(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) **EP 2 643 631 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
21.10.2015 Patentblatt 2015/43

(21) Anmeldenummer: **11793697.1**

(22) Anmeldetag: **22.11.2011**

(51) Int Cl.:
F17C 13/00 *(2006.01)* ***B63B 25/12*** *(2006.01)*
B63B 25/16 *(2006.01)* ***B63B 27/24*** *(2006.01)*

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2011/070610

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2012/069437 (31.05.2012 Gazette 2012/22)

(54) **ROHRLEITUNG ZUM FÖRDERN VON VERFLÜSSIGTEM GAS**

PIPELINE FOR CONVEYING LIQUEFIED GAS

CONDUITE TUBULAIRE POUR LE TRANSPORT DE GAZ LIQUÉFIÉ

(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

(30) Priorität: **23.11.2010 DE 102010061797**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
02.10.2013 Patentblatt 2013/40

(73) Patentinhaber: **R&M International GmbH**
21079 Hamburg (DE)

(72) Erfinder: **RIESNER, Katrin**
23970 Wismar (DE)

(74) Vertreter: **Rau, Schneck & Hübner**
Patentanwälte Rechtsanwälte PartGmbB
Königstraße 2
90402 Nürnberg (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
WO-A1-98/59084 WO-A1-2011/032556

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

EP 2 643 631 B1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Rohrleitung zum Fördern von verflüssigtem Gas, und zwar insbesondere auf so genannten LNG-Tankschiffen, also Tankschiffen zum Transport von verflüssigtem Erdgas, gemäß dem Oberbegriff des Anspruches 1.

[0002] Bisher sind derartige LNG-Tankschiffe nur in Gewässern bei Temperaturen über 0° C bzw. bei leichtem Frost gefahren. In Zukunft wird der Transport von Flüssiggas auch in arktischen Gewässern erfolgen. Dabei entsteht infolge der niedrigen Lufttemperaturen bis zu -50° C verbunden mit einer hohen Luftfeuchtigkeit und der Gischt eine dicke Eisschicht auf den auf einem Schiffsdeck befindlichen Anlagen. Dies ist besonders für LNG-Rohrleitungen von Nachteil. Die Dicke einer Eisschicht auf den Rohrleitungen hat zur Folge, dass die Funktionsfähigkeit von Armaturen und die Festigkeit der Rohrleitungen infolge der Eislast nicht mehr gewährleistet sind.

[0003] Aus der WO 98/59084 A1 ist eine Rohrleitung der gattungsgemäßen Art bekannt, die keine Maßnahmen zur Verhinderung von Eisbildung an den Rohren aufweist.

[0004] In dem Bericht des US Army Corps of Engineers Engineer Research and Development Center "Assessment of Superstructure Ice Protection as Applied to Offshore Oil Operation Safety", September 2008, ERDC/CRREL TR-08-14 ist beschrieben, dass es allgemein bekannt sei, Eis an den Leitungen und Armaturen mit Hämmern abzuschlagen. Zur Vermeidung der dabei auftretenden Schädigungen und des hierfür erforderlichen großen Aufwandes wurde vorgeschlagen, die auf dem Schiffsdeck befindlichen Komponenten mit Plastikplatten zu umgeben und diese in irgendeiner Form durch Vibration zu enteisen. Diese Technologie wurde als nicht zufriedenstellend erkannt.

[0005] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, die Eisbildung an den Rohren zu verhindern und eine Eisbeseitigung zu erleichtern.

[0006] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Merkmale des Anspruches 1 gelöst. Das Vibrations-Rohr umgibt das mit einer Kälte-Dämmung versehene zum Transport von Flüssiggas dienende Rohr mit Abstand, so dass ein Hohlraum gebildet wird. Das Vibrationsrohr selber kann vereisen. Es wird durch die Vibration vom Eis befreit. Die nur jeweils abschnittsweise ausgebildeten Vibrations-Rohre werden gemäß Anspruch 1 mittels einer Schiebe-Verbindung miteinander verbunden, die gemäß Anspruch 3 als Vibrationsrohr-Verbinderschale ausgebildet sein kann. Gemäß Anspruch 4 ist das Rohr im Bereich der Schiebe-Verbindung mittels eines Lagers auf dem Untergrund abgestützt.

[0007] Eine zuverlässige Schwingungsübertragung vom Vibrator auf das Vibrations-Rohr wird durch die Maßnahmen nach Anspruch 5 sichergestellt. Eine vorteilhafte Ausgestaltung der Schwingungserzeugung und -übertragung ergibt sich aus den Ansprüchen 6 bis 10.

[0008] Weitere Merkmale, Vorteile und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen anhand der Zeichnung. Es zeigt

- Fig. 1 eine LNG-Rohrleitung mit Vibrations-Umhüllung in Seiten-Längsansicht,
- Fig. 2 einen Querschnitt durch die Rohrleitung im Bereich eines Lagers entsprechend der Schnittlinie II-II in Fig. 1,
- Fig. 3 einen Längsschnitt durch die Rohrleitung im Bereich eines Lagers entsprechend der Schnittlinie III-III in Fig. 2,
- Fig. 4 einen Querschnitt durch die Rohrleitung benachbart zu einem Lager entsprechend der Schnittlinie IV-IV in Fig. 3,
- Fig. 5 eine Einzelheit entsprechend V in Fig. 4,
- Fig. 6 einen Querschnitt durch die Rohrleitung im Bereich eines Vibrators mit Vibrationsringen entsprechend der Schnittlinie VI-VI in Fig. 1,
- Fig. 7 eine Einzelheit entsprechend VII aus Fig. 6,
- Fig. 8 einen Querschnitt durch die Einzelheit VII in Fig. 7 entsprechend der Schnittlinie VIII-VIII in Fig. 7,
- Fig. 9 eine Draufsicht auf eine Rohrleitung mit einem Rohrbogen,
- Fig. 10 eine Draufsicht auf eine Rohrleitung mit einem Rohrabzweig und
- Fig. 11 eine Rohrleitung mit einer Armatur in Seiten-Längsansicht.

