



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(11) CH

703 376 B1

(51) Int. Cl.: F04B 15/08 (2006.01)
F04B 53/14 (2006.01)
F04B 53/16 (2006.01)

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(12) PATENTSCHRIFT

(21) Anmeldenummer: 00988/10

(22) Anmeldedatum: 21.06.2010

(43) Anmeldung veröffentlicht: 30.12.2011

(24) Patent erteilt: 15.05.2014

(45) Patentschrift veröffentlicht: 15.05.2014

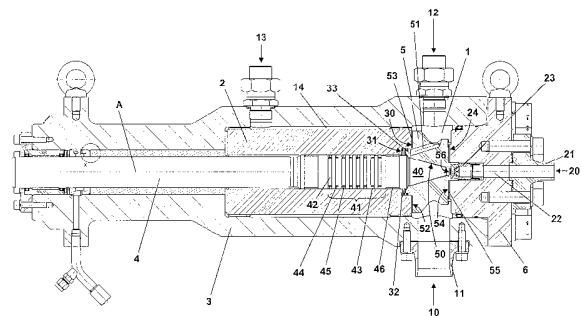
(73) Inhaber:
Fives Cryomec AG, Binningerstrasse 85b
4123 Allschwil (CH)

(72) Erfinder:
Philippe Drouvot, 67730 Blotzheim (FR)

(74) Vertreter:
Schneider Feldmann AG Patent- und Markenanwälte,
Beethovenstrasse 49, Postfach 2792
8022 Zürich (CH)

(54) Hubkolbenpumpe für kryogene Flüssigkeiten.

(57) Eine Hubkolbenpumpe für kryogene Flüssigkeiten hat eine Zylinderkopfkammer (1) und eine Zylinderbüchse (2) in einem Pumpenzylinder (3). Ein Pumpenkolben (4) ist in der Zylinderbüchse (2) geführt. Ein Ventilkopf (5) ist in der Zylinderkopfkammer (1) angeordnet und ein Zylinderkopf (6) ist auf den Pumpenzylinder (3) aufsetzbar. Dabei ist die Zylinderkopfkammer (1) im Pumpenzylinder (3) zwischen der Zylinderbüchse (2) und dem Zylinderkopf (6) ausgebildet und der Pumpenkolben (4) ist dazu ausgebildet, sich in der Zylinderbüchse (2) zwecks Bewirkung des Pumpvorganges hin- und herzubewegen. Der Pumpenkolben (4) weist eine Kolbenspitze (40) von kegelstumpfförmiger Ausformung auf, der Ventilkopf (5) hat eine der Kolbenspitze (40) entsprechende Kavität (50) mit einer Ausgangsöffnung (56), und ein Auslassventil (23) ist angrenzend an die Ausgangsöffnung (56) versenkt im Zylinderkopf (6) angeordnet. Dabei ist die Kolbenspitze (40) dazu ausgebildet, das Volumen der Kavität (50) bei maximalem Kolbenpumpenhub zu durchdringen.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Hubkolbenpumpe für kryogene Flüssigkeiten nach Patentanspruch 1.

[0002] Die Erfindung betrifft eine Hubkolbenpumpe für kryogene Flüssigkeiten mit

- einer Zylinderkopfkammer und einer Zylinderbüchse in einem Pumpenzylinder,
- einem Pumpenkolben, der in der Zylinderbüchse geführt ist,
- einem Ventilkopf, der in der Zylinderkopfkammer angeordnet ist, und
- einem Zylinderkopf, der auf den Pumpenzylinder aufsetzbar ist, wobei die Zylinderkopfkammer im Pumpenzylinder zwischen der Zylinderbüchse und dem Zylinderkopf ausgebildet ist und wobei der Pumpenkolben dazu ausgebildet ist, sich in der Zylinderbüchse zwecks Bewirkung des Pumpvorganges hin- und herzubewegen.

[0003] Hubkolbenpumpen (auch Tauchkolbenpumpen oder Plungerpumpen genannt) sind grundsätzlich in einer Vielzahl von Anwendungen bekannt. Sie besitzen jedoch immer einen Verdrängungskörper (Kolben), der in einem Pumpenarbeitsraum eine Achsialbewegung durchführt. Im vorliegenden Fall ist der Verdrängungskörper der Pumpenkolben und der Pumpenarbeitsraum befindet sich im Ventilkopf und in der Zylinderbüchse. Die Achsialbewegung ist die hin- und hergehende Bewegung des Pumpenkolbens in der Zylinderbüchse.

