



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
26.05.2021 Patentblatt 2021/21

(51) Int Cl.:
F28D 7/02 (2006.01) F28F 1/12 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **20208451.3**

(22) Anmeldetag: **18.11.2020**

(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 KH MA MD TN

(71) Anmelder: **Schmöle GmbH**
58730 Fröndenberg (DE)

(72) Erfinder: **Leutloff, Stefan**
44534 Lünen (DE)

(74) Vertreter: **Roche, von Westernhagen & Ehresmann**
Patentanwaltskanzlei
Mäuerchen 16
42103 Wuppertal (DE)

(30) Priorität: **20.11.2019 DE 102019131323**

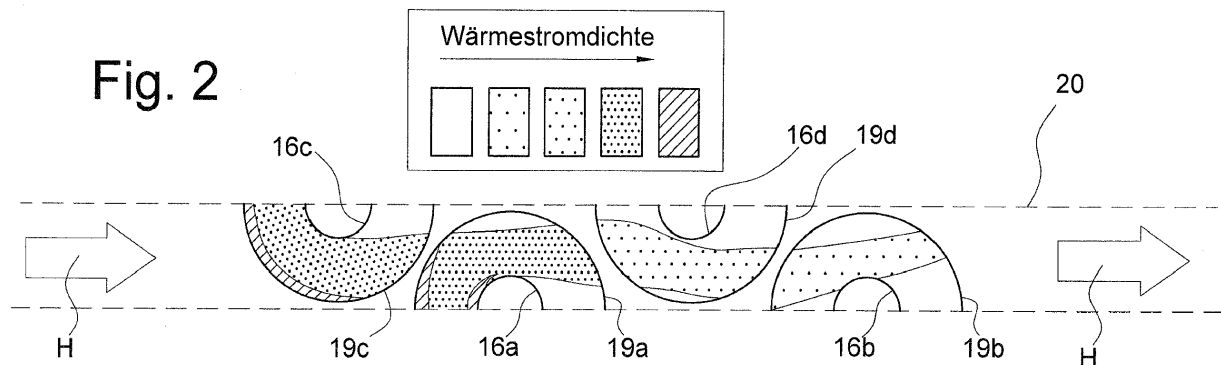
(54) **WÄRMETAUSCHER UND VERFAHREN ZU DESSEN HERSTELLUNG BEZIEHUNGSWEISE ENTWURF**

(57) Verfahren zur Herstellung oder zum Entwurf eines Wärmetauschers mit mehreren nebeneinander, insbesondere parallel zueinander, angeordneten, berippten Rohrabschnitten, gekennzeichnet durch die folgenden Schritte:

- Erlangen beziehungsweise Erstellen von Informationen

zum Wärmetauschverhalten der Rohrabschnitte auf Basis einer vorgegebenen oder gewählten Rohrabschnittsanordnung, vorzugsweise durch die Durchführung einer Simulation,

- Auswahl unterschiedlicher Rippen für die Rohrabschnitte, basierend auf besagten Informationen.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft gemäß einem ersten Aspekt ein Verfahren zur Herstellung oder zum Entwurf eines Wärmetauschers.

[0002] Ein Wärmetauscher ist ein Apparat, der thermische Energie von einem Stoffstrom auf einen anderen überträgt. Bei den Stoffen handelt es sich dabei üblicherweise um Fluide, also um Flüssigkeiten oder Gase. Typischerweise ist einer der Stoffe eine Flüssigkeit (zum Beispiel Wasser), der andere ein Gas (meist Luft).

[0003] Für eine gute Effizienz muss das Bauteil, das die Stoffe trennt, eine gute Wärmeleitfähigkeit und insbesondere eine große Oberfläche aufweisen. Das Bauteil wird in der Regel von Rohrabschnitten bereitgestellt, in welchen einer der Stoffe, typischerweise eine Flüssigkeit, geführt wird.

[0004] Um die Oberfläche, beziehungsweise die Wärmeleitfähigkeit, des Rohrabschnittes zu erhöhen, ist es aus dem Stand der Technik weiterhin bekannt, das Rohr zu berippen, beziehungsweise mit umlaufenden Rippen zu versehen, was zu einer verbesserten Energieübertragung führt.

