

SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(11) **CH 698 756 B1**

(51) Int. Cl.: **F28F 9/26 (2006.01)**

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein

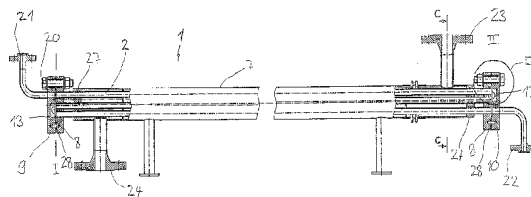
Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(12) **PATENTSCHRIFT**

(21) Anmeldenummer:	01952/05	(73) Inhaber:	Calorifer AG, St. Gallerstrasse 15 8353 Elgg (CH)
(22) Anmeldedatum:	09.12.2005	(72) Erfinder:	Dr. Andreas Pytlik, 3066 Stettlen (CH) Jean-Marie Meur, 8500 Freuenfeld (CH)
(24) Patent erteilt:	15.10.2009	(74) Vertreter:	Hepp, Wenger & Ryffel AG, Friedtalweg 5 9500 Wil SG (CH)
(45) Patentschrift veröffentlicht:	15.10.2009		

(54) **Rohrbündel-Wärmetauscher.**

(57) Ein Rohrbündel-Wärmetauscher ist stirnseitig durch ein Deckelement (9, 10) verschlossen, das Umlenknoten (13) aufweist. Die Umlenknoten (13) verbinden zwei Rohrenden miteinander, wodurch ein erstes Wärmetauscher-Medium von einer Richtung in eine Gegenrichtung umgelenkt wird. Die Umlenknoten (13) weist einen Nutboden (6) auf, der in einem Längsschnitt durch die Nut parallel zu einer Deckelgrundfläche (15) verläuft.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Rohrbündel-Wärmetauscher gemäss dem Oberbegriff von Anspruch 1.

[0002] Ein gattungsmässig vergleichbarer Wärmetauscher ist beispielsweise aus der DE 10 343 415 A1 bekannt. Dieser wird mit einem Deckel verschlossen. Der stirnseitig den Rohrbündel-Wärmetauscher verschliessende Deckel ist an den Rohrplatten befestigt und weist als Umlenkelemente Rohrbögen auf. Ein Rohrbogen verbindet jeweils zwei Rohrenden miteinander, wodurch ein durch die Rohre geführtes Wärmetauschermedium von einer Richtung in eine Gegenrichtung umgelenkt wird. Die Rohre sind derart miteinander verbunden, dass sie einen einzigen Kanal bilden. Die in der DE 10 343 415 A1 beschriebenen Deckelelemente sind aufwändig in ihrer Herstellung, was sich auch negativ auf die Anschaffungskosten für einen solchen Wärmetauscher auswirkt. In der Praxis hat sich weiter gezeigt, dass der Wärmetauscher für bestimmte Medien ungeeignet sein kann. Ablagerungen in den Rohrbögen sind verhältnismässig schwierig erreichbar, wodurch eine Reinigung erschwert ist.

[0003] Es ist deshalb eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, die Nachteile des Bekannten zu vermeiden und insbesondere einen Rohrbündel-Wärmetauscher der eingangs genannten Art zu schaffen, der einfach und/oder kostengünstig herstellbar ist. Zugleich soll sich der Wärmetauscher durch günstige Strömungseigenschaften auszeichnen. Der Wärmetauscher soll weiter hohen Anforderungen hinsichtlich Hygiene und Reinigbarkeit genügen. Insbesondere soll er als Steril-Wärmetauscher beispielsweise zur Herstellung von pharmazeutischen Produkten einsetzbar sein. Diese Aufgaben werden erfindungsgemäss mit einer Vorrichtung gelöst, die die Merkmale in Anspruch 1 aufweist.

[0004] Mit Hilfe von im Deckelelement integrierten Umlenknuten kann das erste Wärmetauscher-Medium auf besonders einfache Art und Weise umgelenkt werden. Dabei ist zu beachten, dass die Umlenknut vorzugsweise derart ausgestaltet ist, dass deren Strömungsquerschnitt dem Rohrquerschnitt (bezogen auf den Innendurchmesser) entspricht. Auf diese Weise wäre gewährleistet, dass das erste Wärmetauscher-Medium das Rohr und den Deckel grundsätzlich mit der gleichen Geschwindigkeit durchströmt. Ein weiterer Vorteil des Wärmetauschers gemäss Anspruch 1 ist, dass keine Bypass-Strömungen im Bereich der Rohrplatte auftreten. Weiter zeichnet sich der Wärmetauscher durch eine besonders kompakte Bauweise aus. Weitere Vorteile sind Totraumfreiheit und Spaltfreiheit sowie dass der Wärmetauscher gut entleerbar und entlüftbar ist. Das Deckelelement schliesst vorzugsweise direkt an eine äussere Stirnseite der Rohrplatte des Wärmetauschers an.

