



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
15.02.2023 Patentblatt 2023/07

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
B22D 11/053 ^(2000.01) **B22D 11/16** ^(1974.07)
F15B 9/03 ^(1968.09) **F15B 11/17** ^(1995.01)
F15B 21/12 ^(1968.09)

(21) Anmeldenummer: **22178446.5**

(22) Anmeldetag: **10.06.2022**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
B22D 11/053; B22D 11/166; F15B 9/03;
F15B 11/17; F15B 21/12

(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: **Primetals Technologies Austria GmbH**
4031 Linz (AT)

(72) Erfinder: **Mikota, Josef**
4210 Gallneukirchen (AT)

(74) Vertreter: **Metals@Linz**
Primetals Technologies Austria GmbH
Intellectual Property Upstream IP UP
Turmstraße 44
4031 Linz (AT)

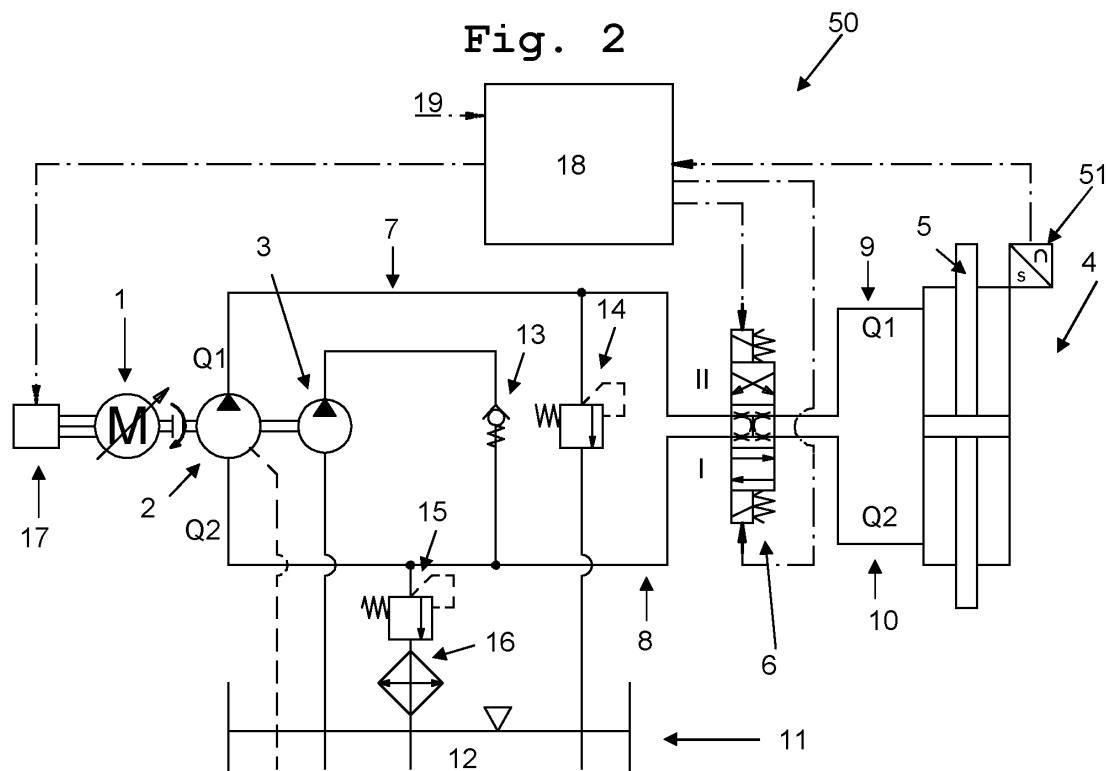
(30) Priorität: **22.06.2021 AT 505062021**

(54) **HYDRAULIKANTRIEB FÜR DIE OSZILLATION EINER KOKILLE EINER STRANGGIESSMASCHINE**

(57) Die Erfindung betrifft einen kompakten, energiesparenden und hochdynamischen Hydraulikantrieb (50) für die Oszillation einer Kokille (30) einer Stranggießmaschine. Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, einen derartigen Hydraulikantrieb zu finden, sodass der Antrieb

energiesparend, kompakt und hochdynamisch ist, sowie auf hydraulische Druckspeicher entweder vollständig oder zumindest weitgehend verzichtet werden kann. Die Lösung erfolgt durch einen Hydraulikantrieb (50) nach Anspruch 1 oder 2.

Fig. 2



Beschreibung

Gebiet der Technik

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft das technische Gebiet des Stranggießens. Auf einer Stranggießmaschine wird flüssiges Metall, z.B. eine Stahl- oder Aluminiumschmelze, zu einem Strang vergossen. Die Erstarrung des flüssigen Metalls beginnt in einer in Gießrichtung beidseitig offenen Kokille, wobei das flüssige Metall durch eine Kühlung der Kokille - auch Primärkühlung bezeichnet - abgekühlt wird und sich ein teilerstarter Strang mit einer dünnen Strangschale ausbildet. Die Wand bzw. die Wände der Kokille werden dabei durch ein flüssiges Kühlmittel, bspw. Kühlwasser, abgekühlt. Der teilerstartete Strang wird aus der Kokille mit einer Gießgeschwindigkeit ausgezogen und in der der Kokille nachfolgenden Strangführung gestützt, geführt und weiter abgekühlt. Die Kühlung des Strangs in der Strangführung wird als Sekundärkühlung bezeichnet. Nach der vollständigen Durcherstarrung wird der Strang entweder auf Raumtemperatur abgekühlt oder warm bzw. heiß weiteren Verarbeitungsschritten zugeführt.

[0002] Um das Anhaften der dünnen Strangschale an der Wand (z.B. ein Kokillenrohr) bzw. an den Wänden (z.B. Platten) der Kokille zu verhindern, wird die Kokille in Gießrichtung periodisch oszilliert. Typischerweise erfolgt die Oszillation in vertikaler Richtung oder einem Radius der Kokille folgend im Wesentlichen in vertikaler Richtung. Während des Stranggießens wird der Gießspiegel des flüssigen Metalls in der Kokille (Meniskus genannt) typischerweise mit Gießpulver abgedeckt. Das Gießpulver hat u.a. die Funktion, das flüssige Metall thermisch zu isolieren, vor Oxidation zu schützen und zudem den teilerstarteten Strang in der Kokille zu schmieren. Um die Schmierung des Strangs sicherzustellen, ist es manchmal gewünscht, dass die Geschwindigkeit des periodischen Hubverlaufs bei der Abwärtsbewegung der Kokille zumindest abschnittsweise schneller ist als die Gießgeschwindigkeit. Der zeitliche Anteil der Hubbewegung wird Englisch als sog. "*negative strip time*" bezeichnet. Außerdem dazu soll der zeitliche Verlauf des Wegs bzw. der Geschwindigkeit der Kokille, die Amplitude des Wegs, die Frequenz etc. genau einstellbar sein.

[0003] Da der zeitliche Verlauf der Kokillenoszillation einen wesentlichen Einfluss auf die Qualität des Strangs hat (siehe z.B. J. CIBULKA et al.: IMPACT OF OSCILLATION PARAMETERS ON SURFACE QUALITY OF CAST BILLETS, Arch. Metall. Mater., Vol. 61 (2016), No 1, p. 283-288, DOI: 10.1515/amm-2016-0054) sind die Kokillenoszillation sowie die Güte des Oszillationsantriebs wichtig für das Stranggießen.

Stand der Technik

[0004] Kokillen von Stranggießanlagen werden nach dem Stand der Technik typischerweise durch hydraulische Oszillationsantriebe oszilliert. Außerdem sind elek-

tromechanische Antriebe für die Kokillenoszillation bekannt.

[0005] In den allermeisten Fällen werden hydraulische Oszillationsantriebe im offenen Kreis betrieben (siehe z.B. CN202398792 U). Dabei wird eine Hydraulikpumpe mit konstantem oder variablem Fördervolumen in einer Drehrichtung typischerweise mit einer konstanten Drehzahl angetrieben und der von der Pumpe erzeugte Volumenstrom eines Druckmediums wird auf konstantem Druck (auch Nenndruck genannt) gehalten, z.B. zwischen 100 und 400 bar. Die Einstellung des Hub- bzw. Geschwindigkeitsverlaufs der Kokille sowie der Oszillationsrichtung erfolgt durch ein Regel- bzw. Servoventil, das einen oder mehrere, mit der Kokille verbundene Hydraulikzylinder antreibt. Nachteilig daran ist, dass die Drehzahl der Hydraulikpumpe für einen maximal auftretenden Volumenstrom ausgelegt ist und nicht verwendeter Volumenstrom vom konstantem Nenndruck in den Tank abgedrosselt werden muss. Dadurch wird sehr viel Energie verschwendet; außerdem wird das Druckmedium stark erwärmt, sodass die Wärme durch zusätzliche Kühlungen abgeführt werden muss. Außerdem wird das Druckmedium thermisch stark belastet und auch die Kühlungen sind energieintensiv. Nachdem die Hydraulikpumpe bei einer Stranggießmaschine typischerweise in einem eigenen Hydraulikraum angeordnet ist, der zu meist weit von der Kokille entfernt ist, muss das Hydraulikfluid über lange Leitungen bzw. Rohre zum Ventil und in weiterer Folge zum Hydraulikzylinder geführt werden. Da die bauliche Situation von Anlage zu Anlage verschieden ist, kann die Verschlauchung bzw. -rohrung von der Hydraulikpumpe zum Regel- bzw. Servoventil meistens nicht vormontiert werden und ist daher teuer. Aufgrund der langen Leitungslängen neigt das Hydrauliksystem zu Schwingungen, wodurch die Dynamik eingeschränkt wird.

[0006] Aus der WO 15/121829 A1 ist ein hydraulischer Oszillationsantrieb für eine Kokille einer Stranggießanlage bekannt, die im geschlossenen Kreis betrieben wird. Hierbei wird eine Hydraulikpumpe 9 drehzahlvariabel in beiden Drehrichtungen angetrieben, sodass die Hydraulikpumpe stets nur jenen Volumenstrom fördert, der von einem die Kokille oszillierenden Hydraulikzylinder 21 abgenommen wird. Obwohl der Hydraulikantrieb energiesparend ist, ist daran nachteilig, dass etwaige Leckagen im Hydrauliksystem und/oder durch den Differenzialzylinder (mit unterschiedlichen Flächen auf der Kolben- und Stangenseite des Hydraulikzylinders) bedingte unterschiedliche Volumenströme bei der Aufwärts- und Abwärtsrichtung des Hydraulikzylinders durch einen oder mehrere Druckspeicher 27 ausgeglichen werden müssen. Um einen längeren, ununterbrochenen Betrieb des Oszillationsantriebs zu erlauben, müssen die Speicher ein großes Volumen aufweisen. Bekanntlich sind Druckspeicher je nach max. Druck und nach Volumen gemäß der Druckgeräterichtlinie (in der EU die Richtlinie 2014/68/EU; außerhalb der EU existieren ähnliche Regelungen) jährlich wiederkehrend zu überprüfen. Außer-

dem geht von Druckspeichern je nach Nenndruck und Volumen ein nicht unbeträchtliches Gefährdungspotenzial, insbesondere bei der Inbetrieb- als auch der Außerbetriebsetzung der Hydraulikanlage, aus. Ein weiterer Nachteil besteht darin, dass sich das Verhalten der Hydraulikpumpe beim Richtungswechsel (d.h. beim Durchgang der Drehzahl von einer Drehrichtung auf eine andere Drehrichtung) stark vom "normalen" Verhalten bei einer Drehrichtung unterscheidet. Dadurch wird das dynamische Verhalten des Oszillationsantriebs negativ beeinträchtigt.