[0009] Wie die Fig. 1 und 2 erkennen lassen, weist eine auf einem Deck 1 eines Schiffes oder einem anderen Untergrund verlegte LNG-Rohrleitung ein LNG-Rohr 2 mit einer Kälte-Dämmung 3 aus Isoliermaterial auf, die einen Wärmefluss von außen in das Rohr 2 unterbinden soll. Die Kurzbezeichnung LNG-Rohr 2 wird nachfolgend für ein Rohr verwendet, in dem flüssiges Erdgas gefördert wird. LNG steht für Liquid Natural Gas. Das mit der Kälte-Dämmung 3 ummantelte LNG-Rohr 2 ist wiederum mit einem als Vibrations-Rohr 4 ausgebildeten Schutzrohr bzw. Umhüllung umgeben, das - wie beispielsweise Fig. 4 und 6 entnehmbar ist - radialen Abstand zur Kälte-Dämmung 3 aufweist, so dass ein im Wesentlichen ringzylindrischer, lediglich mit Luft gefüllter Hohlraum 5 gebildet wird. Zwischen dem Vibrations-Rohr 4 und dem LNG-Rohr 2 besteht keine körperliche Verbindung. Die Vibrations-Rohre 4 sind durch aus Blech bestehende

Halbschalen 6, 7 gebildet, die mittels einer Flanschverbindung 8 miteinander verbunden sind, wie Fig. 4 entnehmbar ist.

[0010] Da die Halbschalen 6, 7 eine endliche Länge aufweisen, sind sie jeweils mittels einer rohrabschnittsförmigen Vibrationsrohr-Verbinderschale 9 miteinander verbunden, in der die einzelnen, durch miteinander verbundene Halbschalen 6, 7 gebildeten Abschnitte des Vibrations-Rohres 4 nach Art eines Schiebelagers abgedichtet geführt sind, wie Fig. 3 entnehmbar ist. Die Vibrationsrohr-Verbinderschalen 9 bestehen wiederum aus Verbinder-Halbschalen 9a, 9b, die mittels Flanschverbindungen 9c miteinander verbunden sind.

[0011] Wie Fig. 3 ebenfalls entnehmbar ist, weisen die in der Verbinderschale 9 geführten Abschnitte des Vibrations-Rohres 4 stirnseitigen Abstand zueinander auf. In diesem Freiraum ist ein Lager 10 für das mit einer Kälte-Dämmung 3 ummantelte LNG-Rohr 2 angeordnet, dessen untere Lager-Halbschale 11 und dessen obere Lager-Halbschale 12 die mit einem Blechmantel 3a umhüllte Kälte-Dämmung 3 umgreifen und mittels einer Flanschverbindung 10a miteinander verbunden sind. Die untere Lager-Halbschale 11 wird mittels eines Lager-Schuhs 13 verschiebbar auf dem Deck 1 abgestützt. Der Lager-Schuh 13 durchsetzt eine untere Öffnung 14 in der Verbinderschale 9, wo auch ein Eiswasser-Ablauf 15 vorgesehen ist, wie Fig. 2 entnehmbar ist.

[0012] Jeweils etwa mittig zwischen zwei Lagern 10 ist aus einem unteren Halbring 16 und einem oberen Halbring 17 bestehender Vibrator-Ring 18 angeordnet, der fest mit den Halbschalen 6, 7 des Vibrationsrohres 4 verbunden ist, wie aus Fig. 6 ersichtlich ist. Die Halbschalen 6, 7 und die Halbringe 16, 17 sind - wie insbesondere aus Fig. 7 ersichtlich ist - in einer gemeinsamen Flanschverbindung 19 miteinander verbunden. Zwischen den Halbringen 16, 17 und den Halbschalen 6, 7 besteht vollflächiger körperlicher Kontakt, beispielsweise durch eine Schweiß-Verbindung 20 der aus Metall bestehenden Halbschalen 6, 7 und Halbringen 16, 17 (s. Fig. 8).

[0013] Auf dem Vibrator-Ring 18 ist ein als handelsüblicher Druckluft-Vibrator ausgebildeter Vibrator 21 angeordnet, der fest auf einer Auflager-Platte 22 angebracht ist, die wiederum in fester Schwingungsverbindung mit dem oberen Halbring 17 des Vibrator-Rings 18 steht. Schwingungen des Vibrators 21 werden also auf den Vibrator-Ring 18 übertragen. Der Vibrator 21 ist von einem Vibrator-Gehäuse 23 als Schutzgehäuse umgeben. Die Druckluftversorgung des Vibrators 21 erfolgt über eine Druckluft-Hauptleitung 24, die im Hohlraum 5 angeordnet ist und durch die gesamte Rohrleitung geführt wird. Zu jedem Vibrator 21 führt eine Druckluft-Anschlussleitung 25. Aus dem Vibrator 21 führt wiederum eine Abluftleitung 26 ins Freie.

[0014] Wie Fig. 6 entnehmbar ist, wird der Vibrator-Ring 18, und zwar der untere Halbring 16, über ein aus Gummipuffern 27 bestehendes Lager 28 auf dem Deck 1 abgestützt, wobei die Gummipuffer 27 sich wiederum an einer unteren Abstützplatte 29 abstützen, die am unteren Halbring 16 des Vibrator-Rings 18 angebracht ist.

[0015] Jeweils zwischen einander benachbarten Lagern 10 des LNG-Rohres 2, also zwischen zwei einander benachbarten Vibrationsrohr-Verbinderschalen 9 ist eine Vibrations-Einheit 30 ausgebildet, die im Wesentlichen also den entsprechenden Abschnitt des Vibrations-Rohres 4, den Vibrator 21 mit Vibrator-Ring 18 und die zugehörigen geschilderten Einzelheiten umfasst. Eine solche Vibrations-Einheit 30 ist über den Vibrator-Ring 18 und das Lager 28 in seiner Mitte abgestützt.

[0016] Wenn im Verlauf der Rohrleitung ein Rohrbogen 31 vorgesehen ist, dann ist an einer Seite des Rohrbogens 31 ein Lager 10 des LNG-Rohres 2 vorgesehen. Die Umhüllung des LNG-Rohres 10 durch ein entsprechend dem Rohrbogen 31 gekrümmtes Vibrations-Rohr 32 wird an dessen Enden als je ein Schiebelager 33, 34 ausgebildet, also so wie im Bereich der Vibrations-rohr-Verbindungsschalen 9. Wie weiter Fig. 9 entnehmbar ist, erfolgt die Anordnung so, dass die Vibratoren 21 mit Vibrator-Ringen 18 an den gradlinigen Rohrleitungsabschnitten unmittelbar benachbart zu den beiden Enden 35, 36 des gekrümmten Vibrations-Rohres 32 angeordnet sind.

[0017] Wenn - entsprechend Fig. 10 - die LNG-Rohrleitung 1 einen Rohrabzweig 37, ein sogenanntes T-Stück, aufweist, dann ist das entsprechende Rohrabzweig-Vibrations-Rohr 38 an allen drei Enden 39, 40, 41 im Grundsatz wie ein Schiebelager 42, 43, 44 ausgebildet. Benachbart zu allen drei Enden 39, 40, 41 sind im Vibrations-Rohr 4 und in den beiden abzweigenden Vibrations-Rohren 4a und 4b Vibrator-Ringe 18 mit Vibratoren 21 angeordnet. Das Rohrabzweig-Vibrations-Rohr 38 ist im Bereich seines dem LNG-Rohr 2 benachbarten Endes 39 über ein Lager 10 abgestützt.

