



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
07.10.2020 Patentblatt 2020/41

(51) Int Cl.:
F28F 9/02 (2006.01) **F28F 27/02** (2006.01)
F28D 7/02 (2006.01) **F25J 5/00** (2006.01)
F28D 3/04 (2006.01) **F28F 25/02** (2006.01)
F28D 21/00 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **20020143.2**

(22) Anmeldetag: **31.03.2020**

(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
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
Benannte Validierungsstaaten:
KH MA MD TN

- **Steinbauer, Manfred**
82399 Raisting (DE)
- **Spreemann, Jürgen**
83022 Rosenheim (DE)
- **Deichsel, Florian**
81373 München (DE)
- **Lang, Marcus**
82067 Zell (DE)

(30) Priorität: **02.04.2019 EP 19020246**

(71) Anmelder: **Linde GmbH**
82049 Pullach (DE)

(74) Vertreter: **Meilinger, Claudia Sabine et al**
Linde GmbH
Intellectual Property EMEA
Dr.-Carl-von-Linde-Straße 6-14
82049 Pullach (DE)

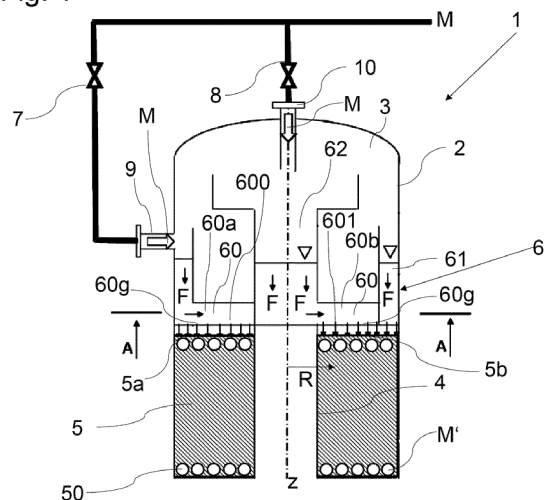
(72) Erfinder:
• **Bauer, Heinz**
82067 Ebenhausen (DE)

(54) **REGELBARER FLÜSSIGKEITSVERTEILER EINES GEWICKELTEN WÄRMEÜBERTRAGERS ZUR REALISIERUNG UNTERSCHIEDLICHER FLÜSSIGKEITSBELASTUNGEN**

(57) Die Erfindung betrifft einen Wärmeübertrager (1), mit: einem Mantel (2), der einen Mantelraum (3) des Wärmeübertragers (1) umgibt, wobei der Mantelraum (3) zur Aufnahme eines fluiden ersten Mediums (M) ausgebildet ist, einem im Mantelraum (3) erstreckten Kernrohr (4), einem Rohrbündel (5) aufweisend mehrere Rohre (50), die um das Kernrohr (4) gewickelt sind, wobei das Rohrbündel (5) zur Aufnahme zumindest eines fluiden zweiten Mediums (M') ausgebildet ist, so dass zwischen dem ersten Medium (M) und dem mindestens einem zweiten Medium (M') indirekt Wärme übertragbar ist, und einem oberhalb des Rohrbündels (5) im Mantelraum (3) angeordneten Flüssigkeitsverteiler (6) zum Beaufschlagen des Rohrbündels (5) mit einer flüssigen Phase (F) des ersten Mediums (M), wobei der Flüssigkeitsverteiler (6) vom Kernrohr (3) in radialer Richtung (R) abstehende Verteilarme (60) aufweist, einen oberhalb der Verteilarme (60) in einer Umfangsrichtung (U) des Mantels (2) erstreckten Ringkanal (61) sowie einen durch das Kernrohr (4) gebildeten Sammelbehälter (62), wobei der Ringkanal (61) und der Sammelbehälter (62) jeweils zum Sammeln des ersten Mediums (M) ausgebildet sind. Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass die Verteilarme (60) zum Beaufschlagen des Rohrbündels (5) mit der flüssigen Phase (F) des ersten Mediums (M) zumindest einen ersten Behälter (60a) und zumindest einen vom

ersten Behälter (60a) getrennten zweiten Behälter (60b) bilden.

Fig. 1



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Wärmeübertrager sowie ein Verfahren zum Betreiben eines solchen Wärmeübertragers.

[0002] Gewickelte Wärmeübertrager werden z.B. in Erdgasverflüssigungsanlagen eingesetzt. Dabei wird auf der Mantelseite ein erstes fluides Medium als Kältemittel aufgegeben, das mittels eines Fallfilmes verdampft. Bei dieser Verdampfung kann es zu einer sogenannten Fehlverteilung über das Rohrbündel kommen, so dass einige Rohre zu viele, andere Rohre zu wenig Kältemittel abbekommen. Um diesem Effekt entgegenzuwirken, kann z.B. die Rohrseite, d.h., die im Rohrbündel geführten Medien, geregelt werden, um dort eine Verteilung der Medien zu erreichen, die einer mantelseitigen Fehlverteilung des ersten Mediums bzw. des Kältemittels entgegenwirkt. Alternativ hierzu kann auch das erste Medium bzw. das Kältemittel auf der Mantelseite geregelt werden, um eine Fehlverteilung zu kompensieren.

[0003] Bei der Realisierung eines regelbaren Flüssigkeitsverteilers ist es nötig, unterschiedliche Bereiche des Rohrbündels mit verschiedenen Mengen an Kältemittel beaufschlagen zu können.

[0004] Diesbezüglich hat sich herausgestellt, dass im Mantelraum bzw. am Rohrbündel angeordnete Ventile sowie bewegliche Teile im Inneren des Wärmeübertragers nur mit vergleichsweise großem Aufwand umsetzbar sind.

[0005] Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, einen Wärmeübertrager und ein entsprechendes Verfahren zur indirekten Wärmeübertragung anzugeben, der bzw. das eine insbesondere kontinuierliche Verschiebung der flächenbezogenen Aufgabe des ersten Mediums in einer radialen Richtung des Rohrbündels ermöglicht und dabei den Aufwand an zusätzlicher Instrumentierung so gering wie möglich zu halten.

[0006] Diese Aufgabe wird durch einen Wärmeübertrager mit den Merkmalen des Anspruchs 1 sowie durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 14 gelöst.

[0007] Vorteilhafte Ausgestaltungen dieser Erfindungssaspekte sind in den entsprechenden Unteransprüchen angegeben und werden nachfolgend beschrieben.

