



(11)

EP 3 367 034 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
28.08.2019 Patentblatt 2019/35

(51) Int Cl.:
F28D 7/02 ^(2006.01) **F28D 7/00** ^(2006.01)
F28F 9/22 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **17020070.3**

(22) Anmeldetag: **24.02.2017**

(54) **WÄRMEÜBERTRAGER UND VERFAHREN ZUR VERTEILUNG EINER FLÜSSIGEN PHASE IN EINEM WÄRMEÜBERTRAGER**

HEAT EXCHANGER AND METHOD FOR DISTRIBUTING A LIQUID PHASE IN A HEAT EXCHANGER

ÉCHANGEUR THERMIQUE ET PROCÉDÉ DE DISTRIBUTION D'UNE PHASE LIQUIDE DANS UN ÉCHANGEUR THERMIQUE

(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**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
29.08.2018 Patentblatt 2018/35

(73) Patentinhaber: **Linde Aktiengesellschaft
80331 München (DE)**

(72) Erfinder:
• **Steinbauer, Manfred
82399 Raisting (DE)**
• **Kerber, Christiane
82343 Pöcking (DE)**
• **Spreemann, Jürgen
83022 Rosenheim (DE)**
• **Seeholzer, Christoph
83308 Trostberg (DE)**

- **Müller, Eva
83308 Trostberg (DE)**
- **Braun, Konrad
83661 Lenggries (DE)**
- **Deichsel, Florian
81373 München (DE)**
- **Matamoros, Luis
81369 München (DE)**

(74) Vertreter: **Meilinger, Claudia Sabine
Linde AG
Technology & Innovation
Corporate Intellectual Property
Dr.-Carl-von-Linde-Straße 6-14
82049 Pullach (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A1- 2 818 821 DE-A1- 2 835 334
DE-A1-102004 040 974 US-A1- 2012 261 088

EP 3 367 034 B1

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).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen gewickelten Wärmeübertrager gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 zur Durchführung einer indirekten Wärmeübertragung zwischen zumindest einem ersten Medium, das in einem Rohrbündel des Wärmeübertragers geführt wird, und einem zweiten Medium bzw. Fluid, das im Mantelraum des Wärmeübertragers geführt wird, sowie ein Verfahren zur Verteilung einer flüssigen Phase des zweiten Mediums auf das Rohrbündel des Wärmeübertragers.

[0002] Derartige Wärmeübertrager werden z.B. in LNG-Anlagen eingesetzt, wobei das zweiphasig eintretende Kältemittel bzw. zweite Medium in der Regel in einem Vorverteiler mittels Schwerkraftabscheidung in Gas- und Flüssigphase aufgeteilt wird. Diese Abscheidung geschieht vorzugsweise in einem Ringkanal, der sich an der Mantelinnenseite in Umfangsrichtung des Mantels erstreckt. Die flüssige Phase des zweiten Mediums/Kältemittels wird dann direkt in die mit dem Ringkanal verbundenen Verteilerarme eingespeist. Von dort erfolgt die Verteilung auf das Rohrbündel des Wärmeübertragers.

[0003] Bei großen Behältern wird aufgrund des großen Durchmessers des Mantels des Wärmeübertragers und einer verfahrensbedingten Stauhöhe der flüssigen Phase das Gewicht des so genannten Hold-Ups sehr groß, was einen entsprechenden Einfluss auf die Statik und damit auf die Wandstärken des Wärmeübertragers hat.

[0004] Des Weiteren ergibt sich aufgrund des Aufbaus des Ringkanals und der Verteilerarme ein größerer Abstand zwischen dem Rohrbündel und den Verteilerarmen. Hierdurch kann es zu einer Querströmung kommen, welche eine mantelseitige Fehlverteilung der flüssigen Phase zur Folge haben kann und damit zu Performanceeinbußen führen kann. Ebenso ergibt sich daraus ein größerer Abstand zwischen Rohrböden und oberem Bündelende, was ein längeres und schwereres Kernrohr erfordert. Dies wiederum hat Auswirkungen auf die Fertigung und die Statik.

[0005] Des Weiteren ist es durch die Konstruktion und die erforderliche Fertigungsreihenfolge nicht möglich, eine parallele Fertigung von Bündel und Verteilersystem zu realisieren. Hiervon ausgehend liegt der vorliegenden Erfindung daher die Aufgabe zugrunde, einen Wärmeübertrager bereitzustellen, der hinsichtlich der vorgenannten Problematik verbessert ist.

[0006] Diese Aufgabe wird durch einen Wärmeübertrager mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen des erfindungsgemäßen Wärmeübertragers sind in den Unteransprüchen angegeben und werden nachfolgend beschrieben.

[0007] Gemäß Anspruch 1 ist ein Wärmeübertrager zum indirekten Wärmeaustausch zwischen zumindest einem ersten Medium und einem zweiten Medium vorgesehen, mit:

- einem Mantel, der einen Mantelraum des Wärmeübertragers umgibt,
- einem entlang einer Längsachse erstreckten Kernrohr, auf das eine Mehrzahl an Rohren zur Aufnahme des ersten Mediums gewickelt ist, wobei die Rohre ein Rohrbündel bilden, wobei mehrere obere Endabschnitte der Rohre des Rohrbündels zusammengeführt und mit einem Rohrboden verbunden sind, der lateral am Mantel festgelegt ist,
- einem Ringkanal zur Aufnahme des zweiten Mediums,
- einem lateral am Mantel vorgesehenen Einlassstutzen, über den das zweite Medium in den Ringkanal einleitbar ist,
- einer Mehrzahl an Verteilerarmen, die jeweils einen Boden aufweisen, über den die flüssige Phase auf das Rohrbündel verteilbar ist, wobei die Verteilerarme jeweils mit dem Ringkanal in Strömungsverbindung stehen, und wobei die Böden der Verteilerarme bezogen auf die Längsachse unterhalb des Ringkanals angeordnet sind.

[0008] Erfindungsgemäß ist weiterhin vorgesehen, dass der Rohrboden bezogen auf die Längsachse oberhalb der Böden der Verteilerarme sowie unterhalb des Ringkanals am Mantel festgelegt ist. Mit anderen Worten ist also der mindestens eine Rohrboden zwischen dem Ringkanal und den Böden der Verteilerarme am Mantel festgelegt bzw. angeordnet. Der Begriff "obere Endabschnitte" der Rohre bezieht sich insbesondere auf die vertikal ausgerichtete Längsachse des Kernrohres.

[0009] Bevorzugt ist der lateral am Mantel festgelegte Rohrboden mit einem zylinderförmigen Abschnitt des Mantels des Wärmeübertragers verbunden.

[0010] Weiterhin ist bevorzugt der lateral am Mantel vorgesehene Einlassstutzen an einem oder dem zylinderförmigen Abschnitt des Mantels des Wärmeübertragers vorgesehen bzw. daran festgelegt.

