



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 603 14 172 T2** 2008.01.24

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 558 836 B1**

(51) Int Cl.⁸: **E21B 44/00** (2006.01)

(21) Deutsches Aktenzeichen: **603 14 172.2**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/FI03/00824**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **03 810 474.1**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2004/042193**

(86) PCT-Anmeldetag: **05.11.2003**

(87) Veröffentlichungstag
der PCT-Anmeldung: **21.05.2004**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **03.08.2005**

(97) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung beim EPA: **30.05.2007**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **24.01.2008**

(30) Unionspriorität:

20021980	05.11.2002	FI
20030320	28.02.2003	FI

(84) Benannte Vertragsstaaten:

AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LI, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR

(73) Patentinhaber:

Sandvik Mining and Construction Oy, Tampere, FI

(72) Erfinder:

NOEL, Roger, F-69500 Bron, FR

(74) Vertreter:

Abitz & Partner, 81677 München

(54) Bezeichnung: **ANORDNUNG ZUR GESTEINSBOHRUNGSSTEUERUNG**

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

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung**HINTERGRUND DER ERFINDUNG**

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Steuern von Gesteinsbohren, bei dem ein Schlaggerät, das zu einer Gesteinsbohrmaschine gehört, durch ein Werkzeug Schlagimpulse an Gestein abgibt und bei dem die Gesteinsbohrmaschine mittels eines Vorschubaktuators gleichzeitig gegen das Gestein gedrückt wird, wobei das Verfahren umfasst: Zuführen eines Druckmediums zum Vorschubaktor entlang mindestens einem Zufuhrkanal; Zuführen des Druckmediums zum Schlaggerät entlang mindestens einem Schlagdruckkanal; Bestimmen einer Eindringgeschwindigkeit; und Einstellen mindestens eines Schlagdrucks auf der Grundlage der Eindringgeschwindigkeit.

[0002] Die Erfindung betrifft weiter eine Gesteinsbohranordnung, umfassend: eine Gesteinsbohrmaschine, die ein Schlaggerät umfasst, das so angeordnet ist, dass Schlagimpulse zu einem Werkzeug erzeugt werden, das mit der Gesteinsbohrmaschine zu verbinden ist; einen Vorschubträger, auf dem die Gesteinsbohrmaschine angeordnet worden ist; einen Vorschubaktor, der ermöglicht, dass die Gesteinsbohrmaschine in der Längsrichtung des Vorschubträgers bewegt wird; ein Druckmediumsystem, umfassend: mindestens eine Druckquelle; mindestens einen Druckmediumkanal, der zum Schlaggerät führt; mindestens einen Zufuhrkanal, der mit dem Vorschubaktor verbunden ist; und Einrichtungen zum Einstellen eines Schlagdrucks.

[0003] Wenn Löcher in Gestein gebohrt werden, können sich die Bohrbedingungen auf mehrere Weise ändern. Das Gestein kann Hohlräume und Spalte und Gesteinslagen mit unterschiedlicher Härte enthalten, weshalb Bohrparameter entsprechend dem Widerstand, der dem Bohreinsatz entgegengesetzt wird, eingestellt werden sollten.

[0004] Herkömmlicherweise steuert eine Bedienperson den Betrieb einer Gesteinsbohrmaschine auf der Grundlage von seiner oder ihrer persönlichen Erfahrung. Die Bedienperson stellt gewisse Bohrparameter auf der Grundlage der vermuteten Gesteinscharakteristika ein. Während eines Bohrens kontrolliert die Bedienperson die Drehung und überwacht den Fortgang des Bohrens. Wenn notwendig, ändert er die Vorschubkraft und/oder die Schlagenergie des Schlaggeräts, um einem speziellen Typ von Gestein zu entsprechen, wodurch versucht wird, einen schnellen aber noch ruhigen Bohrprozess zu erzielen. In der Praxis kann die Bedienperson einen Einzelbohrparameter einstellen und dessen Einfluss auf den Bohrprozess in mehreren Sekunden oder einigen zehn Sekunden steuern. Wenn sich die Qualität von Gestein oder dessen Bohrcharakteristika schnell

ändern, kann selbst eine befähigte Bedienperson die Bohrparameter nicht schnell genug anpassen, um dem Gestein zu entsprechen. Es ist folglich augenscheinlich, dass die Bedienperson keine gute Werkzeuglebensdauer gewährleisten kann, wenn sich Bohrbedingungen sehr schnell ändern. Weiter ist es selbst für eine befähigte Bedienperson praktisch unmöglich, den Betrieb der Gesteinsbohrmaschine während einer ganzen Arbeitsschicht so zu überwachen und zu steuern, dass das Bohren jederzeit wirkungsvoll fortschreitet, wobei gleichzeitig die Beanspruchungen berücksichtigt werden, denen das Werkzeug ausgesetzt ist.

[0005] Die EP-A-0112810 offenbart ein Verfahren zum Steuern von Gesteinsbohren, indem die Eindringgeschwindigkeit gelesen wird und die Schlaggeschwindigkeit und Schlagfrequenz des Hammerkolbens in inkrementellen Schritten gesteuert werden.

KURZE BESCHREIBUNG DER ERFINDUNG

[0006] Ein Ziel der Erfindung besteht darin, ein neues und verbessertes Verfahren zum Steuern von Gesteinsbohren und eine Gesteinsbohranordnung bereitzustellen.

[0007] Das Verfahren der Erfindung ist gekennzeichnet durch Fördern mindestens eines Druckmediumstroms, der zu oder von dem Vorschubaktor bereitgestellt wird, durch mindestens eine Drossel, Erfassen des Drucks des Druckmediums vor der Drossel und hinter der Drossel, um die Eindringgeschwindigkeit zu bestimmen, und Einstellen des Schlagdrucks auf der Grundlage der Überwachung.

[0008] Die Gesteinsbohranordnung der Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, dass mindestens eine Drossel mit mindestens einem Zufuhrkanal des Vorschubaktuators verbunden ist, die Anordnung Einrichtungen zum Erfassen des Drucks, der im Zufuhrkanal vor der Drossel und hinter der Drossel wirksam ist, umfasst, und die Druckmediananordnung so angeordnet ist, dass der Schlagdruck verringert wird, wenn der Druck im Zufuhrkanal hinter der Drossel kleiner als der Druck vor der Drossel ist.

[0009] Eine zweite Gesteinsbohranordnung der Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, dass die Anordnung umfasst: mindestens eine Einstelleinheit, um den Vorschubaktor zu steuern, mindestens zwei Entlastungsventile, die in einem Lasterfassungs kanal der Einstelleinheit in Reihe angeordnet sind, mindestens eine Drossel, die mit dem Einlasszufuhrkanal des Vorschubaktuators verbunden ist, die Anordnung umfasst: Einrichtungen zum Steuern des Druckunterschieds zwischen dem Einlasszufuhrkanal des Vorschubaktuators und einem Bezugsdruck, der zwischen den erwähnten zwei Entlastungsventilen in dem Lasterfassungskreis der Einstelleinheit des Vor-

schubaktuators erfasst wird, wobei der Bezugsdruck zwischen den zwei Entlastungsventilen erfasst wird, der Druck hinter der Drossel erfasst wird, und die Anordnung umfasst: ein Steuersystem, das so angeordnet ist, dass der Schlagdruck verringert wird, wenn sich der Druckunterschied zwischen den oben erwähnten erfassten Drücken verringert.

[0010] Die der Erfindung zugrunde liegende Idee ist, dass eine Drossel in mindestens einem Druckmediumkanal, der zu einem Vorschubaktor führt, angeordnet ist. Die Drossel kann in einem Kanal angeordnet sein, entlang welchem das Druckmedium zum Vorschubaktor zugeführt wird, wenn eine Gesteinsbohrmaschine in Richtung auf Gestein vorgeschoben wird, oder die Drossel kann in einem Kanal angeordnet sein, entlang welchem das Druckmedium vom Vorschubaktor zurückkehrt. Der Druck des Druckmediums wird vor und hinter der Drossel erfasst oder gemessen, was Druckinformation bereitstellt, die zum Steuern des Betriebs der Gesteinsbohrmaschine zu verwenden ist. Wenn z.B. die Eindringgeschwindigkeit in weiches Gestein ansteigt, steigt der Vorschubstrom an, und ein größerer Druckmediumstrom fließt zum Vorschubgerät. Ein größerer Strom durch die Drossel erzeugt einen höheren Druckabfall. Ein Abfall im Druck kann detektiert werden, wenn die Drücke, die auf beiden Seiten der Drossel wirksam sind, verglichen werden. Die Erfindung umfasst weiter ein Einstellen des Schlagdrucks auf der Grundlage des Druckunterschieds, der auf beiden Seiten der Drossel gemessen wird, so dass, wenn sich die Eindringgeschwindigkeit erhöht, der Schlagdruck verringert wird.

[0011] Ein Vorteil der Erfindung besteht darin, dass Änderungen in der Eindringgeschwindigkeit auf eine verhältnismäßig genaue Weise erfasst werden können, indem der Druckabfall oder der Druckunterschied an zwei ausgewählten Punkten des Hydraulikkreises erfasst wird. Ein solches Erfassen des Druckunterschieds ist verhältnismäßig einfach einzurichten, und alternative Lösungen sind für seine Ausführung vorhanden. Die Erfindung kann weiter ein automatisches Einstellen des Schlagdrucks in einem gewissen vorbestimmten Verhältnis zum Druckabfall umfassen, der durch die Eindringgeschwindigkeit hervorgerufen wird. Da die Erfindung ein Verringern des Schlagdrucks in weichem Gestein umfasst, ist es möglich, die Bildung von schädlichen Zugspannungen auf eine Bohrausrüstung zu vermeiden.

[0012] Die einer Ausführungsform der Erfindung zugrunde liegende Idee ist, dass der Druck vor der Drossel und hinter der Drossel durch Drucksensoren gemessen wird. Messdaten werden an eine Steuereinheit abgegeben, wobei eine vorbestimmte Steuerstrategie bestimmt worden ist, wobei der Schlagdruck in Bezug zur Vorschubgeschwindigkeit entsprechend einer solchen Strategie gesteuert wird.

Die Steuereinheit ist angeordnet, um mindestens ein elektrisch gesteuertes Ventil zu steuern. Die Steuereinheit kann mit verschiedenen unterschiedlichen Einstellstrategien versehen sein. Zusätzlich ist es verhältnismäßig einfach, die Einstellstrategien später zu ändern. Die Steuereinheit kann auch einen Vorschubdruck entsprechend einer vorbestimmten Steuerstrategie steuern. Es ist auch möglich, den Vorschubdruck nur mit der Drossel ohne zusätzliches Steuerventil zu steuern.

[0013] Die einer Ausführungsform der Erfindung zugrunde liegende Idee ist, dass die Steuereinheit einen Prozessor umfasst, wobei das Rechnerprogramm, das darin ausgeführt wird, konfiguriert ist, um den Vorschubdruck und den Schlagdruck zu verringern, wenn die Vorschubgeschwindigkeit ansteigt. Bei dieser Lösung ist es sehr einfach und schnell, die Steuerung auf den neuesten Stand zu bringen. Ein neues Programmprodukt, das mit einer neuen Einstellstrategie versehen ist, kann später in die Steuereinheit heruntergeladen werden.

[0014] Die einer Ausführungsform der Erfindung zugrunde liegende Idee ist, dass mindestens ein Überwachungsventil, das angeordnet ist, um den Schlagdruck automatisch zu verringern, wenn sich die Vorschubgeschwindigkeit erhöht, mit einem Hydraulikkreis verbunden ist.

[0015] Die einer Ausführungsform der Erfindung zugrunde liegende Idee ist, dass das Überwachungsventil angeordnet ist, um ein Lasterfassungsventil oder direkt eine Lasterfassungspumpe des Hydrauliksystems zu steuern.

[0016] Die einer Ausführungsform der Erfindung zugrunde liegende Idee ist, dass ein Druckverhältnis, bei dem der Schlagdruck variieren kann und der Vorschubdruck variieren kann, während des Bohrens verhältnismäßig konstant ist.