[0018] Wenn - gemäß Fig. 11 - in dem LNG-Rohr 2 eine Armatur 45, also ein Ventil oder ein Schieber angeordnet ist, sind an beiden Enden eines die Armatur 45 umgebenden Isolier-Gehäuses 46 jeweils ein Armatur-Vibrations-Rohr 47, 48 vorgesehen, die das benachbarte Vibrations-Rohr 4 nach Art von Schiebelagern 49, 50 aufnehmen. Beide Armatur-Vibrations-Rohre 47, 48 sind jeweils mittels Lagern 10 auf dem Deck 1 abgestützt. Benachbart zu den Enden 51, 52 der Armatur-Vibrations-Rohre 47, 48 sind auf den in sie einmündenden Vibrations-Rohren 4 Vibrator-Ringe 18 mit Vibratoren 21 vorgesehen, so dass auch das hohl ausgebildete Isoliergehäuse 46 in Schwingungen versetzt werden kann. Zur Bedienung der Armatur 45 weist das Isoliergehäuse 46 einen abnehmbaren Deckel 53 auf.

[0019] Durch Inbetriebsetzung der Vibratoren 21 werden das Vibrations-Rohr 4 und ggf. das gekrümmte Vibrations-Rohr 32, oder ggf. der Rohrabzweig 37 und das Rohr-Abzweig-Vibrationsrohr 38 und ggf. das Isolier-Gehäuse 46 in Schwingungen versetzt, durch die auf ihnen befindliches Eis gelöst und entfernt wird.

Patentansprüche

1. Rohrleitung zum Fördern von verflüssigtem Gas,

- mit einem mit einer Kälte-Dämmung (3) ummantelten, gegenüber einem Untergrund abgestützten Rohr (2),

gekennzeichnet durch

- das Rohr (2) mit Abstand umgebende Vibrations-Rohre (4) und
- einen an jedem Vibrations-Rohr (4) angebrachten Vibrator (21).

2. Rohrleitung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet,**
dass einander benachbarte Vibrations-Rohre (4) mittels einer Schiebe-Verbindung miteinander verbunden sind.

3. Rohrleitung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet,**
dass die Schiebe-Verbindung als Vibrationsrohr-Verbinderschale (9) ausgebildet ist.

4. Rohrleitung nach Anspruch 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet,**
dass das Rohr (2) mit Kälte-Dämmung (3) mittels eines eine Öffnung (14) der Schiebe-Verbindung durchsetzenden Lagers (10) auf dem Untergrund abgestützt ist.

5. Rohrleitung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet,**
dass jeder Vibrator (21) mittels eines Vibrator-Rings (18) auf dem Vibrations-Rohr (4) angebracht ist.

6. Rohrleitung nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet,**
dass der Vibrator-Ring (18) das Vibrations-Rohr (4) in Schwingungsübertragungs-Verbindung umschließt.

7. Rohrleitung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet,**
dass das Vibrations-Rohr (4) auf dem Untergrund mittels eines Dämpfungs-Lagers (28) abgestützt ist.

8. Rohrleitung nach Anspruch 5 und 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Vibrator-Ring (18) auf dem Dämpfungs-Lager (28) abgestützt ist.

9. Rohrleitung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet,**
dass der Vibrator (21) als Druckluft-Vibrator ausgebildet ist.

10. Rohrleitung nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet,**
dass eine Druckluft-Hauptleitung (24) zur Versorgung des Vibrators (21) im Hohlraum (5) zwischen dem Rohr (2) mit Kälte-Dämmung (3) und dem Vibrations-Rohr (4) angeordnet ist.

Claims

1. Pipeline for conveying liquefied gas,

- with a pipe (2), which is encapsulated by a cold insulation means (3) and supported relative to a subsurface,

characterized by

- vibration pipes (4) surrounding the pipe (2) at a spacing and
- a vibrator (21) attached to each vibration pipe (4).

2. Pipeline according to claim 1, **characterized in that** mutually adjacent vibration pipes (4) are connected to one another by means of a slide connection.

3. Pipeline according to claim 2, **characterized in that** the slide connection is configured as a vibration pipe connector shell (9).

4. Pipeline according to claim 2 or 3, **characterized in that** the pipe (2) with cold insulation means (3) is supported on the subsurface by means of a bearing (10) passing through an opening (14) of the slide connection.

5. Pipeline according to any one of claims 1 to 4, **characterized in that** each vibrator (21) is attached to the vibration pipe (4) by means of a vibrator ring (18).

6. Pipeline according to claim 5, **characterized in that** the vibrator ring (18) surrounds the vibration pipe (4) with a vibration-transmitting connection.

7. Pipeline according to any one of claims 1 to 6, **characterized in that** the vibration pipe (4) is supported on the subsurface by means of a damping bearing (28).

8. Pipeline according to claim 5 and 7, **characterized in that** the vibrator ring (18) is supported on the damping bearing (28).

9. Pipeline according to any one of claims 1 to 8, **characterized**

in that the vibrator (21) is configured as a compressed air vibrator.

10. Pipeline according to claim 9, **characterized in that** a compressed air main line (24) to supply the vibrator (21) is arranged in the cavity (5) between the pipe (2) with cold insulation means (3) and the vibration pipe (4).

Revendications

1. Conduite tubulaire servant à transporter du gaz liquéfié,

- comprenant un tuyau (2) enveloppé d'une isolation thermique (3), soutenu par rapport à un sous-sol,

caractérisée par

- des tuyaux de vibration (4) entourant le tuyau (2) à distance et
- un vibreur (21) installé au niveau de chaque tuyau de vibration (4).

2. Conduite tubulaire selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** des tuyaux de vibration (4) adjacents les uns aux autres sont raccordés les uns aux autres au moyen d'un système de raccordement coulissant.

3. Conduite tubulaire selon la revendication 2, **caractérisée en ce que** le système de raccordement coulissant est réalisé sous la forme d'une coquille formant raccord de tuyau de vibration (9).

4. Conduite tubulaire selon la revendication 2 ou 3, **caractérisée en ce que** le tuyau (2) pourvu d'une isolation thermique (3) est soutenu sur le sous-sol au moyen d'un palier (10) traversant une ouverture (14) du système de raccordement coulissant.

5. Conduite tubulaire selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, **caractérisée en ce que** chaque vibreur (21) est installé sur le tuyau de vibration (4) au moyen d'un anneau de vibreur (18).