[0011] Der Wärmeübertrager kann mehrere Rohrböden aufweisen, wobei dann jeweils obere Endabschnitte der Rohre zu mehreren Gruppen bzw. Rohrzöpfen zusammengefasst sind, wobei die oberen Endabschnitte einer Gruppe bzw. eines Rohrzopfes dann mit einem zugeordneten Rohrboden verbunden sind bzw. in diesem verankert sind. In diesem Fall sind bevorzugt sämtliche Rohrböden bezogen auf die Längsachse oberhalb der Böden der Verteilerarme sowie unterhalb des Ringkanals am Mantel festgelegt.

[0012] In bisherigen Designs waren demgegenüber die Rohrböden für die oberen Rohrendabschnitte oberhalb des Ringkanals angeordnet. Durch die erfindungsgemäße Maßnahme wird mit Vorteil die nötige Kernrohrlänge reduziert. Weiterhin kann mittels der erfindungsgemäßen Konfiguration die verfahrensbedingte Standhöhe gewährleistet werden,

indem diese in die Verteilerarme verlagert wird. Die Verteilerarme weisen dabei bevorzugt ein vergleichsweise kleines Volumen auf, so dass lediglich ein entsprechend geringer Hold-Up vorliegt. Hierdurch kann mit Vorteil eine Gewichtsreduzierung erzielt werden, die sich günstig auf die statische Auslegung (Erdbeben- und Windbelastung) des Wärmeübertragers auswirkt.

[0013] Die Anordnung der Rohrböden ermöglicht des Weiteren eine Entkoppelung des Verteilersystems vom Rohrbündel und somit den nachträglichen Einbau der Verteiler. Hierdurch kann der Abstand zwischen den Verteilerarmen und dem Rohrbündel reduziert werden. Insbesondere liegen durch den erfindungsgemäßen Aufbau - der Ringkanal liegt jetzt oberhalb der Rohrböden/Zöpfe - keine Hinterschnidungen zwischen dem Rohrbündel und dem Verteiler mehr vor, so dass das gesamte Verteilersystem separat vorgefertigt und mit einer Naht am Behälter bzw. Mantel angebaut werden kann.

[0014] Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung ist das Kernrohr coaxial bezüglich des Mantels entlang der Längsachse angeordnet. Weiterhin sind die Rohre des Rohrbündels vorzugsweise so auf das Kernrohr aufgewickelt, dass dieses die Last der Rohre des Rohrbündels aufnehmen bzw. abtragen kann.

[0015] Weiterhin ist gemäß einer Ausführungsform der Erfindung vorgesehen, dass das Kernrohr nicht mit den Verteilerarmen in Strömungsverbindung steht.

[0016] Insbesondere ist gemäß einer Ausführungsform der Erfindung vorgesehen, dass der Ringkanal jeweils über einen Strömungspfad mit dem jeweiligen Verteilerarm verbunden ist, wobei der jeweilige Strömungspfad (z.B. Fallrohr oder Schacht, siehe unten) vollständig außerhalb des Kernrohres verläuft.

[0017] Weiterhin ist gemäß einer Ausführungsform der Erfindung vorgesehen, dass sich der Ringkanal entlang einer dem Mantelraum zugewandten Innenseite des Mantels erstreckt, und zwar insbesondere in einer senkrecht zur Längsachse bzw. senkrecht zum Kernrohr verlaufenden Ebene. Weiterhin erstrecken sich auch die Böden der Verteilerarme bevorzugt in einer Ebene, die senkrecht zur Längsachse des Mantels bzw. des Kernrohres verläuft.

[0018] Gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung ist vorgesehen, dass der Ringkanal an die Innenseite des Mantels angesetzt ist, so dass insbesondere der Mantel eine Außenwand des Ringkanals bildet.

[0019] Weiterhin ist gemäß einer Ausführungsform der Erfindung vorgesehen, dass sich die Verteilerarme jeweils entlang bzw. entgegen einer radialen Richtung nach innen in Richtung auf das Kernrohr erstrecken. Die jeweilige radiale Richtung steht dabei senkrecht auf der Längsachse des Kernrohres und weist nach außen zum Mantel.

[0020] Weiterhin ist gemäß einer Ausführungsform der Erfindung vorgesehen, dass der jeweilige Verteilerarm über je ein entlang der Längsachse erstrecktes Fallrohr mit dem Ringkanal strömungsverbunden ist, wobei insbesondere das jeweilige Fallrohr an einen Boden und/oder an eine Innenwand des Ringkanals angesetzt ist, wobei die Innenwand der Außenwand gegenüberliegt bzw. von der Außenwand umgeben ist.

[0021] Weiterhin ist gemäß einer Ausführungsform der Erfindung vorgesehen, dass der jeweilige Verteilerarm nach oben hin durch ein Dach verschlossen ist, wobei insbesondere das jeweilige Fallrohr sich von oben an das Dach des zugeordneten Verteilerarms anschließt. Hierzu kann in dem jeweiligen Dach eine Öffnung ausgebildet sein, die mit dem jeweiligen Fallrohr in Strömungsverbindung steht.

[0022] Weiterhin ist gemäß einer Ausführungsform der Erfindung vorgesehen, dass das Dach des jeweiligen Verteilerarmes nach innen hin (entlang der radialen Richtung des Mantels bzw. Rohrbündels) in Richtung auf das Kernrohr abfällt. D.h. insbesondere, dass der Querschnitt des Verteilerarmes entlang der radialen Richtung nach innen hin abnimmt.

[0023] Gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung ist vorgesehen, dass der jeweilige Verteilerarm einen Entgasungskamin aufweist, der insbesondere separat zu dem jeweiligen Fallrohr ausgebildet ist. Der jeweilige Entgasungskamin schließt sich dabei bevorzugt an eine Öffnung im Dach des betreffenden Verteilerarmes an.

[0024] Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung ist diesbezüglich vorgesehen, dass der jeweilige Entgasungskamin vom Dach des jeweiligen Verteilerarms nach oben absteht und sich entlang der Längsachse erstreckt, wobei insbesondere der jeweilige Entgasungskamin von einem Endabschnitt des jeweiligen Verteilerarmes, der benachbart zum Kernrohr angeordnet ist, nach oben absteht.

[0025] Weiterhin ist gemäß einer Ausführungsform der Erfindung vorgesehen, dass das Dach des jeweiligen Verteilerarmes einen Abschnitt aufweist, der in Richtung auf den jeweiligen Entgasungskamin ansteigt.

[0026] Durch den aufsteigenden Dachabschnitt wird das Gas bzw. die gasförmige Phase des zweiten Mediums nach innen steigen und dem jeweiligen Entgasungskamin nach oben folgen. Dies hat den Vorteil, dass das Gas nicht entgegen der Flüssigkeitsströmung aufsteigen muss. Somit können die flüssige Phase des zweiten Mediums nach unten führenden Komponenten mit Vorteil kleiner gestaltet werden.