[0005] Ein typischer Wärmetauscher weist Spiralrippenrohrabschnitte auf, welche zu kompakten Wärmetauschern gebündelt werden. Spiralrippenrohre sind dabei dünnwandige, metallische Rohre, welche spiralförmige oder wendelartige Rippen besitzen, um die Oberfläche zu vergrößern. Die Dichte an Rippen wird auch "Rippensteigung" genannt und beeinflusst wesentlich die thermischen Eigenschaften.

[0006] Da die Einbaumgebungen von Wärmetauschern hinsichtlich ihrer Bedingungen variieren, ist es, je nach Anwendungsfall, ferner bekannt, Rippenrohre einer vorgegebenen Steigung zu Wärmetauschern zusammenzufassen. Je nach Anforderung kann für die Rohrabschnitte eine (gemeinsame) Rippensteigung gewählt werden. Auch kann - je nach Einsatzfall - die Rippenhöhe gemeinsam für alle Rippenrohrabschnitte angepasst werden.

[0007] Besagte Wärmetauscher des Standes der Technik funktionieren meist hinreichend gut. Jedoch besteht ein steter Drang, die Effizienz und auch die Herstellungskosten eines derartigen Wärmetauschers zu optimieren.

[0008] Die Erfindung löst diese Aufgabe gemäß dem ersten Aspekt mit den Merkmalen des Patentanspruches 1, insbesondere mit den des Kennzeichenteils, und ist demnach durch folgende Schritte gekennzeichnet:

- Erlangen beziehungsweise Erstellen von Informationen zum Wärmetauschverhalten der Rohrabschnitte auf Basis einer vorgegebenen oder gewählten Rohrabschnittsanordnung (vorzugsweise durch die Durchführung einer Simulation),
- Auswahl unterschiedlicher Rippen für die Rohrabschnitte, basierend auf besagten Informationen.

[0009] Mit anderen Worten besteht die Idee der Erfindung darin, zur Herstellung des Wärmetauschers unterschiedlich berippte Rohrabschnitte zu verwenden. Die Abschnitte können beispielsweise eine unterschiedliche Rippensteigung aufweisen.

[0010] Alternativ oder zusätzlich können die Rippen der Rohrabschnitte jeweils eine andere Höhe aufweisen.

[0011] Weiter alternativ oder zusätzlich können die Rohrabschnitte Rippen eines unterschiedlichen Materials aufweisen.

[0012] Die Auswahl vorgenannter oder anderer Parameter erfolgt dabei erfindungsgemäß auf Basis von Informationen, welche der Entwerfer oder Hersteller über das Wärmetauschverhalten der Rohrabschnitte (insbesondere im Bereich der Rippen) in Abhängigkeit ihrer Anordnung im Wärmetauscher erlangt hat:

Beispielsweise können Rohrabschnitte, welche nach besagten Informationen (zum Beispiel aufgrund ihrer Anordnung) ein besonders gutes Wärmetauschverhalten aufweisen, besonders eng berippt sein und/oder mit besonders hohen Rippen versehen sein, weil es sich bei diesen Rohrabschnitten besonders lohnt.

[0013] Rohrabschnitte, welche laut besagter Information (zum Beispiel aufgrund ihrer Anordnung) ein besonders schlechtes Wärmetauschverhalten aufweisen, können beispielsweise eine niedrigere Rippendichte und/oder Rippenhöhe (im Extremfall sogar gar keine Rippen) aufweisen, weil es sich möglicherweise nicht lohnt, für besagten Rippenrohrabschnitt kostspieliges Rippenmaterial "zu verschwenden".

[0014] Natürlich sind aber auch genau gegenteilige Berippungssituationen vorstellbar: So könnte es sein, dass Rohrabschnitte, welche ohnehin schon ein gutes Wärmetauschverhalten aufweisen mit weniger Rippenmaterial versehen werden, als diejenigen, welche laut den erlangten oder erstellten Informationen ein schlechtes Wärmetauschverhalten aufweisen. Dies gilt beispielsweise für den Fall, dass man im Vergleich der Rohrabschnitte ein besonders gleichmäßiges Wärmetauschverhalten erzielen will (mit anderen Worten die in den Rohren transportierten Fluide gleichmäßig temperiert werden sollen).