[0005] Als erstes Wärmetauscher-Medium kommt insbesondere ein Nutzmedium, beispielsweise ein Medium zur Herstellung pharmazeutischer Produkte in Frage. Selbstverständlich ist der Wärmetauscher aber nicht auf diesen Anwendungsbereich beschränkt. Das zweite Wärmetauscher-Medium kann ein Heiz- oder Kühlmittel sein.

[0006] In einer ersten Ausführungsform kann je ein Deckelelement entweder einen Einlass oder einen Auslass für das erste Wärmetauscher-Medium aufweisen. Alternativ wäre aber auch denkbar, dass nur eines der Deckelelemente einen Einlass und einen Auslass aufweist. In diesem Fall wäre das andere Deckelelement (in strömungstechnischer Hinsicht) lediglich mit entsprechenden Umlenknuten versehen.

[0007] Einlass und/oder Auslass in einem jeweiligen Deckelelement können durch ein Durchgangsloch gebildet sein. Eine solche Anordnung ist besonders einfach herstellbar. Dies kann insbesondere dann gelten, wenn die Umlenknut und der Einlass bzw. Auslass mit demselben Werkzeug, beispielsweise einem Fräswerkzeug hergestellt werden.

[0008] Die Umlenknut kann einen Nutboden aufweisen, der wenigstens teilweise gerade verläuft. Ein derartiger nicht-gebogener Verlauf kann insbesondere herstellungstechnisch günstig sein.

[0009] Besonders vorteilhaft kann es sein, wenn die Umlenknut einen Nutboden aufweist, der in einem Längsschnitt durch die Nut parallel zu einer Deckelgrundfläche verläuft. Solche Nuten können auf einfache Art und Weise hergestellt werden. Die Anforderungen an eine Bearbeitungsstation können so niedrig gehalten werden. Auf den Einsatz teurer CNC-Bearbeitungsstationen könnte daher beispielsweise verzichtet werden.

[0010] Eine besonders kompakte Bauweise ergibt sich, wenn das Deckelelement eine Platte ist, die insbesondere scheibenförmig ausgebildet ist. Unter einer Scheibe wird hier eine Platte mit kreisförmiger Konfiguration verstanden. Eine Platte zeichnet sich durch eine im Wesentlichen gleichmässige Dicke aus, wodurch sie einfach bearbeitbar ist. Als Bearbeitungsverfahren kommen bevorzugt spanabhebende Verfahren in Frage.

[0011] Das Deckelelement und die Rohrplatte können jeweils scheibenförmig ausgebildet sein. Besonders bevorzugt kann der Durchmesser der Scheiben für das Deckelelement und für die Rohrplatte etwa gleich sein. Besonders bevorzugt können das Deckelelement und die Rohrplatte aus im Wesentlichen gleichen Scheiben gebildet sein. Die Scheiben hätten im letzteren Fall den gleichen Durchmesser und die gleiche Dicke. Die Herstellungskosten können so erheblich gesenkt werden.

[0012] Vorteilhaft kann es sein, wenn bezogen auf die Rohrplatte zum Zusammenhalten der Rohrenden eine nach innen versetzte Rohrplatte zum stirnseitigen Verschliessen des Wärmetauschermantels vorgesehen ist. Solche inneren Rohrplatten können Löcher zum Durchführen der Rohre aufweisen. Zur Abdichtung können die Rohre in die innere Rohrplatte eingewalzt werden. Somit kann der Wärmetauscher je Stirnseite eine innere und eine äussere Rohrplatte aufweisen, wobei die innere Rohrplatte den Wärmetauschermantel verschliesst und die äussere Rohrplatte die Rohrenden zusammenhält. Diese Anordnung ermöglicht es, dass die Verbindung zwischen Deckel und Rohrplatte (d.h. äusserer Rohrplatte) als

Flanschverbindung mit Befestigungsschrauben und entsprechenden Muttern ausgestaltet sein kann. Ein solcher Wärmetauscher zeichnet sich durch eine optimierte Handhabung aus. Insbesondere wird so die Montier- und Demontierbarkeit wesentlich vereinfacht.