[0027] Gemäß einer alternativen Ausführungsform der Erfindung ist vorgesehen, dass der jeweilige Verteilerarm durch einen unteren Abschnitt eines Schachts gebildet ist, der sich vom Ringkanal entlang der Längsachse nach unten erstreckt, wobei der jeweilige Schacht eine dem Kernrohr zugewandte Innenwand aufweist, die geneigt zur Längsachse verläuft, so dass sich der jeweilige Schacht nach oben hin (d.h. zum Ringkanal hin) im Querschnitt, d.h., in einer horizontalen Schnittebene, verjüngt.

[0028] Bei der vorstehend genannten Schachtvariante werden also die Fallrohre (auch als Downcomer-Rohre be-

zeichnet) durch einen Verteilerschacht ersetzt, der Fallrohre und Verteilerarme kombiniert umfasst, wobei insbesondere ein oberer Abschnitt des jeweiligen Verteilerschachtes, der die Funktion eines Fallrohres übernimmt, kontinuierlich in einen unteren Abschnitt des jeweiligen Schachtes übergeht, der die Funktion eines Verteilerarmes übernimmt. Insbesondere werden an Stelle der Fallrohre, welche die flüssige Phase aus dem Ringkanal in den jeweiligen Verteilerarm einleiten, Schächte mit der Grundfläche bzw. dem Boden des jeweiligen Verteilerarms eingebaut, welche die Form nach oben hin verändern können, insbesondere sich im Querschnitt verjüngen können. Diese Schächte haben gegenüber dem anderen Aufbau den Vorteil, dass die Entmischung von Gas und Flüssigkeit hierbei verbessert wird. Aufgrund des höheren Querschnitts wird eine größere Verweilzeit und eine niedrigere Sinkgeschwindigkeit der Flüssigkeit erreicht, was die Trennung von Gas und Flüssigkeit verbessert.

[0029] Grundsätzlich kann gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung vorgesehen sein, dass benachbarte Verteilerarme über eine Ausgleichsleitung miteinander in Strömungsverbindung stehen, so dass der Flüssigkeitsstand der in den Verteilerarmen befindlichen flüssigen Phase durch eine Strömung der flüssigen Phase über die mindestens eine Ausgleichsleitung ausgleichbar ist. Die Ausgleichsleitung kann insbesondere eine die Verteilerarme miteinander verbindende Ringleitung sein.

[0030] Grundsätzlich ermöglicht die Erfindung weiterhin einen geringen Abstand zwischen den Böden der Verteilerarme und einer entlang einer horizontalen Ebene (bzw. senkrecht zur Längsachse) erstreckten Oberseite des Rohrbündels, wobei jener Abstand gemäß einer Ausführungsform in einem Bereich von 50 mm bis 500 mm liegen kann, insbesondere 50mm bis 100mm.

[0031] Gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung wird ein Verfahren zum Verteilen einer flüssigen Phase auf ein Rohrbündel eines erfindungsgemäßen Wärmeübertragers vorgeschlagen, wobei das erste Medium in den Ringkanal geleitet wird und von dort ausschließlich über außerhalb des Kernrohrs verlaufende Strömungspfade in die Verteilerarme des Hauptverteilers eingespeist wird und von dort auf das Rohrbündel des Wärmeübertragers gegeben wird.

[0032] Gemäß einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens wird der jeweilige Strömungspfad durch ein Fallrohr oder einen Schacht gebildet (siehe auch oben).

[0033] Gemäß einer weiteren Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens ist vorgesehen, dass die flüssige Phase bei einem bestimmungsgemäßen Betrieb des Wärmeübertragers in dem jeweiligen Strömungspfad (z.B. Fallrohr oder Schacht) steht, d.h., innerhalb des Strömungspfades eine dem Betriebsfall entsprechende spezifische Standhöhe aufweist.

[0034] Mit der vorliegenden Erfindung wird insbesondere ein Verteilersystem bereitgestellt, bei dem möglichst viel parallel gefertigt werden kann. Weiterhin wird durch das erfindungsgemäße Design insbesondere der Hold-Up verkleinert und das Gewicht des Behälters minimiert. Schließlich erlaubt die Erfindung eine Reduktion des Abstandes zwischen den Böden der Verteilerarme und dem Rohrbündel, um eine Fehlverteilung der Flüssigkeit am oberen Bündelende zu minimieren.

[0035] Weitere Einzelheiten und Vorteile der Erfindung sollen durch die nachfolgenden Figurenbeschreibungen von Ausführungsbeispielen anhand der Figuren erläutert werden. Es zeigen:

Fig. 1 einen erfindungsgemäßen Wärmeübertrager, bei dem der Ringkanal über Fallrohre (Downcomer) mit den Verteilerarmen verbunden ist;

Fig. 2 einen erfindungsgemäßen Wärmeübertrager, wobei von den Verteilerarmen zusätzlich Entgasungskamine abgehen;

Fig. 3 einen erfindungsgemäßen Wärmeübertrager, wobei die Verteilerarme hier schachtartig ausgestaltet sind; und

Fig. 4 eine schematische Draufsicht auf die Böden der Verteilerarme eines erfindungsgemäßen Wärmeübertragers.

[0036] Die Figur 1 zeigt einen erfindungsgemäßen gewickelten Wärmeübertrager 1 mit einem Rohrbündel 2, das zur Aufnahme eines ersten Mediums M1 dient, welches in einen indirekten Wärmeaustausch mit einer in einem das Rohrbündel 2 umgebenden Mantelraum 5 geführten flüssigen Phase F eines zweiten Mediums M2 treten soll. Der Mantelraum 5 wird dabei von einem drucktragenden Mantel 4 begrenzt, der sich entlang einer Längs- bzw. Zylinderachse Z erstreckt, die im betriebsbereiten Zustand des Wärmeübertragers 1 parallel zur Vertikalen angeordnet ist.

[0037] Das Rohrbündel 2 weist eine Mehrzahl an Rohren 20 auf, die jeweils insbesondere helikal, d.h. schraubenlinienförmig, auf ein entlang der Längsachse Z erstrecktes Kernrohr 3 gewickelt sind, das koaxial zum Mantel 4 im Mantelraum 5 angeordnet ist. Dabei nimmt das Kernrohr 3 die Last des Rohrbündels 2 auf. Vorliegend ist der Einfachheit halber lediglich ein Rohr 20 in den Figuren 1 bis 3 eingezeichnet.