[0017] Die einer Ausführungsform der Erfindung zugrunde liegende Idee ist, dass der Hydraulikkreis ermöglicht, dass eine Bedienperson den Vorschubdruck feinabstimmt, ohne dass der Schlagdruck beeinflusst wird.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0018] Die Erfindung wird in genauerem Detail in den begleitenden Zeichnungen beschrieben.

[0019] [Fig. 1](#) ist eine schematische Seitenansicht, die eine Gesteinsbohrereinheit darstellt,

[0020] die [Fig. 2](#) bis [Fig. 8](#) stellen schematisch Hydraulikdiagramme dar, die unterschiedliche Ausführungsformen zum Einstellen eines Schlagdrucks auf der Grundlage einer Eindringgeschwindigkeit darstel-

len,

[0021] [Fig. 9](#) ist eine schematische und Schnittansicht, die die Struktur eines Überwachungsventils darstellt, das für die Hydraulikkreise geeignet ist, die in den [Fig. 5](#) bis [Fig. 8](#) offenbart sind, und

[0022] [Fig. 10](#) ist eine schematische und Schnittansicht, die die Struktur eines Überwachungsventils darstellt, das für die Hydraulikkreise geeignet ist, die in den [Fig. 4](#) und [Fig. 8](#) offenbart sind.

[0023] Zwecks Klarheit stellen die Figuren die Erfindung auf eine vereinfachte Weise dar. Gleiche Bezugszeichen kennzeichnen ähnliche Elemente.

AUSFÜHRLICHE BESCHREIBUNG DER ERFINDUNG

[0024] Die in [Fig. 1](#) dargestellte Gesteinsbohrereinheit umfasst eine Gesteinsbohrmaschine **1**, die auf einem Vorschubträger **2** angeordnet ist. Die Gesteinsbohrmaschine **1** kann mittels eines Vorschubgeräts **3** in der Längsrichtung des Vorschubträgers **2** bewegt werden. Der Vorschubaktuator **3** ist so angeordnet, dass er die Gesteinsbohrmaschine **1** durch ein Energieübertragungselement beeinflusst, wie z.B. eine Kette oder einen Draht. Der Vorschubaktuator **3** kann ein Druckmediumzylinder oder ein Druckmediummotor sein, zu dem ein Druckmedium gefördert werden kann und von dem das Druckmedium entlang einem ersten Kanal **4** und einem zweiten Kanal **5** entfernt werden kann, abhängig von der Bewegungsrichtung des Vorschubgeräts **3**. Die Gesteinsbohrmaschine **1** und ein damit verbundenes Werkzeug **9** werden gegen Gestein **10** gepresst, indem eine Vorschubkraft einer gewünschten Größe verwendet wird. Der Vorschubträger **2** kann an einem freien Ende eines Bohrauslegers **6** bewegbar angeordnet sein, der zu der Gesteinsbohrvorrichtung gehört. Die Gesteinsbohrmaschine **1** umfasst mindestens ein Schlaggerät **7** und ein Drehgerät **8**. Das Schlaggerät wird verwendet, um Schlagimpulse zum Werkzeug **9** zu erzeugen, das mit der Gesteinsbohrmaschine **1** verbunden ist, wobei das Werkzeug die Schlagimpulse an das Gestein **10** abgibt. Ein äußeres Ende des Werkzeugs **9** ist mit einem Bohreinsatz **11** versehen, wobei die Einsätze darin in das Gestein **10** aufgrund der Schlagimpulse eindringen, wobei bewirkt wird, dass das Gestein **10** bricht. Weiter wird das Werkzeug **9** in Bezug zu seiner Längsachse gedreht, was ermöglicht, dass die Einsätze im Bohreinsatz **11** immer auf einen neuen Punkt im Gestein **10** auftreffen. Das Werkzeug **9** wird mittels des Drehgeräts **8** gedreht, das z.B. ein Druckmedium-betriebenes Gerät oder ein elektrisches Gerät sein kann. Das Werkzeug **9** kann mehrere Bohrstangen **12** umfassen, die aufeinanderfolgend aufeinander angeordnet sind. Schraubverbindungen können zwischen den Bohrstangen **12** vorgesehen sein. Bei der Lösung der

Erfindung ist das Schlaggerät **7** ein hydraulisch betriebenes Gerät, zu dem ein Druckmedium entlang einem Schlagdruckkanal **13** gefördert wird. Ein Druckmediumstrom, der von dem Schlaggerät **7** geliefert wird, wird entlang einem Abflusskanal **14** zu einem Behälter gefördert. Das Schlaggerät **7** kann einen Schlagkolben umfassen, der mittels eines Druckmediums hin und her bewegt wird und der angeordnet ist, um auf ein Werkzeug oder einen Schaftadapter aufzutreffen, der zwischen einem Werkzeug und einem Schlagkolben angeordnet ist. Natürlich kann die Erfindung auch in Verbindung mit Druckmedium-betriebenen Schlaggeräten **7** angewandt werden, bei denen Schlagimpulse auf eine andere Weise als mittels eines hin und her bewegten Schlagkolbens erzeugt werden.

[0025] [Fig. 2](#) stellt eine Ausführungsform der Erfindung dar. Ein Hydraulikkreis umfasst eine Pumpe **20** zur Erzeugung des notwendigen Drucks und Stroms für das Druckmedium. Wenn notwendig kann die Anzahl von Pumpen **20** größer sein. Weiter kann die Pumpe **20** eine feste Verdrängungspumpe oder eine variable Verdrängungspumpe sein. Die in [Fig. 2](#) dargestellte Lösung verwendet eine Lasterfassungssteuerung. Die Pumpe **20** ist eine variable Verdrängungspumpe, die mit Einstellelementen versehen ist, um den Druck und Strom, die durch die Pumpe **20** erzeugt werden, einzustellen. Die Einstellelemente der Pumpe **20** können ein Ventil **21** umfassen, das die Pumpe **20** schützen kann. Die Einstellelemente der Pumpe **20** können weiter ein Lasterfassungsventil **23** umfassen. Ein Druckmedium wird von der Pumpe **20** entlang einem Schlagdruckkanal **24** zu einem Schlaggerät **25** gefördert. Das zum Schlaggerät **25** zu fördernde Schlagmedium kann mittels einer ersten Steuereinheit **26** gesteuert werden, die ein Ventil **27** zum Ein-/Ausschalten des Schlaggeräts **25** und weiter ein Kompensatorventil **28** und eine Drossel **29** umfassen kann. Das Druckmedium wird durch die Drossel **29** zu einem Lasterfassungskanal **30** gefördert. Der Druck des Lasterfassungskanals beeinflusst das Kompensatorventil **28** und das Lasterfassungsventil **23** der Pumpe **20**. Der im Lasterfassungskanal **30** wirksame Druck kann mittels eines ersten elektrisch gesteuerten Einstellventils **31** gesteuert werden.

[0026] Weiter wird das Druckmedium von der Pumpe **20** entlang einem Kanal **32** zu einem Vorschubaktuator **33** gefördert. Das zum Vorschubaktuator **33** geförderte Druckmedium wird mittels einer zweiten Einstelleinheit **34** eingestellt. Die zweite Einstelleinheit **34** kann ein Wegeventil **35** und ein Kompensatorventil **36** umfassen, die zusammen angeordnet sind, um die Druckmediumströme zu steuern und einzustellen, die zum Vorschubaktuator **33** zu fördern sind. Wenn die Gesteinsbohrmaschine **1** während eines Bohrens in Richtung auf das Gestein vorgeschoben wird, wird das Druckmedium entlang einem Zufuhrka-

nal **37** zum Vorschubaktuator **33** gefördert, während das Druckmedium vom Vorschubaktuator **33** entlang einem Zufuhrkanal **38** zum Behälter zurückkehrt. Entsprechend wird während einer Rückwärtsbewegung, d.h., wenn die Gesteinsbohrmaschine **1** vom Gestein wegbewegt wird, das Druckmedium entlang dem Zufuhrkanal **38** zum Vorschubaktuator **33** zugeführt und gleichzeitig fließt das Druckmedium entlang dem Zufuhrkanal **37** vom Vorschubaktuator **33** weg. Der Strom und Druck des ersten Zufuhrkanals **37** kann mittels der zweiten Einstelleinheit **34** eingestellt werden. Um den Druck einzustellen, ist die Einstelleinheit **34** mit einer Drossel **39** und einem Druckentlastungsventil **40** versehen. Der Druck des zweiten Zufuhrkanals **38** kann auf eine ähnliche Weise mittels einer Drossel **41** und eines Druckentlastungsventils **42** eingeschränkt werden. Weiter kann der Druck des Zufuhrkanals **37** beeinflusst werden, indem ein im Lasterfassungskanal **43** angeordnetes elektrisch gesteuertes Druckentlastungsventil **44** eingestellt wird, um den Druck unter den festen Wert zu verringern, der durch das Entlastungsventil **40** eingestellt ist.

[0027] Entsprechend der Idee der Erfindung ist eine Drossel **46** im ersten Zufuhrkanal **37** auf einem Abschnitt zwischen der zweiten Einstelleinheit **34** und dem Vorschubaktuator **33** angeordnet. Die Drossel **46** kann einstellbar sein. Ein Abschnitt zwischen der Drossel **46** und der Einstelleinheit **34** vom Kanal **37** ist mit einem ersten Sensorkanal **47** verbunden, während ein Abschnitt **37'** zwischen der Drossel **46** und dem Vorschubaktuator **33** mit einem zweiten Sensorkanal **48** verbunden ist. Ein Ventil **49** kann zwischen dem Kanal **37** und dem Kanal **37'** angeordnet sein, um die Drossel **46** für Hilfsfunktionen zu umgehen, d.h. für schnelle Rückzieh- und schnelle Vorwärtsbewegungen des Vorschubaktuators **33**. Weiter ist ein Drucksensor **50** mit dem ersten Sensorkanal **47** verbunden, und ein Drucksensor **51** ist mit dem zweiten Sensorkanal **48** verbunden. Die Drucksensoren **50** und **51** können dann zum Messen der auf beiden Seiten der Drossel **46** wirksamen Drücke verwendet werden. Von den Drucksensoren **50** und **51** werden Messdaten an eine Steuereinheit **52** abgegeben, die eingerichtet ist, um auf der Grundlage der an sie übergebenen Messdaten und Steuerparameter das Einstellventil **31** zu steuern, um einen Schlagdruck zu beeinflussen, und weiter ist die Steuereinheit **52** auch eingerichtet, um das Einstellventil **44** zu steuern, um einen Vorschubdruck zu beeinflussen. Die Steuereinheit **52** kann ein Rechner oder ein ähnliches Gerät sein, dessen Prozessor ein Rechnerprogramm ausführen kann. Fig. 2 veranschaulicht ein Steuerprinzip durch Kurven **53** und **54**. Kurve **53** enthält die Eindringgeschwindigkeit auf der horizontalen Achse und den Vorschubdruck auf der vertikalen Achse. Kurve **54** enthält die Eindringgeschwindigkeit auf der horizontalen Achse und den Schlagdruck auf der vertikalen Achse. Die Steuereinheit **52** ist so eingerichtet, dass sich, wenn sich die Eindringgeschwindigkeit er-

höht, der Vorschubdruck entsprechend Kurve **53** verringert. Entsprechend ist die Steuereinheit **52** so eingerichtet, dass sich, wenn sich die Eindringgeschwindigkeit erhöht, der Schlagdruck entsprechend Kurve **54** verringert. Die Kurven **53** und **54** werden zur Wiedergabe der richtigen Druckbeziehung berechnet, so dass ein optimaler Bohrprozess bei einer beliebigen Eindringgeschwindigkeit erzielt wird. Weiter kann ein minimaler Schlagdruck durch Kurve **54** gesteuert werden, um zu verhindern, dass Druckspeicher des Schlaggeräts **25** beschädigt werden.