[0015] In diesem Sinne sollen also zumindest zwei der Rohrabschnitte im Vergleich zueinander unterschiedliche Rippen aufweisen. Insbesondere können aber auch sämtliche Rohrabschnitte unterschiedliche Rippen aufweisen. Es ist, je nach Zielvorgabe und vorliegenden Informationen, aber auch möglich, dass ein Rohrabschnitt überhaupt nicht mit Rippen versehen wird (beispielsweise für den Fall, dass sich dies nicht lohnt).

[0016] Die Berücksichtigung der Informationen bei der Auswahl der unterschiedlichen Rippen kann auf diese Weise einerseits zu einem verbesserten Temperaturübertragungsergebnis führen (beispielsweise indem Rohrabschnitte aufgrund ihrer Anordnung mit einer besonders hohen oder niedrigen Rippensteigung oder mit besonders hohen oder flachen Rippen versehen werden), und andererseits kann auch eine Kostenoptimie-

rung dahingehend erfolgen, dass das Rippenmaterial nur da eingesetzt wird, wo es effektiv wirken kann (hingegen bei anderen Rohrabschnitten das kostspieligere Rippenmaterial minimiert wird).

[0017] Die Auswahl der unterschiedlichen Rippen erfolgt dabei auf Basis von Informationen, welche typischerweise in einem vorherigen Verfahrensschritt erlangt oder erstellt werden.

[0018] Diese Informationen berücksichtigen vorzugsweise die Rohrabschnittsanordnung (im Wärmetauscher). Die Rohrabschnittsanordnung betrifft dabei also insbesondere die Anordnung der Rohrabschnitte zueinander beziehungsweise untereinander.

[0019] Vorteilhafterweise kann insbesondere die Strömungsrichtung des außerhalb der Rohrabschnitte strömenden Fluids berücksichtigt werden.

[0020] In manchen Einsatzfällen ist die Anordnung der Rohrabschnitte bauraum- oder kundenwunschbedingt vorgegeben. In anderen Fällen kann eine Standardrohrabschnittsanordnung gewählt werden oder eine beliebige, auch optimierte, Anordnung getroffen werden. Diese Anordnung liegt dabei dann typischerweise den Informationen zum Wärmetauschverhalten zugrunde, beziehungsweise beeinflusst diese wesentlich.

[0021] Entsprechende Informationen können hierbei durch die Durchführung von Simulationen (insbesondere computergestützt) oder alternativ oder zusätzlich auch durch die Durchführung von Versuchen (an realen Versuchsanordnungen) erlangt werden.

[0022] Auch ist das Erstellen von Informationen lediglich auf Basis von Annahmen oder Erfahrungswerten von der Erfindung umfasst.

[0023] Die erlangten oder erstellten Informationen betreffen also das Wärmetauschverhalten der Rohrabschnitte, wobei insbesondere Rohrabschnitte bestimmt werden können, welche bei der vorgegebenen beziehungsweise gewählten Anordnung ein besseres Wärmetauschverhalten beziehungsweise eine bessere Wärmeübertragung zwischen den beiden Stoffen beziehungsweise Fluiden ermöglichen oder aufweisen.

[0024] Weist ein Rohrabschnitt aufgrund seiner Anordnung beispielsweise ein relativ schlechtes Wärmetauschverhalten auf (zum Beispiel weil es in Strömungsrichtung des Außenfluides nachfolgend angeordnet ist), kann dies bei der Auswahl der Rippen dieses Rohrabschnittes (wie oben beschrieben) berücksichtigt werden.

[0025] Zur Erlangung der Informationen hat es sich als besonders vorteilhaft herausgestellt, wenn hierfür computergestützte Simulationen durchgeführt werden. Beispielsweise kann ein Computerprogramm oder eine App genutzt werden. In diesem Programm können dann beispielsweise die vorgegebenen Rohrabschnittspositionen hinterlegt oder eingepflegt werden, und anhand von Annahmen zur Strömungsrichtung des Außenmediums (also des Fluides, welches sich außerhalb der Rohrabschnitte befindet und gerade nicht in diesen geleitet wird) können dann Erkenntnisse über das Wärmetauschverhalten der unterschiedlichen Rippenrohrabschnitte ge-

wonnen werden.

[0026] Insbesondere kann bei der Simulation zunächst von einer vorgegebenen Rippenhöhe ausgegangen werden. Hier kann, nach Ergebnis der Simulation, die Rippenhöhe anschließend angepasst werden.