[0038] Zum Verteilen der flüssigen Phase F auf das Rohrbündel 2 wird zunächst ein Zweiphasengemisch bzw. das zweite Medium M2 über einen Einlassstutzen 104, der lateral am zylinderförmigen Mantel 4 ausgebildet ist, in einen

Ringkanal 100 eingeleitet, der an einer dem Mantelraum 5 zugewandten Innenseite 4a des Mantels umläuft und an diese angesetzt ist. Der Ringkanal 100 weist eine Außenwand 103 auf, die durch den Mantel 4 gebildet wird, sowie eine Innenwand 102, die der Außenwand 103 in radialer Richtung R des Mantels 4 bzw. Rohrbündels 2 gegenüberliegt. Außenwand 103 und Innenwand 102 sind über einen Boden 101 des Ringkanals 100 miteinander verbunden.

[0039] Der Ringkanal 100 bildet einen Vorverteiler, in dem das Zweiphasengemisch/zweites Medium M2 zunächst beruhigt und eine gasförmige Phase G abgetrennt wird und sodann die flüssige Phase F nach unten in Verteilerarme 201 des Wärmeübertragers 1 geleitet wird, die die Verteilung der flüssigen Phase F des zweiten Mediums M2 auf das Rohrbündel 2 übernehmen.

[0040] Die Verteilerarme 201 weisen gemäß den Figuren 1 und 4 jeweils einen Boden 202 mit Auslassöffnungen 207 auf, über die flüssige Phase F auf das Rohrbündel 2 herabströmen kann. Die Verteilerarme 201 weisen des Weiteren eine Außenseite 206 auf, die der Innenseite 4a des Mantel 4 zugewandt ist, wobei sie sich jeweils von der Außenwand 206 entlang der radialen Richtung R des Rohrbündels 2/Mantels 4 nach innen zu einer Innenwand 208 erstrecken, die dem Kernrohr 3 zugewandt ist. Die Außen- und Innenwände 206, 208 sind durch in radialer Richtung R erstreckte Seitenwände 204, 205 der Verteilerarme 201 miteinander verbunden.

[0041] Die Böden 202 der Verteilerarme 201 sind entlang der Längsachse Z unterhalb des Ringkanals 100 angeordnet. Zwischen in Umfangsrichtung benachbarten Verteilerarmen 201 sind gemäß Figur 4 Lücken 6 vorhanden, durch die hindurch obere Endabschnitte der Rohre 20 zu Rohrböden 21 geführt sind, die wiederum lateral, also seitlich, am Mantel 4 festgelegt sind. Die Rohrböden 21 sind dabei bezogen auf die Längsachse Z oberhalb der Böden 202 der Verteilerarme 201 sowie unterhalb des Ringkanals 100 am Mantel 4 festgelegt.

[0042] Das Kernrohr 3 steht vorliegend nicht mit den Verteilerarmen 201 in Strömungsverbindung und nimmt nicht an der Verteilung der flüssigen Phase F teil.

[0043] Gemäß der in der Figur 1 gezeigten Ausführungsform ist der jeweilige Verteilerarm 201 über je ein entlang der Längsachse Z erstrecktes Fallrohr 10 mit dem Ringkanal 100 strömungsverbunden. Die Fallrohre 10 weisen dabei insbesondere einen gleichbleibenden kreisförmigen Querschnitt auf. Weiterhin wird der jeweilige Verteilerarm 201 nach oben hin durch ein Dach 203 verschlossen, von dem das jeweilige Fallrohr 10 nach oben absteht. In dem jeweiligen Dach 203 ist insbesondere eine Öffnung 203a ausgebildet, an die sich das jeweilige Fallrohr 10 anschließt.

[0044] Bevorzugt ist weiterhin vorgesehen, dass das jeweilige Dach 203 nach innen hin in Richtung auf das Kernrohr 3 abfällt, so dass eine im jeweiligen Verteilerarm 201 ausgasende gasförmige Phase G am Dach 203 entlang in das jeweilige Fallrohr 10 aufsteigen kann. Das jeweilige Fallrohr 10 bildet hier also auch einen Entgasungskamin.

[0045] Die einzelnen Fallrohre 10 können gemäß Figur 1 an den Boden 101 sowie die Innenwand 102 des Ringkanals 100 angesetzt sein, so dass die flüssige Phase F aus dem Ringkanal 100 über eine Öffnung in der Innenwand 102 sowie im Boden 101 in das jeweilige Fallrohr 10 strömen kann.

[0046] Um die Entgasung weiter zu verbessern, kann gemäß Figur 2 jeder Verteilerarm 201 des Weiteren einen separaten Entgasungskamin 210 aufweisen, der parallel zum Kernrohr 3 von einem Endabschnitt des jeweiligen Verteilerarmes 201 ebenfalls vom Dach 203 nach oben hin abgeht, wobei bevorzugt das jeweilige Dach 203 zum jeweiligen Entgasungskamin 210 nach oben hin aufsteigt, so dass die gasförmige Phase am jeweiligen Dach 203 entlang in den zugeordneten Entgasungskamin 210 aufsteigen kann. Der jeweilige Entgasungskamin 210 schließt sich insbesondere an eine im Dach 203 ausgebildete Öffnung 203b an.

[0047] Gemäß einer Weiteren Ausführungsform ist vorgesehen, dass der jeweilige Verteilerarm 201 durch einen unteren Abschnitt eines Schachts 11 gebildet ist, der sich vom Ringkanal 100 entlang der Längsachse Z nach unten erstreckt, wobei der jeweilige Schacht 11 eine dem Kernrohr 3 zugewandte Innenwand 208 aufweist, die geneigt zur Längsachse Z verläuft, so dass sich der jeweilige Schacht 11 nach oben hin im Querschnitt, d.h., bezogen auf eine horizontale Ebene, verjüngt. Der jeweilige Schacht 11 ist dabei wiederum bevorzugt an die Innenwand 102 bzw. den Boden 101 des Ringkanals 100 angesetzt, so dass die flüssige Phase F über den Boden 101 / Innenwand 102 in den jeweiligen Schacht 11 fallen bzw. strömen kann. Aufgrund der geneigten Innenwand 208 kann die gasförmige Phase G hier entlang der Innenwand 208 des jeweiligen Schachtes 11 aufsteigen.

[0048] In allen Ausführungsformen können gemäß Figur 4 benachbarte Verteilerarme 201 über eine Ausgleichsleitung 209 miteinander verbunden sein, so dass sich der Pegel der flüssigen Phase F in den Verteilerarmen 201 ausgleichen kann. Die Ausgleichsleitung 209 kann in Abschnitte unterteilt sein, die jeweils zwischen zwei benachbarten Verteilerarmen 201 verlaufen.