6. Conduite tubulaire selon la revendication 5, **caractérisée en ce que** l'anneau de vibreur (18) entoure le tuyau de vibration (4) selon un raccordement de transmission d'oscillation.

7. Conduite tubulaire selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, **caractérisée en ce que** le tuyau de vibration (4) est soutenu sur le sous-sol au moyen d'un palier d'amortissement (28).

8. Conduite tubulaire selon la revendication 5 et 7, **caractérisée en ce que** l'anneau de vibreur (18) est soutenu sur le palier d'amortissement (28).

9. Conduite tubulaire selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, **caractérisée en ce que** le vibreur (21) est réalisé sous la forme d'un vibreur à air comprimé.

10. Conduite tubulaire selon la revendication 9, **caractérisée en ce qu'**une conduite principale d'air comprimé (24) servant à l'alimentation du vibreur (21) est disposée dans l'espace creux (5) entre le tuyau (2) pourvu d'une isolation thermique (3) et le tuyau de vibration (4).

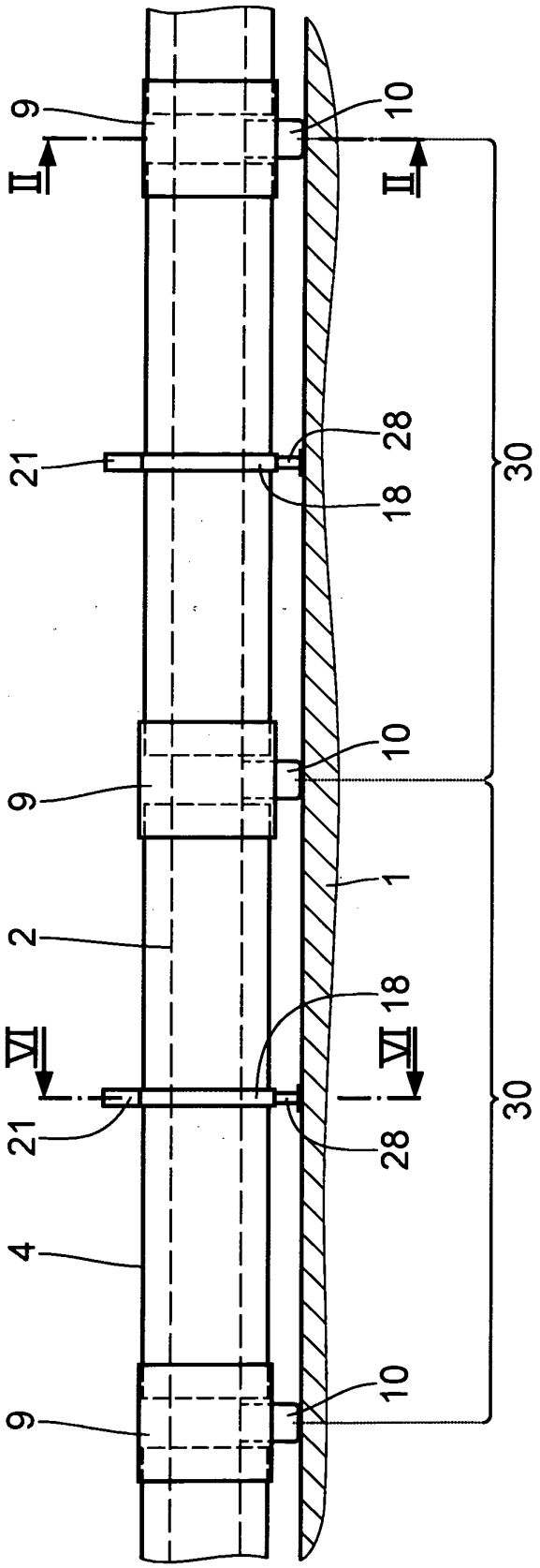


Fig. 1

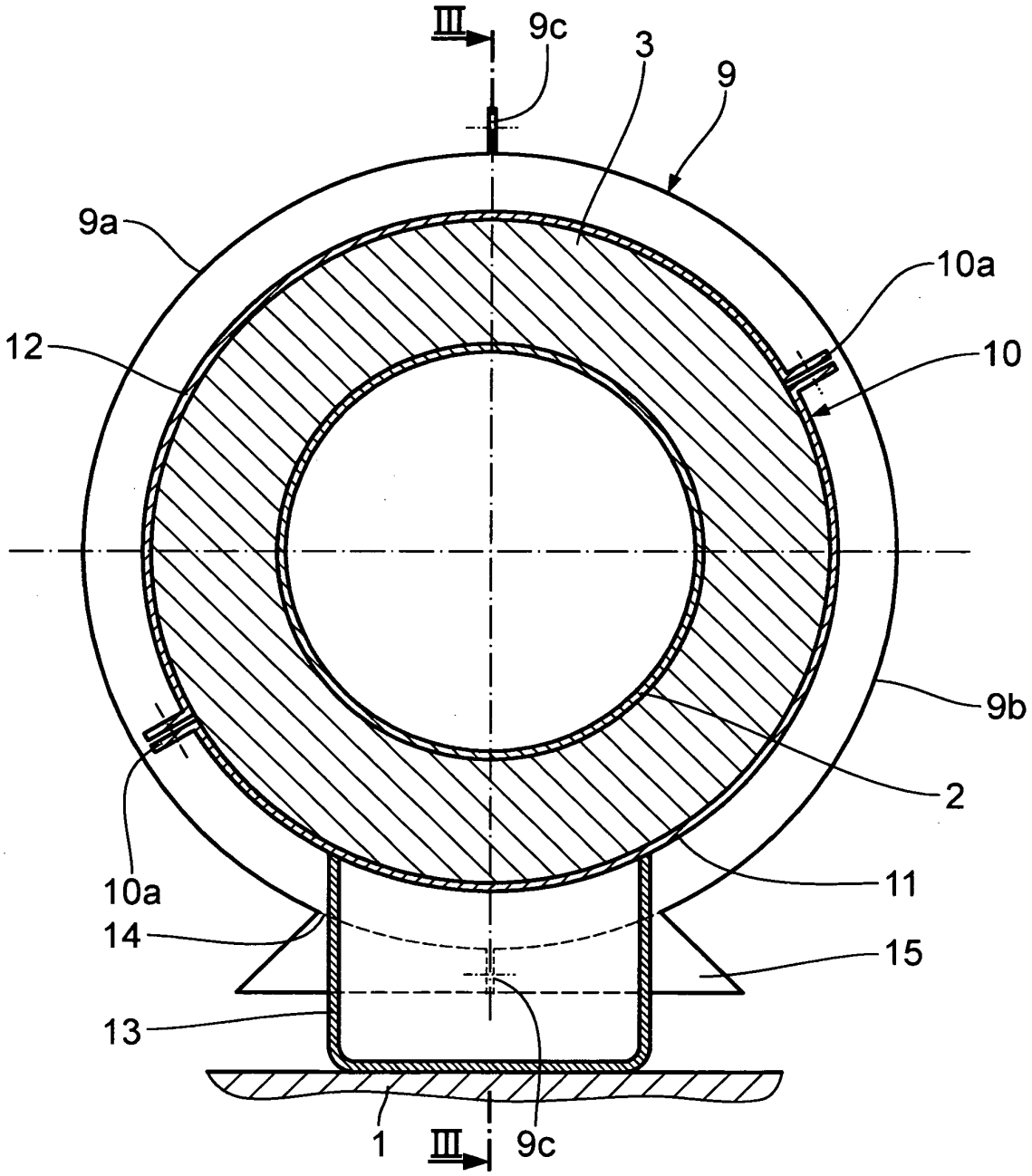


Fig. 2

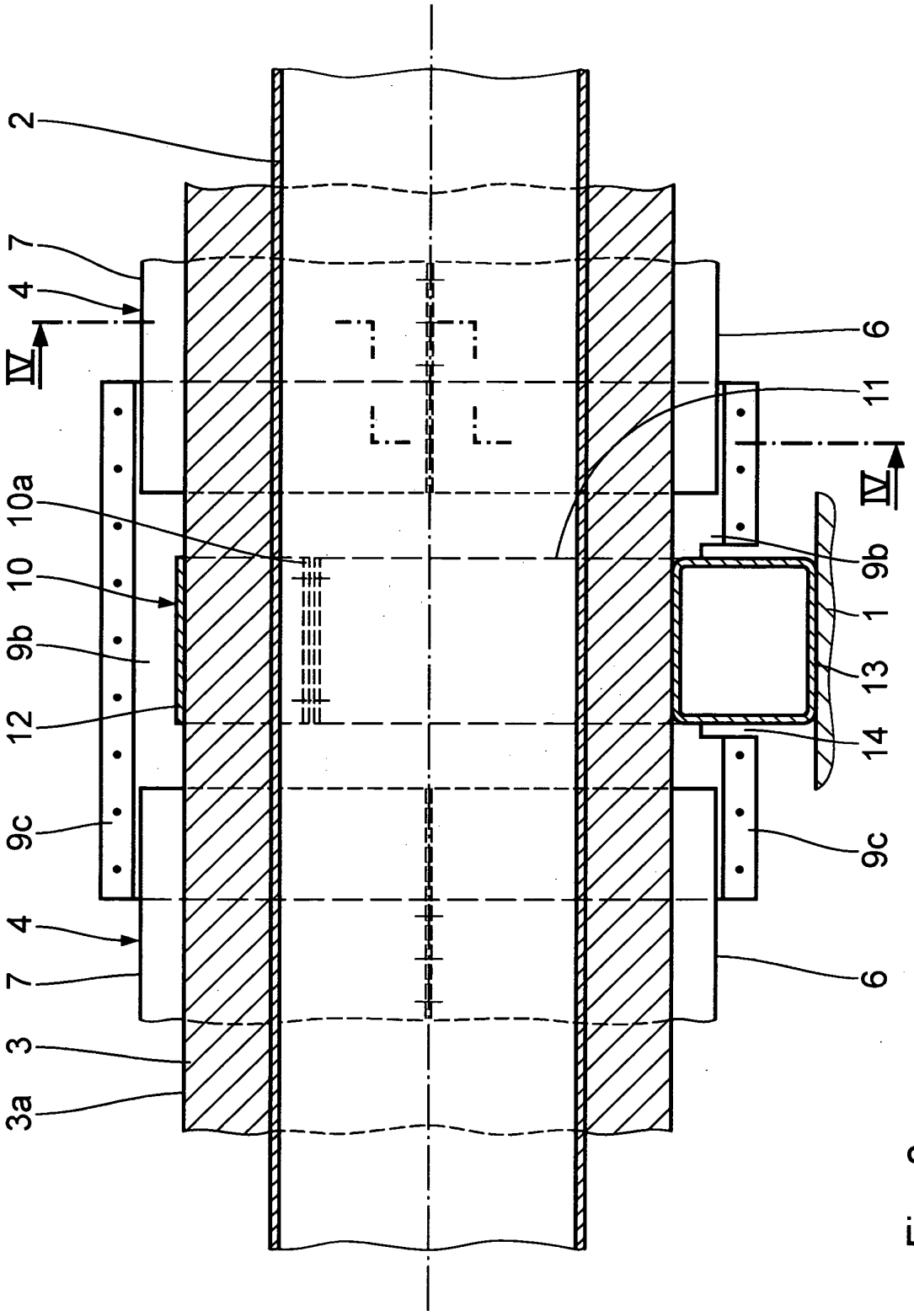