[0007] Wie ein existierender hydraulischer Oszillationsantrieb für eine Kokille einer Stranggießanlage abzuändern ist, sodass der Antrieb energiesparend, kompakt und hochdynamisch ist, sowie auf hydraulische Druckspeicher entweder vollständig verzichtet oder zumindest das Produkt von Nenndruck und Volumen minimiert werden kann, geht aus dem Stand der Technik nicht hervor. Durch diese Maßnahmen sollen die Inbetrieb- und Außerbetriebsetzung der Hydraulikanlage erleichtert, das Gefahrenpotenzial verringert und die Wartungskosten reduziert werden. Schließlich soll der hydraulische Oszillationsantrieb eine ähnlich gute Dynamik aufweisen, wie Antriebe, die im offenen Kreis betrieben werden. Dadurch soll es möglich sein, auf der Stranggießanlage kostengünstig hochqualitative Stränge aus Stahl zu erzeugen.

Zusammenfassung der Erfindung

[0008] Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, einen hydraulischen Oszillationsantrieb für eine Kokille einer Stranggießanlage zu finden, sodass der Antrieb energiesparend, kompakt und hochdynamisch ist, sowie auf hydraulische Druckspeicher entweder vollständig oder zumindest weitgehend verzichtet werden kann. Schließlich soll der Oszillationsantrieb eine ähnlich gute Dynamik aufweisen, wie Antriebe, die im offenen Kreis betrieben werden. Dadurch soll es möglich sein, auf der Stranggießanlage mit dem erfindungsgemäßen hydraulischen Oszillationsantrieb kostengünstig hochqualitative Stränge zu erzeugen.

[0009] Die Vorrichtungen betreffenden Aspekte der Erfindung werden jeweils durch die Hydraulikantriebe zum Oszillieren einer Kokille einer Stranggießmaschine nach den Ansprüchen 1 und 2 gelöst.

[0010] Der Hydraulikantrieb zum Oszillieren einer Kokille einer Stranggießmaschine nach Anspruch 1 umfasst:

- eine Stelleinrichtung und einen drehzahlvariablen Elektromotor, wobei die Stelleinrichtung zur Drehzahleinstellung des Elektromotors ausgebildet ist;
- eine nicht-reversible hydraulische Hauptpumpe mit einem konstanten Fördervolumen, wobei der Elektromotor die Hauptpumpe in einer Drehrichtung antreibt, wobei die Hauptpumpe einen ersten Druckanschluss und einen zweiten Druckanschluss auf-

weist, und die Hauptpumpe über den ersten Druckanschluss einen ersten Volumenstrom Q1 abgibt,

- einen Hydraulikzylinder mit einem ersten Druckanschluss, einem zweiten Druckanschluss und zumindest einer Kolbenstange, wobei die Kolbenstange die Kokille oszillieren kann,
- ein 4/2-Wege Hydraulikventil zur Richtungsumschaltung des Hydraulikzylinders, wobei das Hydraulikventil versorgungsseitig über eine erste Leitung mit dem ersten Druckanschluss der Hauptpumpe und über eine zweite Leitung mit dem zweiten Druckanschluss der Hauptpumpe verbunden ist und das Hydraulikventil verbraucherseitig über eine dritte Leitung und eine vierte Leitung mit den zwei Druckanschlüssen des Hydraulikzylinders verbunden ist,
- einen Tank zur Aufnahme eines hydraulischen Druckmediums, und
- eine hydraulische Speisepumpe zur Erzeugung eines Speisedrucks, wobei die Speisepumpe einen Sauganschluss und einen Druckanschluss aufweist und der Sauganschluss mit dem Druckmedium im Tank und der Druckanschluss über ein Rückschlagventil mit der zweiten Leitung verbunden ist.

[0011] Die Einstellung der Geschwindigkeit der Kokille erfolgt über eine Stelleinrichtung, z.B. einen Frequenzumrichter, der zur Drehzahleinstellung des drehzahlvariablen Elektromotors ausgebildet ist. Der sich stets nur in einer Drehrichtung drehende Elektromotor treibt eine nicht-reversible hydraulische Hauptpumpe mit einem konstanten Fördervolumen an. Die Hauptpumpe weist zumindest einen ersten und einen zweiten Druckanschluss (manchmal auch Druck- und Sauganschluss genannt) auf, wobei die Hauptpumpe über den ersten Druckanschluss einen ersten Volumenstrom Q1 abgibt, der im Wesentlichen proportional zur Drehzahl des Elektromotors ist. Fluidtechnisch ist zwischen der Hauptpumpe und einem Hydraulikzylinder, der einen ersten Druckanschluss, einen zweiten Druckanschluss und zumindest eine Kolbenstange aufweist, wobei die Kolbenstange mit der Kokille mechanisch verbunden ist, ein sog. 4/2-Wege Hydraulikventil (d.h. ein Hydraulikventil mit zumindest 4 Anschlüssen und zumindest zwei Schaltstellungen) zur Richtungsumschaltung des Hydraulikzylinders angeordnet, wobei das Hydraulikventil versorgungsseitig über eine erste Leitung mit dem ersten Druckanschluss der Hauptpumpe und über eine zweite Leitung mit dem zweiten Druckanschluss der Hauptpumpe verbunden ist und das Hydraulikventil verbraucherseitig über eine dritte Leitung und eine vierte Leitung mit den zwei Druckanschlüssen des Hydraulikzylinders verbunden ist. Mit anderen Worten wird der erste Volumenstrom Q1 über die erste Leitung vom ersten Druckanschluss der Hauptpumpe zum ersten Druckanschluss des Hydraulikventils geleitet. Je nach der Stellung des Hydraulikventils wird der erste Volumenstrom Q1 zum ersten oder zweiten Druckanschluss des Hydraulikzylinders

ders geleitet, sodass sich der Hydraulikzylinder in einer ersten oder zweiten Richtung (typischerweise entweder nach oben oder unten) bewegt. Der durch den ersten Volumenstrom Q1 im Hydraulikzylinder verdrängte Volumenstrom (auch zweiter Volumenstrom Q2) genannt, wird über das Hydraulikventil zum zweiten Druckanschluss der Hauptpumpe zurückgefördert. Um auch bei einem längeren Betrieb der Stranggießmaschine die Versorgung der Hauptpumpe mit Druckmedium sicherzustellen, weist der Hydraulikantrieb eine Speisepumpe zur Erzeugung eines Speisedrucks auf, wobei die Speisepumpe einen Sauganschluss und einen Druckanschluss aufweist und der Sauganschluss mit dem Druckmedium in einem Tank und der Druckanschluss über ein Rückschlagventil mit der zweiten Leitung verbunden ist.

[0012] Die Stelleinrichtung bzw. der Frequenzumrichter sind vorzugsweise rückspeisefähig, d.h. es kann elektrische Energie in ein elektrisches Netz rückgespeist werden.

[0013] Gemäß Anspruch 1 wird die Geschwindigkeit der Kokille durch die Drehzahl des drehzahlvariablen Elektromotors eingestellt. Die Richtung der Oszillationsbewegung der Kokille wird hingegen durch das 4/2-Wege Hydraulikventil vorgegeben.

[0014] Der Hydraulikantrieb zum Oszillieren einer Kokille einer Stranggießmaschine nach Anspruch 2 umfasst:

- einen Elektromotor,
- eine Stelleinrichtung und eine nicht-reversible hydraulische Hauptpumpe mit einem variablem Fördervolumen, wobei die Stelleinrichtung zur Einstellung des Fördervolumens ausgebildet ist, wobei der Elektromotor die Hauptpumpe in einer Drehrichtung antreibt, wobei die Hauptpumpe einen ersten Druckanschluss und einen zweiten Druckanschluss aufweist, und die Hauptpumpe über den ersten Druckanschluss einen ersten Volumenstrom abgibt,
- einen Hydraulikzylinder mit einem ersten Druckanschluss, einem zweiten Druckanschluss und zumindest einer Kolbenstange, wobei die Kolbenstange die Kokille oszillieren kann,
- ein 4/2-Wege Hydraulikventil zur Richtungsumschaltung des Hydraulikzylinders, wobei das Hydraulikventil versorgungsseitig über eine erste Leitung mit dem ersten Druckanschluss der Hauptpumpe und über eine zweite Leitung mit dem zweiten Druckanschluss der Hauptpumpe verbunden ist und das Hydraulikventil verbraucherseitig über eine dritte Leitung und eine vierte Leitung mit den zwei Druckanschlüssen des Hydraulikzylinders verbunden ist,
- einen Tank zur Aufnahme eines hydraulischen Druckmediums, und
- eine hydraulische Speisepumpe zur Erzeugung eines Speisedrucks, wobei die Speisepumpe einen Sauganschluss und einen Druckanschluss aufweist und der Sauganschluss mit dem Druckmedium im

Tank und der Druckanschluss über ein Rückschlagventil mit der zweiten Leitung verbunden ist.

[0015] Im Unterschied zu Anspruch 1 erfolgt bei der Ausführungsform gemäß Anspruch 2 die Einstellung der Geschwindigkeit der Kokille über eine Stelleinrichtung, die zur Einstellung des Fördervolumens während des laufenden Betriebs der Hauptpumpe ausgebildet ist. Der sich stets nur in einer Drehrichtung drehende Elektromotor treibt eine nicht-reversible hydraulische Hauptpumpe mit einem variablen Fördervolumen (auch Verstellpumpe genannt) an. Die Richtung der Oszillationsbewegung der Kokille wird wiederum durch das 4/2-Wege Hydraulikventil vorgegeben.

[0016] Auch bei der Ausführungsform gemäß Anspruch 2 ist die Stelleinrichtung bzw. der Frequenzumrichter vorzugsweise rückspeisefähig, d.h. es kann elektrische Energie in ein elektrisches Netz rückgespeist werden.

[0017] Dem Fachmann ist klar, dass das angegebene 4/2-Wege Hydraulikventil mit zumindest vier Anschlüssen und mind. 2 Schaltstellungen auch z.B. ein sog. 4/3-Wege Hydraulikventil mit drei Schaltstellungen sein kann. Auch mehr als vier Anschlüsse sind möglich.

[0018] Die angegebenen Leitungen können z.B. Rohrleitungen oder Verschlauchungen sein.

[0019] Bei beiden Ausführungsformen ist es vorteilhaft, wenn zwischen der ersten Leitung und dem Tank ein erstes Druckbegrenzungsventil angeordnet ist und vorzugsweise zwischen der zweiten Leitung und dem Tank ein zweites Druckbegrenzungsventil angeordnet ist. Das erste Druckbegrenzungsventil stellt sicher, dass der Druck auf der Hochdruckseite im Hydraulikantrieb auch bei einem sog. Strangstecker, d.h. beim Anhaften des Strangs an die Kokille, ein Maximaldruck (z.B. zwischen 50 und 210 bar bzw. zwischen 50 und 480 bar) nicht überschreiten kann. Hingegen stellt das zweite Druckbegrenzungsventil sicher, dass der Druck auf der Niederdruckseite der Hauptpumpe einen Grenzdruck (z.B. zwischen 10 und 90 bar bzw. zwischen 10 und 50 bar) nicht überschreiten kann.

[0020] Im Allgemeinen ist es zweckmäßig, wenn das 4/2-Wege Hydraulikventil ein unstetiges Schaltventil, oder vorzugsweise ein stetiges Proportional-, Regel- oder Servoventil ist, wobei in einer ersten Stellung die erste Leitung mit dem ersten Druckanschluss des Hydraulikzylinders und die zweite Leitung mit dem zweiten Druckanschluss des Hydraulikzylinders, und in einer zweiten Stellung die erste Leitung mit dem zweiten Druckanschluss des Hydraulikzylinders und die zweite Leitung mit dem ersten Druckanschluss des Hydraulikzylinders verbunden sind.