[0013] Das Deckelelement kann einen gegenüber einer dem Rohrbündelabschluss zugewandten Deckelgrundfläche vertieften Bodenabschnitt zur Aufnahme einer flächigen Dichtung aufweisen. Die Dichtung kann mit entsprechenden Aussparungen für den Einlass, den Auslass und die Umlenkknuten versehen sein. Selbstverständlich wäre es auch denkbar, einzelne Dichtungen vorzusehen. So könnten Einlass, Auslass und/oder Umlenkknuten jeweils durch entsprechende O-Ring-Dichtungen abgedichtet sein.

[0014] In verfahrensmässiger Hinsicht zeichnet sich die Erfindung dadurch aus, dass zur Herstellung des Deckelelements für den vorgenannten Rohrbündel-Wärmetauscher in eine Scheibe aus Metall-Umlenkknuten gefräst werden.

[0015] Besonders einfach lässt sich das Deckelelement herstellen, wenn zur Herstellung der Umlenkknut ein Fräskopf zwischen zwei Endpunkten eine Längsnut fräst, wobei die Endpunkte durch die Achsen von zwei miteinander zu verbindenden Rohren vorgegeben sind. Die Endpunkte beziehen sich dabei auf die Achse des Fräskopfes.

[0016] Weitere Vorteile und Einzelmerkmale der Erfindung ergeben sich aus den Zeichnungen und aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen. Es zeigen:

- Fig. 1 eine leicht vereinfachte Darstellung einer Seitenansicht auf einen erfindungsgemässen Rohrbündel-Wärmetauscher,
- Fig. 2 eine Draufsicht auf ein Deckelelement mit Einlass (Position I gemäss Fig. 1),
- Fig. 3 einen Querschnitt durch den Wärmetauscher gemäss Fig. 1 (Schnitt C–C),
- Fig. 4 eine Draufsicht auf ein Deckelelement mit Auslass (Position II gemäss Fig. 1),
- Fig. 5 einen Teilausschnitt einer perspektivischen Explosionsdarstellung des Wärmetauschers gemäss Fig. 1,
- Fig. 6 eine schematische Darstellung des Strömungsverlaufs eines ersten Wärmetauscher-Mediums durch den Wärmetauscher gemäss Fig. 1,
- Fig. 7 eine Draufsicht auf ein Deckelelement für den Wärmetauscher gemäss Fig. 1,
- Fig. 8 einen Querschnitt durch das Deckelelement gemäss Fig. 7 (Schnitt A–A),
- Fig. 9 einen weiteren Querschnitt durch das Deckelelement gemäss Fig. 7 (Schnitt B–B) und ein Fräs Werkzeug,
- Fig. 10 eine Detailansicht des Wärmetauschers (Ausschnitt E gemäss Fig. 1),
- Fig. 11 eine Dichtung für den Wärmetauscher gemäss Fig. 10,
- Fig. 12 eine Detailansicht einer alternativen Ausführungsform des Wärmetauschers gemäss Fig. 10 und
- Fig. 13 eine Einzeldichtung für eine Umlenkknut für den Wärmetauscher gemäss Fig. 12.

[0017] Fig. 1 zeigt einen mit 1 bezeichneten Rohrbündel-Wärmetauscher, bei welchem ein erstes Wärmetauscher-Medium von einem Einlassstutzen 21 durch einen schlangenartigen Kanal, bestehend aus Rohren 2, zu einem Auslassstutzen 22 geführt wird. Die Rohre sind in einem Wärmetauschbereich von einem Mantel 7 umschlossen, der jeweils stirnseitig durch eine innere Rohrplatte 27 verschlossen ist. Durch den Mantel 7 wird ein zweites Wärmetausch-Medium, beispielsweise ein Heiz- oder Kühlmittel von einem Einlassstutzen 23 zu einem Auslassstutzen 24 geführt (oder umgekehrt). Die Rohrenden der Rohre 2 sind durch eine Rohrplatte 8 zusammengehalten. Zum stirnseitigen Verschliessen des Wärmetauschers ist an jeder Rohrplatte 8 ein Deckelelement 9 bzw. 10 befestigt. Evidenterweise sind im Deckelelement Umlenkknuten 13 zum Umlenken des ersten Wärmetauscher-Mediums von einer Richtung in eine Gegenrichtung vorgesehen, die zwei Rohrenden miteinander verbinden.

[0018] Die Rohrplatten 8 und die Deckelelemente 9 und 10 sind als etwa gleich grosse Scheiben ausgebildet, die in einer Art Flanschverbindung durch Befestigungsschrauben 20 und entsprechende Muttern miteinander verbunden sind. Evidenterweise sind die Durchmesser der Rohrplatten 8 und der Deckelelemente 9 und 10 deutlich grösser als der Durchmesser des Wärmetauschermantels 7, wodurch eine lösbare Befestigungsanordnung mit Schrauben und Muttern ermöglicht wird. Zur genauen Positionierung sind weiter Führungsstifte 28 und korrespondierende Bohrungen in den Deckelelementen bzw. Rohrplatten vorgesehen.