[0028] Der in Fig. 3 dargestellte Hydraulikkreis ist eine vereinfachte Ausführungsform des Hydraulikkreises, der in Fig. 2 dargestellt ist. In der Fig. 3 ist statt eines elektrisch gesteuerten Ventils **44** ein einfaches Druckentlastungsventil **55** im Lasterfassungskanal **43** angeordnet. Der Zufuhrkanal **37** wird dann einem konstanten Druck ausgesetzt, der durch das Druckentlastungsventil **55** zusammen mit dem Kompensatorventil **36** eingestellt wird. Bei dieser vereinfachten Ausführungsform ist die Drossel **46** bemessen, um den erwarteten Druckabfall vom Zufuhrkanal **37** zum Zufuhrkanal **37'** abhängig von einer Eindringgeschwindigkeit präzise bereitzustellen. Die Druckeinstellung, die mit einem Druckentlastungsventil **55** erzielt wird, kann auch mit einem Druckentlastungsventil **40** erzielt werden, aber zur Feineinstellung des Vorschubdrucks durch die Bedienperson kann es leichter sein, ein separates Druckentlastungsventil **55** ins Innere der Kabine zu platzieren. Weiter ist die Steuereinheit **52** so angeordnet, dass der Schlagdruck entsprechend Kurve **54** mit Hilfe der Druckinformation eingestellt wird, die durch die Drucksensoren **50** und **51** erfasst wird. Mit einer richtigen Steuerung durch Kurve **54** kann der in Fig. 3 dargestellte vereinfachte Kreis die Steuerung der Bohrparameter auf dieselbe Weise wie der in Fig. 2 dargestellte Kreis reproduzieren.

[0029] Fig. 4 stellt einen Hydraulikkreis dar, bei dem die Steuerung der Erfindung ausgeführt ist, indem nur Hydraulikbauteile verwendet werden. Dem Hydraulikkreis von Fig. 4 fehlen die Drucksensoren **50**, **51**, eine Steuereinheit **52** und auch elektrisch gesteuerte Einstellventile **31** und **44**. Bei dieser Lösung wird der Vorschubdruck durch das Druckentlastungsventil **40** oder **55** gesteuert, wie in Fig. 3. Der Schlagdruck wird mittels des Kompensatorventils **28** und des im Lasterfassungskanal **58** wirksamen Drucks gesteuert. Der Druck im Lasterfassungskanal **58** wird mittels eines Überwachungsventils **71** und eines Druckentlastungsventils **57**, die in Reihe geschaltet sind, gesteuert. Das Überwachungsventil **71** wird später in Fig. 10 dargestellt. Wenn das Überwachungsventil **71** ganz geöffnet ist, stellt das Druckentlastungsventil **57** den minimalen Schlagdruck ein. Mit der Hilfe einer Feder **59** oder eines entsprechenden Kraftelements des Überwachungsventils **71** kann der Schlagdruck auf einen gewünschten maximalen Schlagdruck er-

hört werden. Außerdem kann der Schlagdruck im vorbestimmten Bereich (Maximum zu Minimum) durch die Drücke in den Sensorkanälen **47** und **48** verringert werden, die auf das Steuerelement **61** einwirken. Der Druckunterschied in den Sensorkanälen **47** und **48** hängt bloß von der tatsächlichen Eindringgeschwindigkeit ab.

[0030] Die Struktur des Überwachungsventils **71** kann derjenigen eines Druckentlastungsventils ähneln. Der Druck im Lasterfassungskanal **58** wird durch die Feder **59** des Überwachungsventils **71** und eine Feder des Druckentlastungsventils **57** eingestellt. Das Überwachungsventil **71** ist mit einem Steuerelement **61** versehen, das angeordnet ist, um das Öffnen des Kanals, der zum Behälter **60** führt, zu beeinflussen. Das Steuerelement **61** wird durch die Drücke beeinflusst, die durch die Sensorkanäle **47** und **48** auf beiden Seiten der Drossel **46** erfasst werden. Wenn die Vorschubgeschwindigkeit ansteigt, bewirkt die Drossel **46**, dass der Druck im zweiten Sensorkanal **48** geringer als der Druck im ersten Sensorkanal **47** ist. Der Druck des ersten Sensorkanal **47** beeinflusst dann das Steuerelement **61** stärker als der Druck des zweiten Sensorkanals **48**, in welchem Fall sich das Überwachungsventil **71** nach links bewegt und über das Ventil **57** die Verbindung mit dem Behälter **60** öffnet und den Schlagdruck zwingt, abzunehmen. [Fig. 4](#) zeigt auch, dass die Einstelleinheit **26** ein Druckentlastungsventil **62** umfassen kann, das verwendet werden kann, um einen unteren maximalen Schlagwert für den Schlagdruck spezifisch einzustellen, der zum Schlaggerät **25** zu übermitteln ist.

[0031] In einer in [Fig. 5](#) dargestellten Ausführungsform ist der Lasterfassungskanal **43** mit zwei Druckentlastungsventilen **63** und **64**, die in Reihe geschaltet sind, verbunden. Der Druck zwischen den Entlastungsventilen **63** und **64** wird als ein Bezugsdruck bezeichnet. Der Schlagdruck wird durch ein Überwachungsventil **56** gesteuert, das in [Fig. 9](#) dargestellt ist. Das Überwachungsventil **56** umfasst eine Feder **59** zur Einstellung eines minimalen Schlagdrucks. Ein Steuerelement **61** des Überwachungsventils **56** initiiert eine Druckverhältnissteuerung beim Schlagdruck, sobald der im Sensorkanal **48** erfasste Vorschubdruck höher als der Bezugsdruck im Sensorkanal **65** ist. Die Information zum Überwachungsventil **56** ist nicht mehr ein Druckabfall von Kanal **37** zu **37'** wie in [Fig. 4](#). Stattdessen erfasst das Überwachungsventil **56** den Unterschied von Drücken in dem Kanal **37'** und dem Sensorkanal **65**. Um einen präzisen Bezugsdruck unter beliebigen Arbeitsbedingungen zu erzielen, liefert eine Drossel **66** eine kleine Menge eines Druckmediums zum Entlastungsventil **64**. Dieser Strom kann von einem beliebigen Abschnitt des Hydraulikkreises zugeleitet sein, aber der Strom kann auch vom Kanal **47** genommen sein. Bei dieser Ausführungsform wird der Kanal **47** nicht als ein Sensorkanal betrachtet. Die Ausführungsform

von [Fig. 5](#) ermöglicht weiter durch Einstellen des Druckentlastungsventils **63**, den Vorschubdruck und den Schlagdruck in dem vordefinierten Verhältnis, das durch das Überwachungsventil **56** gegeben ist, gleichzeitig zu erhöhen oder zu verringern. Außerdem kann durch Einstellen des Entlastungsventils **64** die Bedienerperson den Vorschubdruck unabhängig einstellen und dadurch das Bohren feinjustieren.

[0032] Wie in [Fig. 5](#) dargestellt, kann eine Drossel **46** zwischen den Zufuhrkanälen **37** und **37'** angeschlossen sein. Der Hydraulikkreis kann auch einen Sensorkanal **48** umfassen, um die Druckvariationen zu erfassen, die durch die Änderungen in der Eindringgeschwindigkeit verursacht werden. Die Druckvariationen in der Zufuhrleitung **37'**, die durch eine variable Eindringgeschwindigkeit hervorgerufen werden, wirken auf dieselbe Weise wie Variationen auf die Einstellung des Druckentlastungsventils **63** ein. Einerseits kann die Wirkung auf das Druckentlastungsventil **63** nur manuell sein, während andererseits die durch die Drossel **46** hervorgerufene Wirkung automatisch in Beziehung zur Eindringgeschwindigkeit steht. Diese in [Fig. 5](#) dargestellte etwas kompliziertere Lösung kann den Schlagdruck abhängig von der Eindringgeschwindigkeit festlegen, ohne dass der Vorschubdruck im Zufuhrkanal **37** erfasst wird. Jedoch ist das Endergebnis in Bezug zur Eindringgeschwindigkeit in [Fig. 5](#) und in [Fig. 4](#) im Wesentlichen ähnlich.

[0033] [Fig. 6](#) stellt eine andere Verbesserung des Hydrauliksystems dar, wobei die mehreren Erfordernisse eines Bohrsystems zusätzlich zum reinen Bohrprozess berücksichtigt werden. Die dieser Ausführungsform zugrunde liegende Idee ist, den Schlagdruck bis zum maximalen Niveau automatisch zu erhöhen, wenn der Bohrstrang im Rückziehmodus stecken bleibt. Die Idee ist, dass ein höherer Schlagdruck den Bohrstrang lose rütteln und das feststeckende Werkzeug **9** befreien kann. Diese Ausführungsform umfasst eine zusätzliche Sensorleitung **70**, die mit dem Zufuhrkanal **38** verbunden ist, die im Rückziehmodus mit Druck beaufschlagt ist. Das Wechselventil **68** wählt den höchsten Druck aus, der durch einen Sensorkanal **48** bei Vorwärtsbewegung erfasst wird, oder durch einen Sensorkanal **70** bei Rückziehbewegung erfasst wird. Diese Verbindung ermöglicht, den Schlagdruck zu erhöhen, wenn der Vorschub-Rückzieh-Druck ansteigt. Weil dem Zufuhrkanal **38** eine Drossel fehlt, reagiert diese Verbindung nicht empfindlich auf die Rückziehgeschwindigkeit. Weiter wird der im Sensorkanal **65** gebildete Bezugsdruck sichergestellt, indem eine Drossel **69** und ein Wechselventil **67** hinzugefügt werden, um das Entlastungsventil **64** bei Vorwärtsbewegung sowie bei Rückziehbewegung kontinuierlich zu speisen.

[0034] [Fig. 7](#) stellt eine Verbesserung einer vorherigen schematischen Darstellung dar. Die zugrunde

liegende Idee ist, den Einfluss eines maximalen Schlags im Rückziehmodus zu begrenzen. Die Lösung ist, im Rückziehmodus des Aktuators **33** den Bezugsdruck, der durch das Druckentlastungsventil **64** eingestellt und durch eine Sensorleitung **65** zum Überwachungsventil übermittelt wird, zu modifizieren und ihn durch einen möglichen höheren Druckwert zu ersetzen. Der höhere Druckwert könnte durch ein zusätzliches Druckentlastungsventil (nicht dargestellt) eingestellt werden, aber eine alternative Lösung besteht darin, den verfügbaren Druck am Einlass der zwei Druckentlastungsventile **63** und **64**, die in Serie verbunden sind, zu verwenden. Dieser höhere Druck wird im Rückziehmodus durch eine Verbindung **75** sichergestellt, die das Druckmedium von der Drossel **69** zu den Druckentlastungsventilen **63** und **64** über ein Wechselventil **76** schickt. Dieser höhere Druck wird über das Wechselventil **67** durch das Steuerelement **61** des Überwachungsventils **59** erfasst und wirkt als ein Bezugsdruck, dem der wirksame Vorschubdruck im Zufuhrkanal **38** entgegengesetzt ist.

[0035] [Fig. 8](#) stellt eine Ausführungsform dar, bei der das Hydrauliksystem vereinfacht worden ist. Aus Kostengründen könnte das Hydraulikdruckmedium, das von dem Vorschubaktor **33** und dem Schlaggerät **25** benötigt wird, mittels einer Einzelpumpe erzeugt werden. Das Kompensatorventil **28** ist ein sehr großes und kostspieliges Hydraulikventil, so dass es mit dem großen Druckmediumstrom im Einklang steht, der zum Schlaggerät **25** gefördert wird. Die zugrunde liegende Idee ist, dass das Kompensatorventil **28** weggelassen werden kann. Die Idee ist, das Druckerfordernis, das durch die zwei Entlastungsventile **63** und **64**, die in Serie geschaltet sind, wie in [Fig. 5](#) dargestellt, im Zufuhrkanal **37** zu verringern, und dieses Druckerfordernis jederzeit im Wesentlichen geringer zu halten als das Druckerfordernis des Schlaggeräts **25**. Das neue Merkmal kann bei Ersetzung des Druckentlastungsventils **63** durch ein Überwachungsventil **81** erzielt werden, das in [Fig. 10](#) dargestellt ist. Der Nennvorschubdruck wird wie gewöhnlich durch die Feder **59** des Überwachungsventils **81** eingestellt, aber dieser maximale Vorschubdruck kann, wenn eine Eindringgeschwindigkeit ansteigt, durch den Druckunterschied zwischen einem Sensorkanal **47** und einem Sensorkanal **48** auf beiden Seiten der Drossel **46** gesenkt werden. Wenn in weiches Gestein gebohrt wird, steigt der Strom durch die Drossel **46** an, was zu einem Druckabfall vom Zufuhrkanal **37** zum Zufuhrkanal **37'** führt. Dieser Druckunterschied wird verwendet, um das Überwachungsventil **81** zu steuern. Wenn der Strom durch die Drossel **46** ansteigt, vermindert das Überwachungsventil **81** das Druckerfordernis in der Lasterfassungsleitung **43** und folglich auch im Zufuhrkanal **32**. Die Idee ist, jederzeit das Druckerfordernis der zweiten Einstelleinheit **34** geringer als das Druckerfordernis des Schlaggeräts **25** zu halten. Diese in [Fig. 8](#) dargestellte Verbesserung kann natürlich auf

die [Fig. 6](#) und [Fig. 7](#) angewandt werden, wo die Druckentlastungsventile **63** durch ein Überwachungsventil **81** ersetzt werden können.