[0021] Ein unstetiges Schaltventil ist ausreichend, um die Richtungsumschaltung des Hydraulikzylinders zu ermöglichen. Durch ein stetiges Ventil kann die Richtungsumschaltung sanfter erfolgen als durch ein Schaltventil. Da der Hydraulikzylinder bei manchen Ausführungsformen gegen die Schwerkraft der Kokille ausfährt und mit

Unterstützung der Schwerkraft einführt (mit anderen Worten, der Hydraulikzylinder von oben durch die Schwerkraft der Kokille belastet ist), ist es manchmal günstig, wenn z.B. die Abwärtsbewegung der Kokille durch das stetige Ventil "gebremst" werden kann. Natürlich wäre es ebenfalls möglich, den Umrichter, der den Elektromotor und in weiterer Folge die Pumpe antreibt, die überschüssige, d.h. abzubremsende, Energie in das elektrische Netz rückspeisen zu lassen. Da manche elektrischen Netze jedoch beim Einspeisen instabil werden, ist es manchmal einfacher, die überschüssige Energie hydraulisch über das stetige Ventil abzubremmen.

[0022] Für einen lange andauernden, ununterbrochenen Betrieb des Hydraulikantriebs ist es vorteilhaft, wenn entweder zwischen der zweiten Leitung und dem Tank oder zwischen einem Spülventil und dem Tank ein Kühler angeordnet ist. Durch den Kühler kann die Öltemperatur des Druckmediums auf eine Solltemperatur eingestellt und Temperaturüberschreitungen verhindert werden.

[0023] Für die Regelbarkeit des Hydraulikantriebs ist es vorteilhaft, wenn der Hydraulikzylinder ein Gleichgangzylinder mit zwei Kolbenstangen ist. Bei einem Gleichgangzylinder mit zwei Kolbenstangen sind beide Flächen gleich groß, sodass die Aufwärts- und die Abwärtsbewegung bei gleichem Volumenstrom Q1 gleich schnell erfolgen. Natürlich ist es ebenfalls möglich, dass der Hydraulikzylinder ein sog. Differentialzylinder mit nur einer Kolbenstange ist, wobei in diesem Fall die Kolbenfläche größer als die Ringfläche auf der Stangenseite des Hydraulikzylinders ist.

[0024] Für eine einfache mechanische Verbindung zwischen dem als Gleichgangzylinder ausgebildeten Hydraulikzylinder und der Kokille ist es günstig, wenn die eine Kolbenstange, die den Hydraulikzylinder mit der Kokille verbindet, länger, vorzugsweise zumindest 2 x so lang, ist als die andere Kolbenstange des Hydraulikzylinders.

[0025] Es ist zweckmäßig, wenn das Hydraulikventil elektrisch ansteuerbar ist, bspw. durch eine Spannung (z.B. zwischen 0 und 10 V) oder einen Strom (z.B. zwischen 4 und 20 mA). Neben analogen Ansteuerungen sind auch digitale Ansteuerungen, z.B. über einen Feldbus, wie einen CAN- oder Profibus, des Hydraulikventils möglich.

[0026] Um eine genaue Regelung des Hydraulikzylinders zu ermöglichen, ist es vorteilhaft, wenn der Hydraulikzylinder ein Wegmesssystem aufweist, wobei ein Regler in Abhängigkeit einer Führungsgröße für den Hub oder den Geschwindigkeitsverlauf der Kokille die Stelleneinrichtung anstellt und vor einer Richtungsumkehr der Kokille das Hydraulikventil von der ersten in die zweite Stellung oder *vice versa* umschaltet.

[0027] Insbesondere bei mehrsträngigen Stranggießanlagen, z.B. für Knüppel-, Vorblock- oder Vorprofilanlagen, ist es vorteilhaft, wenn die Speisepumpe entweder vom Elektromotor, der die Hauptpumpe antreibt, oder von einem separaten Antrieb, angetrieben wird.

[0028] Eine Speisepumpe kann entweder einen oder mehrere Hydraulikantriebe mit Speisedruck versorgen.

[0029] Der das Verfahren betreffende Aspekt der Erfindung wird durch ein Verfahren zum Oszillieren einer Kokille einer Stranggießmaschine mittels eines Hydraulikantriebs nach Anspruch 13 gelöst, umfassend die Verfahrensschritte:

- Erzeugen eines ersten Volumenstroms Q1 durch eine nicht-reversible hydraulische Hauptpumpe;
- Leiten des ersten Volumenstroms Q1 von einem ersten Druckanschluss der Hauptpumpe zu einem ersten Druckanschluss eines 4/2-Wege Hydraulikventils;
- Durchleiten des ersten Volumenstroms Q1 durch das 4/2-Wege Hydraulikventil, wobei sich das Hydraulikventil in einer ersten Stellung befindet und der erste Volumenstrom Q1 zu einem ersten Arbeitsanschluss des Hydraulikventils geleitet wird;
- Leiten des ersten Volumenstroms Q1 vom ersten Arbeitsanschluss des 4/2-Wege Hydraulikventils zu einem ersten Druckanschluss eines Hydraulikzylinders, wodurch der Hydraulikzylinder in einer ersten Richtung bewegt wird;
- Leiten eines zweiten Volumenstroms Q2 von einem zweiten Druckanschluss des Hydraulikzylinders zu einem zweiten Arbeitsanschluss des 4/2-Wege Hydraulikventils;
- Durchleiten des zweiten Volumenstroms Q2 durch das 4/2-Wege Hydraulikventil, wobei sich das Hydraulikventil in der ersten Stellung befindet und der zweite Volumenstrom Q2 zu einem zweiten Druckanschluss des 4/2-Wege Hydraulikventils geleitet wird;
- Leiten des zweiten Volumenstroms Q2 vom zweiten Druckanschluss des 4/2-Wege Hydraulikventils zur Hauptpumpe;
- Umschalten des 4/2-Wege Hydraulikventils von der ersten Stellung in eine zweite Stellung;
- Durchleiten des ersten Volumenstroms Q1 durch das 4/2-Wege Hydraulikventil, wobei sich das 4/2-Wege Hydraulikventil in der zweiten Stellung befindet und der erste Volumenstrom Q1 zum zweiten Arbeitsanschluss des 4/2-Wege Hydraulikventils geleitet wird;
- Leiten des ersten Volumenstroms Q1 vom zweiten Arbeitsanschluss des 4/2-Wege Hydraulikventils zum zweiten Druckanschluss des Hydraulikzylinders, wodurch der Hydraulikzylinder in einer zweiten Richtung bewegt wird;
- Leiten eines zweiten Volumenstroms Q2 vom ersten Druckanschluss des Hydraulikzylinders zum ersten Arbeitsanschluss des 4/2-Wege Hydraulikventils;
- Durchleiten des zweiten Volumenstroms Q2 durch das 4/2-Wege Hydraulikventil, wobei sich das 4 Hydraulikventil in der zweiten Stellung befindet und der zweite Volumenstroms Q2 zum zweiten Druckanschluss des 4/2-Wege Hydraulikventils geleitet wird;

- Leiten des zweiten Volumenstroms Q2 vom zweiten Druckanschluss des 4/2-Wege Hydraulikventils zur Hauptpumpe;
- Umschalten des 4/2-Wege Hydraulikventils von der zweiten Stellung in die erste Stellung.

[0030] Die zweite Richtung ist die zur ersten Richtung umgekehrte Richtung.

[0031] Der geschwindigkeitsproportionale erste Volumenstrom wird durch einen drehzahlvariablen Elektromotor und eine Konstantpumpe als Hauptpumpe und/oder durch einen Elektromotor und eine Verstellpumpe als Hauptpumpe erzeugt. Auch bei einer Richtungsumkehr des Hydraulikzylinders kommt es zu keiner Drehrichtungsumkehr des Elektromotors.

[0032] Zur Erzeugung eines periodischen Hubverlaufs und zur Erzielung möglichst geringer Störungen durch das Umschalten ist es zweckmäßig, wenn vor jedem Umschalten des 4/2-Wege Hydraulikventils der erste Volumenstrom Q1 reduziert wird und nach jedem Umschalten des 4/2-Wege Hydraulikventils der erste Volumenstrom Q1 erhöht wird.

[0033] Vorzugsweise erfolgt das Reduzieren des ersten Volumenstroms Q1 durch eine Reduktion der Drehzahl der Hauptpumpe und/oder durch eine Reduktion des Fördervolumens der Hauptpumpe, sowie das Erhöhen des ersten Volumenstroms Q1 durch ein Erhöhen der Drehzahl der Hauptpumpe und/oder durch ein Erhöhen des Fördervolumens der Hauptpumpe.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0034] Die oben beschriebenen Eigenschaften, Merkmale und Vorteile dieser Erfindung sowie die Art und Weise, wie diese erreicht werden, werden klarer und deutlicher verständlich im Zusammenhang mit der folgenden Beschreibung mehrerer Ausführungsbeispiele, die im Zusammenhang mit den Zeichnungen näher erläutert werden. Dabei zeigen:

Fig 1 eine schematische Anordnung mit einer Kokille und einem Hydraulikantrieb zur Oszillation der Kokille,

Fig 2 ein erstes Hydraulikschema mit einer Hauptpumpe mit konstantem Fördervolumen,

Fig 3 ein zweites Hydraulikschema mit einer Hauptpumpe mit konstantem Fördervolumen,

Fig 4 ein drittes Hydraulikschema mit einer Hauptpumpe mit variablem Fördervolumen,

Fig 5 ein viertes Hydraulikschema mit einer Hauptpumpe mit variablem Fördervolumen,

Fig 6 ein Schema mit einer einzigen Speisepumpe für zwei Hydraulikantriebe,

Fig 7 eine schematische Darstellung des Hubes s der Kokille und des ersten Volumenstroms Q1 über der Zeit,

5 Fig 8 ein Alternatives Hydraulikschema zu Fig 2, und

Fig 9a und 9b zwei Zustände eines Hydraulikschemas bei der Oszillation einer Kokille.

10 Beschreibung der Ausführungsformen

[0035] Die Fig 1 zeigt eine schematische Aufrissdarstellung eines Hydraulikantriebs 50 zur Oszillation einer Kokille 30 einer Stranggießmaschine. Die Kokille 30 kann entweder eine gerade oder eine gebogene Kokille sein, wobei sich in der Kokille aus flüssiger Schmelze ein teilerstarrender Strang 52 ausbildet, der aus der Kokille 52 mit der Gießgeschwindigkeit kontinuierlich ausgezogen und in der nicht dargestellten Strangführung gestützt, geführt und weiter abgekühlt wird. Während des Stranggießens wird die Kokille 30 in vertikaler Richtung durch den Hydraulikzylinder 4 des Hydraulikantriebs 50 oszilliert (siehe Weg s). Dazu ist die Kolbenstange 5 des Hydraulikzylinders 4 mit dem die Kokille 30 aufnehmenden Hubtisch mechanisch verbunden. Vom Hydraulikantrieb sind hier lediglich die dritte und vierte Leitung 9, 10 sowie der Hydraulikzylinder 4 sichtbar. Alle anderen Komponenten sind in den Fig 2 bis 5, 6 und 8 dargestellt und im Detail beschrieben.

30 **[0036]** Bei den Hydraulikschemas der Fig 2-6 und 8 ist die mechanische Verbindung zwischen der bzw. einer Kolbenstange 5 des Hydraulikzylinders 4 und einem Hubtisch bzw. der Kokille 30 nicht dargestellt.