[0019] Die Schnittdarstellungen in Fig. 1 sind dahingehend vereinfacht, dass insbesondere die Wirkungsweise des Wärmetauschers ersichtlich ist. Die Fig. 2 bis 4 zeigen die tatsächliche Verteilung der Rohre 2 und der Umlenkknuten 13. Wie etwa aus Fig. 3 hervorgeht, weist das Rohrbündel für den Wärmetauscher 1 fünf Rohre 2 auf. Ein derartiger Wärme-

tauscher ist dem Fachmann auch als 5-Pass-Wärmetauscher bekannt. Fig. 2 zeigt ein Deckelelement 9 mit einem als Durchgangsloch ausgestalteten Einlass 3 und zwei Umlenkknuten 13''' und 13'. Das Deckelelement 10 zeigt eine ähnliche Anordnung mit Umlenkknuten 13' und 13'' sowie einem Auslass 4. Das erste Wärmetauscher-Medium wird vom Einlass 3 (Fig. 2) durch ein erstes Rohr zu einer Umlenkknut 13' geleitet und umgelenkt, dann auf der gegenüberliegenden Seite durch die gegenüberliegende Umlenkknut 13'' umgelenkt, dann auf der gegenüberliegenden Seite durch die Umlenkknut 13' umgelenkt und schliesslich durch die gegenüberliegende Umlenkknut 13' umgelenkt, bis es schliesslich zum Auslass 4 (Fig. 4) gelangt. Der entsprechende Strömungsverlauf ist in Fig. 6 schematisch dargestellt.

[0020] Fig. 5 zeigt nochmals deutlich, dass das Deckelelement mit der Rohrplatte durch eine Art Flanschverbindung miteinander verbunden ist. Weiter zeigt Fig. 5 eine Dichtung 17, die als flächige Dichtung mit entsprechenden Aussparungen für die Umlenkknut 13 und den Einlass 3 ausgestaltet ist.

[0021] Wie aus den Fig. 7 bis 9 hervorgeht, kann ein Deckelelement 10 im Wesentlichen als Scheibe ausgestaltet sein. Die Umlenkknuten 13 (13', 13''), der Auslass 4, die Löcher für die vier Befestigungsschrauben sowie die Sacklöcher für die Stifte können auf einfache Art und Weise durch spanabhebende Verfahren hergestellt werden. Selbstverständlich kann auch der gegenüber einer Deckelgrundfläche 15 vertiefte Bodenabschnitt 29 durch spanabhebende Verfahren hergestellt werden. Ersichtlicherweise sind die Umlenkknuten 13' und 13'' für die Verbindung entsprechender Rohre miteinander schräg angeordnet (Fig. 7). Selbstverständlich würde ein Deckelelement mit einem Einlass (Deckelelement 9) grundsätzlich einen gleichartigen Aufbau aufweisen.

[0022] Fig. 9 zeigt eine Umlenkknut jeweils in einem Querschnitt (13') und in einem Längsschnitt (13''). Ersichtlicherweise ist die Umlenkknut als Längsnut mit einem im Längsschnitt zur Deckelgrundfläche 15 parallelen Nutboden 16 ausgebildet. Ein derartiger gerader Nutboden kann verhältnismässig einfach mit Hilfe eines Fräskopfes 25 hergestellt werden. Dazu muss der Fräskopf 25 ausgehend vom Endpunkt P1 in einer entsprechenden Tiefe in e-Richtung zu einem Endpunkt P2 gefahren werden. Die Punkte P1 und P2 sind dabei durch die entsprechenden Rohrachsen der Rohre vorgegeben.

[0023] Aus Fig. 10 ist ersichtlich, dass als Dichtung ein einzelnes Dichtungselement 17 zum Abdichten des Deckelelements 10 (bzw. 9) vorgesehen sein kann. Die Dichtung 17 ist in einer Draufsicht in Fig. 11 gezeigt. Sie weist Aussparungen 18 für die Umlenkknuten und eine Aussparung 19 für den Auslass (bzw. Einlass) auf. Aus Fig. 10 ist weiter erkennbar, dass die Tiefe der Nut 13 in etwa dem Innendurchmesser eines Rohres 2 entspricht. Idealerweise ist dabei in strömungstechnischer Hinsicht der Strömungsquerschnitt der Umlenkknut derart auszugestalten, dass er dem Rohrquerschnitt entspricht.