[0036] Die [Fig. 5](#) bis [Fig. 8](#) zeigen weiter, dass die erste Einstelleinheit **26** ein Ventil **80** umfassen kann, das im Lasterfassungs kanal **58** zwischen dem Druckentlastungsventil **62** und dem Überwachungsventil **56** angeordnet ist. Dieses Ventil **80** ermöglicht, dass ein voller Schlagdruck eingestellt wird, ungeachtet des Drucks, der über die Drossel **46** erfasst wird. Es ist während eines Bohrens nicht zu verwenden, aber um die Bohrstangen lose zu rütteln, wenn das Loch fertiggestellt ist.

[0037] [Fig. 9](#) zeigt weiter eine mögliche Konstruktion des in den [Fig. 5](#) bis [Fig. 8](#) dargestellten Überwachungsventils. Das Ventil **56** kann ein Steuerschieber sein, der einen Körper **90** und einen langgestreckten Schieber **91** umfasst, der in einem Raum im Körper angeordnet ist. Der Querschnitt des Schiebers **91** kann kreisförmig sein, und er weist ein erstes Ende und ein zweites Ende auf, deren Durchmesser im Wesentlichen gleich groß sein können. Das erste Ende des Schiebers **91** ist z.B. mittels einer lösbaren Hülse **92** im Wesentlichen druckdicht in Bezug zum Körper **90** angeordnet. Der äußere Rand des zweiten Endes des Schiebers **91** liegt dichtend an einer Bohrung **93** im Körper **90** an. Der Körper **90** kann mit einem Druckraum **94** zwischen den gedichteten Enden versehen sein. Weiter kann ein mittlerer Abschnitt des Schiebers **91** mit einem Kragen **95** versehen sein, der im Druckraum **94** angeordnet ist. Der Durchmesser des Kragens **95** ist größer als der Durchmesser des ersten Endes und des zweiten Endes des Schiebers. Andererseits ist der Durchmesser des Kragens **95** kleiner als der Durchmesser des Druckraums **94**, was bedeutet, dass der Kragen **95** nicht in Kontakt mit den Wänden kommt, die den Druckraum **94** begrenzen. Als Folge schränkt der Kragen **95** den Strom eines Druckmediums im Druckraum **94** nicht ein. Die Bewegung des Schiebers **91** in Richtung B ist eingeschränkt, so dass der Kragen eingerichtet ist, um sich gegen eine Endoberfläche des Druckraums **94** zu setzen, wenn sich der Schieber **91** in seiner rechten äußersten Position befindet. Weiter ist eine langgestreckte Hülse **96** um den Schieber **91** angeordnet. Die Hülse **96** ist im Druckraum **94** in der axialen Richtung bewegbar. Der innere Rand der Hülse **96** ist in Bezug zu einem Schaft des Schiebers **91** an einem Abschnitt vor dem Kragen **95** gedichtet. Es wird deshalb ermöglicht, dass sich die Hülse **96** in der axialen Richtung in Bezug zum Schieber **91** bewegt. Der äußere Rand der Hülse **96** liegt dichtend am Körper **90** an. Eine vordere Kammer **97** befindet sich dann auf der Seite des ersten Endes der Hülse **96**, während sich eine hintere Kammer **98** auf der Seite des zweiten Endes befindet. Aufgrund der Dichtung sind die Kammern **97**, **98** nicht miteinander verbunden. Weiter führen Hydraulikkanäle **99**, **100** zum

Druckraum **94**. Die vordere Kammer **97** ist mit einem Sensorkanal **99** verbunden, während die hintere Kammer **98** mit einem Bezugskanal **100** verbunden ist.

[0038] Auf der Seite des ersten Endes des Schiebers **91** ist ein Raum **101** im Körper **90** vorgesehen, in dem eine Feder **102** angeordnet sein kann, die eine Druckfeder oder eine beliebige andere Feder oder Kraftelement sein kann, das eine entsprechende Funktion ermöglicht. Das erste Ende des Schiebers **91** und der Feder **102** können direkt miteinander in Kontakt kommen, oder es kann eine Hülse oder ein anderes Kopplungselement **103** dazwischen angeordnet sein. Das Überwachungsventil umfasst weiter Steuerelemente **104**, um die Kraftwirkung der Feder **102** einzustellen. Die Steuerelemente **104** können z.B. eine Einstellschraube **105** zum Zusammendrücken, d.h. Vorspannen, der Feder **102** und auch eine Arretiermutter **106** zum Arretieren der Einstellschraube **105** in einer gewünschten Position umfassen. In der in [Fig. 9](#) dargestellten Situation hat die Feder **102** den Schieber **91** in Richtung B zu einer äußersten rechten Position gedrückt, d.h., so dass der Kragen **95** gegen eine Endoberfläche **107** des Druckraums **94** anliegt.

[0039] Wie weiter aus [Fig. 9](#) ersichtlich ist, ist die Endoberfläche des zweiten Endes des Schiebers **91** mit einem Kanal verbunden, der zu einem Lasterfassungskanal **108** führt. Weiter ist eine Verbindung von der Bohrung **93**, wogegen das zweite Ende des Schiebers **91** dichtend angelegt worden ist, zu einem Abflusskanal **110** vorgesehen. Zusätzlich kann der Schieber **91** mit einem Kanal **111** in der Längsrichtung versehen sein, der den Abflusskanal **110** und den Raum **101** auf der Vorderseite des ersten Endes des Schiebers **91** miteinander verbindet. Mögliche Leckströme lässt man entlang dem Kanal **111** in einen Behälter fließen.

[0040] Der Betrieb des in [Fig. 9](#) dargestellten Überwachungsventils **56** ähnelt demjenigen eines Druckentlastungsventils. Wenn der Druck des Lasterfassungskanals **108** den Schieber **91** in Richtung A drückt, öffnet sich eine Verbindung zwischen dem Abflusskanal **110** und dem Lasterfassungskanal **108**. Je stärker die Kraft ist, mit der der Schieber **91** daran gehindert wird, sich in Richtung A zu bewegen und die Verbindung mit dem Abflusskanal **110** zu öffnen, desto höher ist der Druck, der im Lasterfassungskanal **108** erzeugt wird. Die Drücke der Kammern **97**, **98** weisen keinen direkten Einfluss auf die Position des Schiebers **91** auf, aber die Drücke der Kammern **97**, **98** beeinflussen die Position der Hülse **96**. Die Hülse **96** wiederum ermöglicht, dass die Position des Schiebers **91** beeinflusst wird. Die Druckfläche in der Hülse **96** ist im Wesentlichen von gleicher Größe in Richtung sowohl auf die hintere Kammer **98** als auch die vordere Kammer **97**. Wenn der Druck im Sensor-

kanal **99** niedriger als derjenige im Bezugskanal **100** ist, bewegt sich die Hülse **96** in Richtung A gegen eine Trägerhülse **92**. Wenn der Druck im Sensorkanal **99** höher als derjenige im Bezugskanal **100** ist, bewegt sich die Hülse **96**, um auf dem Kragen **95** des Schiebers **91** anzuliegen. In einem solchen Fall versucht die Kraft, die die Hülse **96** in Richtung B drückt, zusammen mit der Kraft der Feder **102** der Bewegung des Schiebers **91** in Richtung A zu widerstehen. Da der Schieber **91** einem Öffnen einer Verbindung zum Abflusskanal **110** widersteht, kann ein höherer Druck im Lasterfassungskanal **108** wirksam sein.

[0041] Das Verhältnis der wirksamen Druckvariationen im Sensorkanal **99** und im Lasterfassungskanal **108** bleibt konstant. Die Größe des Druckverhältnisses hängt von der inneren Struktur des Überwachungsventils **56** ab, d.h. in diesem Fall von dem Verhältnis des Durchmessers der Bohrung **93**, d.h. in der Praxis des Endflächeninhalts des zweiten Endes des Schiebers **91**, und des Endflächeninhalts des Schiebers **96**. Im Überwachungsventil **56** kann das Druckverhältnis in einem ziemlich großen Bereich gebildet sein, das Druckverhältnis kann z.B. zwischen 1:3...3:1 liegen. Ändern der Abmessungen der Bohrungen **94** und **93** ermöglicht, dass Überwachungsventile mit unterschiedlichen Druckverhältnissen bereitgestellt werden. Das Druckverhältnis ändert sich, wenn das Verhältnis der Arbeitsdruckflächeninhalte eines Ventils geändert wird.

[0042] Ein Vorteil der in [Fig. 9](#) beschriebenen Konstruktion ist z.B., dass der Schieber **91** einen genauen Druckwert für den Lasterfassungskanal **108** ohne eine nachteilige Hysterese liefert. Nur zylindrische Dichtungen werden zwischen dem Schieber **91**, der Hülse **96** und den verschiedenen Bohrungen verwendet. Entsprechend ermöglicht der Druck im Sensorkanal **99** eine genaue Einstellung zum Druck des Lasterfassungskanals **108** ohne Hysterese.

[0043] Weil der Lasterfassungskreis **108** zum Fließen in den Abflusskanal **110** angeordnet ist, kann kein Druckfluid vom Lasterfassungskanal **108** zur Kammer **97** oder **98** fließen, die sich weiter weg am mittleren Abschnitt des Schiebers **91** befinden. Folglich werden mit den Kammern **97** und **98** verbundene Hydraulikkanäle durch den variablen Lasterfassungsstrom vom Kanal **108** nicht gestört. Die Kammern **97** und **98** können als im Wesentlichen leckfrei betrachtet werden. Das Überwachungsventil **56** wird in den [Fig. 5](#), [Fig. 6](#), [Fig. 7](#) und [Fig. 8](#) verwendet.

[0044] [Fig. 10](#) stellt eine mögliche Konstruktion eines anderen Überwachungsventils **71** dar, das in den [Fig. 4](#) und [Fig. 8](#) verwendet wird. Anders als das in [Fig. 9](#) dargestellte Überwachungsventil kann das Überwachungsventil **71** auf eine solche Weise konstruiert sein, dass der Kragen **95** des Schiebers **91** so angeordnet ist, dass er sich in der vorderen Kammer

97 statt der hinteren Kammer **98** bewegt. Im Vergleich mit der Situation in [Fig. 9](#) arbeitet die Hülse **96**, indem der Schieber **91** zur entgegengesetzten Richtung gedrückt wird. Zusätzlich sind die Positionen des Bezugskanals **100** und des Sensorkanals **99** umgekehrt. Wenn der Druck des Sensorkanals **99** über den Druck des Bezugskanals **100** ansteigt, beginnt die Hülse damit, die durch die Feder ausgeübte Kraft zu verringern.

[0045] Es sollte angemerkt werden, dass die detaillierte Struktur des Überwachungsventils **56** von der in [Fig. 9](#) dargestellten Struktur abweichen kann, und dass die detaillierte Struktur des Überwachungsventils **71** von der in [Fig. 10](#) dargestellten Struktur abweichen kann. Ein Fachmann mag ein Überwachungsventil **56** oder **71** gemäß dem Prinzip der Erfindung auch auf eine andere Weise konstruieren können. Folglich können die Form des Schiebers **91**, die Stelle der Kanäle **99**, **110**, **100** und **108** und weiter das Kraftelement **102** auch auf eine andere Weise als diejenige, die in den Figuren dargestellt ist, konstruiert sein. Z.B. kann statt einer Feder ein anderes Kraftelement, wie z.B. ein Druckspeicher oder ein elektrischer Aktuator, zum Voreinstellen des Überwachungsventils **56** verwendet werden.