[0027] Ein derartiges Programm kann das Ergebnis einer Simulation insbesondere graphisch anzeigen, vorzugsweise farblich kodiert. Insbesondere kann die Anzeige Daten über das simulierte oder errechnete Wärmetauschverhalten im Bereich der Rippenrohrabschnitte anzeigen, insbesondere den Wärmestrom betreffend (es können also beispielsweise Werte die Wärmestromdichte betreffend farblich angepasst dargestellt werden).

[0028] Besonders vorteilhafterweise kann vorgesehen sein, dass eine derartige computergestützte Simulation mit Messdaten eines realen Versuchs abgeglichen wird, mithin das Programm mit diesen Daten kalibriert oder geeicht wird.

[0029] In diesem Sinne könnte also vorgesehen werden, dass in einem vorangehenden Verfahrensschritt reale Messungen erfolgen und in einem weiteren Verfahrensschritt diese Messungen bei der Konfigurierung eines Computerprogrammes berücksichtigt werden (wobei dann anschließend eine computergestützte Simulation erfolgen kann). Dies hat insbesondere den Vorteil, dass für geänderte oder zukünftige Versuchsanordnungen nicht jeweils eine realer Versuch durchzuführen ist. Vielmehr kann dann auf das computergestützte Programm zurückgegriffen werden.

[0030] Das erfindungsgemäße Verfahren betrifft dabei insbesondere die Herstellung eines Wärmetauschers in dem Sinne, dass grundsätzlich auch ein Verfahrensschritt vorgesehen werden könnte, bei welchem die unterschiedlich berippten Rohrabschnitte zu einem Wärmetauscher zusammengefasst oder in einem Wärmetauschergehäuse untergebracht beziehungsweise verbaut werden oder ähnliches.

[0031] Alternativ wird das erfindungsgemäße Verfahren nur zum Entwurf beziehungsweise zum Design eines Wärmetauschers genutzt, beispielsweise für den Fall, dass ein Nutzer lediglich Daten über die zu wählende Anordnung (beziehungsweise die zu nutzenden Rippen) für einen konkreten Anwendungsfall ermitteln möchte (dieser den Wärmetauscher aber nicht selber herstellt, sondern die erstellten Daten über das Design des Wärmetauschers beziehungsweise den Entwurf des Wärmetauschers lediglich - intern oder extern - weitergibt).

[0032] Ein erfindungsgemäßer Wärmetauscher weist dabei mindestens zwei (unterschiedlich) berippte Rohrabschnitte auf. Natürlich kann der Wärmetauscher auch mehr Rohrabschnitte als zwei (beispielsweise vier, sechs, acht oder auch mehr Rohrabschnitte) aufweisen. Jedenfalls zwei von diesen müssen sich aber hinsichtlich ihrer Berippung unterscheiden.

[0033] Die Rippenrohrabschnitte sind im Wärmetauscher nebeneinander angeordnet, das heißt also im Wesentlichen einander zugeordnet. Erst in diesem Fall macht die Erlangung von Informationen, beispielsweise

im Rahmen einer Simulation, Sinn.

[0034] Vorzugsweise sind die berippten Rohrabschnitte dabei parallel zueinander angeordnet. Dies ist die typische Konfiguration eines Rohrbündels in einem Wärmetauscher und erleichtert auch das Erlangen beziehungsweise Erstellen von Informationen, beispielsweise im Rahmen einer Simulation.

[0035] Die berippten Rohrabschnitte können dabei völlig separaten Rippenrohren zugeordnet sein: So kann ein Wärmetauscher beispielsweise mehrere Rohrabschnitte aufweisen, welche - jedenfalls innerhalb des Wärmetauschergehäuses - nicht miteinander verbunden sind.

[0036] Aus ökonomischen Gründen macht es aber Sinn, dass besagte Rohrabschnitte des Wärmetauschers (jedenfalls außerhalb eines Gehäuses) zusammengeführt sind, beispielsweise um einen gemeinsamen Zulauf oder Ablauf des in ihnen geführten Stoffes zu ermöglichen.

[0037] Grundsätzlich sind von der Erfindung aber auch Rohrabschnitte umfasst, welche tatsächlich zu demselben Rippenrohr gehören: So können selbst gerade, parallele Rohrabschnitte beispielsweise von einem mäanderförmigen Gesamtrippenrohr bereitgestellt werden: In diesem Fall sind die einzelnen Rippenrohrabschnitte gerade und parallel zueinander angeordnet. Diese sind aber alle Teil desselben Gesamtrippenrohres. Von derartigen Gesamtrippenrohren können in einem Wärmetauscher natürlich auch mehrere vorgesehen sein.