35 **[0037]** Die Fig 2 zeigt ein erstes Hydraulikschema mit einer Hauptpumpe 2 mit konstantem Fördervolumen. Die Drehzahl eines drehzahlvariablen Elektromotors 1 (z.B. ein Asynchron-, oder ein Synchronmotor) wird über eine Stelleinrichtung 17, hier ein Frequenzumrichter bzw. ein Frequenzumformer, eingestellt. Anstelle eines Wechsel- oder Drehstrommotors könnte auch ein Gleichstrommotor verwendet werden. Der Elektromotor 1 wird stets nur in einer Drehrichtung betrieben (siehe Pfeil zur Darstellung der Drehrichtung) und treibt über eine Kupplung die Hauptpumpe 2 an. Die Hauptpumpe kann z.B. eine Zahnrad- oder eine Kolbenpumpe mit konstantem spezifischen Fördervolumen pro Umdrehung sein. Die Hauptpumpe 2 erzeugt einen ersten Volumenstrom Q1, dessen Höhe bis auf geringe Leckageverluste durch die Gleichung $Q1 = n * V_{Spez}$ beschrieben wird, wobei n die aktuelle Drehzahl und V_{Spez} das spezifische Fördervolumen der Hauptpumpe 2 pro Umdrehung angibt. Somit erzeugt die Hauptpumpe 2 einen ersten Volumenstrom Q1, der zur Drehzahl n der Hauptpumpe 2 proportional ist. Der erste Volumenstrom Q1 wird über eine erste Leitung 7 zu einem ersten Druckanschluss eines un stetigen 4/3-Wege Hydraulikventils 6 geleitet und in der ersten Stellung I durch die dritte Leitung 9 zum oberen Druckanschluss des Hydraulikzylinders 4 geleitet. Der Hydraul-

likzylinder 4 ist als Gleichgangzylinder mit zwei Kolbenstangen 5 ausgebildet, wobei die obere und die untere Ringfläche des Hydraulikzylinders 4 gleich groß sind. Durch den ersten Volumenstrom Q_1 wird der Kolben des Hydraulikzylinders mit einer Geschwindigkeit $v = Q_1/A_{Ring}$ nach unten bewegt, wobei A_{Ring} die obere Ringfläche des Hydraulikzylinders 4 ist. Da der Hydraulikzylinder 4 oben und unten zwei gleichgroße Ringflächen A_{Ring} aufweist, verdrängt der Kolben durch die Abwärtsbewegung einen Volumenstrom $Q_2=Q_1$ aus dem Hydraulikzylinder 4, der über die vierte Leitung 10 zum Hydraulikventil 6 und durch das Hydraulikventil, das sich noch immer in der ersten Stellung befindet, über die zweite Leitung 8 zurück zur Hauptpumpe 2 geleitet wird. Unmittelbar vor der Richtungsumkehr wird das 4/3-Wege Hydraulikventils 6 in die zweite Stellung II umgeschaltet, sodass der erste Volumenstrom Q_1 über die vierte Leitung 10 zum unteren Druckanschluss des Hydraulikzylinders 4 geleitet und der Kolben des Hydraulikzylinders 4 mit einer Geschwindigkeit $v = Q_1/A_{Ring}$ nach oben bewegt wird. In einer mittleren Stellung des 4/3-Wege Hydraulikventils 6 sind alle versorgungs- und aller verbrauchseitigen Anschlüsse über Drosseln miteinander verbunden. Freilich kann das 4/3-Wege Hydraulikventil 6 auch andere Mittelstellungen aufweisen. Es ist bekannt, dass jede Pumpe - und somit auch die Hauptpumpe 2 - eine geringe Leckage aufweist. Die Leckage der Hauptpumpe 2 wird über eine strichliert dargestellte Leckageleitung dem Tank 11 zugeführt. Zur Ausgleich von Leckagen weist der Hydraulikantrieb 50 eine Speisepumpe 3 auf, die Druckmedium 12 aus dem Tank fördert und über ein Rückschlagventil 13 in die zweite Leitung 8 einspeist. Über das zweite Druckbegrenzungsventil 15 wird der max. Druck in der zweiten Leitung 8 begrenzt. Die Speisepumpe 3 wird mit derselben Drehzahl angetrieben als die Hauptpumpe 2, wobei beide Pumpen 2, 3 auch platzsparend in einem Gehäuse untergebracht sein können. Nach dem zweiten Druckbegrenzungsventil 15 befindet sich ein Kühler 16, der zur Kühlung des Druckmediums (hier Hydrauliköl) dient. Die hochgenaue Einstellung des Hubs und/oder der Geschwindigkeit des Hydraulikzylinders 4 erfolgt durch einen Regler 18, der in diesem Fall den Hub des Hydraulikzylinders 4 über ein Wegmesssystem 51 erfasst und an den Regler 18 zurückmeldet. Der Regler 18 berechnet in Abhängigkeit einer Führungsgröße 19 für den Hub und/oder die Geschwindigkeit des Hydraulikzylinders 4 ein Stellsignal für die Stelleinrichtung 17, sowie Stellsignale für das 4/3-Wege Hydraulikventil 6.

[0038] Das Hydraulikschema der Fig 3 ist ähnlich zum Hydraulikschema der Fig 2, sodass lediglich die Unterschiede beschrieben werden. Im Gegensatz zu Fig 2 ist das 4/3-Wege Hydraulikventil 6 ein stetiges Proportional-, Regel- oder Servoventil (symbolisch dargestellt durch die beiden Striche zwischen den beiden Stellungen I und II). Bei einem stetigen Ventil ist es möglich, den Übergang von einer Stellung (z.B. die Stellung I) auf eine andere Stellung (z.B. die Stellung II) und vice versa stetig,

d.h. kontinuierlich, durchzuführen. Somit kann sich das 4/3-Wege Hydraulikventil 6 auch in einer Zwischenstellung zwischen der Stellung I und der Mittelstellung oder auch zwischen der Mittelstellung und der Stellung II befinden. Dadurch kann der Richtungswechsel des Hydraulikzylinders 4 besonders glatt bzw. schonend durchgeführt werden. Ein weiterer Unterschied zu Fig 2 besteht darin, dass der Hydraulikzylinder 4 ein Differentialzylinder mit zwei unterschiedlichen Flächen - nämlich der oben dargestellten Ringfläche und der unten dargestellten Kolbenfläche - ist. Der Differentialzylinder weist nur eine Kolbenstange 5 auf. Dies hat zur Folge, dass ein über die dritte Leitung 9 zugeführter erster Volumenstrom Q_1 einen zweiten Volumenstrom $Q_2 > Q_1$ verdrängt, der über das 4/3-Wege Hydraulikventil 6 zurück zur Hauptpumpe 2 geleitet wird. Der Differenzvolumenstrom Q_2-Q_1 wird über das zweite Druckbegrenzungsventil 15 zum Tank 11 geleitet.

[0039] In Fig 4 ist ein drittes Hydraulikschema mit einer Hauptpumpe mit variablem Fördervolumen dargestellt. Im Gegensatz zum ersten Hydraulikschema aus Fig 2 wird der variable erste Volumenstrom Q_1 nicht durch eine Drehzahländerung eines Elektromotors 1, sondern durch eine Änderung des spezifischen Fördervolumens (auch Schluckvolumen) der Hauptpumpe 2 erzeugt. Die Hauptpumpe 2 ist z.B. eine Schrägachsen- oder Schrägscheiben Kolbenpumpe, bei der das spezifische Fördervolumen durch die Stelleinrichtung 17 stetig eingestellt werden kann. Der Elektromotor 1 kann in diesem Fall ein einfacher Asynchronmotor sein, der im Wesentlichen eine konstante Drehzahl aufweist. Bei einer Netzfrequenz f von 50 Hz würde ein zweipoliger Asynchronmotor (Polpaarzahl $p=1$) eine Synchrondrehzahl von

$$n_s = \frac{60 \cdot f}{p} = 3000 \text{ 1/min}$$

aufweisen. Derartige

Elektromotoren sind kostengünstig, zuverlässig und weltweit verfügbar.

[0040] Der Unterschied zwischen den Hydraulikschemas der Fig 5 und Fig 4 ist analog zu dem Unterschied zwischen den Hydraulikschemas der Fig 3 und Fig 2, sodass auf eine nochmalige Beschreibung der Unterschiede verzichtet werden kann.

[0041] In Fig 6 sind zwei Hydraulikantriebe 50 dargestellt, wobei jeder Hydraulikantrieb 50 zum Oszillieren einer Kokille einer, bspw. mehrsträngigen, Stranggießmaschine ausgebildet ist. Hier reicht es aus, nur eine einzige Speisepumpe 3 vorzusehen, die jeweils über ein Rückschlagventil eine zweite Leitung eines Hydraulikantriebs 50 mit Speiseöl versorgt. Auch ist es ausreichend, nur einen Tank 11 sowie ggf. auch nur einen Kühler 16 vorzusehen. Die Speisepumpe 3 muss auch nicht vom selben Elektromotor angetrieben werden, der eine Hauptpumpe 2 antreibt. Bspw. kann der Antrieb der Speisepumpe 3 durch einen kleinen Elektromotor erfolgen, der ggf. nur bei Bedarf - z.B. beim Druckabfall in einem Niederdruckkreis eines Hydraulikantriebs 50 - eingeschaltet wird. Auch diese Maßnahme ist besonders

bei mehrsträngigen Stranggießmaschinen für Langprodukte sehr vorteilhaft.

[0042] Die Fig 7 zeigt schließlich die zeitlichen Verläufe von einem Hub s eines Hydraulikzylinders und eines ersten Volumenstrom Q_1 über einer Periode der Kokillenoszillation. Bei der Aufwärtsbewegung (s steigt an) einer hier nicht dargestellten Kokille befindet sich das 4/2-Wege Hydraulikventil in der ersten Stellung I. Kurz vor dem Richtungswechsel wird das Hydraulikventil in die zweite Stellung II umgeschaltet, sodass eine Abwärtsbewegung (s fällt ab) der Kokille einsetzt. Im dargestellten Fall handelt es sich beim Hydraulikzylinder um einen Gleichgangzylinder. Der erste Volumenstrom Q_1 kann wie oben beschrieben entweder durch einen drehzahlvariablen Elektromotor und eine Hauptpumpe mit konstantem spez. Fördervolumen und/oder durch einen Elektromotor und eine Hauptpumpe mit variablem spez. Fördervolumen erzeugt werden. Die dargestellte Hubform, die Frequenz sowie die Amplitude dienen lediglich der Illustration und sind nicht einschränkend.

[0043] Die Fig 8 zeigt ein alternatives Hydraulikschema zu Fig 2. Im Gegensatz zu Fig 2 werden das Stellglied, der Regler und die Wegmesseinrichtung, sowie die Signalleitungen der Fig 2 nicht dargestellt. Außerdem ist zwischen dem Sauganschluss der Speisepumpe 3 und dem Tank 11 ein Filter 20 angebracht, sodass das Druckmedium gefiltert wird. Außerdem ist dem Kühler 16 ein Spülventil 21 vorgelagert. Weiters wurde das 4/3-Wege Hydraulikventil 6 der Fig 2 bis 6 durch ein 4/2-Wege Hydraulikventil 6a ersetzt. Das 4/2-Wege Hydraulikventil 6a kann entweder wie dargestellt ein unstetiges oder ein stetiges Ventil sein. Schließlich ist der Druckanschluss der Speisepumpe 2 über umgekehrt angeordnete Rückschlagventile 13 sowohl mit der Leitung 7 als auch mit der Leitung 8 verbunden. Durch diese Maßnahme wird der Speisedruck stets in jene Leitung gepumpt, die den niedrigeren Druck aufweist. Diese Maßnahme ist nicht nur für das Schema gemäß Fig 8, sondern für alle Schemen anwendbar.