[0024] Die Fig. 12 und 13 zeigen eine alternative Ausführung für die Abdichtung des Deckels 10. Hier sind – statt einer einzigen Dichtung – mehrere Einzeldichtungen in entsprechenden Nuten eingesetzt. Zum Abdichten der Nut 13 ist ein O-Ring 26 vorgesehen. Die Dichtungselemente können aus gängigen Materialien bestehen. Ein bevorzugtes Material ist beispielsweise EPDM oder PTFE. Die Rohre 2 sind zur Herstellung der Dichtheit in Bezug auf die Rohrplatten 8 durch ein Einwalzverfahren eingesetzt und stirnseitig dichtgeschweisst.

Patentansprüche

1. Rohrbündel-Wärmetauscher mit einer Mehrzahl von Rohren (2), die derart miteinander verbunden sind, dass sie wenigstens einen Kanal zum Hindurchleiten eines ersten Wärmetauscher-Mediums bilden, wobei die Rohre in einem Wärmetauschbereich von einem Mantel (7) umschlossen sind, durch welchen ein zweites Wärmetauscher-Medium durchführbar ist und wobei die Rohrenden durch eine Rohrplatte (8) zusammengehalten sind, an welcher zum stirnseitigen Verschliessen des Wärmetauschers ein Deckelelement (9, 10) lösbar befestigt ist, dadurch gekennzeichnet, dass im Deckelelement (9, 10) wenigstens eine Umlenkknut (13), welche zum Umlenken des ersten Wärmetauscher-Mediums von einer Richtung in eine Gegenrichtung zwei Rohrenden miteinander verbindet.
2. Wärmetauscher nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass je ein Deckelelement (9, 10) entweder einen Einlass (3) oder einen Auslass (4) für das erste Wärmetauscher-Medium aufweist oder dass eines der Deckelelemente (9, 10) sowohl einen Einlass (3) als auch einen Auslass (4) aufweist.
3. Wärmetauscher nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass Einlass (3) und/oder Auslass (4) im jeweiligen Deckelelement (9, 10) durch ein Durchgangsloch gebildet sind.
4. Wärmetauscher nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Umlenkknut (13) einen Nutboden (16) aufweist, der wenigstens teilweise gerade verläuft.
5. Wärmetauscher nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Umlenkknut (13) einen Nutboden (16) aufweist, der in einem Längsschnitt durch die Nut parallel zu einer Deckelgrundfläche (15) verläuft.
6. Wärmetauscher nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass das Deckelelement (9, 10) eine Platte ist, die insbesondere scheibenförmig ausgebildet ist.
7. Wärmetauscher nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass das Deckelelement (9, 10) und die Rohrplatte (8) jeweils scheibenförmig ausgebildet sind.

CH 698 756 B1

8. Wärmetauscher nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass bezogen auf die Rohrplatte (8) eine nach innen versetzte innere Rohrplatte (27) zum stirnseitigen Verschliessen des Wärmetauschermantels (7) vorgesehen ist.
9. Wärmetauscher nach einem der Ansprüche 2 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass das Deckelelement (9, 10) einen gegenüber einer der Rohrplatte zugewandten Deckelgrundfläche (15) vertieften Bodenabschnitt (29) zur Aufnahme einer flächigen Dichtung (17) aufweist, wobei die Dichtung mit entsprechenden Aussparungen (18, 19) für den Einlass (3), den Auslass (4) und die Umlenknoten (13) versehen ist.
10. Wärmetauscher nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass zur Abdichtung des Deckelelements (9, 10) jeweils die Umlenknoten (13) umgebenden O-Ring-Einzeldichtungen (26) vorgesehen sind.
11. Deckelelement (9, 10) zur lösbaren Befestigung an einer Rohrplatte (8) eines Rohrbündel-Wärmetauschers mit einer Mehrzahl von Rohren (2), die derart miteinander verbunden sind, dass sie wenigstens einen Kanal zum Hindurchleiten eines ersten Wärmetauscher-Mediums bilden, wobei die Rohre in einem Wärmetauschbereich von einem Mantel (7) umschlossen sind, durch welchen ein zweites Wärmetauscher-Medium durchführbar ist und wobei die Enden der Rohre durch die Rohrplatte (8) zusammengehalten sind, dadurch gekennzeichnet, dass im Deckelelement (9, 10) wenigstens eine Umlenknot (13) zum Umlenken des ersten Wärmetauscher-Mediums von einer Richtung in eine Gegenrichtung vorgesehen ist.
12. Verfahren zum Herstellen eines Deckelelements (9, 10) für einen Rohrbündel-Wärmetauscher nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass in eine Scheibe aus Metall Umlenknoten (13) gefräst werden.
13. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass zur Herstellung der Umlenknot (13) ein Fräskopf zwischen zwei Endpunkten (P1, P2) eine Längsnut fräst, wobei die Endpunkte durch die Achsen von zwei miteinander zu verbindenden Rohren vorgegeben sind.