[0038] Auch ein beispielsweise wendelförmiges Gesamtrippenrohr ist vorstellbar. Einzelne Windungen (oder Windungsabschnitte) können hierbei die Rohrabschnitte darstellen, welche nebeneinander (und insbesondere im Wesentlichen parallel zueinander) verlaufen.

[0039] Gemäß der bevorzugten Ausführungsform der Erfindung sind die Rohrabschnitte aber im Wesentlichen gerade ausgeführt (ihre Hauptstreckungsrichtung erstreckt sich also entlang einer Geraden).

[0040] Die Rohrabschnitte können insbesondere versetzt zueinander oder fluchtend zueinander angeordnet sein.

[0041] Die Grundkörper der Rohrabschnitte bestehen typischerweise aus Kupfer (oder einem anderen, geeigneten Metall, insbesondere Edelstahl). Die Rippen können dann beispielsweise aus demselben Material (also auch Kupfer) oder einem anderen, geeigneten Material, insbesondere Edelstahl, bestehen (auch Aluminium ist als Bandmaterial verwendbar).

[0042] Vorteilhafterweise werden die Rippen eines Rohrabschnittes von mehr als einem Band bereitgestellt (insbesondere von zwei Bändern oder mehr). Auf diese Weise kann ein Rippenrohrabschnitt bei einem vorgegebenen Abstand zweier benachbarter Rippen viel schneller fertiggestellt werden. Andererseits können die Bänder bei gleichem Zeitaufwand eine höhere Steigung aufweisen (bei zwei Bändern beispielsweise doppelt so hoch wie bei dem Verfahren des Standes der Technik, bei welchem lediglich ein Band am Rippenrohr angeordnet

wird).

[0043] Die Bänder, welche die Rippen bereitstellen, werden an den Rohrgrundkörpern typischerweise mithilfe (mindestens) eines Lasers verschweißt.

[0044] Der Rohrgrundkörper eines Rohrabschnittes wird typischerweise von einem außen glatten Rundrohr bereitgestellt, welches in Form einer Geraden oder stangenartig vorliegt, und welches dann weiterbearbeitet, insbesondere berippt wird. Das Berippungsband wird dann am Rohrgrundkörper, üblicherweise mithilfe eines Lasers, typischerweise in einer Wendelform, angebracht.

[0045] Gemäß einer besonders vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass die Rippen der Rohrabschnitte im Vergleich zueinander eine unterschiedliche Höhe aufweisen. In diesem Sinne weist mindestens ein Rohrabschnitt eine andere Rippenhöhe auf als ein anderer Rohrabschnitt. Die Rippenhöhe entspricht dabei also im Wesentlichen der Breite des Bandes, welches zur Erstellung der Rippen genutzt wird.

[0046] Hierbei ist grundsätzlich davon auszugehen, dass sich das Wärmetauscherverhalten des entsprechenden Rohrabschnittes verbessert, je höher die Rippe ausgebildet ist. Allerdings gibt es in der Praxis maximale Höhen, welche aus Stabilitätsgründen nicht überschritten werden sollten.

[0047] Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist es zusätzlich oder alternativ vorteilhaft, dass die Rippen der Rohrabschnitte aus einem unterschiedlichen Material bestehen. In diesem Sinne kann ein erster Rohrabschnitt vorgesehen werden, welcher eine Rippe aus einem ersten Material aufweist und ein zweiter Rohrabschnitt, welcher eine Rippe aus einem anderen Material aufweist.

[0048] Bei den Rippenmaterialien kann es sich, wie bereits angedeutet, beispielsweise um Edelstahl oder Kupfer oder Titanium oder Aluminium oder ähnliche Materialien handeln.

[0049] Bei den unterschiedlichen Materialien kann es sich vorteilhafterweise um ein rostfreies Material handeln und um ein nicht-rostfreies Material. In diesem Sinne können durch einen Materialwechsel Wärmetauscher hergestellt werden, welche nur für die Bereiche großer Feuchtigkeit mit rostfreien (teureren) Rippen bestückt sind. Auf diese Weise können insbesondere teure Legierungen eingespart werden.