[0049] Grundsätzlich ermöglicht die Erfindung einen geringen Abstand A zwischen den Böden 202 der Verteilerarme 201 und einer entlang einer horizontalen Ebene erstreckten Oberseite 2a des Rohrbündels 2, wobei jener Abstand z.B. in einem Bereich von 50 mm bis 500 mm liegen kann. Des Weiteren erlaubt die Erfindung auch in Richtung der Längsachse Z ein flaches Design, wobei typische Höhen H des Verteilers, also vom Boden 202 des jeweiligen Verteilerarmes 201 bis zu einem oberen Rand des Ringkanals 100, im Bereich von 1000 mm bis 5000 mm liegen können. Die betrachteten Mäntel 4 weisen im Bereich der Verteilerarme 201 z.B. einen Durchmesser im Bereich von 1000 mm bis 6000 mm auf.

Bezugszeichenliste

1	Wärmeübertrager
2	Rohrbündel
2a	Oberseite
3	Kernrohr
4	Mantel
4a	Innenseite
5	Mantelraum
6	Lücke
10	Fallrohr
11	Schacht
20	Rohr
21	Rohrboden
100	Ringkanal
101	Boden
102	Innenwand
103	Außenwand
104	Einlassstutzen
201	Verteilerarm
202	Boden
203	Dach
203a, 203b	Öffnung
204,205	Seitenwand
206	Außenwand
207	Auslassöffnung
208	Innenwand
209	Ausgleichsleitung
210	Entgasungskamin
F	Flüssige Phase
A	Abstand
G	Gasförmige Phase
H	Höhe
M1	Erstes Medium
M2	Zweites Medium (2-Phasen-Einlassströmung)
R	Radiale Richtung
Z	Längsachse

Patentansprüche

1. Wärmeübertrager (1) zum indirekten Wärmeaustausch zwischen einem ersten Medium (M1) und einem zweiten

Medium (M2), mit:

- einem Mantel (4), der einen Mantelraum (5) des Wärmeübertragers (1) umgibt,
- einem entlang einer Längsachse (Z) erstreckten Kernrohr (3), auf das eine Mehrzahl an Rohren (20) zur Aufnahme des ersten Mediums (M1) gewickelt ist, wobei die Rohre (20) ein Rohrbündel (2) bilden, wobei mehrere obere Endabschnitte der Rohre (20) des Rohrbündels (2) zusammengeführt und mit einem Rohrboden (21) verbunden sind, der am Mantel (4) festgelegt ist,
- einem sich in Umfangsrichtung des Mantels (4) erstreckenden Ringkanal (100) zur Aufnahme des zweiten Mediums (M2),
- einem lateral am Mantel (4) vorgesehenen Einlassstutzen (104), über den das zweite Medium (M2) in den Ringkanal (100) einleitbar ist,
- einer Mehrzahl an Verteilerarmen (201), die jeweils einen Boden (202) mit Auslassöffnungen (207) aufweisen, über die eine flüssige Phase (F) des zweiten Mediums (M2) auf das Rohrbündel (2) verteilbar ist, wobei die Verteilerarme (201) jeweils mit dem Ringkanal (100) in Strömungsverbindung stehen, und wobei die Böden (202) der Verteilerarme (201) bezogen auf die Längsachse (Z) unterhalb des Ringkanals (100) angeordnet sind,

dadurch gekennzeichnet,

dass der Rohrboden (21) bezogen auf die Längsachse (Z) oberhalb der Böden (202) der Verteilerarme (201) sowie unterhalb des Ringkanals (100) am Mantel (4) festgelegt ist.

2. Wärmeübertrager (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Kernrohr (3) nicht mit den Verteilerarmen (201) in Strömungsverbindung steht.
3. Wärmeübertrager (1) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich der Ringkanal (100) entlang einer dem Mantelraum (5) zugewandten Innenseite (4a) des Mantels (4) erstreckt.
4. Wärmeübertrager nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Ringkanal (100) an die Innenseite (4a) des Mantels (4) angesetzt ist, so dass insbesondere der Mantel (4) eine Außenwand (103) des Ringkanals (100) bildet.
5. Wärmeübertrager nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich die Verteilerarme (201) jeweils entlang einer radialen Richtung (R) erstrecken, die senkrecht auf der Längsachse (z) steht, wobei insbesondere die Verteilerarme (201) sich jeweils vom Mantel (4) hin zum Kernrohr (3) erstrecken.
6. Wärmeübertrager nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der jeweilige Verteilerarm (201) über je ein entlang der Längsachse (Z) erstrecktes Fallrohr (10) mit dem Ringkanal (100) strömungsverbunden ist.
7. Wärmeübertrager nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der jeweilige Verteilerarm (201) ein Dach (203) aufweist.
8. Wärmeübertrager nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** das jeweilige Dach (203) nach innen hin in Richtung auf das Kernrohr (3) abfällt.
9. Wärmeübertrager nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** der jeweilige Verteilerarm (201) einen Entgasungskamin (210) aufweist.
10. Wärmeübertrager nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** der jeweilige Entgasungskamin (210) von einer Öffnung (203b) im Dach (203) des jeweiligen Verteilerarms (201) nach oben absteht und sich entlang der Längsachse (Z) erstreckt.
11. Wärmeübertrager nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Dach (203) des jeweiligen Verteilerarms (201) einen Abschnitt aufweist, der in Richtung auf den jeweiligen Entgasungskamin (210) ansteigt.
12. Wärmeübertrager nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der jeweilige Verteilerarm (201) durch einen unteren Abschnitt eines Schachts (11) gebildet ist, der sich vom Ringkanal (100) entlang der Längsachse (Z) nach unten erstreckt, wobei der jeweilige Schacht (11) eine dem Kernrohr (3) zugewandte Innenwand (208) aufweist, die geneigt zur Längsachse (Z) verläuft, so dass sich der jeweilige Schacht (11) nach oben hin im

Querschnitt verjüngt.

13. Wärmeübertrager (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** in Umfangsrichtung des Mantels (4) benachbarte Verteilerarme (201) über eine Ausgleichsleitung (209) in Strömungsverbindung stehen, so dass der Flüssigkeitsstand der in den Verteilerarmen (201) befindlichen flüssigen Phase (F) durch eine Strömung der flüssigen Phase (F) über die Ausgleichsleitung (209) ausgleichbar ist.
14. Verfahren zum Verteilen einer flüssigen Phase (F) auf ein Rohrbündel (2) eines Wärmeübertragers (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das zweite Medium (M2) in den Ringkanal (100) geleitet wird und ausschließlich über außerhalb des Kernrohrs (3) verlaufende Strömungspfade (10, 11) in die Verteilerarme (201) des Wärmeübertragers (1) eingespeist wird und von dort eine flüssige Phase (F) des zweiten Mediums (M2) auf das Rohrbündel (2) des Wärmeübertragers (1) gegeben wird.
15. Verfahren nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** der jeweilige Strömungspfad durch ein Fallrohr (10) oder durch einen Schacht (11) gebildet wird.