[0004] Hubkolbenpumpen der vorstehend erwähnten Art werden insbesondere in kryogenen Pumpen verwendet, die für sehr hohe Drücke ausgelegt sind. Dies sind beispielsweise kryogene Pumpen für Medien wie flüssiger Stickstoff oder flüssiges Methan mit Betriebsdrücken im Bereich von 500 bar bis 1500 bar und mehr.

[0005] Ein Beispiel einer solchen Pumpe ist in der US-2003/0 080 512 beschrieben. Die Schrift zeigt eine gattungsgemässe kryogene Pumpe für sehr hohe Drücke mit dem eingangs genannten Aufbau.

[0006] Bei der US-2003/0 080 512 ist eine ringförmige Kammer im Körper des Pumpenzylinders zwischen der Zylinderbüchse und dem abschliessenden Zylinderkopf ausgebildet, wobei der Zylinderkopf den Ausgangskanal für die unter Hochdruck stehende kryogene Flüssigkeit umfasst. In die ringförmigen Kammer ist ein Ventilkopf eingesetzt, wobei ein Eingangskanal für die unter niedrigem Druck stehende kryogene Flüssigkeit mit der ringförmigen Kammer in Verbindung steht. Der Ventilkopf hat schräg angeordnete Durchführungskanäle, durch die kryogene Flüssigkeit angesaugt wird. Der Ventilkopf hat auslassseitig eine achsial angeordnete Ausnehmung, in die ein am abschliessenden Zylinderkopf angebrachtes Auslassventil hineinragt. Das Auslassventil befindet sich im zusammengebauten Zustand vollständig innerhalb des Ventilkopfes. Der Pumpenkolben hat eine Kolbenspitze mit einer kurzen kegelstumpfförmigen Ausformung an der Basis und einem auf dem Kegelstumpf angeformten zentral vorstehenden Nocken. Bei maximalem Kolbenhub des Pumpenkolbens dringt der Nocken in eine leichte Vertiefung des Zylinderkopfes ein, die kegelstumpfförmige Basis der Kolbenspitze jedoch nicht. Der Auslasskanal zwischen der Vertiefung und dem Auslassventil wird bei dieser Lösung deshalb nie ganz von dem kryogenen Medium befreit, da in diesem Bereich keine mechanische Verdrängung stattfindet. Hubkolbenpumpen mit Kolbenspitzen in vergleichbarer Ausführung haben zudem den Nachteil, dass bei jedem Pumpenkolbenhub Druckspitzen bzw. Druckstösse auftreten, die mit zunehmenden Betriebsdrücken natürlich auch eine immer höhere Wechselbelastung des Materials bedeuten. Das kann auf die Dauer zu Materialermüdungen und Brüchen führen.

[0007] Es ist deshalb Aufgabe der Erfindung, eine Hubkolbenpumpe für kryogene Flüssigkeiten anzugeben, die für hohe bis sehr hohe Betriebsdrücke ausgelegt ist, jedoch zuverlässiger und störungsfreier arbeitet.

[0008] Diese Aufgabe wird durch die Merkmale des Patentanspruchs 1 gelöst.

[0009] Im Wesentlichen wird dabei bei einer gattungsgemässen Hubkolbenpumpe für kryogene Flüssigkeiten

- ein Pumpenkolben verwendet, der eine Kolbenspitze von kegelstumpfförmiger Ausformung aufweist, wobei
- der Ventilkopf eine der Kolbenspitze entsprechende Kavität mit einer Ausgangsöffnung aufweist, und
- ein Auslassventil angrenzend an die Ausgangsöffnung versenkt im Zylinderkopf angeordnet ist, und wobei die Kolbenspitze dazu ausgebildet ist, das Volumen der Kavität bei maximalem Kolbenpumpenhub zu durchdringen.

[0010] Indem die Kolbenspitze formgenau in die Kavität des Ventilkopfes passt und bei maximalem Kolbenhub das Volumen der Kavität auch vollständig durchdringt, wird das kryogene Medium bei jedem Kolbenpumpenhub mechanisch stets praktisch vollständig aus dem Ventilkopf verdrängt. Da zudem auch das Auslassventil unmittelbar angrenzend an die Ausgangsöffnung des Ventilkopfes versenkt im anschliessenden Druckstutzen angeordnet ist, gibt es praktisch keine Hohlräume im Pumpenarbeitsraum, in denen das kryogene Medium zurückbleiben kann, und dadurch werden Funktionsstörungen durch Mediumsrückstände stark vermindert.