[0050] Grundsätzlich ist es aber auch möglich, dass ein einzelner Rohrabschnitt Bänder aus unterschiedlichen Materialien aufweist, sodass die Rippen dieses Rohrabschnittes beispielsweise aus einem ersten und einem zweiten Material bestehen. In diesem Sinne würde ein anderer Rohrabschnitt, welcher Rippen lediglich eines dieser Materialien (oder eines anderen Materials) aufweist, also im Sinne der Erfindung ein Rohrabschnitt mit Rippen aus einem unterschiedlichen oder anderen Material darstellen.

[0051] Besonders vorteilhaft ist eine erfindungsgemäße Ausgestaltung, bei welcher die Rippen der Rohrab-

schnitte im Vergleich zueinander eine unterschiedliche Steigung aufweisen. In diesem Sinne ist mindestens ein Rohrabschnitt mit einer ersten Steigung vorgesehen, und ein anderer oder zweiter Rohrabschnitt mit einer anderen Steigung.

[0052] Die Steigung gibt hierbei die Anzahl von Rippen pro Längeneinheit (beispielsweise Zoll) an. Je höher die Steigung, desto enger stehen die Rippen zusammen und desto mehr Rippenmaterial wird eingesetzt.

[0053] Typischerweise wird daher beispielsweise eine höhere Steigung bei den Rohrabschnitten eingesetzt, welche gemäß den erlangten beziehungsweise erstellten Informationen (aufgrund ihrer Anordnung) ein besseres Wärmetauschverhalten aufweisen, da sich der Einsatz des Rippenmaterials hier mehr lohnt beziehungsweise effizienter ist.

[0054] Gemäß einer besonders vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung stammen die Rohrabschnitte von demselben Rohr (ab). Insbesondere wurden sie von diesem Urrohr abgeschnitten. Dies bedeutet, dass mindestens zwei Rohrabschnitte vor einem Trennvorgang noch gemeinsam einem Rohr angehörten. Nach dem Trennvorgang, beispielsweise nach einem Abschneiden oder Durchschneiden oder ähnlichem, werden die Rohrabschnitte dann gesondert im Wärmetauscher als (separate) Rohrabschnitte verwendet.

[0055] Vorzugweise ist das Rohr, von welchem die mindestens zwei Rohrabschnitte stammen, bereits berippt, bevor es zu einem Trennvorgang kommt. Dies erleichtert die Herstellbarkeit.

[0056] Besonders vorteilhafterweise ist vorgesehen, dass das Rohr variierend berippt ist, insbesondere graduell variierend. Dies ermöglicht eine besonders leichte und ökonomische Herstellbarkeit, da auf diese Weise Rohrabschnitte von einem Rohr stammen beziehungsweise abgetrennt sein können, welche eine unterschiedliche Steigung zueinander aufweisen. Hierbei wird der Herstellungsvorgang denkbar einfach gehalten, da tatsächlich lediglich ein Rohr verwendet wird.

[0057] Das Urrohr kann hierbei seiner Längserstreckung nach insbesondere gerade oder als Gerade ausgebildet sein. Die abgetrennten Rohrabschnitte weisen dann ihrer Längserstreckung nach ebenfalls eine gerade Form auf.

[0058] Beispielsweise kann auf diese Weise also ein (gerades) Rohr von einigen Metern Länge am Stück berippt werden (vorzugsweise variierend berippt). Ein erster Bereich des berippten Rohres kann dabei eine erste Steigung aufweisen, ein zweiter Bereich eine zweite Steigung (gegebenenfalls ein dritter Bereich eine dritte Steigung usw.). Anschließend kann dann ein Trennvorgang erfolgen, der den ersten Bereich von dem Zweiten (und gegebenenfalls den Zweiten von dem Dritten usw.) abtrennt. Beispielsweise kann das Rohr also abgeschnitten werden. Bei einer graduellen Variation der Steigung macht es natürlich Sinn, dass danach jeder Rohrabschnitt für sich eine konstante Steigung aufweist, wobei die Steigung der Rohrabschnitte im Vergleich zueinander

der variiert.

[0059] Eine derartige variierende Rippensteigung des Urrohrkörpers kann hierbei insbesondere dadurch erreicht werden, dass eine von der Anmelderin entwickelte variable Bandführung eingesetzt wird, welche den Anstellwinkel des Bandes oder der Bänder während des Verschweiß-Vorgangs variieren kann.