[0044] Die erfindungsgemäßen Hydraulikantriebe sind sehr energieeffizient, sodass der Tank für das Druckmedium sehr klein gehalten werden kann. Außerdem wird nur ein kleiner Teil des Druckmediums dem Tank zugeführt, sodass sich das Druckmedium auch in einem kleinen Tank beruhigen kann und etwaige Abriebpartikel im Tank verbleiben. Dadurch wird die Zuverlässigkeit der Hydraulikantriebe erhöht. Außerdem kann trotz eines kleinen und energiesparenden Kühlers die Temperatur des Druckmediums in einem unkritischen Bereich gehalten werden. Durch den kleinen Tank kann der Abstand zwischen der Hauptpumpe und dem Hydraulikzylinder kurzgehalten werden, wodurch eine teure Verrohrung bzw. -schlauchung entfällt. Außerdem können Druckschwingungen im Hydrauliksystem reduziert werden, da lange Leitungen/Rohre entfallen. Dies ist günstig für die Dynamik des Hydraulikantriebs. Durch den Antrieb der Hauptpumpe in einer Richtung entfällt ein "Nulldurchgang" der Hauptpumpe von einer Drehrichtung in die an-

dere Drehrichtung. Dies ist wiederum günstig für die Dynamik des Hydraulikantriebs. Schließlich kann durch den Einsatz einer Speisepumpe auf Druckspeicher entweder vollständig verzichtet werden, oder das Volumen dieser minimiert werden. Dadurch werden die Sicherheit erhöht und die Wartungskosten reduziert. Durch die hohe Dynamik können auf einer Stranggießanlage mit einem erfindungsgemäßen Hydraulikantrieb hochqualitative Stränge gegossen werden.

[0045] Die Fig 9a und 9b zeigen zwei Zustände eines Hydraulikantriebs (vgl. Fig 2) bei der Oszillation einer nicht dargestellten Kokille durch den Hydraulikzylinder 4. In Fig 9a wird die Bewegung des Hydraulikzylinders 4 nach unten dargestellt, wobei sich das Hydraulikventil 6 in der ersten Stellung I befindet. In dieser Stellung werden die Anschlüsse P und A sowie T und B miteinander verbunden. Der erste Volumenstrom Q_1 wird über die erste Leitung 7 zum Anschluss P des 4/3-Wege Hydraulikventils 6 geleitet und über die dritte Leitung 9 dem oberen Druckanschluss des Hydraulikzylinders 4 zugeführt. Dadurch bewegt sich der Hydraulikzylinder 4 nach unten. Kurz vor einem Richtungswechsel des Hydraulikzylinders 4 wird das Hydraulikventil 6 in die zweite Stellung II umgeschaltet. In dieser Stellung werden die Anschlüsse P und B sowie T und A miteinander verbunden. Der erste Volumenstrom Q_1 wird über die erste Leitung 7 zum Anschluss P des 4/3-Wege Hydraulikventils 6 geleitet und über die vierte Leitung 10 dem unteren Druckanschluss des Hydraulikzylinders 4 zugeführt. Dadurch bewegt sich der Hydraulikzylinder 4 nach oben.

[0046] Obwohl die Erfindung im Detail durch die bevorzugten Ausführungsbeispiele näher illustriert und beschrieben wurde, so ist die Erfindung nicht durch die offenbarten Beispiele eingeschränkt und andere Variationen können vom Fachmann hieraus abgeleitet werden, ohne den Schutzzumfang der Erfindung zu verlassen.

Bezugszeichenliste

- [0047]**
- | | |
|----|--------------------------------|
| 1 | Elektromotor |
| 2 | Hauptpumpe |
| 3 | Speisepumpe |
| 4 | Hydraulikzylinder |
| 5 | Kolbenstange |
| 6 | 4/3-Wege Hydraulikventil |
| 6a | 4/2-Wege Hydraulikventil |
| 7 | erste Leitung |
| 8 | zweite Leitung |
| 9 | dritte Leitung |
| 10 | vierte Leitung |
| 11 | Tank |
| 12 | Druckmedium |
| 13 | Rückschlagventil |
| 14 | erstes Druckbegrenzungsventil |
| 15 | zweites Druckbegrenzungsventil |
| 16 | Kühler |

17	Stelleinrichtung	
18	Regler	
19	Führungsgröße	
20	Filter	
21	Spülventil	5
30	Kokille	
50	Hydraulikantrieb	
51	Wegmesssystem	
52	Strang	10
A, B	Arbeitsanschlüsse des Hydraulikventils	
I, II	Erste und zweite Stellung des Hydraulikventils	
M	Motor	
P	Druckanschluss des Hydraulikventils	15
Q1, Q2	Volumenstrom	
s	Weg	
t	Zeit	
P	Pumpenanschluss des Hydraulikventils	
T	Tankanschluss des Hydraulikventils	20
U	Spannung	

Patentansprüche

1. Hydraulikantrieb (50) zum Oszillieren einer Kokille (30) einer Stranggießmaschine, umfassend:

- eine Stelleinrichtung (17) und einen drehzahlvariablen Elektromotor (1), wobei die Stelleinrichtung (17) zur Drehzahleinstellung des Elektromotors (1) ausgebildet ist; 30
- eine nicht-reversible hydraulische Hauptpumpe (2) mit einem konstanten Fördervolumen, wobei der Elektromotor (1) die Hauptpumpe (2) in einer Drehrichtung antreibt, wobei die Hauptpumpe (2) einen ersten Druckanschluss und einen zweiten Druckanschluss aufweist, und die Hauptpumpe (2) über den ersten Druckanschluss einen ersten Volumenstrom (Q1) abgibt, 35
- einen Hydraulikzylinder (4) mit einem ersten Druckanschluss, einem zweiten Druckanschluss und zumindest einer Kolbenstange (5), wobei die Kolbenstange (5) die Kokille (30) oszillieren kann, 40
- ein 4/2-Wege Hydraulikventil (6, 6a) zur Richtungsumschaltung des Hydraulikzylinders (4), wobei das Hydraulikventil (6, 6a) versorgungsseitig über eine erste Leitung (7) mit dem ersten Druckanschluss der Hauptpumpe (2) und über eine zweite Leitung (8) mit dem zweiten Druckanschluss der Hauptpumpe (2) verbunden ist und das Hydraulikventil (6, 6a) verbraucherseitig über eine dritte Leitung (9) und eine vierte Leitung (10) mit den zwei Druckanschlüssen des Hydraulikzylinders (4) verbunden ist, 45
- einen Tank (11) zur Aufnahme eines hydraulischen Druckmediums (12), und 50
- eine hydraulische Speisepumpe (3) zur Erzeugung eines Speisedrucks, wobei die Speisepumpe (3) einen Sauganschluss und einen Druckanschluss aufweist und der Sauganschluss mit dem Druckmedium (12) im Tank (11) und der Druckanschluss über ein Rückschlagventil (13) mit der zweiten Leitung (8) verbunden ist. 55

lischen Druckmediums (12), und
 - eine hydraulische Speisepumpe (3) zur Erzeugung eines Speisedrucks, wobei die Speisepumpe (3) einen Sauganschluss und einen Druckanschluss aufweist und der Sauganschluss mit dem Druckmedium (12) im Tank (11) und der Druckanschluss über ein Rückschlagventil (13) mit der zweiten Leitung (8) verbunden ist.

2. Hydraulikantrieb (50) zum Oszillieren einer Kokille (30) einer Stranggießmaschine, umfassend:

- einen Elektromotor (1),
- eine Stelleinrichtung (17) und eine nicht-reversible hydraulische Hauptpumpe (2) mit einem variablem Fördervolumen, wobei die Stelleinrichtung (17) zur Einstellung des Fördervolumens (1) ausgebildet ist, wobei der Elektromotor (1) die Hauptpumpe (2) in einer Drehrichtung antreibt, wobei die Hauptpumpe (2) einen ersten Druckanschluss und einen zweiten Druckanschluss aufweist, und die Hauptpumpe (2) über den ersten Druckanschluss einen ersten Volumenstrom (Q1) abgibt,
- einen Hydraulikzylinder (4) mit einem ersten Druckanschluss, einem zweiten Druckanschluss und zumindest einer Kolbenstange (5), wobei die Kolbenstange (5) die Kokille (30) oszillieren kann,
- ein 4/2-Wege Hydraulikventil (6, 6a) zur Richtungsumschaltung des Hydraulikzylinders (4), wobei das Hydraulikventil (6, 6a) versorgungsseitig über eine erste Leitung (7) mit dem ersten Druckanschluss der Hauptpumpe (2) und über eine zweite Leitung (8) mit dem zweiten Druckanschluss der Hauptpumpe (2) verbunden ist und das Hydraulikventil (6, 6a) verbraucherseitig über eine dritte Leitung (9) und eine vierte Leitung (10) mit den zwei Druckanschlüssen des Hydraulikzylinders (4) verbunden ist,
- einen Tank (11) zur Aufnahme eines hydraulischen Druckmediums (12), und
- eine hydraulische Speisepumpe (3) zur Erzeugung eines Speisedrucks, wobei die Speisepumpe (3) einen Sauganschluss und einen Druckanschluss aufweist und der Sauganschluss mit dem Druckmedium (12) im Tank (11) und der Druckanschluss über ein Rückschlagventil (13) mit der zweiten Leitung (8) verbunden ist.

3. Hydraulikantrieb (50) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen der ersten Leitung (7) und dem Tank (11) ein erstes Druckbegrenzungsventil (14) angeordnet ist und vorzugsweise zwischen der zweiten Leitung (8) und dem Tank (11) ein zweites Druckbegren-

zungsventil (15) angeordnet ist.

4. Hydraulikantrieb (50) nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** das erste Druckbegrenzungsventil (14) auf einen Druck zwischen 50 und 480 bar und das zweite Druckbegrenzungsventil (15) auf einen Druck zwischen 10 und 50 bar eingestellt ist. 5
5. Hydraulikantrieb (50) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das 4/2-Wege Hydraulikventil (6, 6a) ein unstetiges, oder vorzugsweise ein stetiges, Ventil ist, wobei in einer ersten Stellung (I) die erste Leitung (7) mit dem ersten Druckanschluss des Hydraulikzylinders (4) und die zweite Leitung (8) mit dem zweiten Druckanschluss des Hydraulikzylinders (4), und wobei in einer zweiten Stellung (II) die erste Leitung (7) mit dem zweiten Druckanschluss des Hydraulikzylinders (4) und die zweite Leitung (8) mit dem ersten Druckanschluss des Hydraulikzylinders (4) verbunden sind. 10 15 20
6. Hydraulikantrieb (50) nach einem der Ansprüche 3 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** entweder zwischen der zweiten Leitung (8) und dem Tank (11) oder zwischen einem Spülventil (21) und dem Tank (11) ein Kühler (16) angeordnet ist. 25
7. Hydraulikantrieb (50) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Hydraulikzylinder (4) ein Gleichgangzylinder mit zwei Kolbenstangen (5) ist. 30
8. Hydraulikantrieb (50) nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die eine Kolbenstange (5), die den Hydraulikzylinder (4) mit der Kokille (1) verbindet, länger ist, vorzugsweise zumindest 2 x so lang, als die andere Kolbenstange des Hydraulikzylinders (4). 35 40
9. Hydraulikantrieb (50) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das 4/2-Wege Hydraulikventil (6, 6a) elektrisch steuerbar ist. 45
10. Hydraulikantrieb (50) nach einem der Ansprüche 5 bis 9, wobei der Hydraulikzylinder (4) ein Wegmesssystem (51) aufweist, **gekennzeichnet durch** einen Regler (18), der in Abhängigkeit einer Führungsgröße (19) für den Hubverlauf oder den Geschwindigkeitsverlauf der Kokille (30) die Stelleinrichtung (17) anstellt und vor einer Richtungsumkehr der Kokille (30) das Hydraulikventil (6, 6a) von der ersten Stellung (I) in die zweite Stellung (II) oder *vice versa* umschaltet. 50 55
11. Hydraulikantrieb (50) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass**

die Speisepumpe (3) entweder vom Elektromotor (1) oder von einem separaten Antrieb angetrieben wird.