Claims

1. Heat exchanger (1) for indirect heat exchange between a first medium (M1) and a second medium (M2), comprising:
- a shell (4), which surrounds a shell space (5) of the heat exchanger (1),
 - a core tube (3), which is made to extend along a longitudinal axis (Z) and onto which a plurality of tubes (20) for receiving the first medium (M1) are coiled, the tubes (20) forming a bundle of tubes (2), wherein a number of upper end portions of the tubes (20) of the bundle of tubes (2) are brought together and connected to a tubesheet (21), which is fixed at the shell (4),
 - an annular channel (100) extending in the circumferential direction of the shell (4) and intended for receiving the second medium (M2),
 - an inlet nozzle (104), which is provided laterally at the shell (4) and by way of which the second medium (M2) can be introduced into the annular channel (100),
 - a plurality of distributor arms (201), which respectively have a base (202) with outlet openings (207), by way of which a liquid phase (F) of the second medium (M2) can be distributed on the bundle of tubes (2), wherein the distributor arms (201) are respectively in flow connection with the annular channel (100), and wherein the bases (202) of the distributor arms (201) are arranged below the annular channel (100) with respect to the longitudinal axis (Z),
- characterized**
in that the tubesheet (21) is fixed at the shell (4) above the bases (202) of the distributor arms (201) and below the annular channel (100) with respect to the longitudinal axis (Z).
2. Heat exchanger (1) according to Claim 1, **characterized in that** the core tube (3) is not in flow connection with the distributor arms (201).
3. Heat exchanger (1) according to Claim 1 or 2, **characterized in that** the annular channel (100) extends along an inner side (4a) of the shell (4) that is facing the shell space (5).
4. Heat exchanger according to Claim 3, **characterized in that** the annular channel (100) is set against the inner side (4a) of the shell (4), so that in particular the shell (4) forms an outer wall (103) of the annular channel (100).
5. Heat exchanger according to one of the preceding claims, **characterized in that** the distributor arms (201) respectively extend along a radial direction (R), which is perpendicular to the longitudinal axis (z), wherein in particular the distributor arms (201) respectively extend from the shell (4) toward the core tube (3).
6. Heat exchanger according to one of the preceding claims, **characterized in that** the respective distributor arm (201) is flow-connected to the annular channel (100) by way of in each case a downpipe (10) that is made to extend along the longitudinal axis (Z) .
7. Heat exchanger according to one of the preceding claims, **characterized in that** the respective distributor arm (201)

has a roof (203).

8. Heat exchanger according to Claim 7, **characterized in that** the respective roof (203) falls away inwardly in the direction of the core tube (3).
9. Heat exchanger according to Claim 7, **characterized in that** the respective distributor (201) has a degassing flue (210).
10. Heat exchanger according to Claim 9, **characterized in that** the respective degassing flue (210) protrudes upward from an opening (203b) in the roof (203) of the respective distributor arm (201) and extends along the longitudinal axis (Z).
11. Heat exchanger according to Claim 10, **characterized in that** the roof (203) of the respective distributor arm (201) has a portion that rises up in the direction of the respective degassing flue (210).
12. Heat exchanger according to one of Claims 1 to 5, **characterized in that** the respective distributor arm (201) is formed by a lower portion of a shaft (11) that extends downward from the annular channel (100) along the longitudinal axis (Z), wherein the respective shaft (11) has an inner wall (208) that is facing the core tube (3) and runs inclined in relation to the longitudinal axis (Z), so that the respective shaft (11) tapers upward in cross section.
13. Heat exchanger according to one of the preceding claims, **characterized in that** distributor arms (201) that are adjacent in the circumferential direction of the shell (4) are in flow connection with one another by way of an equalizing line (209), so that the liquid level of the liquid phase (F) located in the distributor arms (201) can be equalized by a flow of the liquid phase (F) by way of the equalizing line (209).
14. Method for distributing a liquid phase (F) to a bundle of tubes (2) of a heat exchanger (1) according to one of the preceding claims, wherein the second medium (M2) is directed into the annular channel (100) and from there is fed into the distributor arms (201) of the heat exchanger (1) exclusively by way of flow paths (10, 11) running outside the core tube (3), and from there a liquid phase (F) of the second medium (M2) is passed to the bundle of tubes (2) of the heat exchanger (1).
15. Method according to Claim 14, **characterized in that** the respective flow path is formed by a downpipe (10) or by a shaft (11).

Revendications

1. Échangeur thermique (1) pour l'échange indirect de chaleur entre un premier milieu (M1) et un deuxième milieu (M2), comprenant :

- une enveloppe (4) qui entoure un espace d'enveloppe (5) de l'échangeur thermique (1),
- un tube central (3) s'étendant le long d'un axe longitudinal (Z), tube central sur lequel est enroulée une pluralité de tubes (20) destinés à recevoir le premier milieu (M1), dans lequel les tubes (20) forment un faisceau de tubes (2), dans lequel plusieurs parties d'extrémité supérieures des tubes (20) du faisceau de tubes (2) sont réunies et reliées à un fond de tube (21) qui est fixé à l'enveloppe (4),
- un canal annulaire (100) s'étendant dans la direction périphérique de l'enveloppe (4) et destiné à recevoir le deuxième milieu (M2),
- une tubulure d'admission (104) prévue latéralement sur l'enveloppe (4), par le biais de laquelle le deuxième milieu (M2) peut être introduit dans le canal annulaire (100),
- une pluralité de bras de distribution (201) qui comprennent respectivement un fond (202) doté d'ouvertures de sortie (207) par le biais desquelles une phase liquide (F) du deuxième milieu (M2) peut être distribuée sur le faisceau de tubes (2), dans lequel les bras de distribution (201) sont respectivement en liaison fluide avec le canal annulaire (100), et dans lequel les fonds (202) des bras de distribution (201) sont disposés en dessous du canal annulaire (100) par rapport à l'axe longitudinal (Z),

caractérisé en ce que

le fond de tube (21) est fixé sur l'enveloppe (4) au-dessus des fonds (202) des bras de distribution (201) ainsi qu'en dessous du canal annulaire (100) par rapport à l'axe longitudinal (Z).