[0008] Gemäß Anspruch 1 wird ein Wärmeübertrager offenbart, mit:

- einem Mantel, der einen Mantelraum des Wärmeübertragers umgibt, wobei der Mantelraum zur Aufnahme eines fluiden ersten Mediums ausgebildet ist,
- einem im Mantelraum erstreckten Kernrohr,
- einem Rohrbündel aufweisend mehrere Rohre, die um das Kernrohr gewickelt sind, wobei das Rohrbündel zur Aufnahme zumindest eines fluiden zweiten Mediums ausgebildet ist, so dass zwischen dem ersten Medium und dem mindestens einem zweiten Medium indirekt Wärme übertragbar ist, und

- einem oberhalb des Rohrbündels im Mantelraum angeordneten Flüssigkeitsverteiler zum Beaufschlagen des Rohrbündels mit einer flüssigen Phase des ersten Mediums, wobei der Flüssigkeitsverteiler vom Kernrohr in radialer Richtung abstehende Verteilarme aufweist, einen oberhalb der Verteilarme in einer Umfangsrichtung des Mantels erstreckten Ringkanal sowie einen durch das Kernrohr gebildeten Sammelbehälter, wobei der Ringkanal und der Sammelbehälter jeweils zum Sammeln des ersten Mediums ausgebildet sind.

[0009] Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass die Verteilarme zum Beaufschlagen des Rohrbündels mit der flüssigen Phase des ersten Mediums zumindest einen ersten Behälter und zumindest einen vom ersten Behälter getrennten zweiten Behälter aufweisen, wobei der erste Behälter mit dem Ringkanal in Strömungsverbindung steht, so dass die flüssige Phase des ersten Mediums aus dem Ringkanal in den mindestens einen ersten Behälter einleitbar ist und von dort über Auslassöffnungen des ersten Behälters auf einen ersten Bereich des Rohrbündels verteilbar ist, und wobei der mindestens eine zweite Behälter mit dem Sammelbehälter in Strömungsverbindung steht, so dass die flüssige Phase des ersten Mediums aus dem Sammelbehälter in den mindestens einen zweiten Behälter einleitbar ist und von dort über Auslassöffnungen des zweiten Behälters auf einen zweiten Bereich des Rohrbündels verteilbar ist.

[0010] Die Verteilarme können jeweils kreissektorförmig ausgebildet sein. Weiterhin können zwischen je zwei in Umfangsrichtung des Mantels bzw. des Kernrohres benachbarte Verteilarme durch eine Lücke getrennt sein, durch die hindurch Rohre des Rohrbündels geführt sein können (z.B. hin zu am Mantel vorgesehenen Stützen).

[0011] Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung ist vorgesehen, dass der Wärmeübertrager zumindest ein erstes regelbares Ventil aufweist, über das der Ringkanal mit dem ersten Medium beschickbar ist, und/oder dass der Wärmeübertrager zumindest ein zweites regelbares Ventil aufweist, über das der Sammelbehälter des Kernrohres mit dem ersten Medium beschickbar ist.

[0012] Weiterhin ist gemäß einer Ausführungsform der Erfindung vorgesehen, dass der Ringkanal mit einem am Mantel angeordneten ersten Einlass in Strömungsverbindung steht, so dass das erste Medium über den ersten Einlass in den Ringkanal einleitbar ist, wobei insbesondere das erste Ventil stromauf des ersten Einlasses angeordnet ist.

[0013] Weiterhin ist gemäß einer Ausführungsform vorgesehen, dass der Sammelbehälter des Kernrohres mit einem am Mantel angeordneten zweiten Einlass in Strömungsverbindung steht, so dass das erste Medium über den zweiten Einlass in den Sammelbehälter einleitbar ist, wobei insbesondere das zweite Ventil stromauf des zweiten Einlasses angeordnet ist.

[0014] Weiterhin ist gemäß einer Ausführungsform der Erfindung vorgesehen, dass der erste Behälter und der

zweite Behälter durch entsprechendes Stellen der Ventile zeitgleich jeweils mit variablen Massenströmen des ersten Mediums beschickbar sind.

[0015] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist weiterhin vorgesehen, dass der erste Behälter und der zweite Behälter so oberhalb des Rohrbündels angeordnet sind, dass durch ein Stellen der beiden Ventile die pro Fläche und Zeit auf das Rohrbündel aufzugebene Menge der flüssigen Phase in einer radialen Richtung des Rohrbündels veränderbar bzw. einstellbar ist.

[0016] Hierdurch kann auf einfache Weise eine insbesondere kontinuierliche Verschiebung der flächenbezogenen Aufgabe der flüssigen Phase des ersten Mediums (z.B. Kältemittel) in radialer Richtung des Rohrbündels erzielt werden, wobei der Aufwand an zusätzlicher Instrumentierung mit Vorteil vergleichsweise gering ausfällt.

[0017] Um die Verteilung der flüssigen Phase in radialer Richtung mittels der Behälter effizient einzustellen, ist gemäß einer Ausführungsform der Erfindung vorgesehen, dass die Anordnung der Auslassöffnungen des ersten und des zweiten Behälters so ausgestaltet ist, dass sich radial unterschiedliche Flüssigkeitsmengen einstellen lassen. Z.B. kann der zweite Behälter Auslassöffnungen aufweisen, die in radialer Richtung weiter innen gelegen sind als die Auslassöffnungen des ersten Behälters. So kann z.B. der zweite Behälter nur Auslassöffnungen für eine innere Hälfte des Rohrbündels aufweisen, während der erste Behälter nur Auslassöffnungen für die äußere Hälfte des Rohrbündels aufweist.

[0018] Insbesondere ist aufgrund der Anordnung der Behälter oberhalb des Rohrbündels und durch ein entsprechendes Stellen der Ventile die besagte Menge in der radialen Richtung des Rohrbündels so veränderbar bzw. einstellbar, dass die besagte Menge in einer radialen Richtung des Rohrbündels nach außen hin monoton zunimmt oder nach außen hin monoton abnimmt.

[0019] Weiterhin ist gemäß einer Ausführungsform der Erfindung vorgesehen, dass der mindestens eine erste Behälter durch einen ersten Verteilarm des Flüssigkeitsverteilers gebildet ist, und dass der mindestens eine zweite Behälter durch einen zweiten Verteilarm des Flüssigkeitsverteilers gebildet ist.

[0020] Weiterhin ist gemäß einer alternativen Ausführungsform der Erfindung vorgesehen, dass der mindestens eine erste Behälter durch einen ersten Bereich eines Verteilarms gebildet ist, und dass der mindestens eine zweite Behälter durch einen vom ersten Bereich getrennten zweiten Bereich des Verteilarms gebildet ist.

[0021] Gemäß einer Ausführungsform ist diesbezüglich vorgesehen, dass die beiden Bereiche in der radialen Richtung, entlang der sich der Verteilarm erstreckt, nebeneinander verlaufen. Hierbei kann gemäß einer Ausführungsform weiterhin vorgesehen sein, dass die beiden Bereiche durch eine in der radialen Richtung erstreckte Trennwand des Verteilarms voneinander strömungstechnisch getrennt sind.

[0022] Gemäß einer alternativen Ausführungsform kann weiterhin vorgesehen sein, dass die beiden Bereiche in der radialen Richtung, entlang der sich der Verteilarm erstreckt, einander gegenüberliegen. Diesbezüglich kann weiterhin gemäß einer Ausführungsform vorgesehen sein, dass die beiden Bereiche durch eine in einer Umfangsrichtung des Kernrohres erstreckte Trennwand voneinander getrennt sind.