[0011] Mit der kegelstumpfförmigen Ausformung der Kolbenspitze wird erreicht, dass Druckstösse stark gemildert und so die Lebensdauer und Zuverlässigkeit der Hubkolbenpumpe erhöht wird. Indem die kegelstumpfförmige Ausformung der Kolbenspitze so ausgebildet ist, dass die Höhe des Kegelstumpfes grösser ist als der Durchmesser der Kegelstumpff Grundfläche, ergeben sich durch die flacheren Kegelwinkel weniger ausgeprägte Druckstösse.

[0012] Die einfachere Formgebung des Ventilkopfes bringt weitere Vorteile. Indem das Auslassventil nicht mehr im Bereich des Ventilkopfes angeordnet ist, ergibt sich eine einfachere Nacharbeitbarkeit der Ventilkopfoberflächen. Die Ventilkopfoberflächen, unter anderem die Kontaktflächen des Ventilkopfes mit dem Zylinderkopf und der Zylinderbüchse, erfordern eine Glättung der Oberflächen mit einem Feinbearbeitungsverfahren wie beispielsweise Läppen, weshalb die Vermeidung versenkter Bearbeitungsflächen natürlich bevorzugt ist.

[0013] Im Weiteren wird ein Ausführungsbeispiel der Erfindung anhand einer Zeichnung erläutert. Die

Fig. 1 zeigt einen Längsschnitt durch eine erfindungsgemässe Hubkolbenpumpe.

[0014] Die Fig. 1 zeigt eine Hubkolbenpumpe für kryogene Flüssigkeiten mit

- einer Zylinderkopfkammer 1 und einer Zylinderbüchse 2 in einem Pumpenzylinder 3,
- einem Pumpenkolben 4, der in der Zylinderbüchse 2 geführt ist,
- einem Ventilkopf 5, der in der Zylinderkopfkammer 1 angeordnet ist, und
- einem Zylinderkopf 6, der auf den Pumpenzylinder 3 aufsetzbar ist, wobei die Zylinderkopfkammer 1 im Pumpenzylinder 3 zwischen der Zylinderbüchse 2 und dem Zylinderkopf 6 ausgebildet ist und wobei der Pumpenkolben 4 dazu ausgebildet ist, sich in der Zylinderbüchse 2 zwecks Bewirkung des Pumpvorganges hin- und herzubewegen. Der Pumpenkolben 4 befindet sich in dieser Darstellung in der Stellung des maximalen Pumpenkolbenhubs.

[0015] Der Pumpenzylinder 3 hat einen Einlass 10 mit einem Einlassflansch 11, der im Bereich der Zylinderkopfkammer 1 mündet und durch den das zu pumpende kryogene Medium unter niedrigem Druck in die Zylinderkopfkammer 1 gelangt. Der Pumpenzylinder 3 hat ferner einen Entgasungsauslass 12, der ebenfalls mit der Zylinderkopfkammer 1 verbunden ist und durch den verdampftes kryogenes Medium austreten kann. Der Pumpenzylinder 3 hat ferner einen Leckfluidauslass 13, der mit einem zylindermantelförmigen Zwischenraum 14 zwischen dem Pumpenzylinder 3 und der Zylinderbüchse 2 in Verbindung steht und durch den Leckfluid, das sich hier ansammeln kann, austreten kann. Weitere konstruktive Details des Pumpenzylinders 3 sind hier nicht beschrieben, weil sie für die Funktion der vorliegenden Erfindung nicht von Belang sind.

[0016] Abgeschlossen wird der Pumpenzylinder 3 vom Zylinderkopf 6, der dichtend und verschraubt auf dem Pumpenzylinder 3 aufgesetzt ist. Der Zylinderkopf 6 hat einen Auslass 20 an einem Auslassflansch 21, der seinerseits ebenfalls dichtend und verschraubt auf dem Zylinderkopf 6 angebracht ist. Durch den Auslass kann das kryogene Medium unter hohem Druck austreten. Der Zylinderkopf 6 hat einen achsial angeordneten Auslasskanal 22, in dem zylinderkopfkammerseitig vertieft eingelassen ein Auslassventil 23 in der Form eines Ventilpilzes angeordnet ist. Der Zylinderkopf 6 hat zylinderkopfkammerseitig eine ebene Auflagefläche 24.