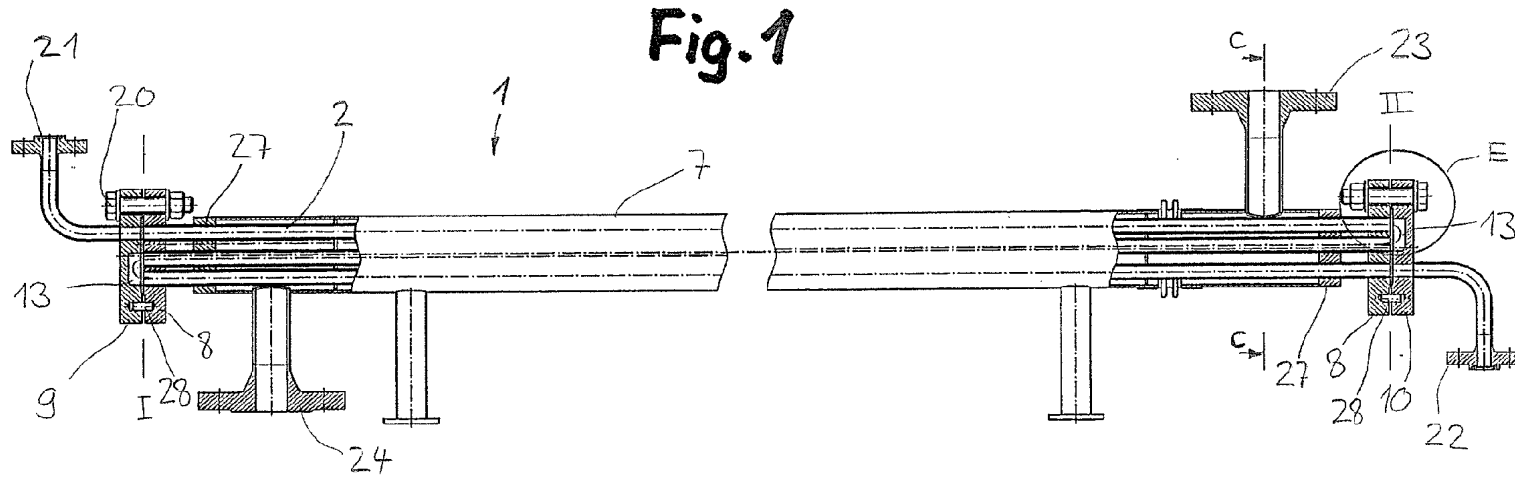


Fig. 2

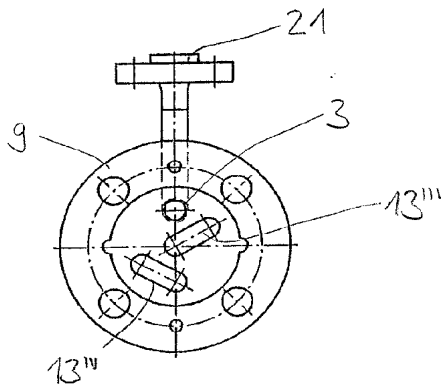


Fig. 3

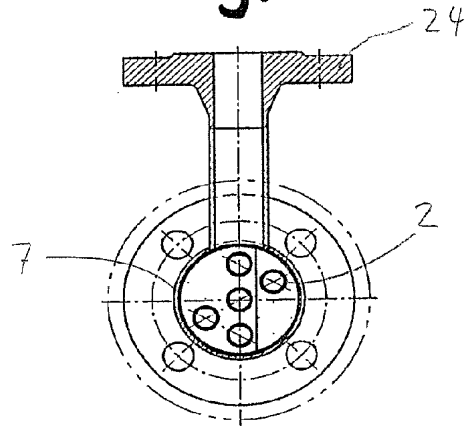


Fig. 4

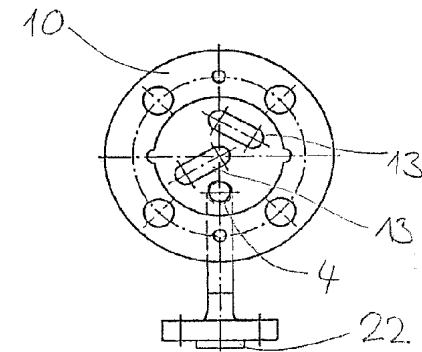


Fig. 5