[0023] Ein weiterer Aspekt der vorliegenden Erfindung betrifft ein Verfahren zur Durchführung einer indirekten Wärmeübertragung zwischen zumindest einem ersten fluiden Medium und einem zweiten fluiden Medium unter Verwendung eines erfindungsgemäßen Wärmeübertragers, wobei das zweite Medium in das Rohrbündel eingeleitet wird, und wobei ein erster Massenstrom des ersten Mediums über den Ringkanal in den mindestens einen ersten Behälter eingeleitet wird, und wobei (insbesondere zeitgleich) ein zweiter Massenstrom des ersten Mediums über den Sammelbehälter in den mindestens einen zweiten Behälter eingeleitet wird, wobei die beiden Massenströme (z.B. unter Verwendung der besagten Ventile) eingestellt werden, um die pro Fläche und Zeit über die Auslassöffnungen des mindestens einen ersten Behälters und die Auslassöffnungen des mindestens einen zweiten Behälters auf das Rohrbündel aufzugebene Menge der flüssigen Phase des ersten Mediums in der radialen Richtung des Rohrbündels zu verändern bzw. einzustellen.

[0024] Hierbei ist gemäß einer Ausführungsform des Verfahrens vorgesehen, dass die beiden Massenströme des ersten Mediums so eingestellt werden, dass die besagte Menge der flüssigen Phase des ersten Mediums in einer radialen Richtung des Rohrbündels nach außen hin monoton zunimmt oder nach außen hin monoton abnimmt.

[0025] Im Folgenden sollen Ausführungsformen der Erfindung sowie weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung anhand der Figuren erläutert werden. Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Schnittdarstellung einer Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Wärmeübertragers;

Fig. 2 eine schematische Schnittdarstellung entlang der Ebene A-A der Fig. 1;

Fig. 3 eine schematische Schnittdarstellung einer weiteren Ausführungsform der Erfindung; und

Fig. 4 eine schematische Schnittdarstellung einer weiteren Ausführungsform der Erfindung.

[0026] Die Figur 1 zeigt im Zusammenhang mit der Figur 2 einen Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Wärmeübertragers 1, der es erlaubt, einer Fehlverteilung eines in einem Mantelraum 3 geführten ersten Mediums M (z.B. ein Kältemittel) auf ein Rohrbündel 5 des Wärmeübertragers 1 entgegenzuwirken.

[0027] Hierzu weist der Wärmeübertrager 1 im Einzelnen einen Mantel 2 auf, der den Mantelraum 3 umgibt, ein im Mantelraum 3 erstrecktes Kernrohr 4, auf das die Rohre 50 des Rohrbündels 5 gewickelt sind, wobei das Rohrbündel 5 zur Aufnahme zumindest eines fluiden zweiten Mediums M' ausgebildet ist, so dass zwischen dem ersten Medium M und dem mindestens einem zweiten Medium M' indirekt Wärme übertragbar ist. Das Kernrohr 4 dient bei der Herstellung des Wärmeübertragers 1 insbesondere als Kern bzw. Träger des Rohrbündels, wobei die einzelnen Rohre 50 unter Zwischenlage von Abstandshaltern auf das horizontal angeordnete Kernrohr 4 gewickelt werden. Beim Betrieb des Wärmeübertragers 1 erstreckt sich das Kernrohr 4 entlang der Vertikalen und trägt vorzugsweise zumindest einen Teil der Last der Rohre 50 des Rohrbündels 5 ab. Die einzelnen Rohre 50 sind vorzugsweise zumindest abschnittsweise schraubenlinienförmig auf bzw. um das Kernrohr 4 gewickelt. Ein derartiger Wärmeübertrager wird daher auch als gewickelter Wärmeübertrager 1 bezeichnet.

[0028] Weiterhin weist der Wärmeübertrager 1 einen -bezogen auf die Vertikale bzw. Längsachse z des Kernrohres 4 - oberhalb des Rohrbündels 5 im Mantelraum 3 angeordneten Flüssigkeitsverteiler 6 zum Beaufschlagen des Rohrbündels 5 mit einer flüssigen Phase F des ersten Mediums M auf, wobei der Flüssigkeitsverteiler 6 vom Kernrohr 3 in radialer Richtung R abstehende Verteilarme 60 aufweist, die z.B. in der Draufsicht entlang der Längsachse z kreissektorförmig ausgestaltet sein können (vgl. auch Figuren 2 bis 4). Die Verteilarme 60 weisen jeweils einen Boden 60g sowie vom jeweiligen Boden 60g abgehende Seitenwände 60d auf, die sich ausgehend vom Kernrohr 4 nach außen zum Ringkanal 61 erstrecken.

[0029] Weiterhin weist der Flüssigkeitsverteiler 6 bevorzugt einen oberhalb der Verteilarme 60 in einer Umfangsrichtung U des Mantels 2 erstreckten bzw. umlaufenden Ringkanal 61 auf sowie ferner einen durch das Kernrohr 4 gebildeten Sammelbehälter 62, wobei der Ringkanal 61 und der Sammelbehälter 62 jeweils zum Sammeln des ersten Mediums M, bei dem es sich insbesondere um ein Zweiphasengemisch handelt, ausgebildet sind. Im Sammelbehälter 62 und im Ringkanal 61 bzw. später in den Behältern 60a, 60b bzw. Bereichen 60a, 60b kann das erste Medium M beruhigt und entgast werden, so dass über die Verteilarme 60 letztlich eine flüssigen Phase F des ersten Mediums bzw. Kältemittels M auf das Rohrbündel 5 verteilbar ist.

[0030] Wie aus den Figuren 1 und 2 ersichtlich ist, ist vorgesehen, dass die Verteilarme 60 zumindest einen ersten Behälter 60a und zumindest einen vom ersten Behälter 60a getrennten zweiten Behälter 60b bilden, wobei der mindestens eine erste Behälter 60a mit dem Ringkanal 61 in Strömungsverbindung steht, so dass die flüssige Phase F des ersten Mediums M aus dem Ringkanal 61 in den mindestens einen ersten Behälter 60a einleitbar ist und von dort über Auslassöffnungen 600 eines Bodens 60g des mindestens einen ersten Behälters 60a

auf einen ersten Bereich 5a des Rohrbündels 5 verteilbar ist, und wobei der mindestens eine zweite Behälter 60b mit dem Sammelbehälter 62 in Strömungsverbindung steht, so dass die flüssige Phase F des ersten Mediums M aus dem Sammelbehälter 62 in den mindestens einen zweiten Behälter 60b einleitbar ist und von dort über Auslassöffnungen 601 eines Bodens 60g des mindestens einen zweiten Behälters 60b auf einen zweiten Bereich 5b des Rohrbündels 5 verteilbar ist.