12. Hydraulikantrieb (50) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Speisepumpe (3) mehrere Hydraulikantriebe (50) mit Speisedruck versorgt. 5
13. Verfahren zum Oszillieren einer Kokille (30) einer Stranggießmaschine mittels eines Hydraulikantriebs (50), bevorzugt nach einem der vorhergehenden Ansprüche, umfassend die Verfahrensschritte:
 - Erzeugen eines ersten Volumenstroms (Q1) durch eine nicht-reversible hydraulische Hauptpumpe (2);
 - Leiten des ersten Volumenstroms (Q1) von einem ersten Druckanschluss der Hauptpumpe (2) zu einem ersten Druckanschluss eines 4/2-Wege Hydraulikventils (6, 6a);
 - Durchleiten des ersten Volumenstroms (Q1) durch das 4/2-Wege Hydraulikventil (6, 6a), wobei sich das 4/2-Wege Hydraulikventil (6, 6a) in einer ersten Stellung (I) befindet und der erste Volumenstrom (Q1) zu einem ersten Arbeitsanschluss des 4/2-Wege Hydraulikventils (6, 6a) geleitet wird;
 - Leiten des ersten Volumenstroms (Q1) vom ersten Arbeitsanschluss des 4/2-Wege Hydraulikventils (6, 6a) zu einem ersten Druckanschluss eines Hydraulikzylinders (4), wodurch der Hydraulikzylinder (4) in einer ersten Richtung bewegt wird;
 - Leiten eines zweiten Volumenstroms (Q2) von einem zweiten Druckanschluss des Hydraulikzylinders (4) zu einem zweiten Arbeitsanschluss des 4/2-Wege Hydraulikventils (6, 6a);
 - Durchleiten des zweiten Volumenstroms (Q2) durch das 4/2-Wege Hydraulikventil (6, 6a), wobei sich das 4/2-Wege Hydraulikventil (6, 6a) in der ersten Stellung (I) befindet und der zweite Volumenstrom (Q2) zu einem zweiten Druckanschluss des 4/2-Wege Hydraulikventils (6, 6a) geleitet wird;
 - Leiten des zweiten Volumenstroms (Q2) vom zweiten Druckanschluss des 4/2-Wege Hydraulikventils (6, 6a) zur Hauptpumpe (2);
 - Umschalten des 4/2-Wege Hydraulikventils (6, 6a) von der ersten Stellung (I) in eine zweite Stellung (II);
 - Durchleiten des ersten Volumenstroms (Q1) durch das 4/2-Wege Hydraulikventil (6, 6a), wobei sich das 4/2-Wege Hydraulikventil (6, 6a) in der zweiten Stellung (II) befindet und der erste Volumenstrom (Q1) zum zweiten Arbeitsanschluss des 4/2-Wege Hydraulikventils (6, 6a) geleitet wird;
 - Leiten des ersten Volumenstroms (Q1) vom

zweiten Arbeitsanschluss des 4/2-Wege Hydraulikventils (6, 6a) zum zweiten Druckanschluss des Hydraulikzylinders, wodurch der Hydraulikzylinder in einer zweiten Richtung bewegt wird;

5

- Leiten eines zweiten Volumenstroms (Q2) vom ersten Druckanschluss des Hydraulikzylinders zum ersten Arbeitsanschluss des 4/2-Wege Hydraulikventils (6, 6a);

- Durchleiten des zweiten Volumenstroms (Q2) durch das 4/2-Wege Hydraulikventil (6, 6a), wobei sich das 4/2-Wege Hydraulikventil (6, 6a) in der zweiten Stellung (II) befindet und der zweite Volumenstroms (Q2) zum zweiten Druckanschluss des 4/2-Wege Hydraulikventils (6, 6a) geleitet wird;

10

15

- Leiten des zweiten Volumenstroms (Q2) vom zweiten Druckanschluss des 4/2-Wege Hydraulikventils (6, 6a) zur Hauptpumpe (2);

- Umschalten des 4/2-Wege Hydraulikventils (6, 6a) von der zweiten Stellung (II) in die erste Stellung (I).

20

14. Verfahren nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** vor jedem Umschalten des 4/2-Wege Hydraulikventils (6, 6a) der erste Volumenstrom (Q1) reduziert wird und nach jedem Umschalten des 4/2-Wege Hydraulikventils (6, 6a) der erste Volumenstrom (Q1) erhöht wird.

25

30

15. Verfahren nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Reduzieren des ersten Volumenstroms (Q1) durch ein Reduzieren der Drehzahl der Hauptpumpe (2) und/oder durch eine Reduktion des Fördervolumens der Hauptpumpe (2) erfolgt, und das Erhöhen des ersten Volumenstroms (Q1) durch ein Erhöhen der Drehzahl der Hauptpumpe (2) und/oder durch ein Erhöhen des Fördervolumens der Hauptpumpe (2) erfolgt.