[0046] Es sollte weiter angemerkt werden, dass verschieden von den oben offenbarten Figuren, mehr als eine Pumpe bereitgestellt werden kann. Der Vorschubaktuator und das Schlaggerät können mit einer unterschiedlichen Druckquelle verbunden sein. Weiter können statt der in den Figuren dargestellten Lastfassungseinstellkreise auch andere bei Hydrauliksystemen an sich bekannte Weisen zum Einstellen des Drucks des Druckmediumstroms verwendet werden.

[0047] Weiter kann statt einer einstellbaren Drossel eine Drossel mit einer festen Einstellung im Zufuhrkanal des Vorschubactuators angeordnet sein, wobei die Drossel auf eine vorbestimmte Weise dimensioniert oder voreingestellt ist.

[0048] Es wird noch angemerkt, dass sich eine Drossel auf ein in einem Druckmediumssystem verwendetes Bauteil bezieht, das eine Drosselung gegenüber einem dadurch geförderten Strom verursacht. Die Erfindung verwendet einen Druckabfall, der durch eine solche Drosselung verursacht wird.

[0049] Die Zeichnungen und die in Beziehung stehende Beschreibung sollen die Idee der Erfindung nur veranschaulichen. In ihren Einzelheiten kann die Erfindung im Umfang der Ansprüche variieren.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Steuern von Gesteinsbohren bei dem ein Schlaggerät (**7**, **25**), das zu einer Ge-

steinsbohrmaschine (**1**) gehört, durch ein Werkzeug (**12**) Schlagimpulse an Gestein (**10**) abgibt und bei dem die Gesteinsbohrmaschine (**1**) mittels eines Vorschubactuators (**3**, **33**) gleichzeitig gegen das Gestein (**10**) gedrückt wird,

wobei das Verfahren umfasst:

Zuführen eines Druckmediums zum Vorschubaktuator (**3**, **33**) entlang mindestens einem Zufuhrkanal (**37**, **38**, **4**, **5**);

Zuführen des Druckmediums zum Schlaggerät (**7**, **25**) entlang mindestens einem Schlagdruckkanal (**24**, **13**, **14**);

Bestimmen einer Eindringgeschwindigkeit; und Einstellen mindestens eines Schlagdrucks auf der Grundlage der Eindringgeschwindigkeit, gekennzeichnet durch

Fördern mindestens eines Druckmediumstroms, der zu oder von dem Vorschubaktuator (**3**, **33**) bereitgestellt wird, durch mindestens eine Drossel (**46**), Erfassen des Drucks des Druckmediums vor der Drossel (**46**) und hinter der Drossel (**46**), um die Eindringgeschwindigkeit zu bestimmen, und Einstellen des Schlagdrucks auf der Grundlage der Überwachung.

2. Verfahren nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch Interpretieren, dass sich die Eindringgeschwindigkeit erhöht hat, wenn aufgrund von Druckabfällen der Druck hinter der Drossel (**46**) in Bezug zu einem Bezugsdruck vor der Drossel (**46**) verringert ist, und Verringern des Schlagdrucks, wenn sich die Eindringgeschwindigkeit erhöht.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, gekennzeichnet durch Einstellen des Schlagdrucks auf eine vorbestimmte Weise in Bezug zur Änderung der Eindringgeschwindigkeit.

4. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch Verringern des Schlagdrucks und des Vorschubdrucks in einem im Wesentlichen konstanten Verhältnis, wenn sich die Eindringgeschwindigkeit erhöht.

5. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch Messen der Größe des Drucks, der vor der Drossel (**46**) wirksam ist, und des Drucks hinter der Drossel durch Drucksensoren (**50**, **51**), Abgeben von Druckdaten an die Steuereinheit (**52**), Bestimmen der Eindringgeschwindigkeit bei der Steuereinheit auf der Grundlage der Druckdaten, Einstellen von mindestens einem elektrisch gesteuerten Ventil (**31**) mittels der Steuereinheit (**52**), um den Schlagdruck zu verringern, wenn sich die Eindringgeschwindigkeit erhöht.

6. Gesteinsbohranordnung, umfassend: eine Gesteinsbohrmaschine (**1**), die ein Schlaggerät (**7**, **25**) umfasst, das so angeordnet ist, dass Schla-

gimpulse zu einem Werkzeug (12) erzeugt werden, das mit der Gesteinsbohrmaschine (1) zu verbinden ist;
 einen Vorschubträger (2), auf dem die Gesteinsbohrmaschine (1) angeordnet worden ist;
 einen Vorschubaktuator (3, 33), der ermöglicht, dass die Gesteinsbohrmaschine (1) in der Längsrichtung des Vorschubträgers (2) bewegt wird;
 ein Druckmediumsystem, umfassend: mindestens eine Druckquelle; mindestens einen Druckmediumkanal (13, 14, 24), der zum Schlaggerät (7, 25) führt; mindestens einen Zufuhrkanal (4, 5, 37, 38), der mit dem Vorschubaktuator (3, 33) verbunden ist; und Einrichtungen zum Einstellen eines Schlagdrucks, dadurch gekennzeichnet, dass
 mindestens eine Drossel (46) mit mindestens einem Zufuhrkanal (37) des Vorschubactuators verbunden ist,
 die Anordnung Einrichtungen zum Erfassen des Drucks, der im Zufuhrkanal vor der Drossel (46) und hinter der Drossel (46) wirksam ist, umfasst, und
 die Druckmediananordnung so angeordnet ist, dass der Schlagdruck verringert wird, wenn der Druck im Zufuhrkanal hinter der Drossel (46) kleiner als der Druck vor der Drossel (46) ist.

7. Gesteinsbohranordnung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass
 ein erster Sensorkanal (47) mit einem Abschnitt (37) des Zufuhrkanals verbunden ist, der sich in der Stromrichtung vor der Drossel (46) befindet, und ein zweiter Sensorkanal (48) mit einem Abschnitt (37') hinter der Drossel verbunden ist,
 der erste Sensorkanal (47) mit einem ersten Drucksensor (50) verbunden ist, und der zweite Sensorkanal (48) mit einem zweiten Drucksensor (51) verbunden ist,
 die Anordnung mindestens eine Steuereinheit (52) umfasst,
 Druckdaten, die von dem ersten Drucksensor (50) erhalten sind, und Druckdaten, die von dem zweiten Drucksensor (51) erhalten sind, so eingerichtet sind, dass sie zur Steuereinheit (52) übermittelt werden,
 die Steuereinheit (52) so angeordnet ist, dass eine Eindringgeschwindigkeit auf der Grundlage der Druckdaten, die von den Drucksensoren erhalten sind, überwacht wird,
 die Steuereinheit (52) mit einer Steuerstrategie versehen ist, um den Schlagdruck auf eine vorbestimmte Weise in Bezug zur Eindringgeschwindigkeit einzustellen, und
 die Anordnung mindestens ein Ventil (31) umfasst, das durch die Steuereinheit (52) gesteuert wird, um den Schlagdruck einzustellen.

8. Gesteinsbohranordnung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass
 die Steuereinheit (52) mit einer Steuerstrategie versehen ist, um einen Vorschubdruck auf eine vorbestimmte Weise in Bezug zur Eindringgeschwindigkeit

einzustellen, und
 die Anordnung mindestens ein Ventil (44) umfasst, das durch die Steuereinheit (52) gesteuert wird, um den Vorschubdruck einzustellen.

9. Gesteinsbohranordnung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass
 die Anordnung mindestens ein Überwachungsventil (56, 71) umfasst, um den Schlagdruck einzustellen, wobei das Überwachungsventil (56, 71) umfasst:
 einen Körper (90),
 einen langgestreckten Schieber (91), der ein erstes Ende und ein zweites Ende aufweist und zu einem Raum im Körper (90) angeordnet und in der Längsrichtung in dem Raum bewegbar ist,
 mindestens ein Kraftelement, das so angeordnet ist, dass es auf das erste Ende des Schiebers (91) einwirkt, um den Schieber (91) in Richtung einer ersten Arbeitsbewegungsrichtung (B) zu bewegen, und
 mindestens einen steuerbaren Kanal (108), der so angeordnet ist, dass er durch die Längsbewegung des Schiebers (91) geöffnet und geschlossen wird, der Schieber (91) mindestens einen Kragen (95) aufweist,
 eine Hülse (96) um den Schieber (91) angeordnet ist, der Körper (90) einen Raum aufweist, in dessen Innern der Kragen (95) und die Hülse (96) zur Bewegung angeordnet sind,
 der äußere Rand der Hülse (96) am Körper (90) dichtend anliegt und der innere Rand der Hülse am Schieber (91) dichtend anliegt,
 die Hülse (96) eine erste Kammer (97) und eine zweite Kammer (98) auf entgegengesetzten Seiten der Hülse (96) begrenzt und die Kammern (97, 98) nicht miteinander verbunden sind,
 die erste Kammer (97) mindestens mit einem ersten Druckkanal verbunden ist,
 die zweite Kammer (98) mindestens mit einem zweiten Druckkanal verbunden ist,
 die Hülse (96) so angeordnet ist, dass sie sich in der ersten (B) oder der zweiten (A) Arbeitsbewegungsrichtung bewegt, abhängig von dem Druckunterschied im Innern der Kammern (97, 98), und
 in einer Arbeitsbewegungsrichtung die Hülse (96) so angeordnet ist, dass sie auf die axiale Position des Schiebers (91) einwirkt, wenn sie auf dem Kragen (95) anliegt.

10. Gesteinsbohranordnung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass in dem Überwachungsventil (56)
 die Hülse (96) so angeordnet ist, dass sie auf derselben Seite wie das Kraftelement auf dem Kragen (95) anliegt,
 sich die erste Kammer (97) auf der Kraftelementseite der Hülse (96) befindet und sich die zweite Kammer (98) auf der Kragen (95) – Seite der Hülse befindet,
 die erste Kammer (97) mit einem Sensorkanal (99) verbunden ist,
 die zweite Kammer (98) mit einem Bezugskanal

(100) verbunden ist, die Hülse (96) so angeordnet ist, dass mittels des Kragens (95) der Schieber (91) in Richtung der ersten Arbeitsbewegungsrichtung (B) gedrückt wird, wenn der Druck des Sensorkanals (99) höher als derjenige des Bezugskanals (100) ist.

11. Gesteinsbohranordnung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass in dem Überwachungsventil (71) die Hülse (96) so angeordnet ist, dass sie auf der entgegengesetzten Seite des Kragens (95) in Bezug zum Kraftelement auf dem Kragen (95) anliegt, sich die erste Kammer (97) auf der Kraftelementseite der Hülse (96) befindet und sich die zweite Kammer (98) auf der entgegengesetzten Seite der Hülse (96) befindet, die erste Kammer (97) mit einem Bezugskanal (100) verbunden ist, die zweite Kammer (98) mit einem Sensorkanal (99) verbunden ist, die Hülse (96) so angeordnet ist, dass mittels des Kragens (95) der Schieber (91) in Richtung der zweiten Arbeitsbewegungsrichtung (A) gedrückt wird, wenn der Druck des Sensorkanals (99) höher als derjenige des Bezugskanals (100) ist.

12. Gesteinsbohranordnung nach einem der Ansprüche 9 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass in dem Überwachungsventil (71) das Kraftelement eine Feder (59) ist und die Druckkraft der Feder (59) einstellbar ist.

13. Gesteinsbohranordnung nach einem der Ansprüche 9 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass in dem Überwachungsventil (56, 71) das zweite Ende des Schiebers (91) an eine Bohrung (93) im Körper (90) enganliegend angeordnet ist, der Druck des steuerbaren Kanals (108) so eingerichtet ist, dass er auf die Endoberfläche des zweiten Endes des Schiebers (91) einwirkt, die Bohrung (93) mit mindestens einem transversalen Abflusskanal (110) verbunden ist, und das zweite Ende des Schiebers (91) angeordnet ist, um die Verbindung zwischen dem steuerbaren Kanal (108) und dem Abflusskanal (110) zu öffnen und zu schließen.