2. Échangeur thermique (1) selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le tube central (3) n'est pas en liaison
fluidique avec les bras de distribution (201).
- 5 3. Échangeur thermique (1) selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** le canal annulaire (100) s'étend le
long d'un côté intérieur (4a) de l'enveloppe (4) tourné vers l'espace d'enveloppe (5).
- 10 4. Échangeur thermique selon la revendication 3, **caractérisé en ce que** le canal annulaire (100) est appliqué contre
le côté intérieur (4a) de l'enveloppe (4), de telle sorte qu'en particulier l'enveloppe (4) forme une paroi extérieure
(103) du canal annulaire (100) .
- 15 5. Échangeur thermique selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les bras de distribution
(201) s'étendent respectivement le long d'une direction radiale (R) qui est perpendiculaire à l'axe longitudinal (Z),
les bras de distribution (201) s'étendant en particulier respectivement à partir de l'enveloppe (4) en direction du tube
central (3).
- 20 6. Échangeur thermique selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le bras de distribution
(201) respectif est en liaison fluidique avec le canal annulaire (100) par le biais d'un tube de descente (10) respectif
s'étendant le long de l'axe longitudinal (Z).
- 25 7. Échangeur thermique selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le bras de distribution
(201) respectif comprend un toit (203).
8. Échangeur thermique selon la revendication 7, **caractérisé en ce que** le toit (203) respectif descend vers l'intérieur
en direction du tube central (3).
- 30 9. Échangeur thermique selon la revendication 7, **caractérisé en ce que** le bras de distribution (201) respectif comprend
une cheminée de dégazage (210).
10. Échangeur thermique selon la revendication 9, **caractérisé en ce que** la cheminée de dégazage (210) respective
fait saillie vers le haut à partir d'une ouverture (203b) dans le toit (203) du bras de distribution (201) respectif et
s'étend le long de l'axe longitudinal (Z).
- 35 11. Échangeur thermique selon la revendication 10, **caractérisé en ce que** le toit (203) du bras de distribution (201)
respectif comprend une partie qui monte en direction de la cheminée de dégazage (210) respective.
- 40 12. Échangeur thermique selon l'une des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce que** le bras de distribution (201)
respectif est formé par une partie inférieure d'un conduit (11) qui s'étend vers le bas le long de l'axe longitudinal (Z)
à partir du canal annulaire (100), le conduit (11) respectif comprenant une paroi intérieure (208) tournée vers le
tube central (3), laquelle s'étend de manière inclinée par rapport à l'axe longitudinal (Z), de telle sorte que le conduit
(11) respectif se rétrécisse en section transversale vers le haut.
- 45 13. Échangeur thermique (1) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** des bras de distribution
(201) adjacents dans la direction périphérique de l'enveloppe (4) sont en liaison fluidique par le biais d'une conduite
d'égalisation (209), de telle sorte que le niveau de liquide de la phase liquide (F) se trouvant dans les bras de
distribution (201) puisse être égalisé par un écoulement de la phase liquide (F) par le biais de la conduite d'égalisation
(209).
- 50 14. Procédé de distribution d'une phase liquide (F) sur un faisceau de tubes (2) d'un échangeur thermique (1) selon
l'une des revendications précédentes, dans lequel le deuxième milieu (M2) est guidé dans le canal annulaire (100)
et est introduit dans les bras de distribution (201) de l'échangeur thermique (1) exclusivement par le biais de trajets
d'écoulement (10, 11) s'étendant à l'extérieur du tube central (3) et, à partir de là, une phase liquide (F) du deuxième
milieu (M2) est fournie au faisceau de tubes (2) de l'échangeur thermique (1).
- 55 15. Procédé selon la revendication 14, **caractérisé en ce que** le trajet d'écoulement respectif est formé par un tube de
descente (10) ou par un conduit (11).