35

40

45

50

55

Fig. 1

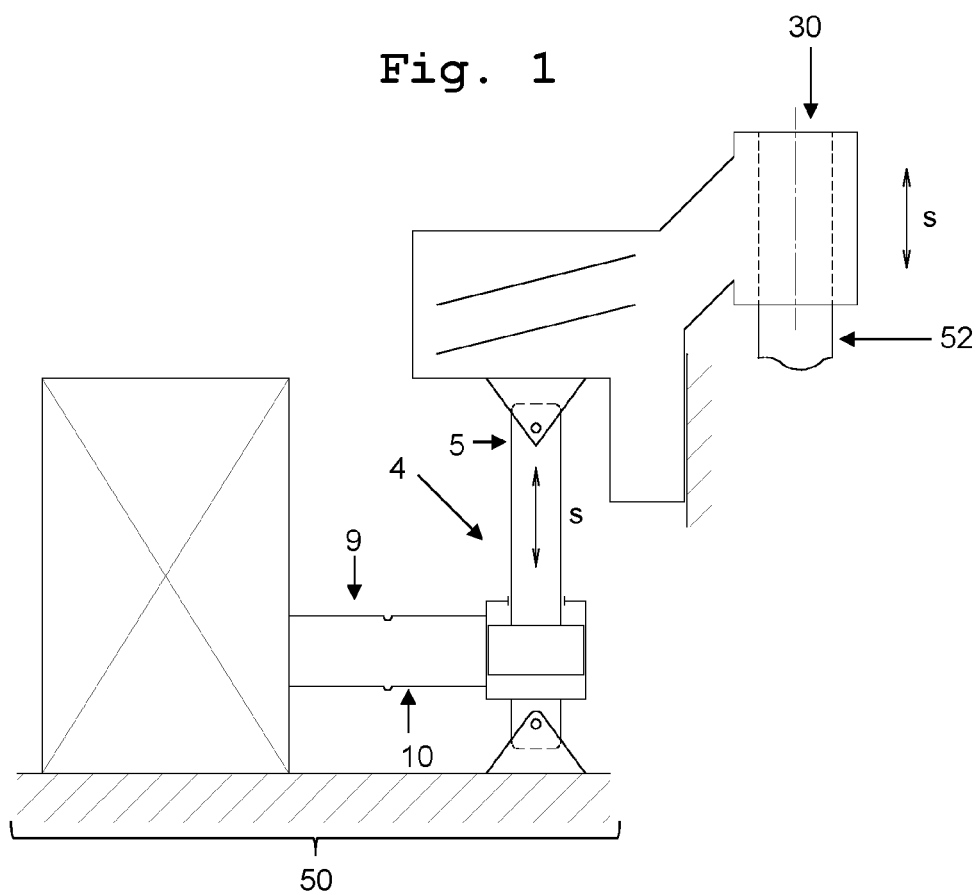


Fig. 2

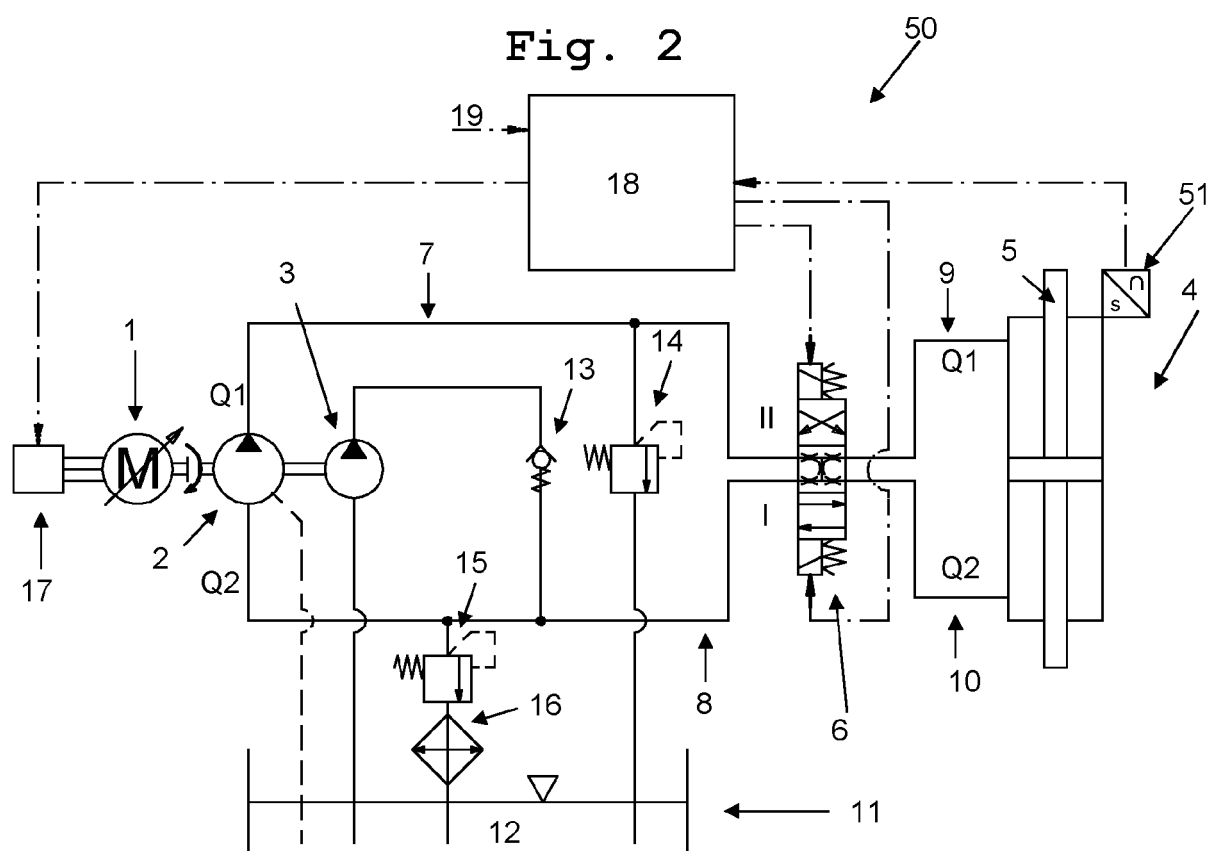


Fig. 3

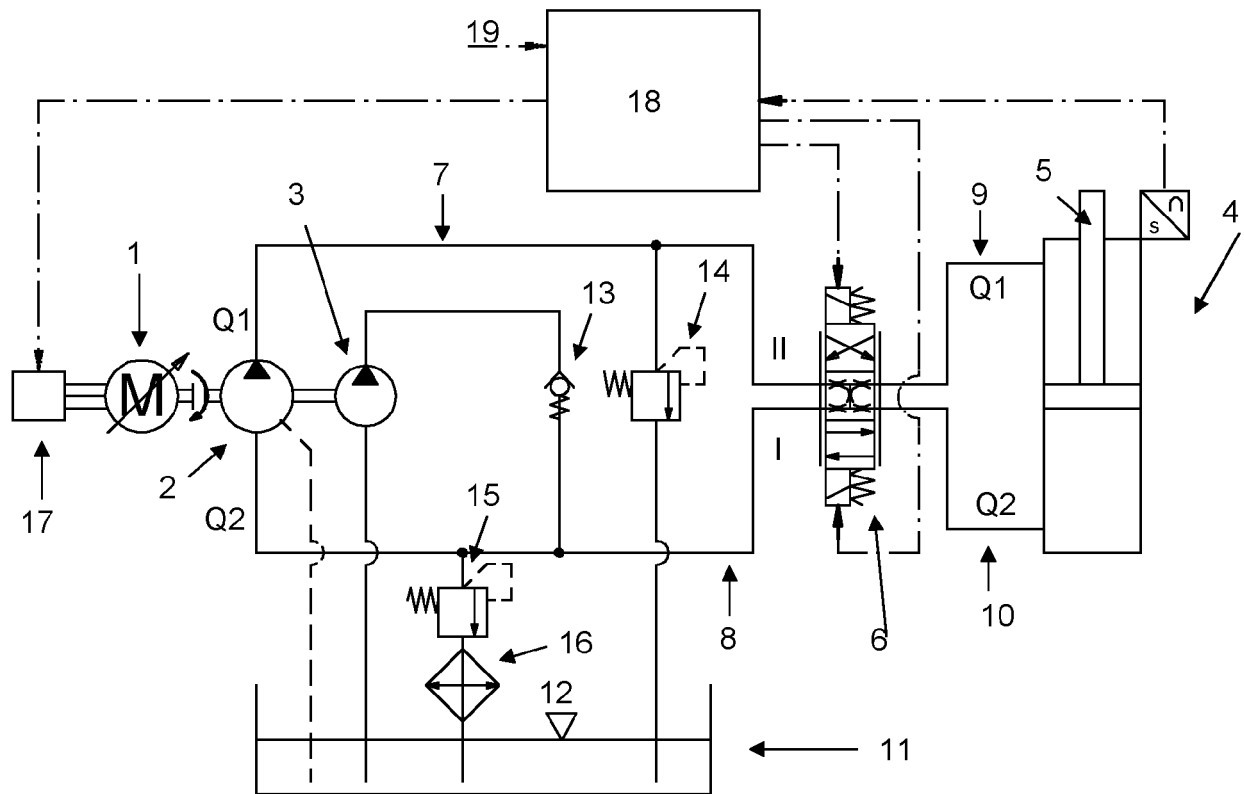


Fig. 4

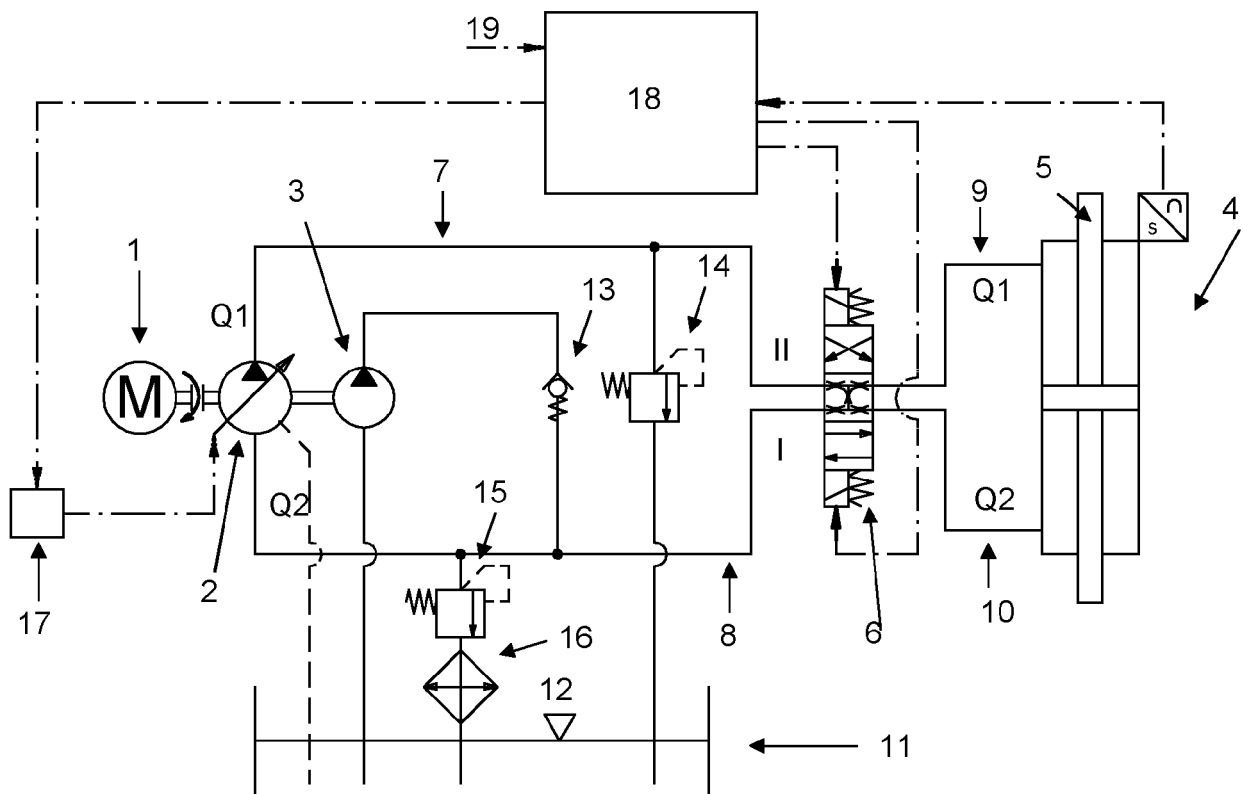


Fig. 5

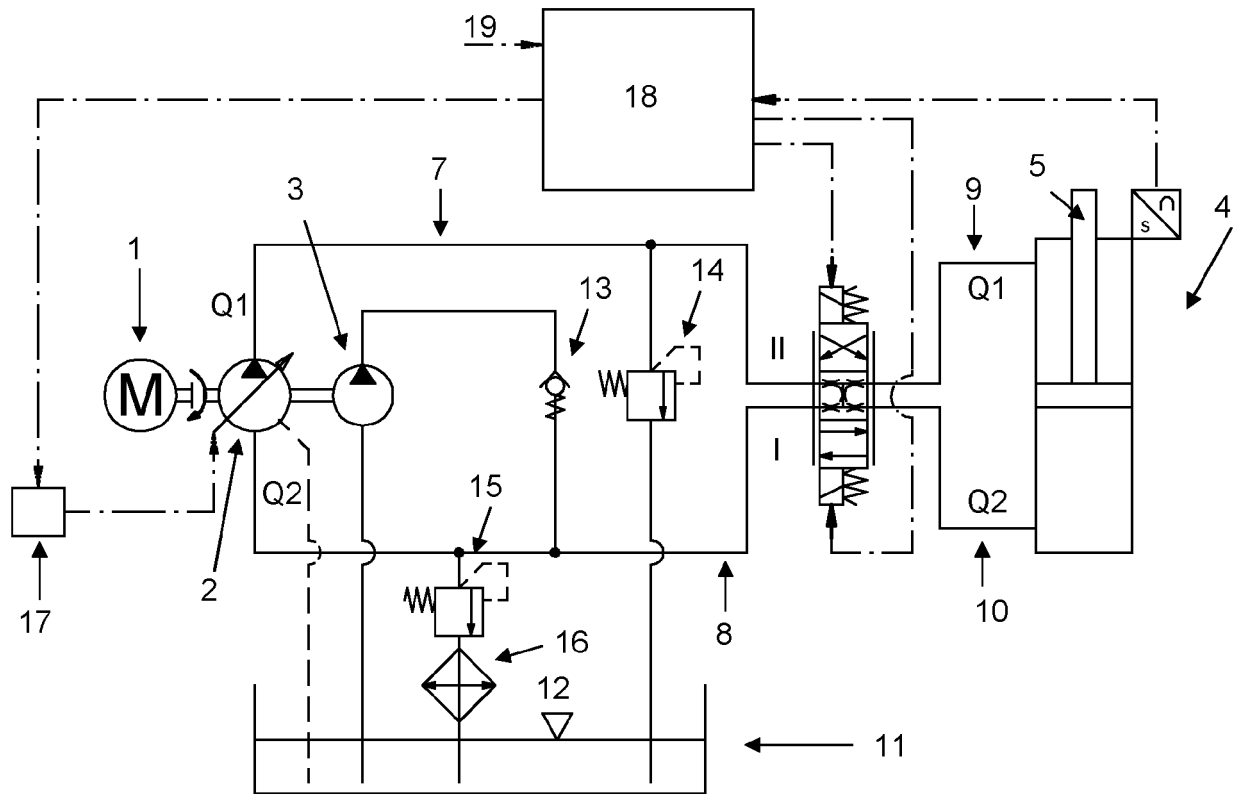


Fig. 6

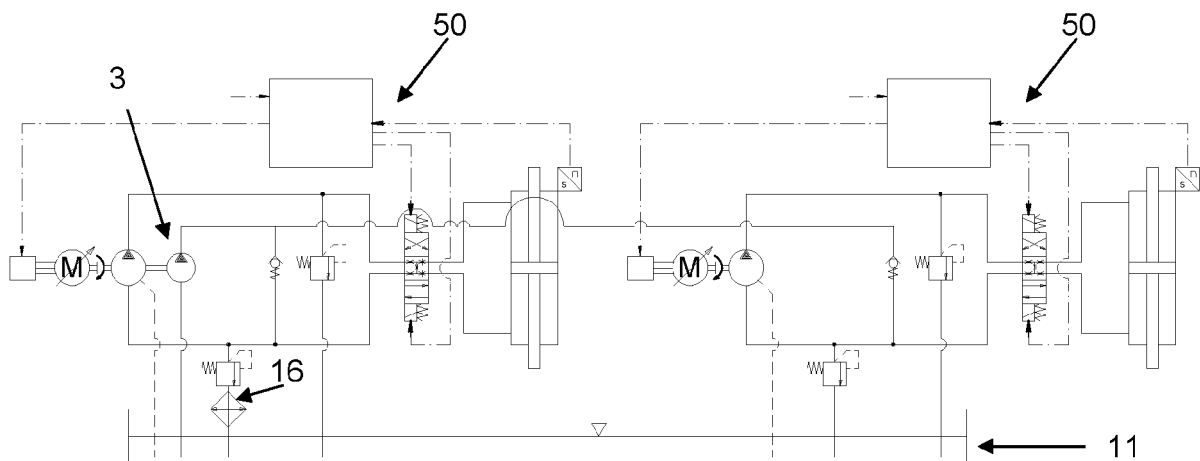


Fig. 7

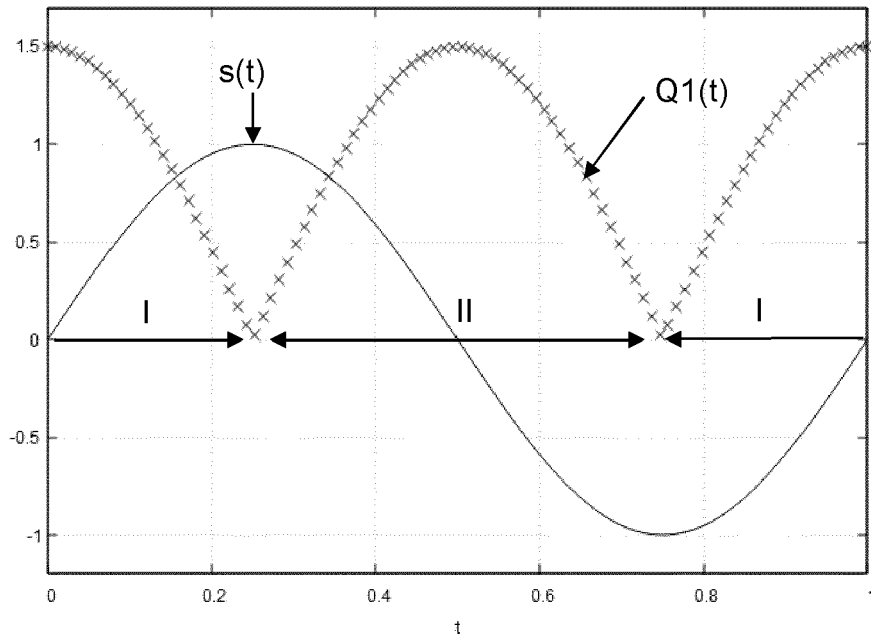


Fig. 8

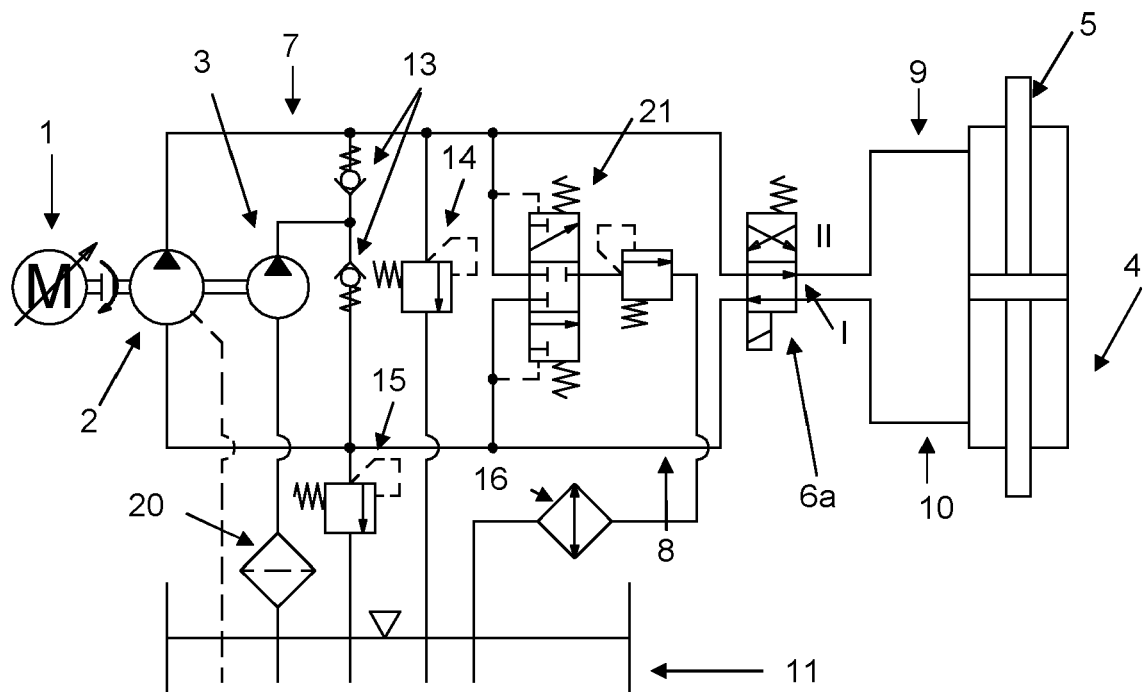


Fig. 9a

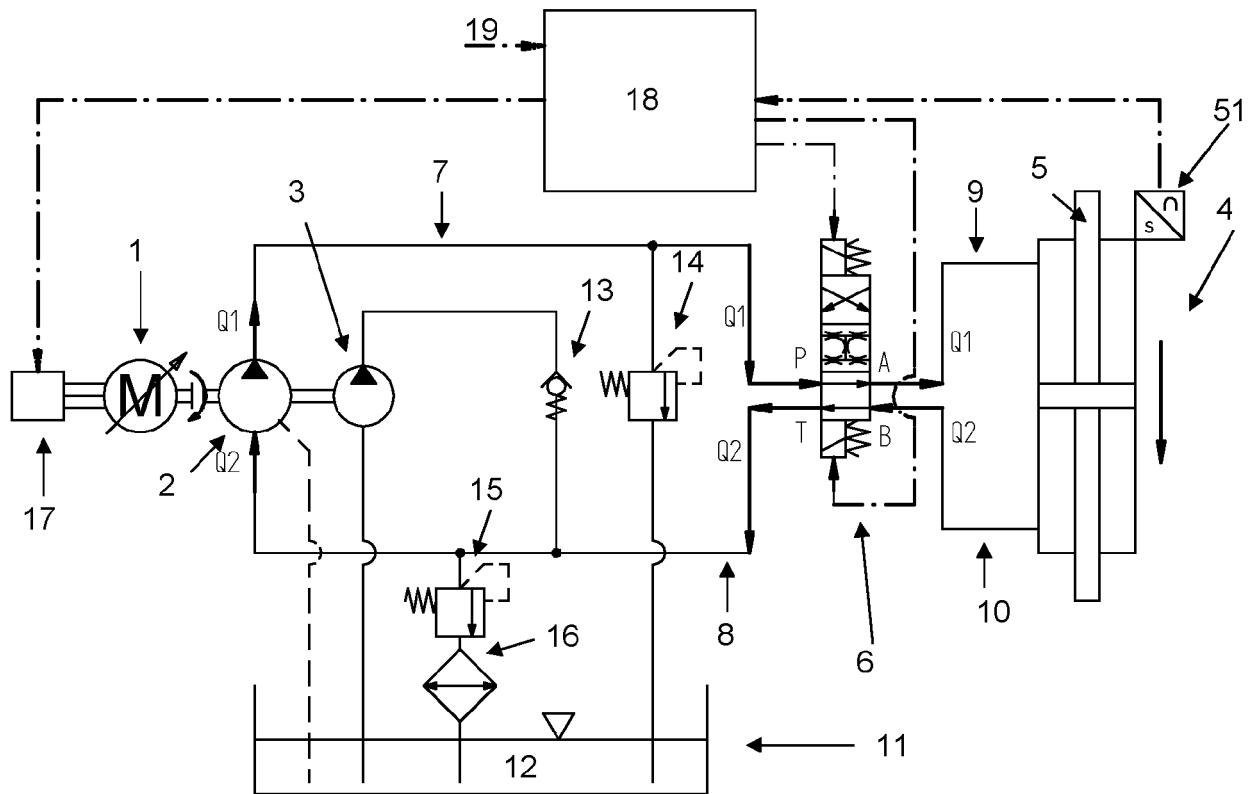
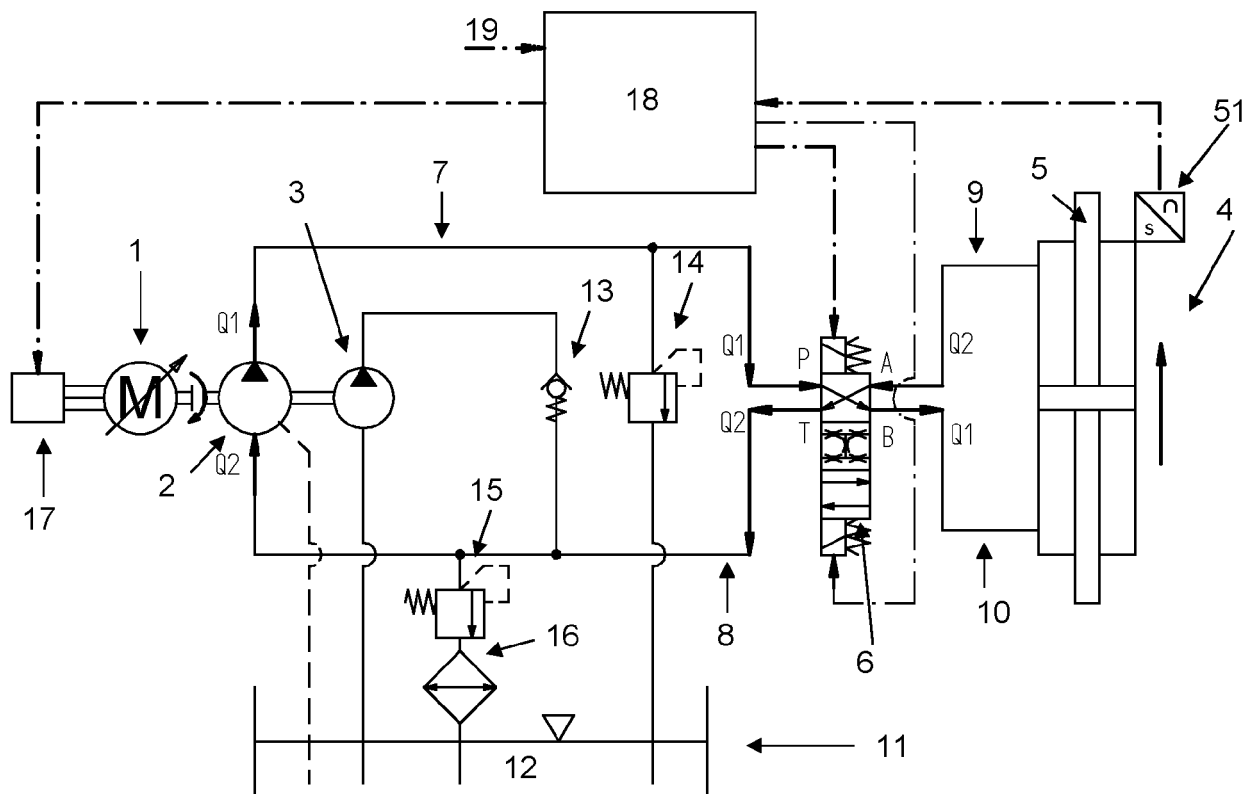


Fig. 9b





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 22 17 8446

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)
A	WO 2015/121829 A1 (DANIELI OFF MECC [IT]) 20. August 2015 (2015-08-20) * Abbildungen 1-3 * * Seite 1, Zeile 1 - Seite 3, Zeile 25 * * Seite 4, Zeile 9 - Seite 11, Zeile 11 * -----	1-15	INV. B22D11/053 B22D11/16 F15B9/03 F15B11/17 F15B21/12
A	CN 202 398 792 U (XINXING DUCTILE IRON PIPES CO) 29. August 2012 (2012-08-29) * Abbildung 1 * * Absatz [0001] * * Absatz [0003] - Absatz [0010] * * Absatz [0012] - Absatz [0017] * -----	1-15	
A	JP 2003 126949 A (NIPPON KOKAN KK) 8. Mai 2003 (2003-05-08) * Abbildungen 1-4 * * Absatz [0001] * * Absatz [0009] - Absatz [0015] * * Absatz [0017] - Absatz [0030] * -----	1-15	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			B22D F15D F15B
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 16. November 2022	Prüfer Jung, Régis
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 17 8446

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.

16-11-2022

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 2015121829 A1	20-08-2015	CN 106102959 A	09-11-2016
		EP 3104993 A1	21-12-2016
		RU 2636787 C1	28-11-2017
		US 2017008076 A1	12-01-2017
		WO 2015121829 A1	20-08-2015

CN 202398792 U	29-08-2012	KEINE	

JP 2003126949 A	08-05-2003	KEINE	

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

- CN 202398792 U [0005]
- WO 15121829 A1 [0006]

In der Beschreibung aufgeführte Nicht-Patentliteratur

- **J. CIBULKA et al.** IMPACT OF OSCILLATION PARAMETERS ON SURFACE QUALITY OF CAST BILLETS. *Arch. Metall. Mater.*, 2016, vol. 61 (1), 283-288 [0003]