14. Gesteinsbohranordnung, umfassend: eine Gesteinsbohrmaschine (1), umfassend ein Schlaggerät (7, 25), das so angeordnet ist, dass Schlagimpulse zu einem Werkzeug (12) erzeugt werden, das mit der Gesteinsbohrmaschine (1) zu verbinden ist; einen Vorschubträger (2), auf dem die Gesteinsbohrmaschine (1) angeordnet worden ist; einen Vorschubaktuator (3, 33), der ermöglicht, dass die Gesteinsbohrmaschine (1) in der Längsrichtung

des Vorschubträgers (2) bewegt wird; ein Druckmediumsystem, umfassend: mindestens eine Druckquelle; mindestens einen Druckmediumkanal (13, 14, 24), der zum Schlaggerät (7, 25) führt; mindestens einen Zufuhrkanal (4, 5, 37, 38), der mit dem Vorschubaktuator (3, 33) verbunden ist; und Einrichtungen zum Einstellen eines Schlagdrucks, dadurch gekennzeichnet, dass die Anordnung mindestens eine Einstelleinheit (34) umfasst, um den Vorschubaktuator (33) zu steuern, mindestens zwei Entlastungsventile (63, 64), die in einem Lasterfassungskanal (43) der Einstelleinheit (34) in Reihe angeordnet sind, mindestens eine Drossel (46), die mit dem Einlasszufuhrkanal des Vorschubactuators (33) verbunden ist, die Anordnung Einrichtungen zum Steuern des Druckunterschieds zwischen dem Einlasszufuhrkanal des Vorschubactuators (33) und einem Bezugsdruck umfasst, der zwischen den erwähnten zwei Entlastungsventilen (63, 64) in dem Lasterfassungskreis der Einstelleinheit (34) des Vorschubactuators (33) erfasst wird, der Bezugsdruck zwischen den zwei Entlastungsventilen (63, 64) erfasst wird, der Druck hinter der Drossel (46) erfasst wird, und die Anordnung ein Steuersystem umfasst, das so angeordnet ist, dass der Schlagdruck verringert wird, wenn sich der Druckunterschied zwischen den oben erwähnten erfassten Drücken verringert.

15. Gesteinsbohranordnung nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Drossel (46) einstellbar ist.

16. Gesteinsbohranordnung nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Drossel (46) feste Einstellungen aufweist.