[0017] Die Zylinderbüchse 2 hat im Wesentlichen die Form eines Hohlzylinders und ist im Pumpenzylinder 3 achsial ausgerichtet in einer Weise angeordnet, dass zwischen einer Aussenfläche der Zylinderbüchse 2 und einer Innenfläche des Pumpenzylinders der früher erwähnte schmale zylindermantelförmige Zwischenraum 14 verbleibt. Die Zylinderbüchse 2 hat zylinderkopfkammerseitig eine ebene Auflagefläche 30 und eine Einsatzvertiefung 31. In der Einsatzvertiefung sind eine Druckfeder 32 und eine Ventilplatte 33 angeordnet, die zusammen das Einlassventil bilden.

[0018] Der Pumpenkolben 4 ist in der Zylinderbüchse 2 achsial gleitend geführt und hat eine kegelstumpfförmig ausgeformte Kolbenspitze 40. Die Kegelstumpfausformung der Kolbenspitze ist dabei so, dass die Höhe des Kegelstumpfes grösser ist als der Durchmesser der Kegelstumpfgrundfläche, wobei die Letztere im Wesentlichen der Querschnittsfläche des Pumpenkolbens 4 entspricht und in einem Übergangsbereich am Fuss des Kegelstumpfes an die Ausformung der Ventilplatte 33 angepasst ist.

[0019] Der Pumpenkolben 4 hat in einem kolbenspitzenahen Bereich eine Dichtungsregion 41 mit einer labyrinthartigen Anordnung von Ringnuten 42 und PTFE/Bronzeringen 43, 44, 45 und einem Führungsring 46. Die PTFE/Bronzeringe 43, 44, 45 sind in Aufbau und Funktion grundsätzlich bekannt und beispielsweise auch in der eingangs erwähnten US-2003/0 080 512 beschrieben. Sie dienen dazu, eine selbst unter sehr hohen Drücken wirksame Abdichtung zwischen dem Antriebsbereich des Pumpenkolbens 4 und dem Pumpenarbeitsraum zu schaffen.

[0020] Der Ventilkopf 5, der in der Zylinderkopfkammer 1 zwischen der Zylinderbüchse 2 und dem Zylinderkopf 6 eingesetzt ist, hat im Wesentlichen die Form eines Hohlzylinders mit einer ringnutartigen Ausseneinkerbung. Der Hohlzylinder wird durch eine achsial angeordnete durchgehende Kavität 50 gebildet, die in ihrer Ausformung der Kolbenspitze 40 des Pumpenkolbens 4 entspricht. Vom Bereich der Ausseneinkerbung führt eine Anzahl von Zuführungskanälen 51 zu einer zylinderbüchsenseitigen Innenfläche im Bereich der Ventilplatte 33, und zwar in einer Weise, dass die Ventilplatte 33 die Querschnitte der Zuführungskanäle 51 abdeckt, was ein wesentlicher Teil der Einlassventilfunktion ist. Der Ventilkopf 5 hat zudem zylinderbüchsenseitig eine Auflagefläche 52, die über eine Kupferdichtung 53 an der kammerseitigen Auflagefläche 30 der Zylinderbüchse 2 anliegt. Der Ventilkopf 5 hat weiterhin eine zylinderkopfseitige weitere Auflagefläche 54, die über eine weitere Kupferdichtung 55 an der kammerseitigen Auflagefläche 24 des Zylinderkopfes 6 anliegt. Damit erreicht man, dass der Einlassbereich (Zylinderkopfkammer 1) und der Auslassbereich (Auslasskanal 22) selbst unter hohen Betriebsdrücken gegenseitig abgedichtet bleiben.

[0021] Der Ventilkopf 5 hat zylinderkopfseitig eine Ausgangsöffnung 56. Im eingebauten Zustand des Ventilkopfes 5 grenzt die Ausgangsöffnung 56 an das Auslassventil 23. Die Kolbenspitze 40 des Pumpenkolbens 4 und die Kavität 50 des Ventilkopfes 5 sind dabei so ausgebildet, dass das Volumen der Kavität 50 bei maximalem Kolbenpumpenhub vollständig von der Kolbenspitze 40 durchdrungen und ausgefüllt ist. Auf diese Weise verbleibt bei maximalem Kolbenpumpenhub im Pumpenarbeitsraum nur noch eine vernachlässigbar kleine Menge des zu pumpenden kryogenen Mediums.