[0031] Wie insbesondere anhand der Figur 2 ersichtlich ist, kann vorgesehen sein, dass der Flüssigkeitsverteiler 6 mehrere (hier z.B. vier) Verteilarme 60 aufweist, wobei zwei einander in radialer Richtung R gegenüberliegende Verteilarme 60 jeweils einen ersten Behälter 60a bilden, der strömungstechnisch vom Sammelbehälter 62 bzw. vom Kernrohr 4 getrennt ist (z.B. durch einen Wandungsabschnitt 60f des Kernrohres 4) und lediglich von außen über den Ringkanal 61 mit der flüssigen Phase F des ersten Mediums M gespeist wird, z.B. durch eine Öffnung 61a einer inneren Wandung 61c des Ringkanals 61. Wie aus der Figur 2 hervorgeht, liegt die innere Wandung 61c einer äußeren umlaufenden Wandung 61b des Ringkanals 61 gegenüber, wobei beide Wandungen von einem Boden 61d des Ringkanals 61 abgehen. Der Ringkanal 61 kann auch an den Mantel 2 angesetzt sein, so dass z.B. die äußere Wandung 61b durch den Mantel 2 gebildet sein kann.

[0032] Weiterhin bilden zwei weitere, in radialer Richtung R einander gegenüberliegende Verteilarme 60 jeweils einen zweiten Behälter 60b, wobei der jeweilige zweite Behälter 60b im Unterschied zum jeweiligen ersten Behälter 60a vom Ringkanal 61 strömungstechnisch getrennt ist (z.B. durch einen Abschnitt 60e der inneren Wandung 61c des Ringkanals 61) und lediglich über den Sammelbehälter 62 bzw. das Kernrohr 4 von innen her mit der flüssigen Phase des F des ersten Mediums M gespeist wird. Hierzu kann eine Wandung des Kernrohres 4 jeweils eine entsprechende Öffnung 4a aufweisen. Die Behälter 60a, 60b sind jeweils einem Bereich 5a bzw. 5b der Oberseite des Rohrbündels 5 zugeordnet (vgl. Fig. 1), so dass durch unterschiedliche Flüssigkeitsabgabe auf die Bereiche 5a, 5b auf die Verteilung der flüssigen Phase F auf das Rohrbündel 5 Einfluss genommen werden kann.

[0033] Um die Verteilung der flüssigen Phase F zu beeinflussen, kann z.B. vorgesehen sein, dass die ersten und zweiten Behälter 60a, 60b unterschiedliche Flüssigkeitsstände und somit auch unterschiedliche Mengenströme zulassen. Weiterhin kann die Anordnung der Auslassöffnungen 600, 601 der ersten und zweiten Behälter 60a, 60b so ausgestaltet sein, dass sich radial unterschiedliche Flüssigkeitsmengen einstellen lassen. Z.B. können die mit dem Kernrohr 4 verbundenen zweiten Behälter 60b Auslassöffnungen 601 aufweisen, die in radialer Richtung R weiter innen gelegen sind als die Auslassöffnungen 600 der ersten Behälter 60a. So können z.B. die zweiten Behälter 60b nur Auslassöffnungen 601 für eine innere Hälfte des Rohrbündels 5 aufweisen und

die mit dem Ringkanal 61 verbundenen ersten Behälter 60a können nur Auslassöffnungen 600 für die äußere Hälfte des Rohrbündels 5 aufweisen. Die Auslassöffnungen 600, 601 können hierbei auch in der Größe variiert werden bzw. es kann ein Überlapp der Auslassöffnungen 600 der ersten Behälter 60a mit den Auslassöffnungen 601 der zweiten Behälter 60b bezüglich der radialen Richtung vorgesehen sein.

[0034] Wie Figur 1 weiterhin zeigt, ist vorzugsweise vorgesehen, dass der Ringkanal 61 über ein erstes Ventil 7 sowie über den nachfolgenden ersten Einlass bzw. Stutzen 9 mit dem ersten Medium M beschickbar ist, so dass ein entsprechender Massenstrom des ersten Mediums M in den Ringkanal 61 und die ersten Behälter bzw. Verteilarme 60a entsprechend regelbar ist. Weiterhin ist vorgesehen, dass der Sammelbehälter 62 über ein zweites Ventil 8 sowie über den nachfolgenden zweiten Einlass bzw. Stutzen 10, der mittig oberhalb des Sammelbehälters 62 am Mantel 2 vorgesehen ist, mit dem ersten Medium M beschickbar ist, so dass ein entsprechender Massenstrom des ersten Mediums M in den Sammelbehälter 62 bzw. die zweiten Behälter bzw. Verteilarme 60b ebenfalls entsprechend regelbar ist.

[0035] Durch entsprechendes Stellen der Ventile 7, 8 bzw. Regeln der beiden Massenströme des ersten Mediums M kann nun die Menge an flüssiger Phase F, die entlang der radialen Richtung R des Rohrbündels 5 auf das Rohrbündel 5 bzw. die Bereiche 5a, 5b aufgegeben wird variiert werden, um einer Fehlverteilung der flüssigen Phase F im Mantelraum 3 entgegenzuwirken.

[0036] Bei dem Ausführungsbeispiel gemäß Figur 2 werden also die Verteilarme 60 von außen über den Ringkanal 61 gespeist (erste Behälter 60a) bzw. von innen über den im Kernrohr 4 vorgesehene Sammelbehälter 62 (zweite Behälter 60b) um in radialer Richtung R ggf. die Flüssigkeitsabgabe auf das Rohrbündel 5 zu variieren bzw. einstellen.

[0037] Figur 3 zeigt demgegenüber eine alternative Ausgestaltung des Flüssigkeitsverteilers 6, wobei der mindestens eine erste Behälter 60a durch einen ersten Bereich 60a eines Verteilarms 60 gebildet ist, und wobei der mindestens eine zweite Behälter 60b durch einen vom ersten Bereich 60a strömungstechnisch getrennten zweiten Bereich 60b desselben Verteilarms 60 gebildet ist. Hierbei ist gemäß Figur 3 vorzugsweise vorgesehen, dass die beiden Bereiche 60a, 60b in der radialen Richtung R, entlang der sich der Verteilarm 60 erstreckt, nebeneinander vom Kernrohr 4 zum Mantel 2 hin verlaufen, wobei die beiden Bereiche 60a, 60b bevorzugt durch eine in der radialen Richtung R erstreckte Trennwand 60c des Verteilarms 60 strömungstechnisch voneinander getrennt sind. Hierbei wird wiederum der erste Bereich 60a von außen her über den Ringkanal 61 mit der flüssigen Phase F des ersten Mediums M versorgt, und zwar insbesondere über eine Öffnung 61a in der inneren Wandung 61c des Ringkanals 61. Weiterhin ist der erste Bereich 60a z.B. durch einen Wandungsabschnitt 60f des Kernrohrs 4 vom Kernrohr 4 bzw. Sammelbehälter 62

strömungstechnisch getrennt.

[0038] Der mindestens eine zweite Bereich 60b wird hingegen über eine Öffnung 4a des Kernrohrs 4 mit der flüssigen Phase F des ersten Mediums M aus dem Sammelbehälter 62 versorgt und ist dabei z.B. durch einen Abschnitt 60e der inneren Wandung 61c des Ringkanals 61 vom Ringkanal 61 strömungstechnisch getrennt.