Es folgen 9 Blatt Zeichnungen

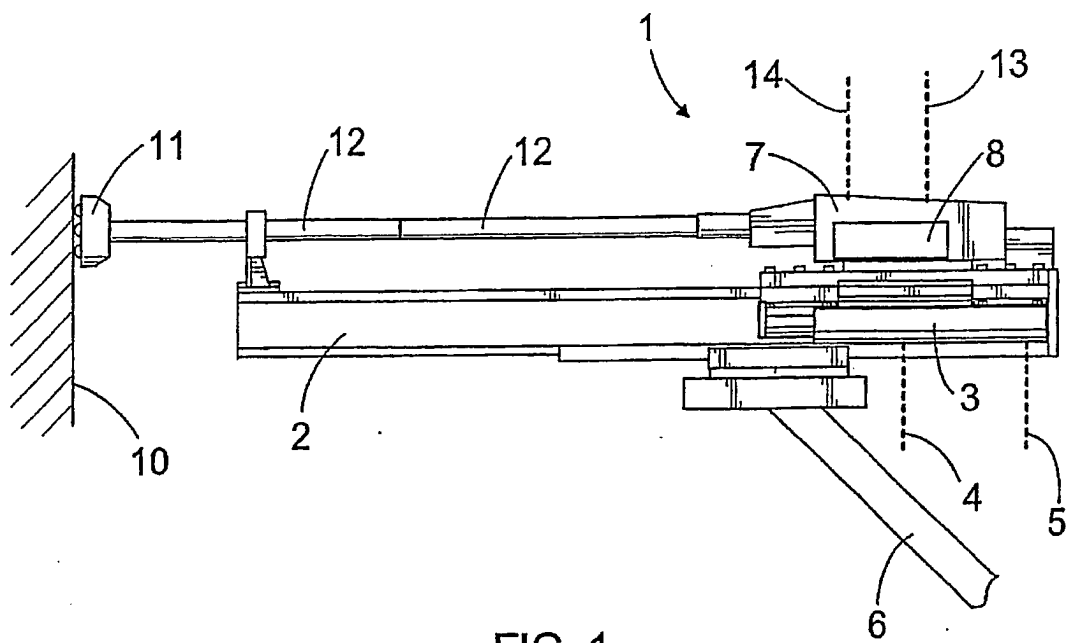


FIG. 1

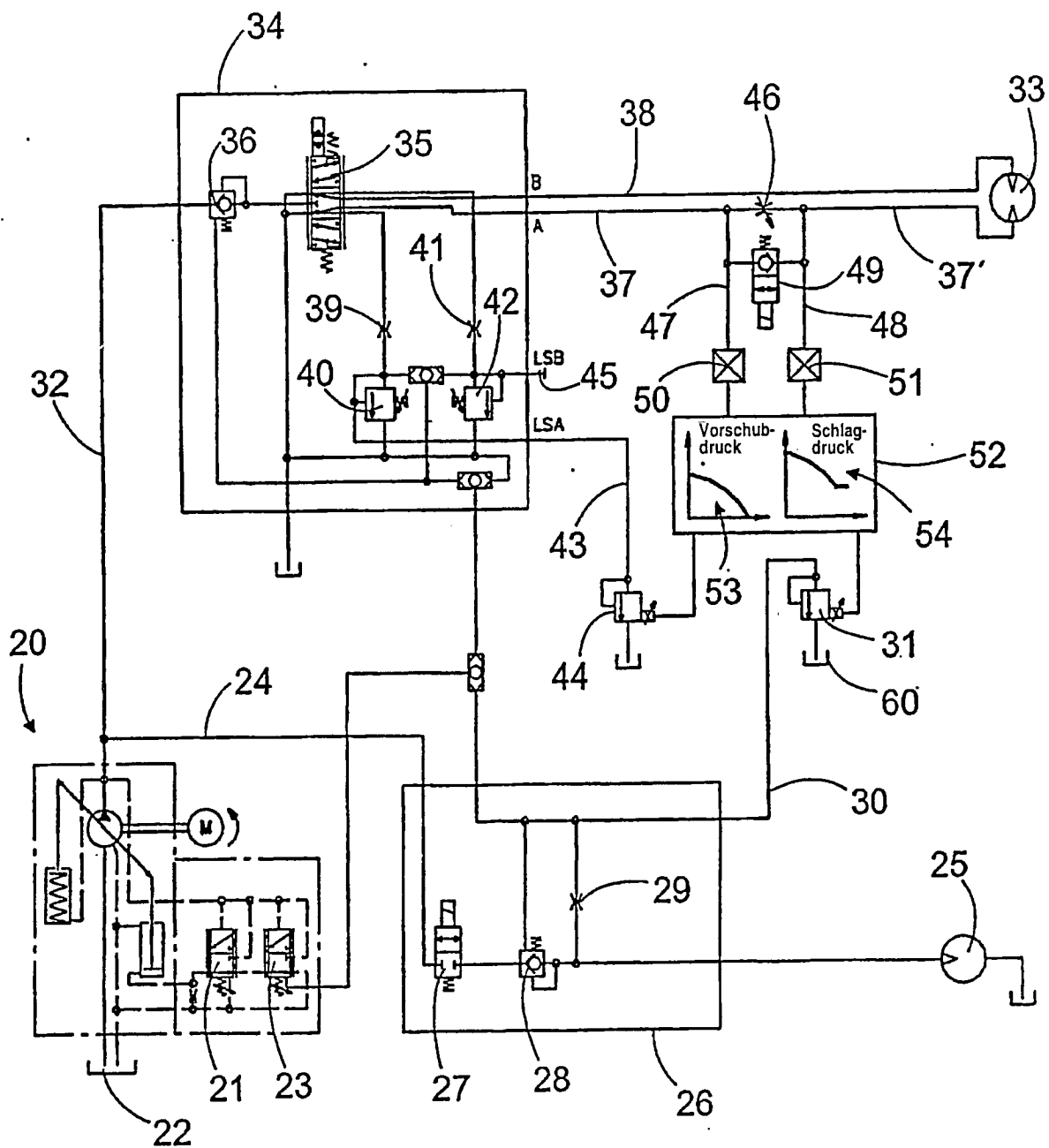


FIG. 2

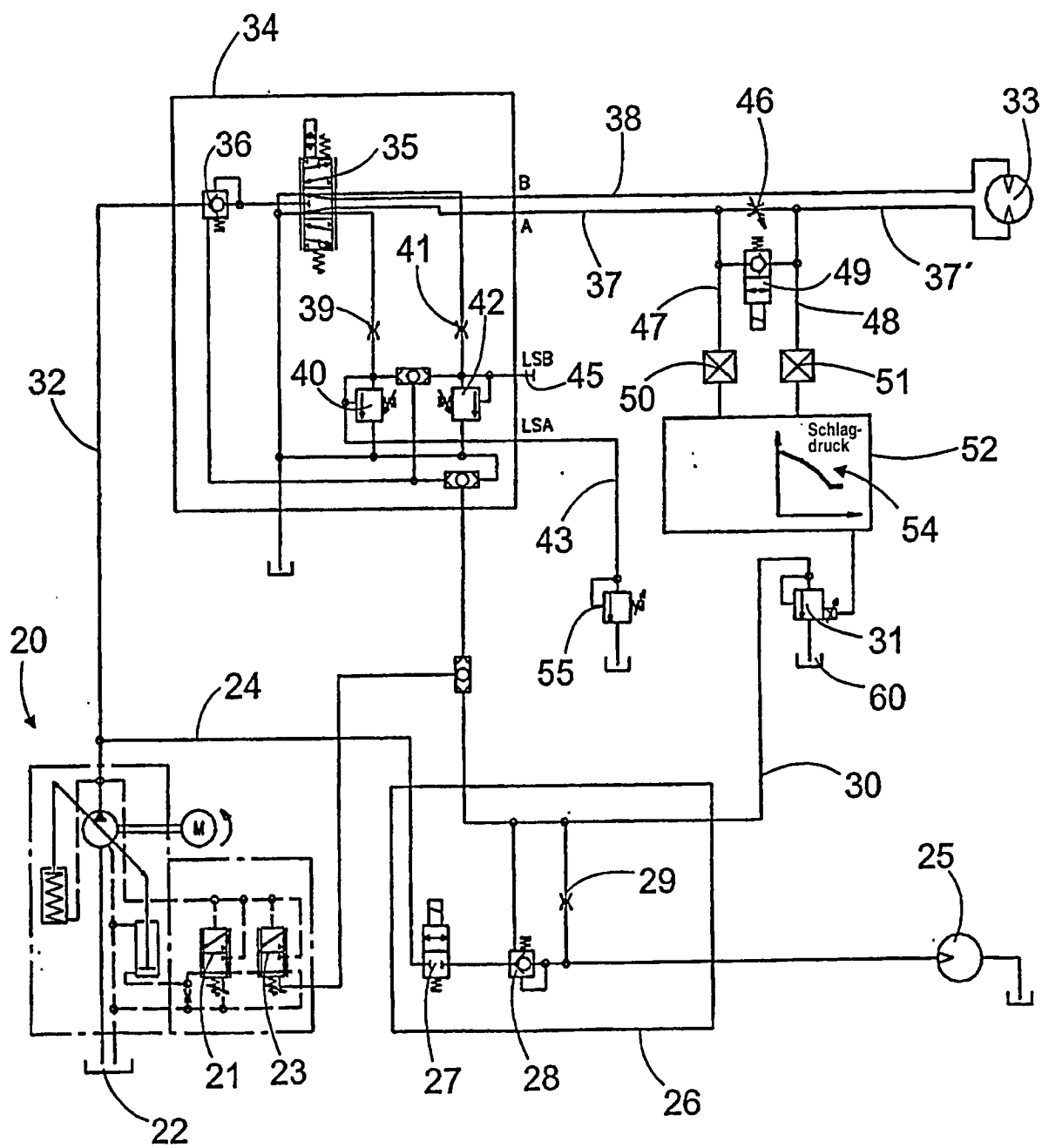


FIG. 3

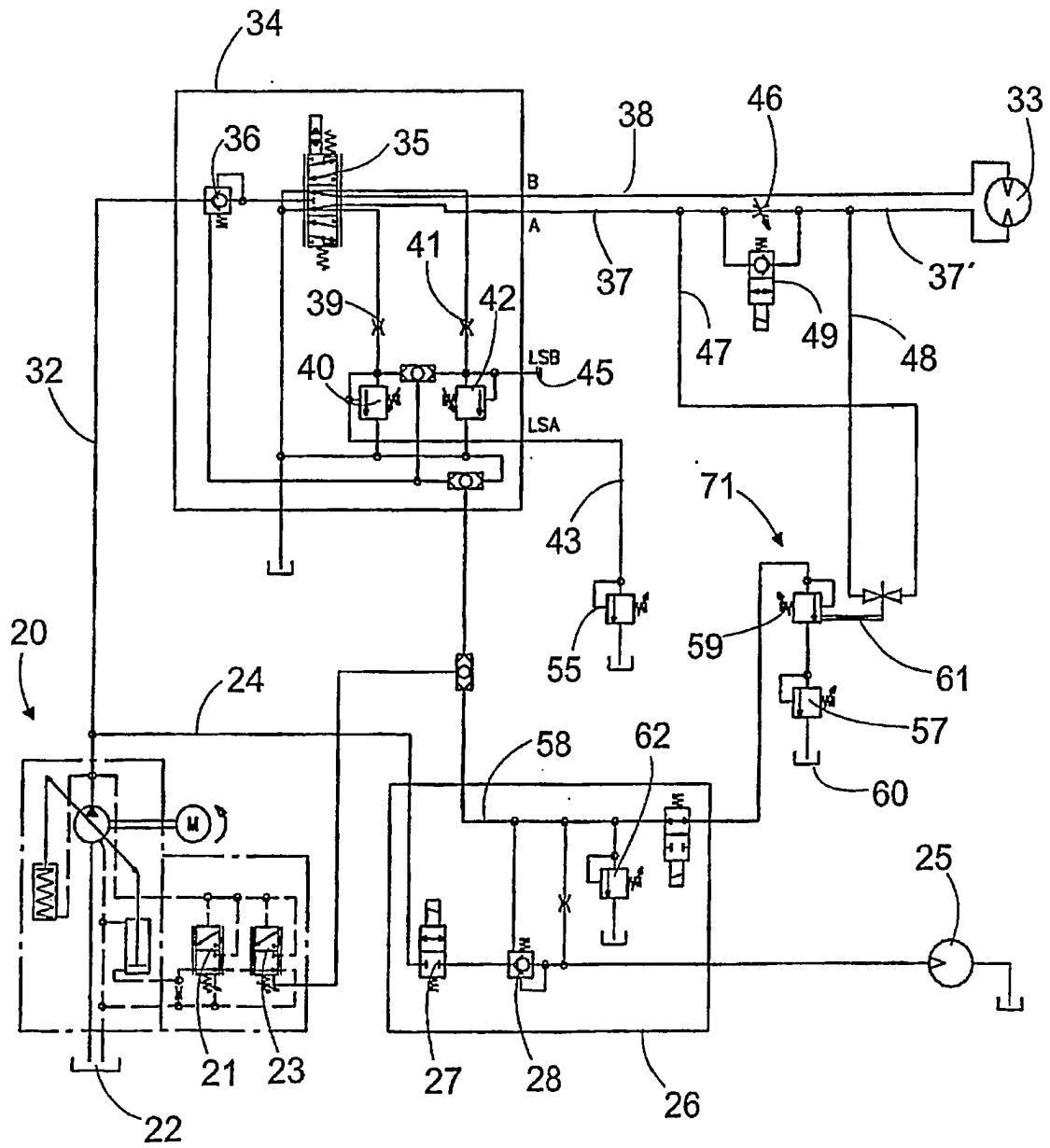


FIG. 4

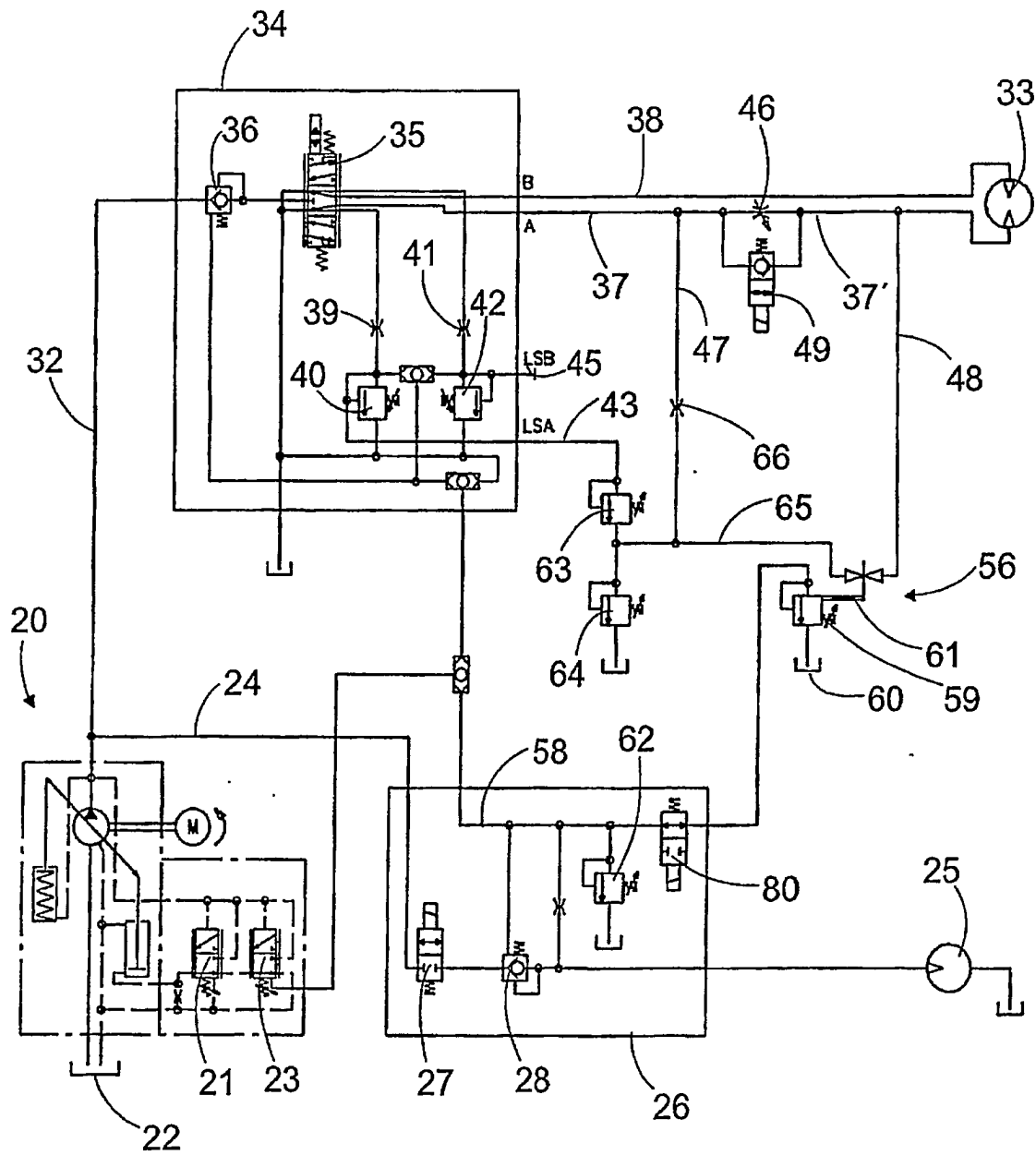