[0022] Die erfindungsgemässe Hubkolbenpumpe funktioniert wie folgt: Beim Zurückziehen des Pumpenkolbens 4 entsteht in der Kavität 50 des Ventilkopfes 5 sowie im Bereich der Einsatzvertiefung 31 der Zylinderbüchse 2 ein Hohlraum, der

als Pumpenarbeitsraum bezeichnet wird, wobei über die damit einhergehende Saugwirkung kryogenes Medium über die Zuführungskanäle 51 und die Ventilplatte 33 in den Pumpenarbeitsraum angesaugt wird. Die maximale Ausdehnung erhält der Pumpenarbeitsraum somit bei minimalem Kolbenpumpenhub. Beim anschliessenden Vorstossen des Pumpenkolbens 4 schliesst sich die Ventilplatte 33, während sich das Auslassventil 23 öffnet. Bei maximalem Kolbenpumpenhub (wie in der Fig. 1 dargestellt) wird somit die gesamte zuvor in den Pumpenarbeitsraum eingesaugte Menge kryogenen Mediums durch den Auslasskanal 22 ausgestossen.

[0023] Es wird davon ausgegangen, dass mit der vorgeschlagenen Formgebung der Kolbenspitze 40 erreicht wird, dass Druckstösse stark gemildert und so die Lebensdauer und Zuverlässigkeit der Hubkolbenpumpe erhöht werden können. Indem der Kegelstumpf an der Kolbenspitze so ausgebildet ist, dass die Höhe des Kegelstumpfes grösser ist als der Durchmesser der Kegelstumpfundfläche, ergeben sich durch die flacheren Kegelwinkel weniger ausgeprägte Druckstösse. Prinzipiell werden Druckflächen an der Kolbenspitze, die im Wesentlichen senkrecht zur Kolbenachse A orientiert sind, weitgehend vermieden oder zumindest minimiert.

Bezugsziffernliste:

[0024]

- 1 Zylinderkopfkammer
- 2 Zylinderbüchse
- 3 Pumpenzylinder
- 4 Pumpenkolben
- 5 Ventilkopf
- 6 Zylinderkopf
- 10 Einlass
- 11 Einlassflansch
- 12 Entgasungsauslass
- 13 Leckfluidauslass
- 14 Zwischenraum
- 20 Auslass
- 21 Auslassflansch
- 22 Auslasskanal
- 23 Auslassventil
- 24 Auflagefläche
- 30 Auflagefläche
- 31 Einsatzvertiefung
- 32 Druckfeder
- 33 Ventilplatte
- 40 Kolbenspitze
- 41 Dichtungsregion
- 42 Ringnut
- 43 PTFE/Bronzering
- 44 PTFE/Bronzering
- 45 PTFE/Bronzering

- 46 Führungsring
- 50 Kavität
- 51 Zuführungskanal
- 52 Auflagefläche (zylinderbüchsenartig)
- 53 CU-Dichtung
- 54 weitere Auflagefläche (zylinderkopfseitig)
- 55 weitere CU-Dichtung
- 56 Ausgangsöffnung
- A Kolbenachse

Patentansprüche

1. Hubkolbenpumpe für kryogene Flüssigkeiten mit
 - einer Zylinderkopfkammer (1) und einer Zylinderbüchse (2) in einem Pumpenzylinder (3),
 - einem Pumpenkolben (4), der in der Zylinderbüchse (2) geführt ist,
 - einem Ventilkopf (5), der in der Zylinderkopfkammer (1) angeordnet ist, und
 - einem Zylinderkopf (6), der auf den Pumpenzylinder (3) aufsetzbar ist, wobei die Zylinderkopfkammer (1) im Pumpenzylinder (3) zwischen der Zylinderbüchse (2) und dem Zylinderkopf (6) ausgebildet ist und wobei der Pumpenkolben (4) dazu ausgebildet ist, sich in der Zylinderbüchse (2) zwecks Bewirkung des Pumpvorganges hin- und herzubewegen,dadurch gekennzeichnet, dass
 - der Pumpenkolben (4) eine Kolbenspitze (40) von kegelstumpfförmiger Ausformung aufweist,
 - der Ventilkopf (5) eine der Kolbenspitze (40) entsprechende Kavität (50) mit einer Ausgangsöffnung (56) aufweist, und
 - ein Auslassventil (23) angrenzend an die Ausgangsöffnung (56) versenkt im Zylinderkopf (6) angeordnet ist, wobei die Kolbenspitze (40) dazu ausgebildet ist, das Volumen der Kavität (50) bei maximalem Kolbenpumpenhub zu durchdringen.
2. Hubkolbenpumpe nach Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die kegelstumpfförmige Ausformung der Kolbenspitze (40) so ausgebildet ist, dass die Höhe des Kegelstumpfes grösser ist als der Durchmesser der Kegelstumpfbasisfläche.
3. Hubkolbenpumpe nach Patentanspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Auslassventil (23) als Ventilkolben ausgebildet ist.
4. Hubkolbenpumpe nach einem der Patentansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Ventilkopf (5) an Auflageflächen (52, 54) mit Dichtungsfunktionen sowohl zylinderbüchsenartig wie auch zylinderkopfseitig flach und mit einem Läppverfahren bearbeitbare Oberflächen aufweist.