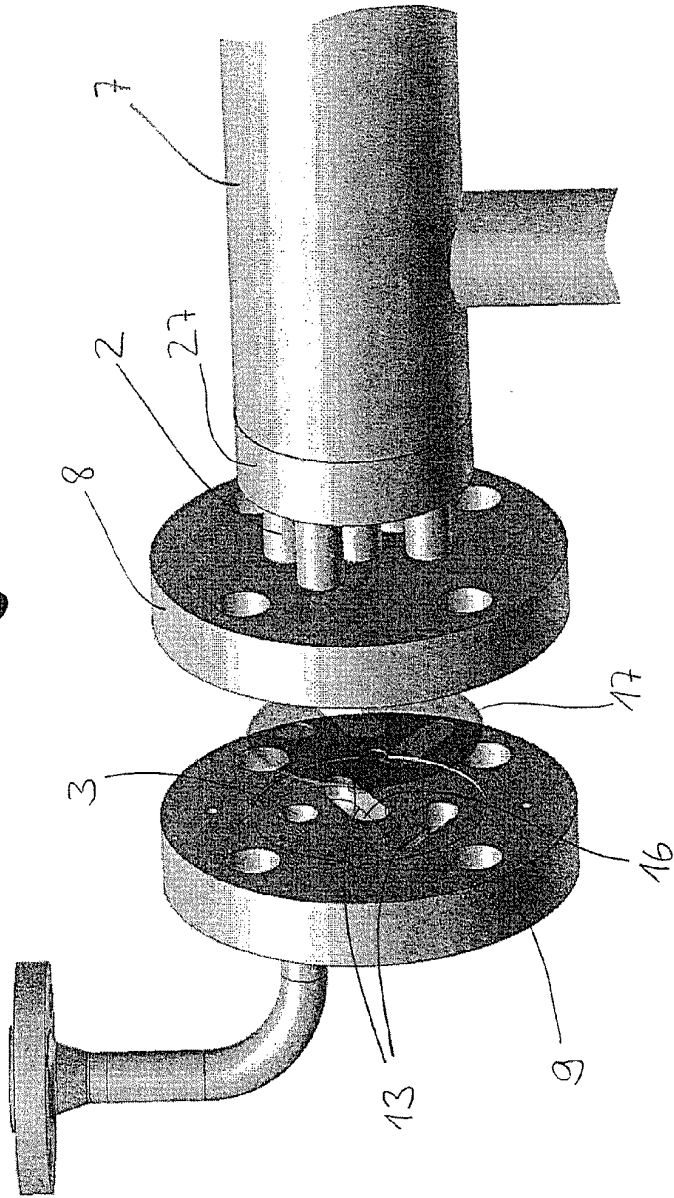


Fig. 6

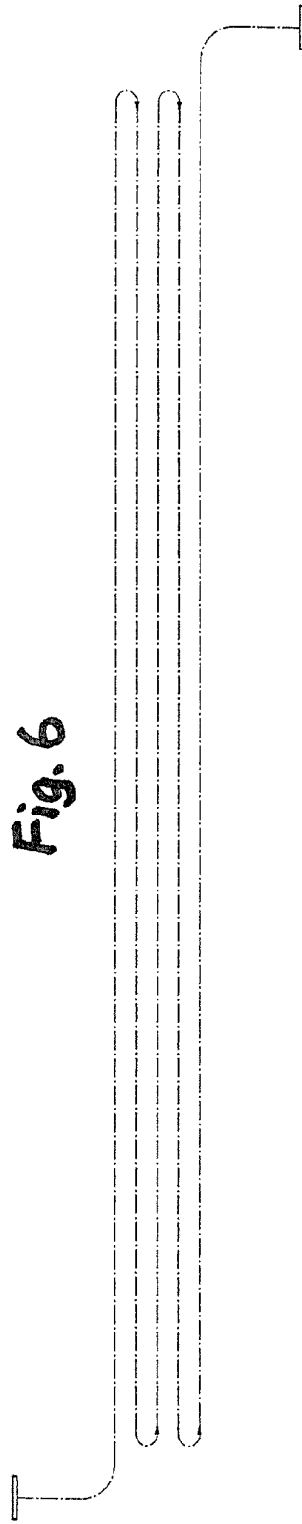


Fig. 7

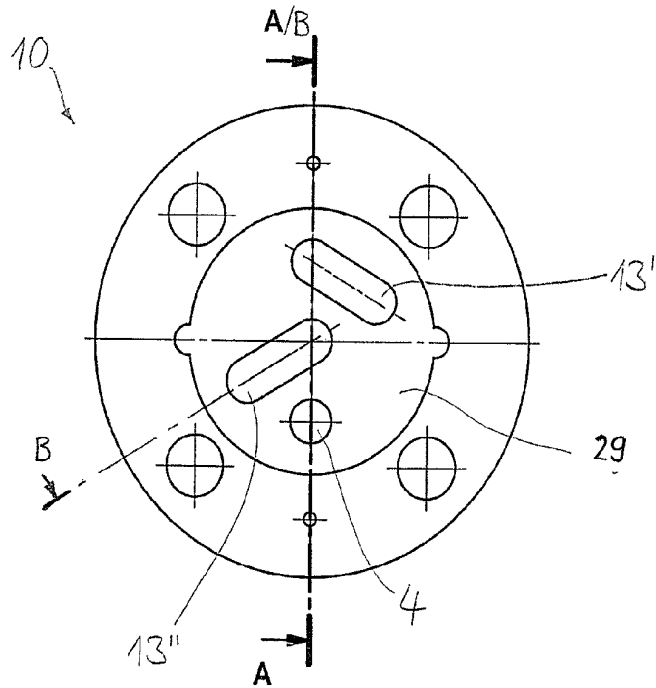


Fig. 8

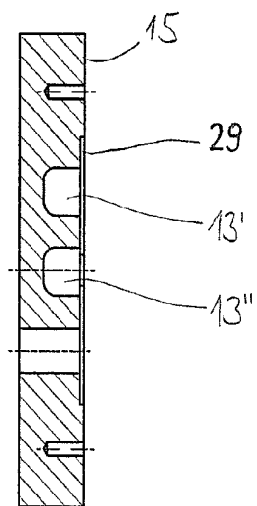


Fig. 9