FIG. 5

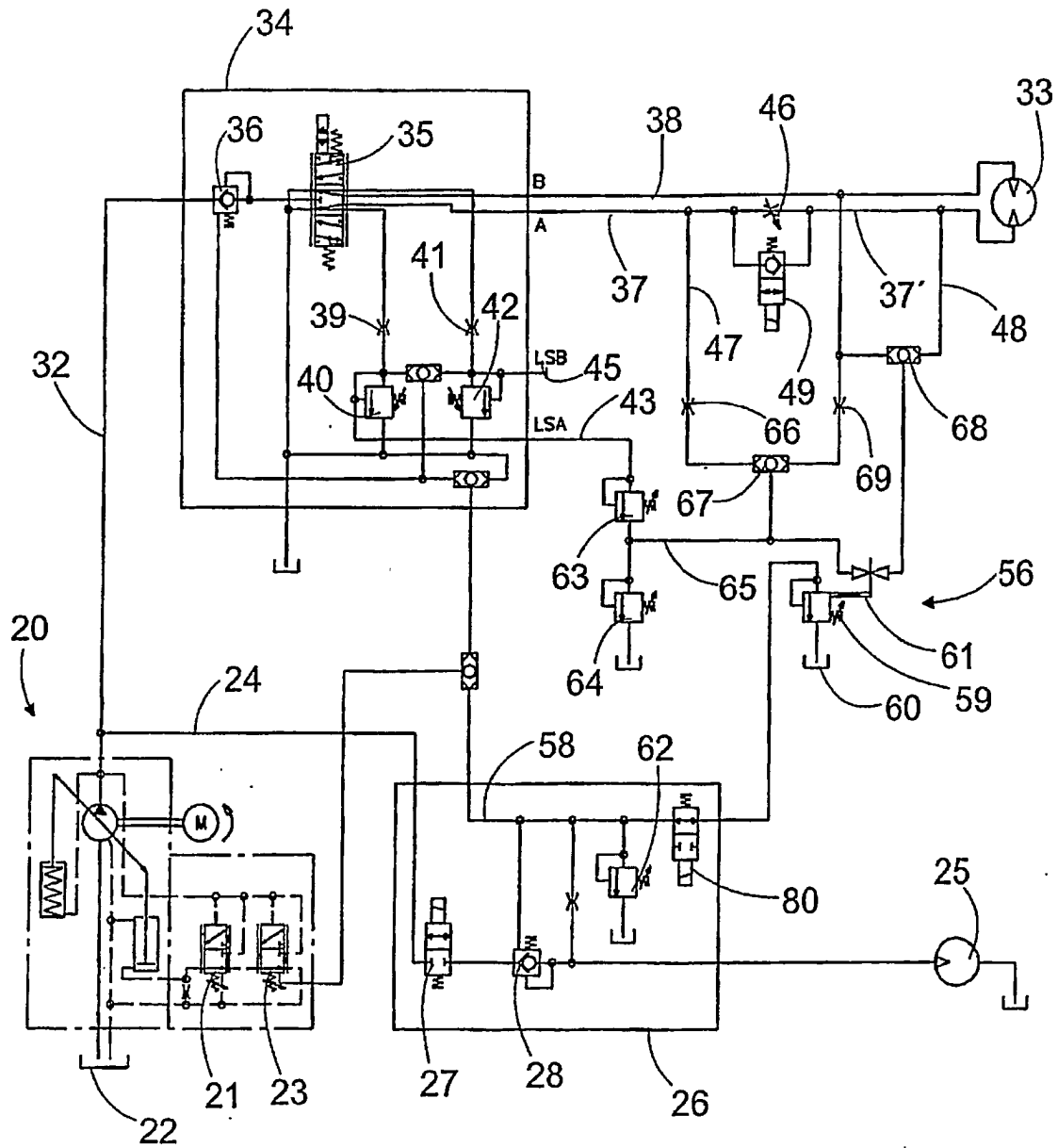


FIG. 6

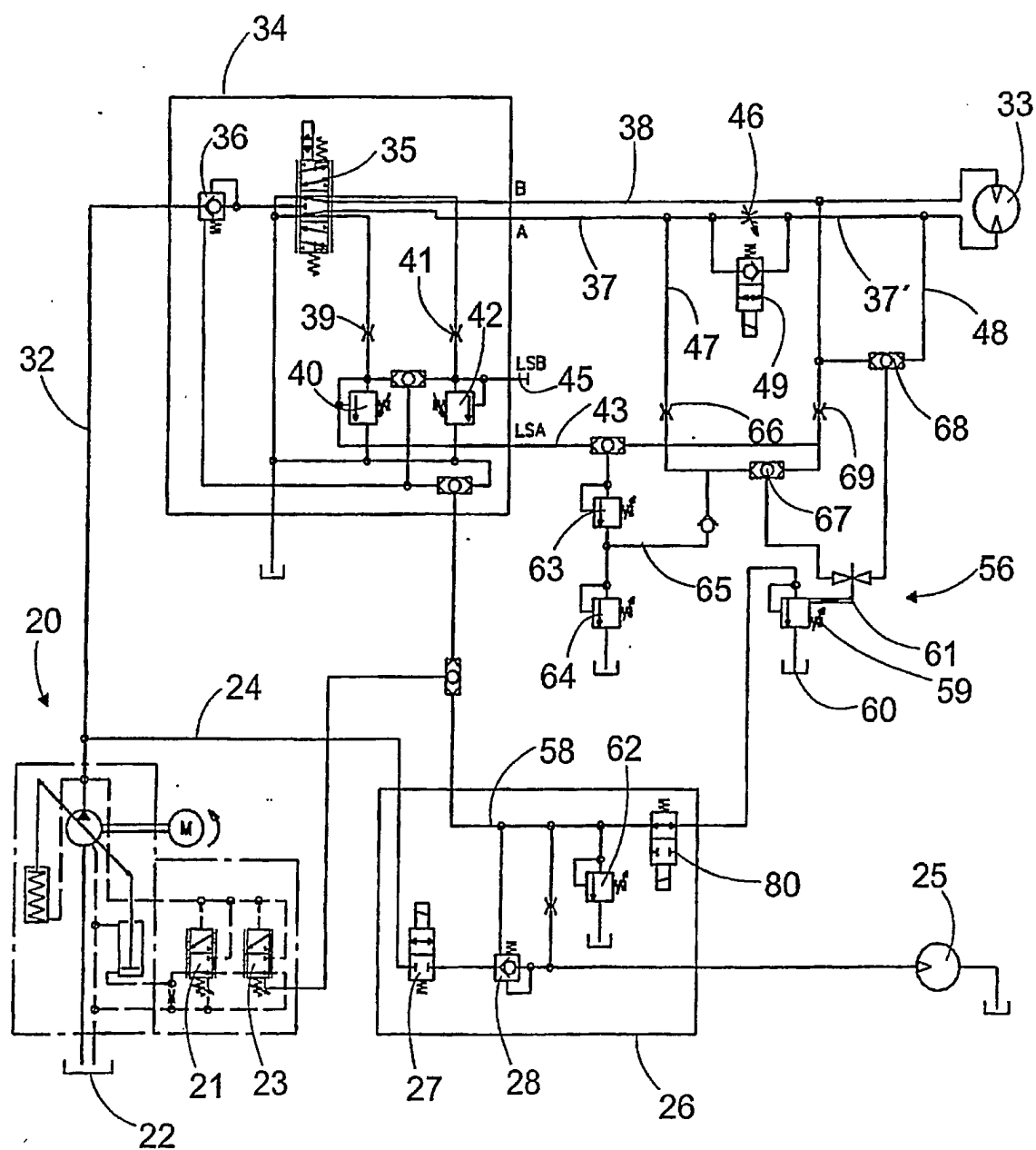


FIG. 7

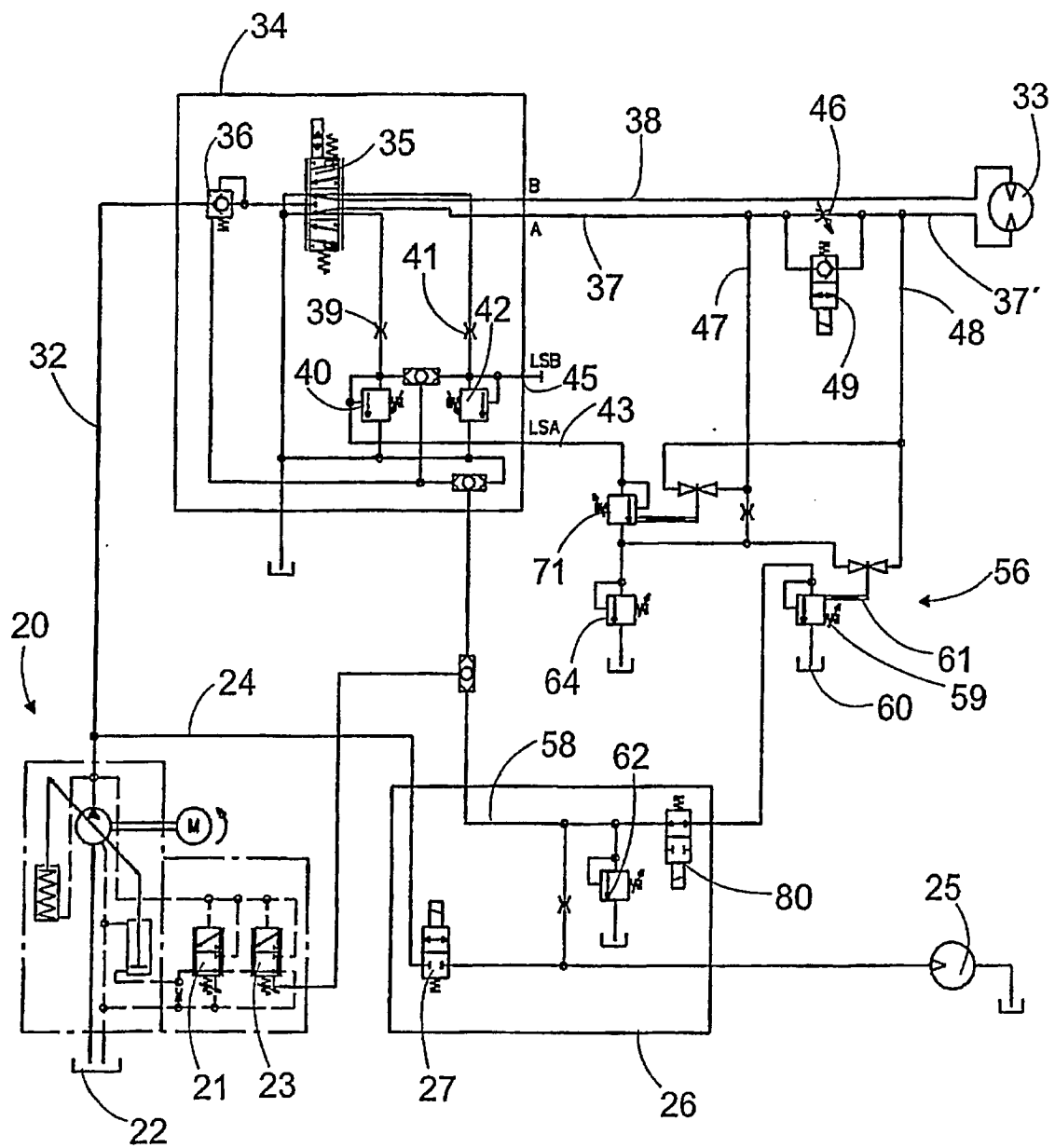


FIG. 8

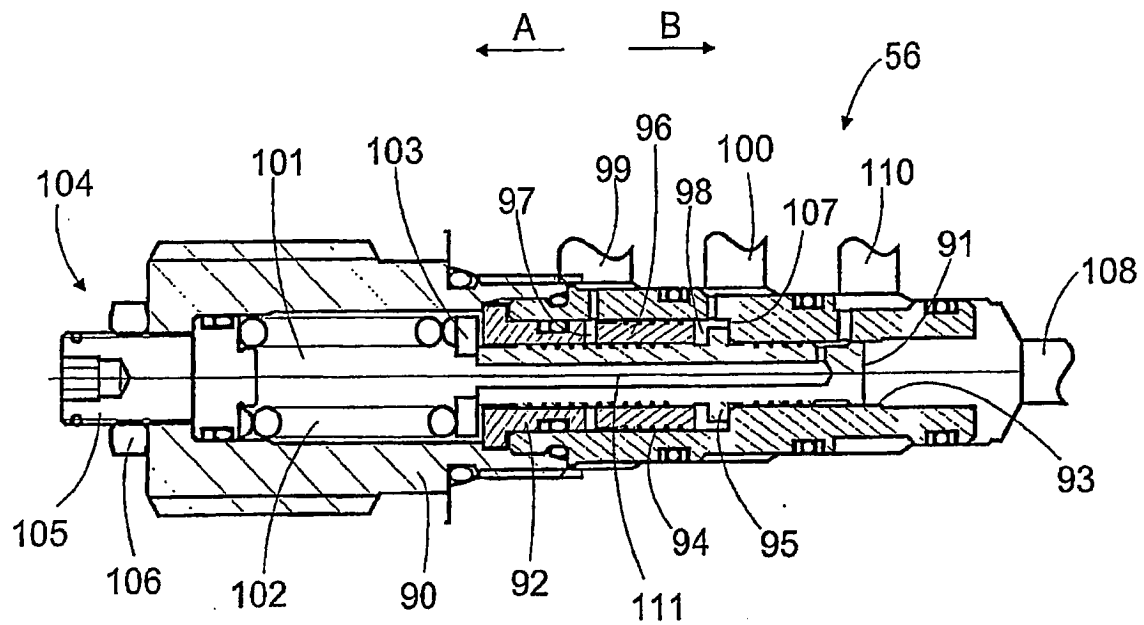


FIG. 9

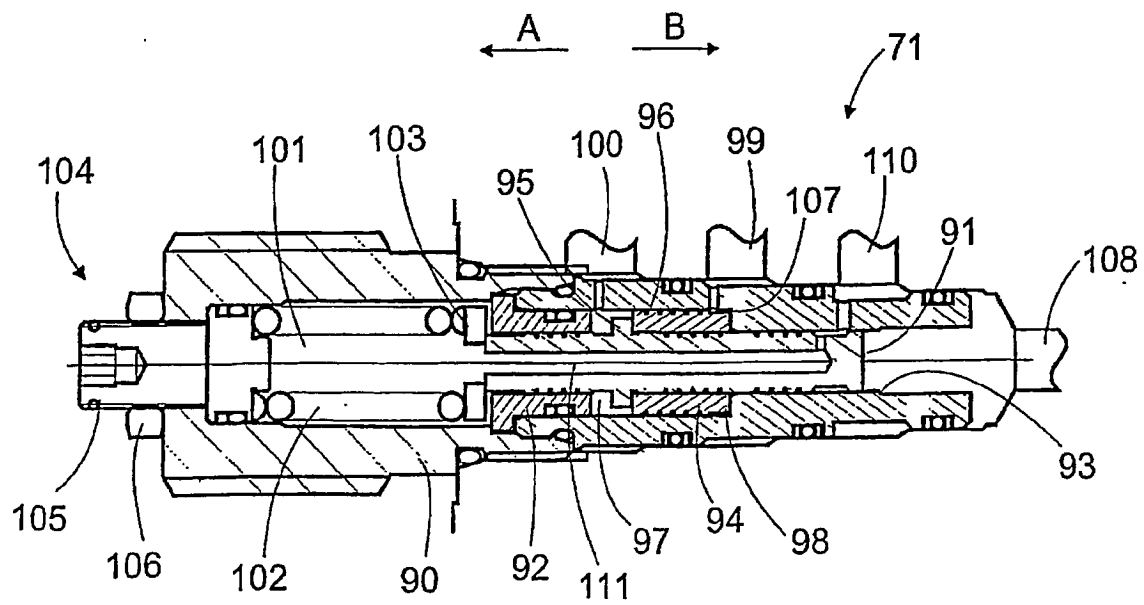


FIG. 10