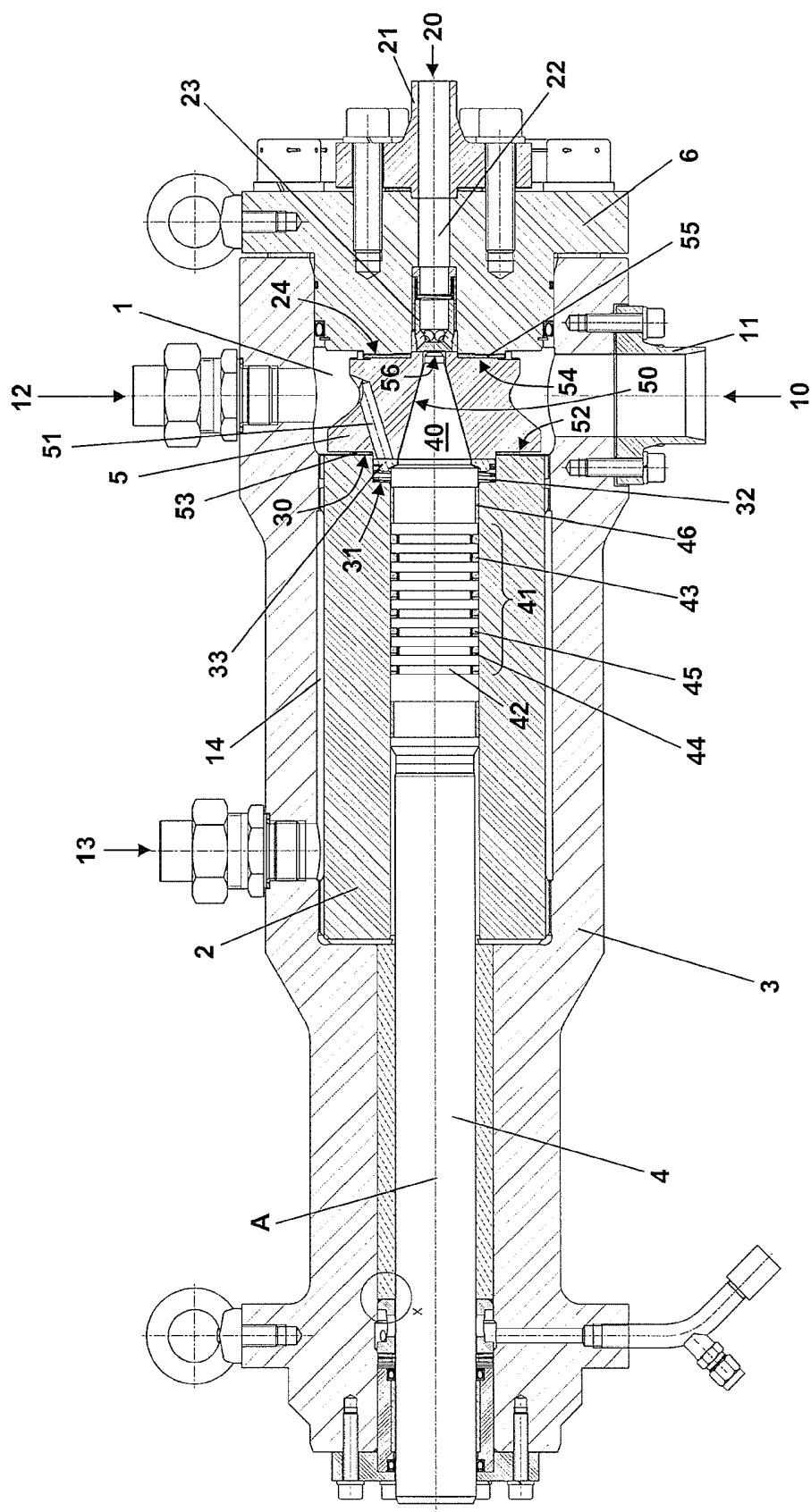


Fig. 1