Fig. 3

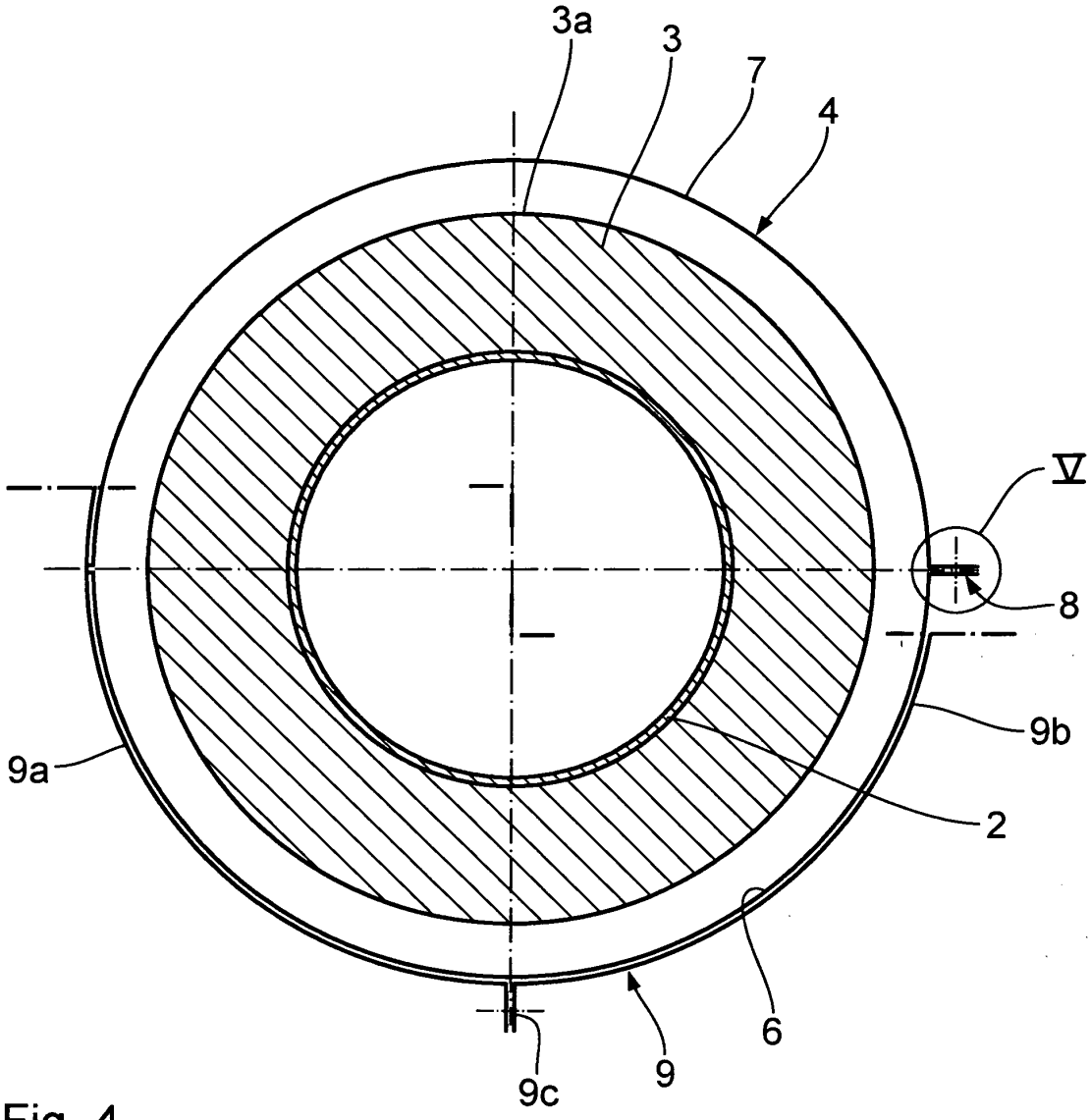


Fig. 4

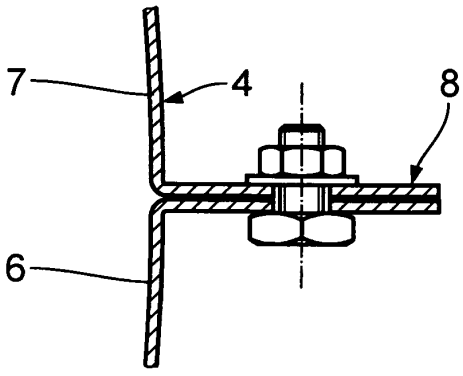


Fig. 5

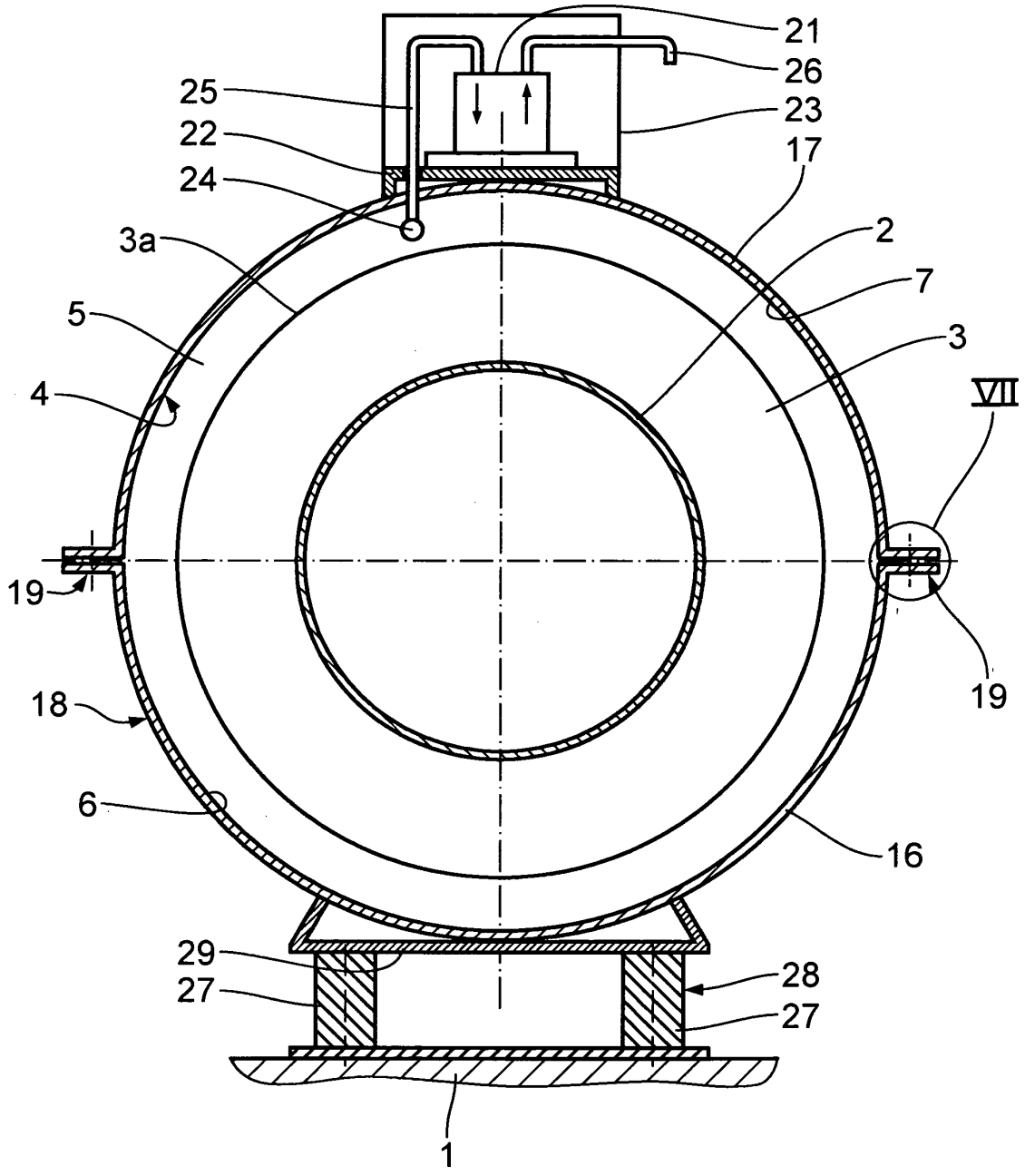


Fig. 6

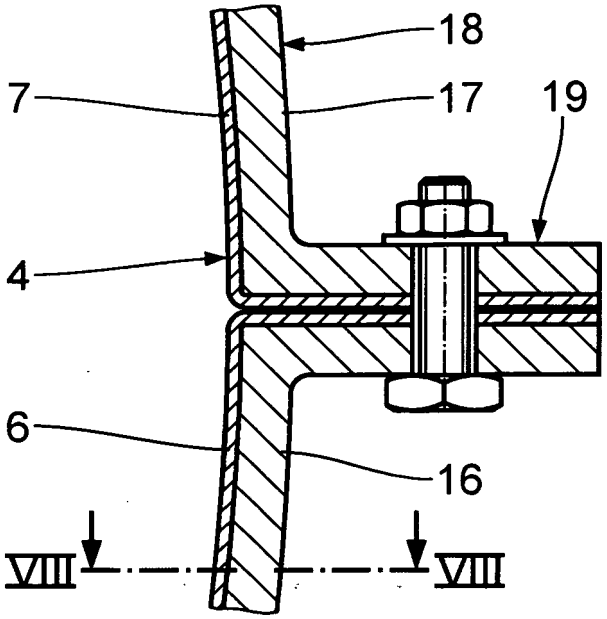


Fig. 7

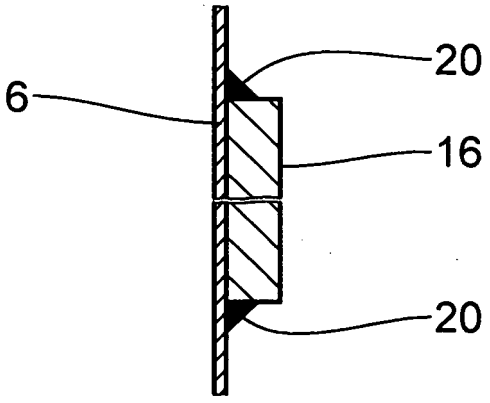


Fig. 8

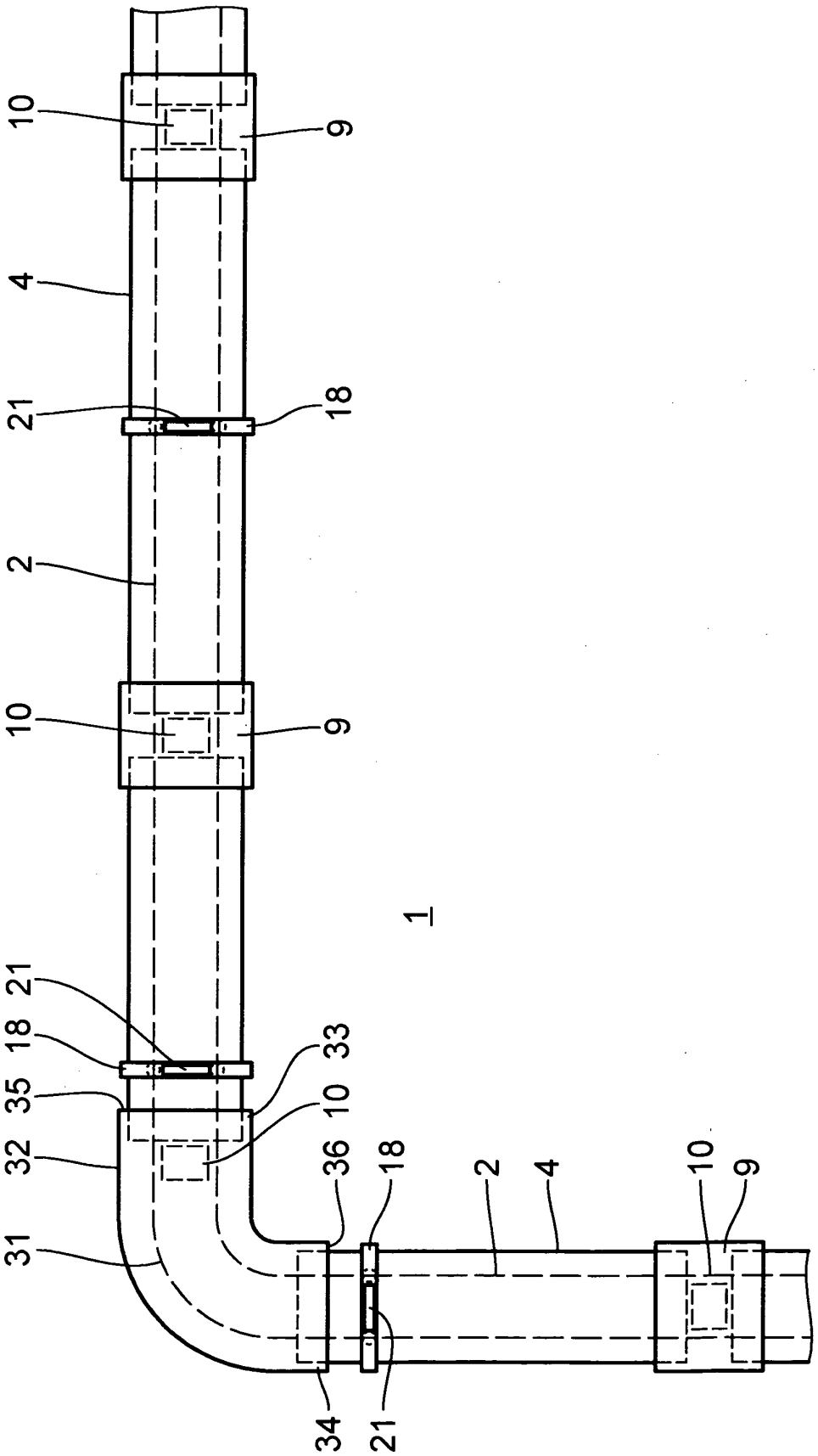


Fig. 9

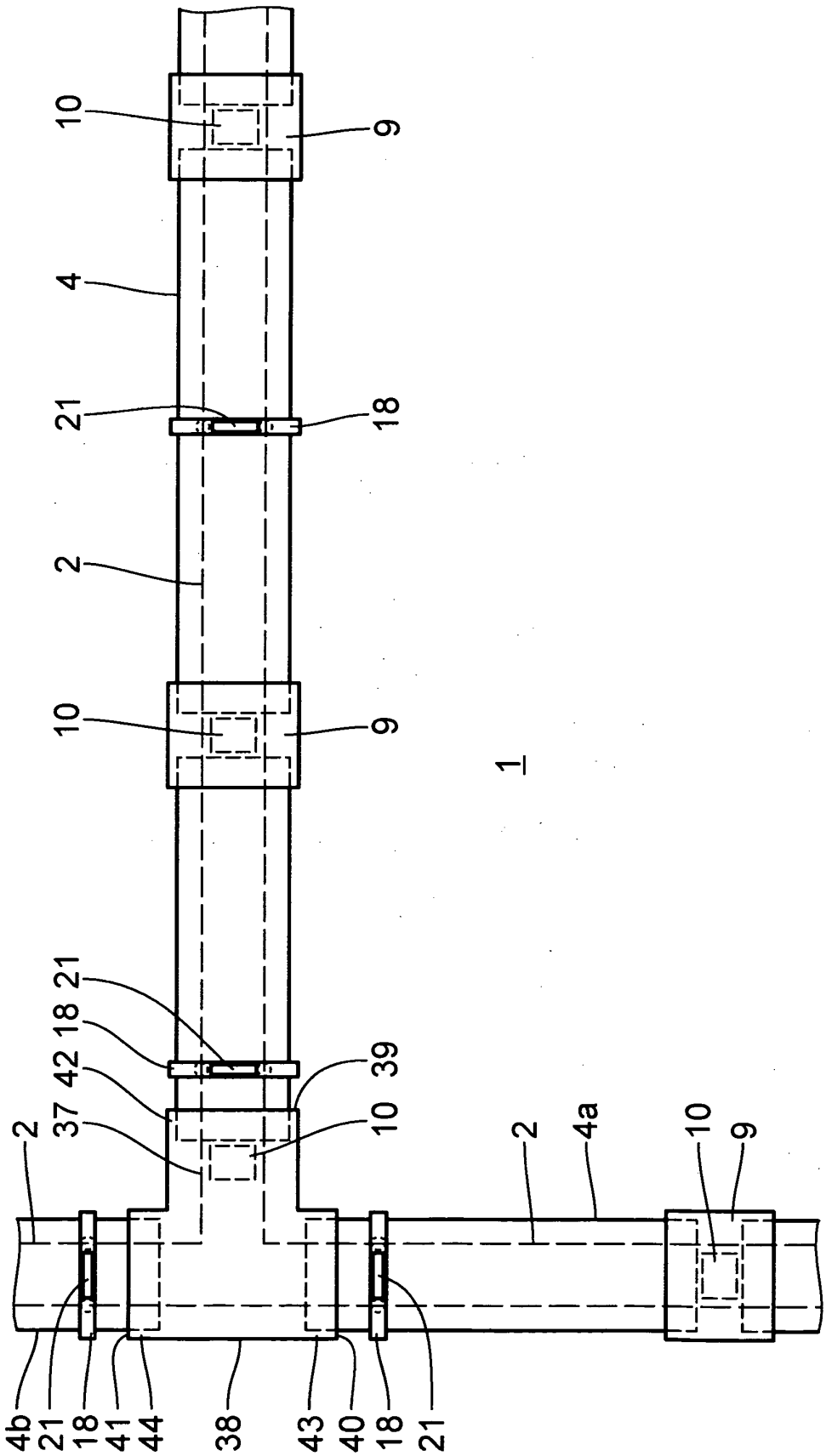

10
9
4
21
18
2
10