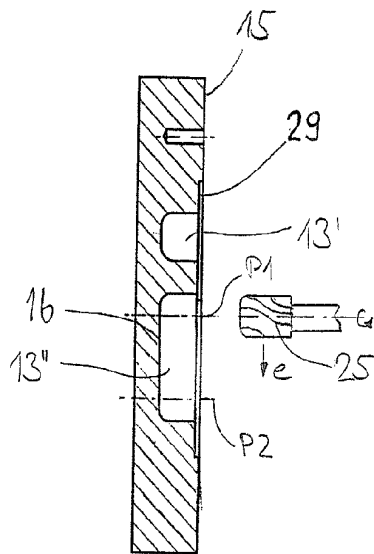


Fig. 10

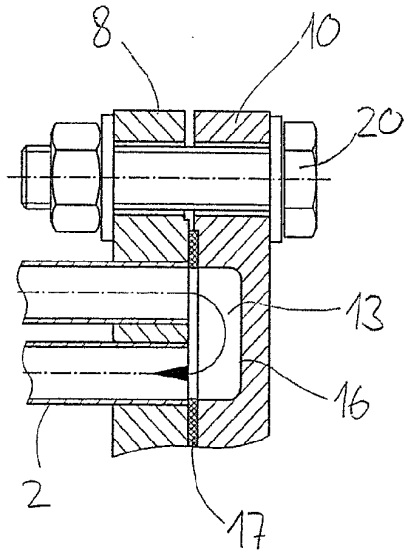


Fig. 11

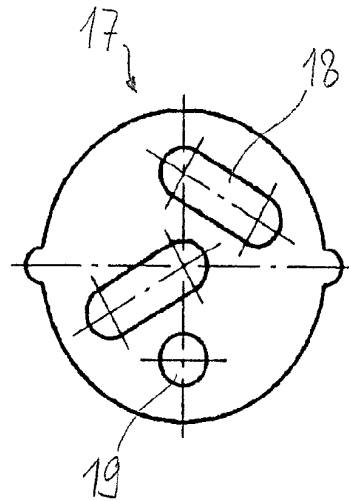


Fig. 12

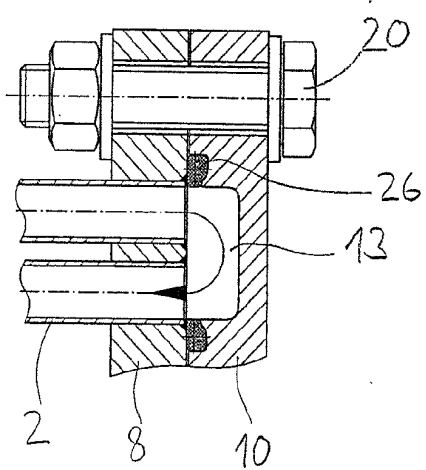


Fig. 13