[0039] Insbesondere werden gemäß Figur 3 alle (z.B. vier) Verteilarme 60 in dieser Art und Weise in separate erste und zweite Bereiche 60a, 60b aufgeteilt.

[0040] Auch bei der Figur 3 wird der Ringkanal 61 variabel über das erste Ventil 7 mit der flüssigen Phase F versorgt, wohingegen der Sammelbehälter 62 über das zweite Ventil 8 variabel mit der flüssigen Phase F des ersten Mediums M versorgt wird.

[0041] Durch entsprechendes Stellen der Ventile 7, 8 bzw. Regeln der beiden Massenströme des ersten Mediums M in den Ringkanal 61 bzw. in den Sammelbehälter kann nun die Menge an flüssiger Phase F, die entlang der radialen Richtung R des Rohrbündels 5 auf das Rohrbündel 5 bzw. die Bereiche 5a, 5b aufgegeben wird variiert werden, um einer Fehlverteilung der flüssigen Phase F im Mantelraum 3 entgegenzuwirken.

[0042] Hierbei ist wiederum gemäß einer Ausführungsform vorgesehen, dass die Auslassöffnungen 600, 601 der ersten und zweiten Behälter 60a, 60b so ausgestaltet sind, dass sich radial unterschiedliche Flüssigkeitsmengen einstellen lassen. Z.B. können die mit dem Kernrohr 4 verbundenen zweiten Behälter 60b Auslassöffnungen 601 aufweisen, die in radialer Richtung R weiter innen gelegen sind als die Auslassöffnungen 600 der ersten Behälter 60a. So können z.B. die zweiten Behälter 60b nur Auslassöffnungen 601 für eine innere Hälfte des Rohrbündels 5 aufweisen und die mit dem Ringkanal 61 verbundenen ersten Behälter 60a können nur Auslassöffnungen 600 für die äußere Hälfte des Rohrbündels 5 aufweisen (siehe oben).

[0043] Fig. 4 zeigt eine weitere Variante eines erfindungsgemäßen Wärmeübertragers 1, wobei hier wiederum der mindestens eine erste und der mindestens eine zweite Bereich 60a, 60b durch einen Verteilarm gebildet werden, wobei hier im Unterschied zur Figur 3 die Trennwand 60c, die die beiden Bereiche 60a, 60b strömungstechnisch voneinander trennt, in der Umfangsrichtung U des Mantel 2 bzw. des Kernrohrs 4 erstreckt ist, so dass sich die beiden Bereiche 60a, 60c in der radialen Richtung R, entlang der sich der Verteilarm vom Kernrohr hin zum Mantel 2 erstreckt, einander gegenüberliegen. Der erste Bereich wird dabei z.B. über eine Öffnung 61a der inneren Wandung 61c des Ringkanals mit der flüssigen Phase F versorgt, wohingegen der zweite Bereich 60b z.B. über eine Öffnung 4a des Kernrohrs 4 aus dem Sammelbehälter 62 mit der flüssigen Phase F versorgt wird. Hierbei liegen die Auslassöffnungen 600 der ersten Behälter 60a in radialer Richtung R weiter außen als die Auslassöffnungen 601 der zweiten Behälter 60b.

[0044] Insbesondere werden gemäß Figur 4 wiederum alle (z.B. vier) Verteilarme 60 in dieser Art und Weise in

separate erste und zweite Bereiche 60a, 60b aufgeteilt.

[0045] Wie bereits zuvor, wird der Ringkanal 61 gemäß Figur 4 variabel über das erste Ventil 7 mit der flüssigen Phase F versorgt, wohingegen der Sammelbehälter 62 über das zweite Ventil 8 variabel mit der flüssigen Phase F des ersten Mediums M versorgt wird.

[0046] Durch entsprechendes Stellen der Ventile 7, 8 bzw. Regeln der beiden Massenströme des ersten Mediums M in den Ringkanal 61 bzw. in den Sammelbehälter 62 kann nun die Menge an flüssiger Phase F, die entlang der radialen Richtung R des Rohrbündels 5 auf das Rohrbündel 5 bzw. die Bereiche 5a, 5b aufgegeben wird variiert werden, um einer Fehlverteilung der flüssigen Phase F im Mantelraum 3 entgegenzuwirken. Wird z.B. der Massenstrom des ersten Mediums M in den Sammelbehälter 62 erhöht bzw. in den Ringkanal 61 herabgesetzt, wird mehr Flüssigkeit F über die innen gelegenen zweiten Bereiche 60b als über die außen gelegenen ersten Bereiche 60a auf das Rohrbündel 5 gegeben.

[0047] Aufgrund des erfindungsgemäßen Flüssigkeitsverteilers, kann auf jeden Einfluss seitens des Prozesses optimal reagiert werden und einer mantelseitigen Fehlverteilung entgegengewirkt werden, so dass sich die Leistung des Wärmeübertragers insgesamt verbessert.

[0048] Die Realisierung der zwei Bereiche 60a, 60b kann auch über einen geteilten Ringkanal 61 (z.B. zwei Halbkreisringkanäle oder zwei konzentrische Ringkanäle) oder ein geteiltes Kernrohr 4 (z.B. ineinander gestecktes konzentrisches Kernrohr oder im Durchmesser geteiltes Kernrohr) erfolgen. Die Verteilarme 60 können des Weiteren auch jegliche andere räumliche Trennung aufweisen. Weiterhin können auch mehr als zwei Ventile bzw. Behälter zur Einstellung der Flüssigkeitsverteilung in radialer Richtung des Rohrbündels verwendet werden.

Patentansprüche

1. Wärmeübertrager (1), mit:

- einem Mantel (2), der einen Mantelraum (3) des Wärmeübertragers (1) umgibt, wobei der Mantelraum (3) zur Aufnahme eines fluiden ersten Mediums (M) ausgebildet ist,
- einem im Mantelraum (3) erstreckten Kernrohr (4),
- einem Rohrbündel (5) aufweisend mehrere Rohre (50), die um das Kernrohr (4) gewickelt sind, wobei das Rohrbündel (5) zur Aufnahme zumindest eines fluiden zweiten Mediums (M') ausgebildet ist, so dass zwischen dem ersten Medium (M) und dem mindestens einem zweiten Medium (M') indirekt Wärme übertragbar ist,
- einem oberhalb des Rohrbündels (5) im Mantelraum (3) angeordneten Flüssigkeitsverteiler (6) zum Beaufschlagen des Rohrbündels (5) mit einer flüssigen Phase (F) des ersten Mediums (M), wobei der Flüssigkeitsverteiler (6) vom