9
1
21
18
42
39
37
10
2
2
4a
10
9
4b
21
18
41
44
38
43
40
18
21

Fig. 10

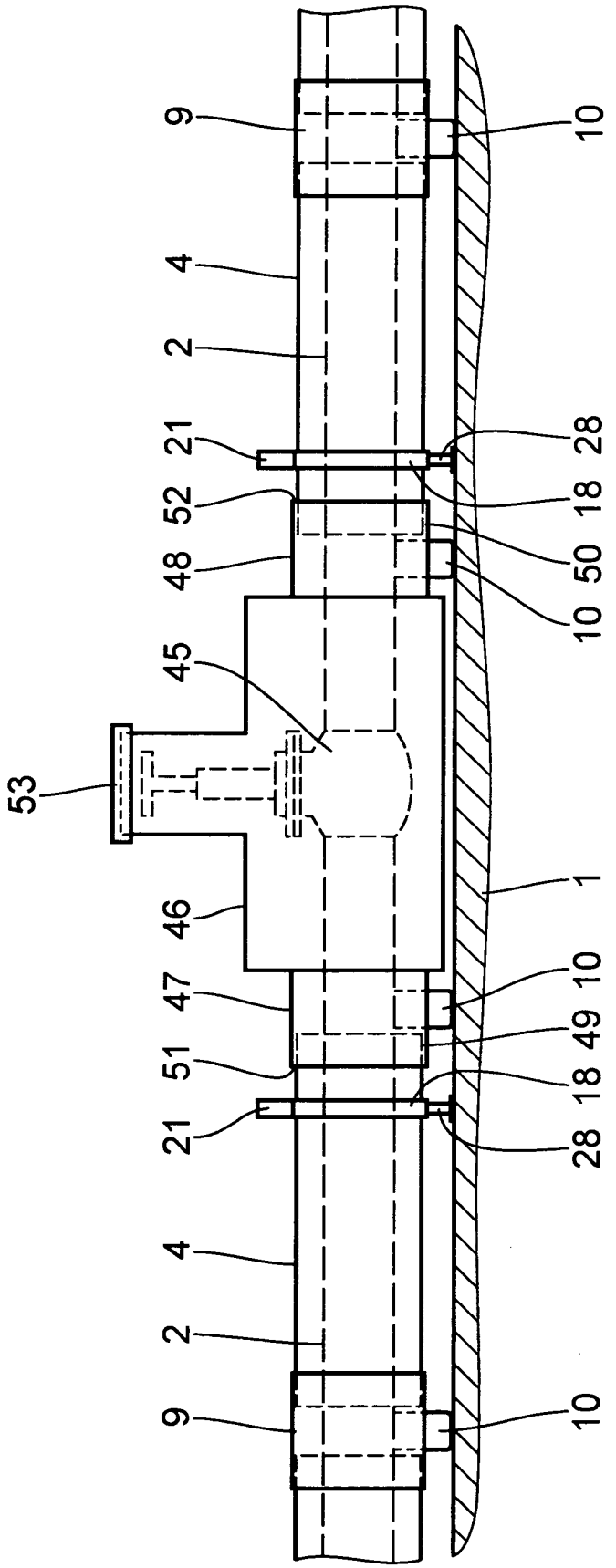


Fig. 11

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

- WO 9859084 A1 **[0003]**

In der Beschreibung aufgeführte Nicht-Patentliteratur

- *Assessment of Superstructure Ice Protection as Applied to Offshore Oil Operation Safety,* September 2008 **[0004]**