Fig. 1

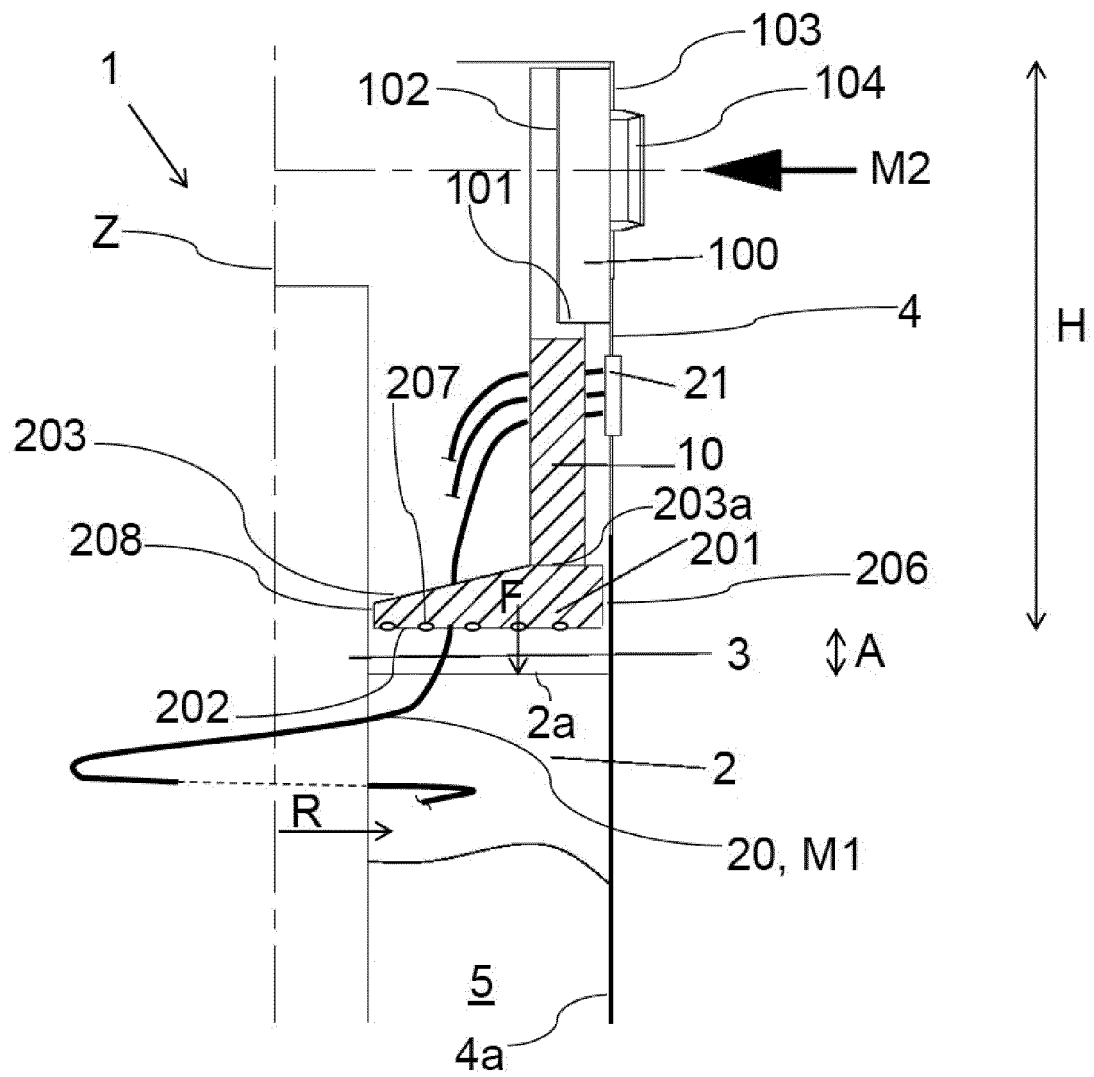


Fig. 2

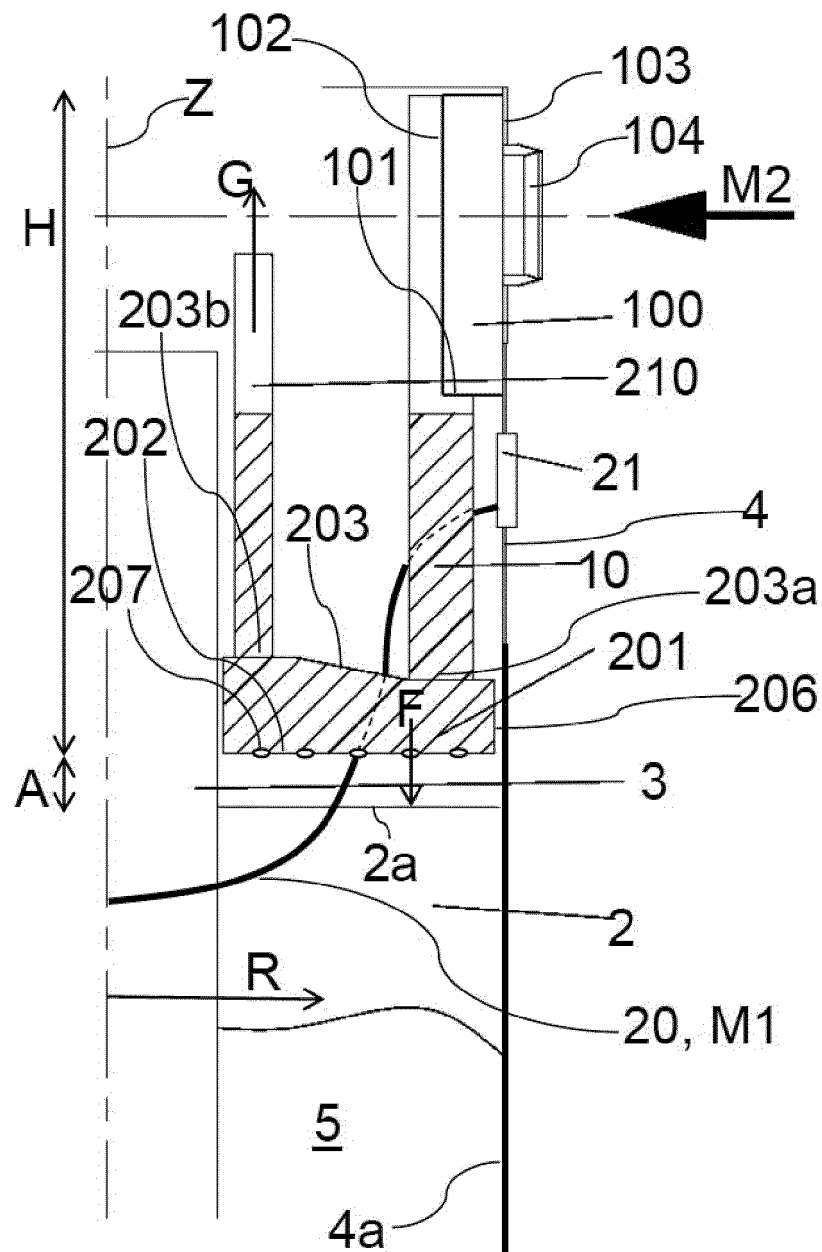


Fig. 3

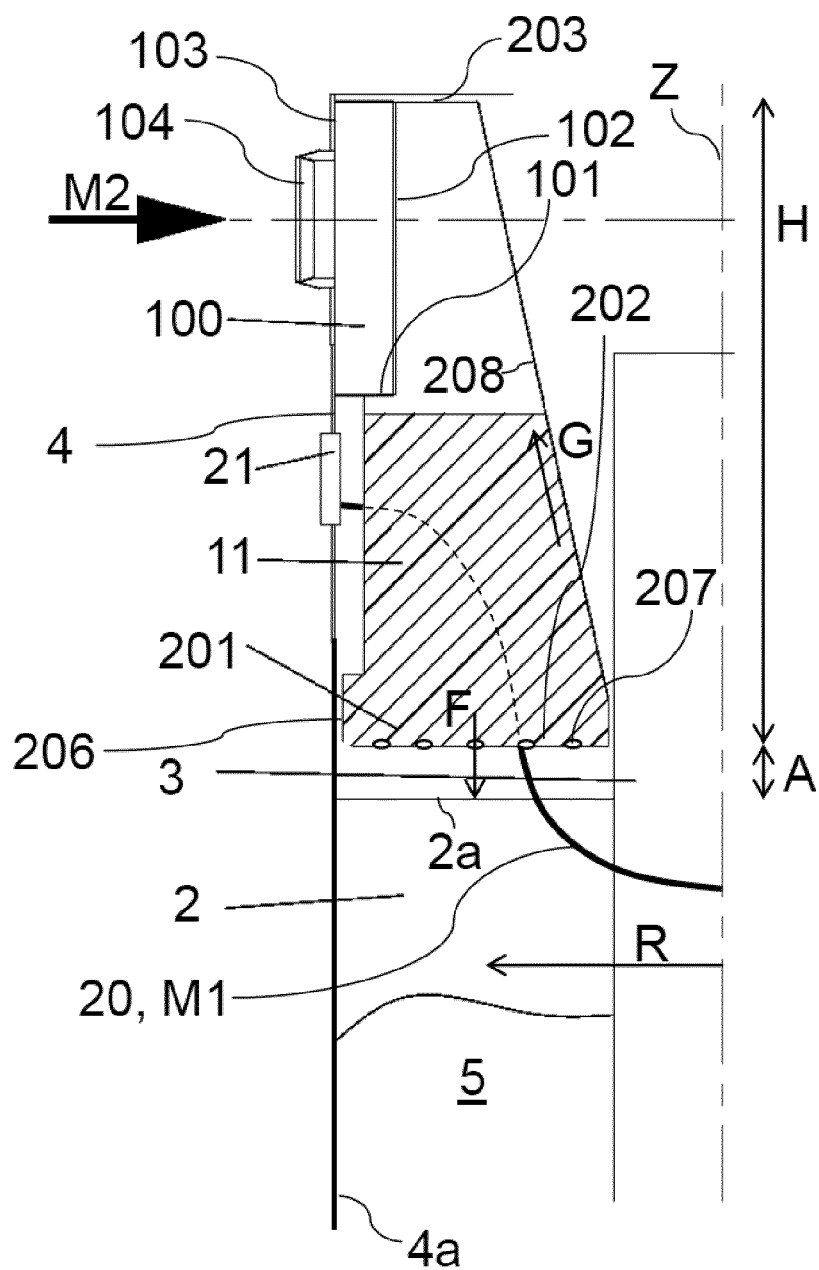


Fig. 4