Kernrohr (3) in radialer Richtung (R) abstehende Verteilarme (60) aufweist, einen oberhalb der Verteilarme (60) in einer Umfangsrichtung (U) des Mantels (2) erstreckten Ringkanal (61) sowie einen durch das Kernrohr (4) gebildeten Sammelbehälter (62), wobei der Ringkanal (61) und der Sammelbehälter (62) jeweils zum Sammeln des ersten Mediums (M) ausgebildet sind,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Verteilarme (60) zum Beaufschlagen des Rohrbündels (5) mit der flüssigen Phase (F) des ersten Mediums (M) zumindest einen ersten Behälter (60a) und zumindest einen vom ersten Behälter (60a) getrennten zweiten Behälter (60b) bilden, wobei der mindestens eine erste Behälter (60a) mit dem Ringkanal (61) in Strömungsverbindung steht, so dass die flüssige Phase (F) des ersten Mediums (M) aus dem Ringkanal (61) in den mindestens einen ersten Behälter (60a) einleitbar ist und von dort über Auslassöffnungen (600) des mindestens einen ersten Behälters (60a) auf einen ersten Bereich (5a) des Rohrbündels (5) verteilbar ist, und wobei der mindestens eine zweite Behälter (60b) mit dem Sammelbehälter (62) in Strömungsverbindung steht, so dass die flüssige Phase (F) des ersten Mediums (M) aus dem Sammelbehälter (62) in den mindestens einen zweiten Behälter (60b) einleitbar ist und von dort über Auslassöffnungen (601) des mindestens einen zweiten Behälters (60b) auf einen zweiten Bereich (5b) des Rohrbündels (5) verteilbar ist.

2. Wärmeübertrager nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Wärmeübertrager (1) ein erstes Ventil (7) aufweist, über das der Ringkanal (61) mit dem ersten Medium (M) beschickbar ist, und/oder dass der Wärmeübertrager (1) ein zweites Ventil (8) aufweist, über das der Sammelbehälter (62) des Kernrohres (4) mit dem ersten Medium (M) beschickbar ist.

3. Wärmeübertrager nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Ringkanal (61) mit einem am Mantel (2) angeordneten ersten Einlass (9) in Strömungsverbindung steht, so dass das erste Medium (M) über den ersten Einlass (9) in den Ringkanal (61) einleitbar ist, wobei insbesondere das erste Ventil (7) stromauf des ersten Einlasses (9) angeordnet ist.

4. Wärmeübertrager nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Sammelbehälter (62) des Kernrohres (4) mit einem am Mantel (2) angeordneten zweiten Einlass (10) in Strömungsverbindung steht, so dass das erste Medium (M) über den zweiten Einlass (10) in den Sammelbehälter (62) einleitbar ist, wobei insbesondere das zweite Ventil (8) stromauf des zweiten Einlasses

(10) angeordnet ist.

5. Wärmeübertrager nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der mindestens eine erste Behälter (60a) und der mindestens eine zweite Behälter (60b) so oberhalb des Rohrbündels (5) angeordnet sind, dass durch ein Stellen der beiden Ventile (7, 8) die pro Fläche und Zeit auf das Rohrbündel (5) aufgegebene Menge der flüssigen Phase (F) des ersten Mediums (M) in einer radialen Richtung (R) des Rohrbündels (5) veränderbar ist. 5
6. Wärmeübertrager nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der mindestens eine erste Behälter (60a) und der mindestens eine zweite Behälter (60b) durch entsprechendes Stellen der Ventile (7, 8) zeitgleich jeweils mit variablen Massenströmen des ersten Mediums (M) beschickbar sind. 10
7. Wärmeübertrager nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der mindestens eine erste Behälter (60a) durch einen ersten Verteilarm (60) des Flüssigkeitsverteilers (6) gebildet ist, und dass der mindestens eine zweite Behälter (60b) durch einen zweiten Verteilarm (60) des Flüssigkeitsverteilers (6) gebildet ist. 15
8. Wärmeübertrager nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** der mindestens eine erste Behälter (60a) durch einen ersten Bereich (60a) eines Verteilarms (60) gebildet ist, und dass der mindestens eine zweite Behälter (60b) durch einen vom ersten Bereich (60a) getrennten zweiten Bereich (60b) des Verteilarms (60) gebildet ist. 20
9. Wärmeübertrager nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die beiden Bereiche (60a, 60b) in der radialen Richtung (R), entlang der sich der Verteilarm (60) erstreckt, nebeneinander verlaufen. 25
10. Wärmeübertrager nach Anspruch 8 oder 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die beiden Bereiche (60a, 60b) durch eine in der radialen Richtung (R) erstreckte Trennwand (60c) des Verteilarms (60) voneinander getrennt sind. 30
11. Wärmeübertrager nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die beiden Bereiche (60a, 60b) in der radialen Richtung (R), entlang der sich der Verteilarm (60) erstreckt, einander gegenüberliegen. 35
12. Wärmeübertrager nach Anspruch 8 oder 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die beiden Bereiche (60a, 60b) durch eine in einer Umfangsrichtung (U) des Kernrohres (4) erstreckte Trennwand (60c) von-

einander getrennt sind.

13. Wärmeübertrager nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine oder mehrere der Auslassöffnungen (600) des mindestens einen ersten Behälters (60a) in radialer Richtung des Rohrbündels (R) weiter außen liegen als die Auslassöffnungen (601) des mindestens einen zweiten Behälters (60b), oder dass eine oder mehrere der Auslassöffnungen (601) des mindestens einen zweiten Behälters (60b) in radialer Richtung des Rohrbündels (R) weiter außen liegen als die Auslassöffnungen (600) des mindestens einen ersten Behälters (60a). 40
14. Verfahren zur Durchführung einer indirekten Wärmeübertragung zwischen zumindest einem ersten fluiden Medium (M) und einem zweiten fluiden Medium (M') unter Verwendung eines Wärmeübertragers (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das zweite Medium (M') in das Rohrbündel (5) eingeleitet wird, und wobei ein erster Massenstrom des ersten Mediums (M) über den Ringkanal (61) in den mindestens einen ersten Behälter (60a) eingeleitet wird, und wobei ein zweiter Massenstrom des ersten Mediums (M) über den Sammelbehälter (62) in den mindestens einen zweiten Behälter (60b) eingeleitet wird, wobei die beiden Massenströme eingestellt werden, um die pro Fläche und Zeit über die Auslassöffnungen (600, 601) des mindestens einen ersten Behälters (60a) und des mindestens einen zweiten Behälters (60b) auf das Rohrbündel (5) aufgegebene Menge der flüssigen Phase (F) des ersten Mediums (M) in einer radialen Richtung (R) des Rohrbündels (5) zu verändern. 45

