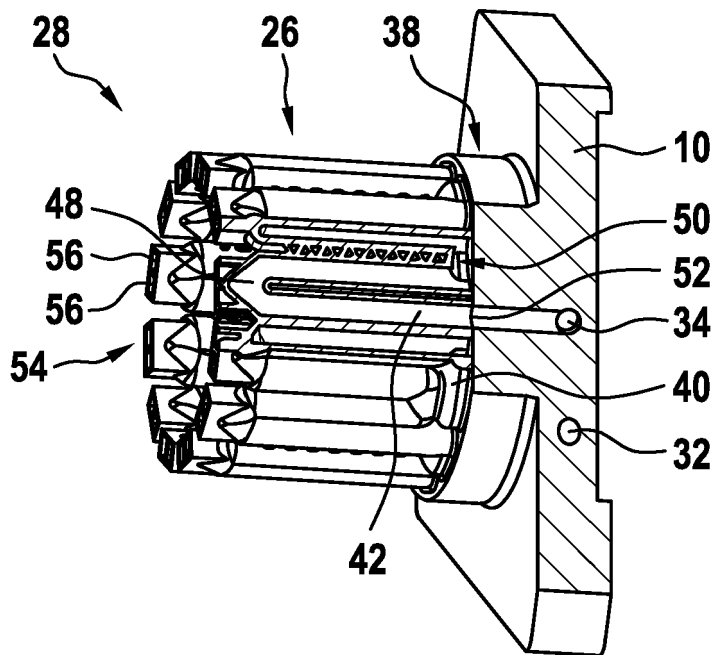


Fig. 4

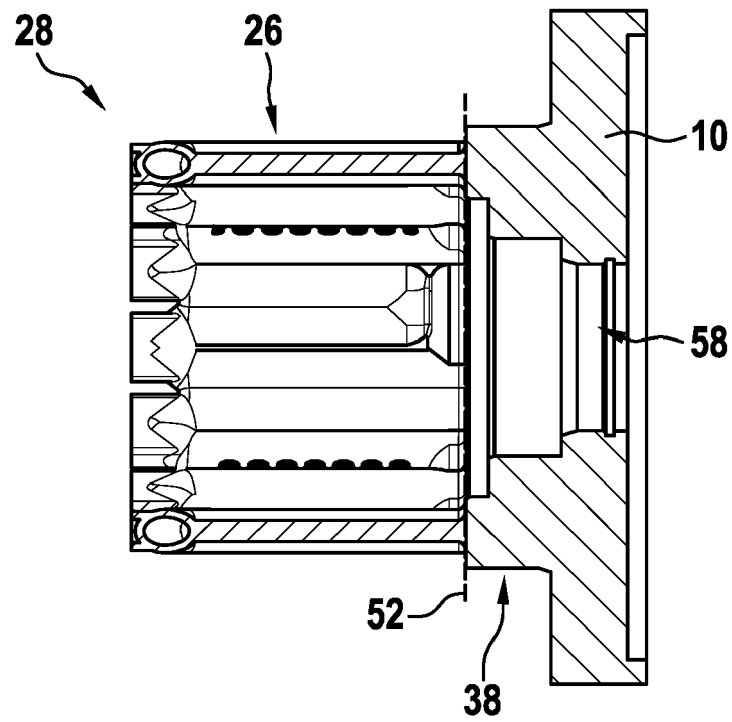
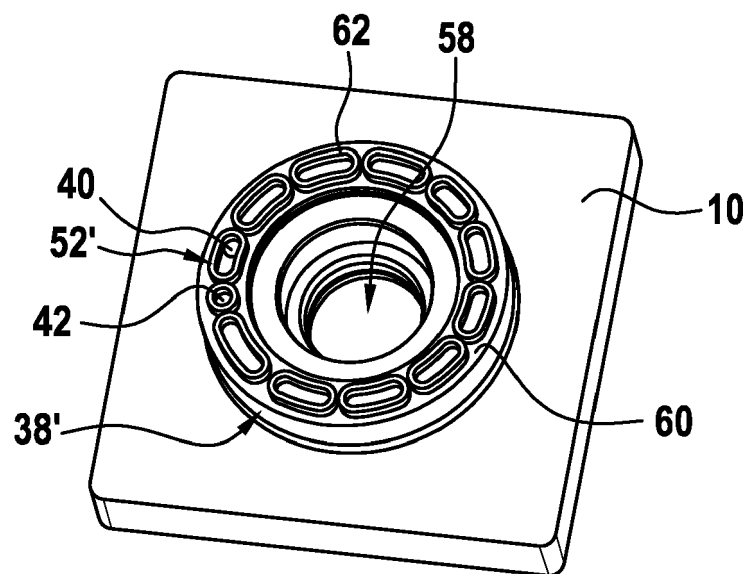


Fig. 5





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 22 16 0386

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

1

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X, D	EP 3 737 862 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 18. November 2020 (2020-11-18) * Seite 8, Zeile 33 - Seite 9, Zeile 9; Abbildungen 2,3,8 * * Seiten 10-18 *	1-15	INV. F03C1/06 F04B1/20 F04B1/2014 F04B53/22 F04B53/08
A	DE 10 2018 200930 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 25. Juli 2019 (2019-07-25) * das ganze Dokument *	1-15	
A, D	DE 10 2012 000986 B3 (ARBURG GMBH & CO KG [DE]) 23. Mai 2013 (2013-05-23) * das ganze Dokument *	1-15	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F03C F04B
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 23. Juni 2022	Prüfer Olona Laglera, C
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 : nichtschriftliche 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			

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

EP 22 16 0386

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente 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.

23-06-2022

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
15	EP 3737862	A1	18-11-2020	CN 111566346 A		21-08-2020
				DE 102018200345 A1		11-07-2019
				EP 3737862 A1		18-11-2020
				US 2020340460 A1		29-10-2020
				WO 2019137862 A1		18-07-2019

20	DE 102018200930	A1	25-07-2019	CN 110067744 A		30-07-2019
				DE 102018200930 A1		25-07-2019

	DE 102012000986	B3	23-05-2013	DE 102012000986 B3		23-05-2013
				EP 2804737 A1		26-11-2014
				WO 2013107648 A1		25-07-2013

25						
30						
35						
40						
45						
50						
55						

EPO FORM P0461

EPO FORM P0461

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

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 9411163 U1 **[0004]**
- JP H08226412 B **[0004]**
- DE 2703686 **[0004]**
- CN 106224228 **[0005]**
- DE 102012000986 B3 **[0005]**
- EP 3737862 A1 **[0006]**