Fig. 1

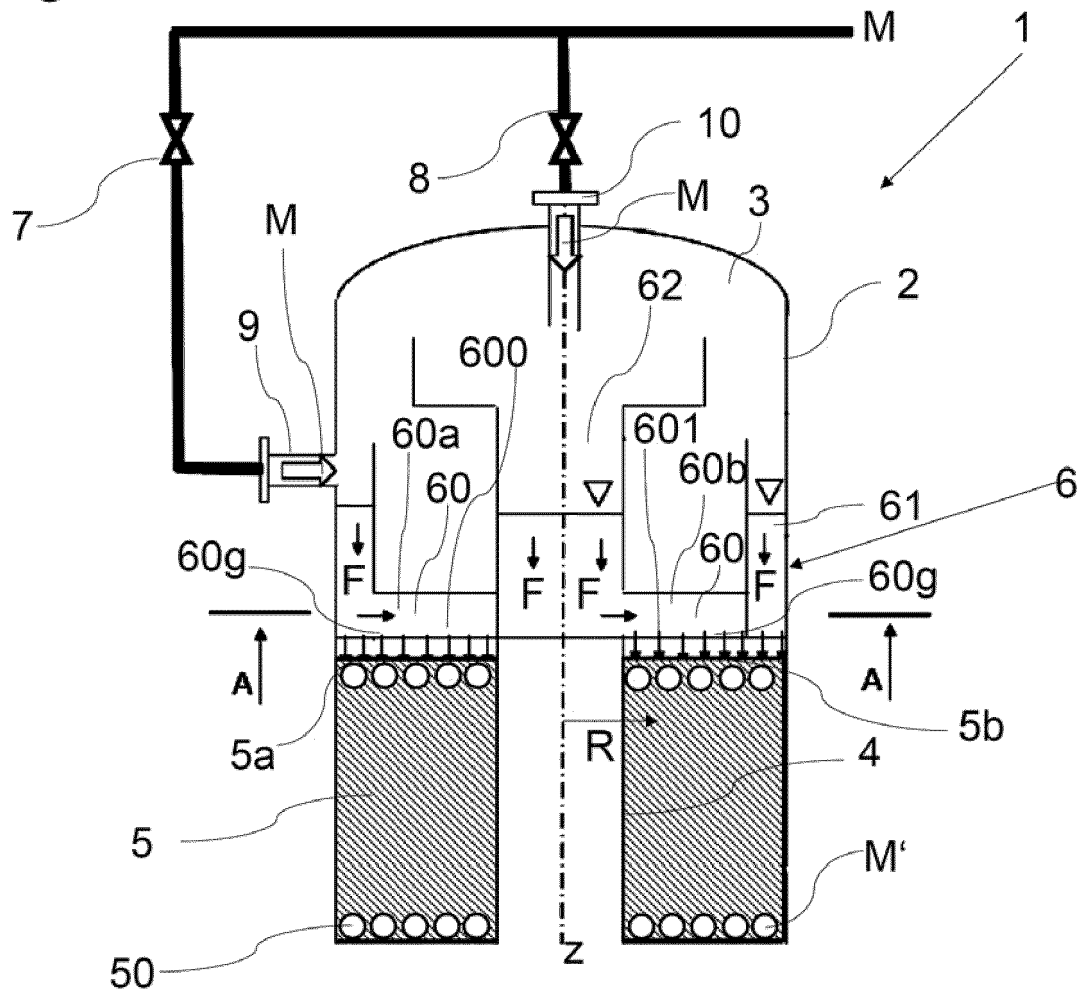


Fig. 2

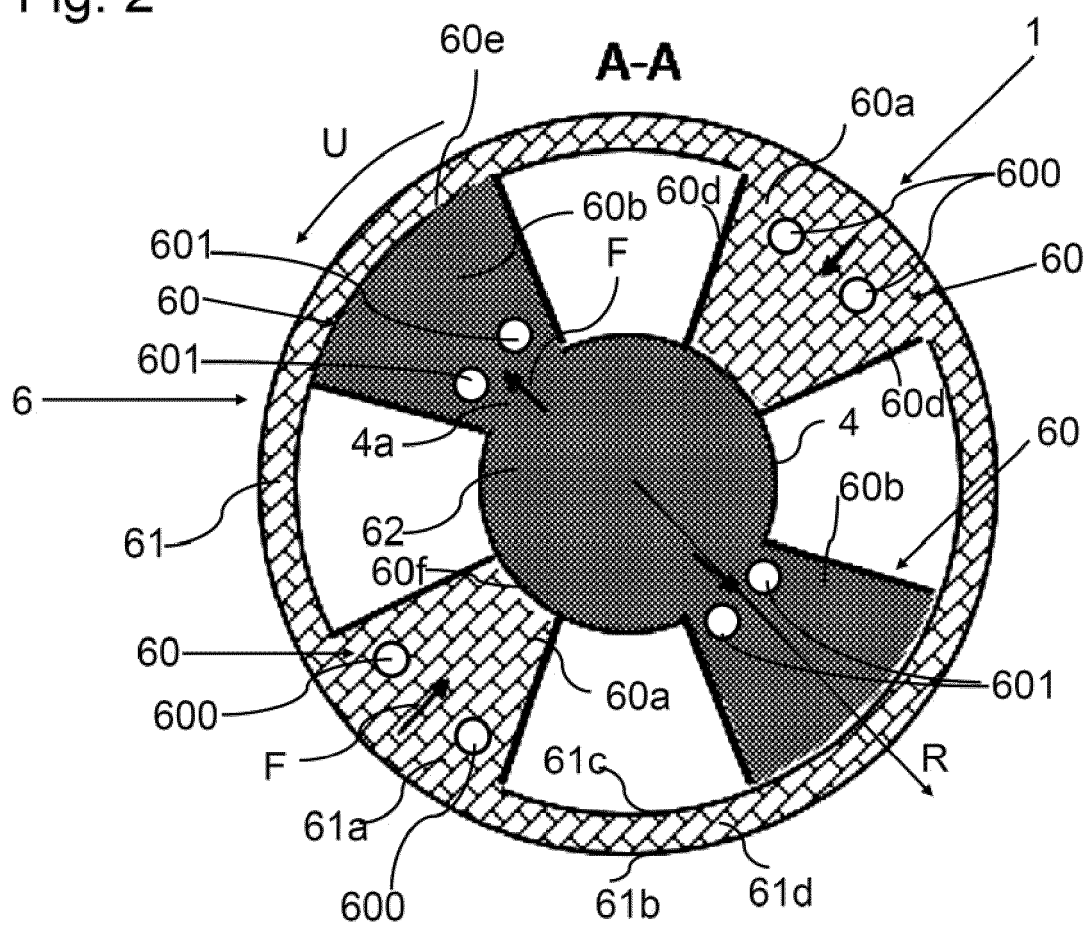


Fig. 3

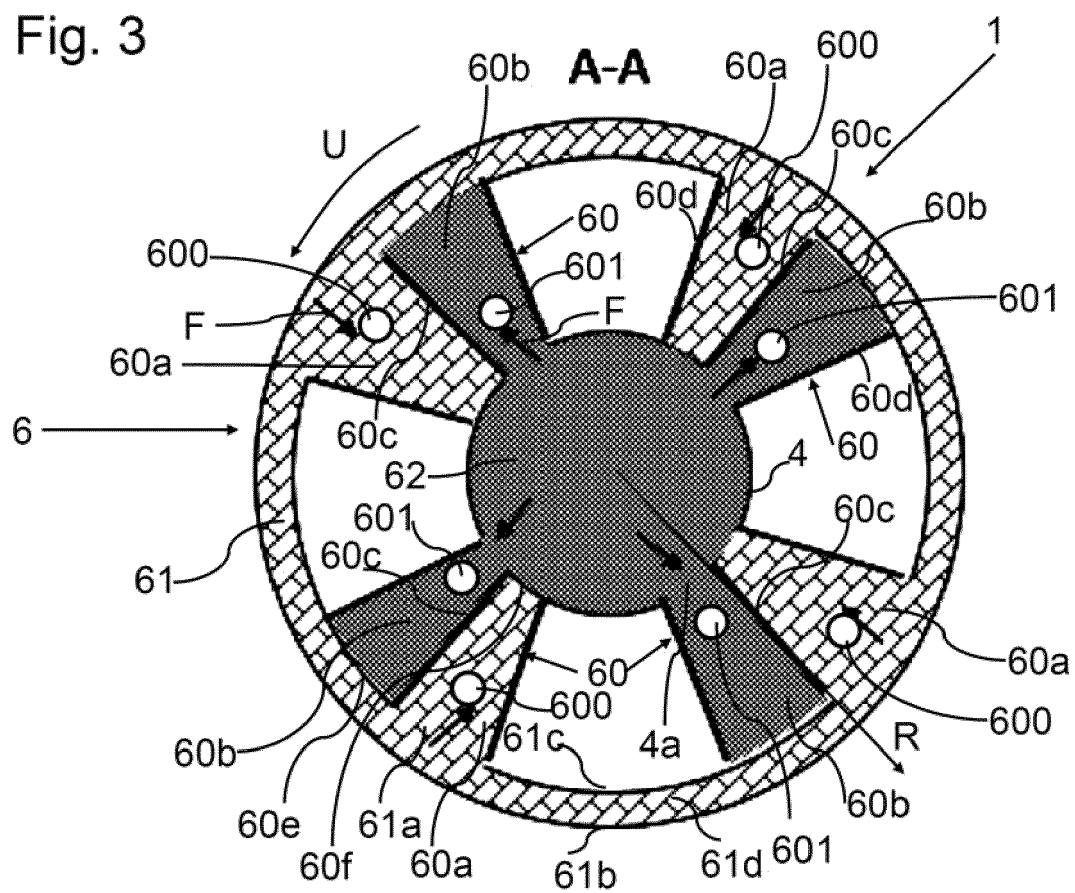
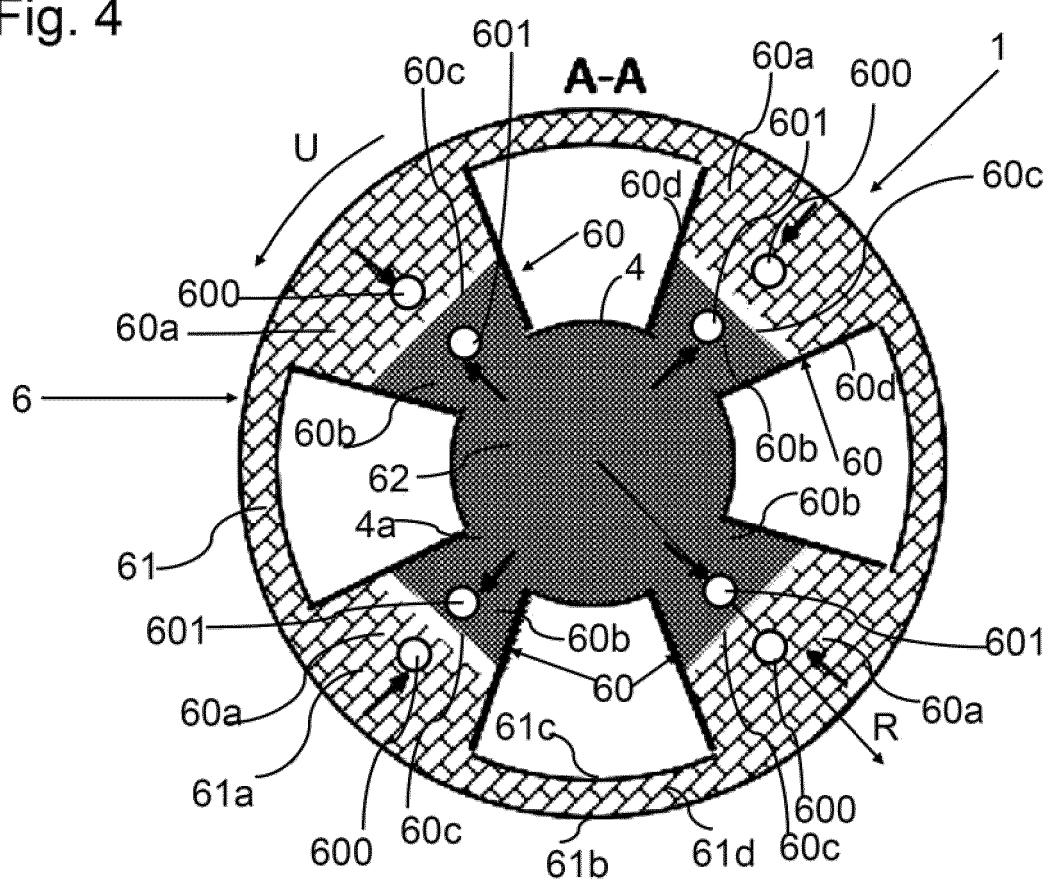


Fig. 4





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 20 02 0143

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
A	EP 3 367 034 A1 (LINDE AG [DE]) 29. August 2018 (2018-08-29) * das ganze Dokument *	1-14	INV. F28F9/02 F28F27/02 F28D7/02 F25J5/00 F28D3/04 F28F25/02 F28D21/00
A	EP 3 367 033 A1 (LINDE AG [DE]) 29. August 2018 (2018-08-29) * das ganze Dokument *	1-14	
A	EP 2 511 642 A2 (LINDE AG [DE]) 17. Oktober 2012 (2012-10-17) * das ganze Dokument *	1-14	
A	DE 10 2012 016500 A1 (LINDE AG [DE]) 22. August 2013 (2013-08-22) * das ganze Dokument *	1-14	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F28F F28D F25J
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 30. Juli 2020	Prüfer Bloch, Gregor
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 20 02 0143

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

30-07-2020

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EPO FORM P0461

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 3367034	A1	29-08-2018	CN 108507234 A 07-09-2018
			EP 3367034 A1 29-08-2018
			RU 2018106653 A 22-08-2019
			US 2018245856 A1 30-08-2018
EP 3367033	A1	29-08-2018	CN 108507394 A 07-09-2018
			EP 3367033 A1 29-08-2018
			RU 2018106651 A 22-08-2019
			US 2018245844 A1 30-08-2018
EP 2511642	A2	17-10-2012	AU 2012201798 A1 01-11-2012
			CN 102735098 A 17-10-2012
			EP 2511642 A2 17-10-2012
			RU 2012114798 A 20-10-2013
			US 2012261089 A1 18-10-2012
DE 102012016500	A1	22-08-2013	KEINE

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82