[0060] Unabhängig von der Art der Berippung kann das Urrohr vorzugsweise gleichmäßig oder in gleich lange Stücke getrennt, insbesondere geschnitten, werden. Dies ermöglicht die Herstellung eines Bündels gleich langer Rohrabschnitte.

[0061] Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass mindestens ein Rohrabschnitt basierend auf den genannten Informationen gar nicht berippt wird. Mit anderen Worten kann auf Basis der erlangten beziehungsweise der erstellten Informationen entschieden werden, dass es gar keinen Sinn macht, einen bestimmten Rohrabschnitt zu berippen, beispielsweise da dieser überhaupt gar kein nennenswertes Wärmetauschverhalten aufweist oder ähnliches. Auf diese Weise kann besonders viel Rippenbandmaterial eingespart werden.

[0062] Gemäß einer besonders vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung bestehen die Rippen mindestens eines Rohrabschnittes aus mindestens zwei Bändern. Bänder werden typischerweise zur Herstellung von Rippen an Rohrgrundkörpern verschweißt. Die Breite des Bandes gibt dabei beispielsweise die Höhe der Rippe vor.

[0063] Erfindungsgemäß ist nun gemäß dieser Ausgestaltung vorgesehen, dass die Rippen eines Rohrabschnittes von mindestens zwei Bändern bereitgestellt werden, welche typischerweise separat ausgebildet sind (das heißt in diesem Fall insbesondere, dass diese parallel zueinander, vorzugsweise wendelförmig, verlaufen). Mit anderen Worten werden die einer Seite des Rohrabschnittes zugeordneten Rippen immer abwechselnd von jeweils einem der Bänder bereitgestellt.

[0064] Diese Ausführungsform weist insbesondere den Vorteil auf, dass hierdurch eine variierende Rippensteigung zur Berippung des Urrohres (aus welchem die Rohrabschnitte herauschneidbar sind) erleichtert wird. In der Praxis ist es nämlich schwierig, eine variierende, insbesondere eine graduell variierende, Rippensteigung an einem Rohr zu bewerkstelligen, wenn lediglich ein Band genutzt wird. Diese Ausführungsform ermöglicht somit eine wesentlich zuverlässigere Steuerung des Rippenbefestigungsprozesses, wodurch im Endeffekt auch variierende Rippensteigungen zuverlässig ermöglicht werden.

[0065] Auf diese Weise kann - wie oben beschrieben - beispielsweise ein beripptes Urrohr hergestellt werden, welches dann durch einen Trennvorgang in mehrere Rohrabschnitte aufgeteilt wird, die dann wiederum in dem Wärmetauscher verbaubar sind, derart dass die einzelnen Rohrabschnitte tatsächlich auch unterschiedliche Steigungen im Vergleich zueinander aufweisen.

[0066] Vorzugsweise können die Informationen zum Wärmetauschverhalten der Rohrabschnitte durch eine computergestützte Simulation erlangt werden. Hierzu kann beispielsweise ein Computerprogramm benutzt werden, beispielsweise ein Computerprogramm, welches auf einem herkömmlichen PC, einem Notebook, Tablet, Handy oder ähnlichem ausführbar ist. In diesem Programm können vorzugsweise Rohrabschnitte nach bestimmten Vorgaben angeordnet werden, und auf Basis dieser Anordnung kann das Wärmetauschverhalten dieser Rohrabschnitte unter Berücksichtigung des Strömungsverhaltens des außerhalb der Rohrabschnitte strömenden Fluids berechnet werden.

[0067] Hierbei kann die Simulation natürlich beliebige Parameter, welche für die Simulation sinnvoll gewählt werden können, berücksichtigen, wie beispielsweise die Art des strömenden Mediums, die Strömungsrichtung, Kondensationseffekte und/oder eine vorgebbare Rippenhöhe.

[0068] Vorteilhafterweise kann eine derartige Simulation als Tool oder App oder ähnliches in einem CAD-Programm angeboten, eingebettet oder ausgeführt werden. Dies weist den Vorteil auf, dass der Konstrukteur, welcher das CAD-Programm bedient, die über diese Simulation erhaltenen Informationen direkt nutzen kann, um unterschiedliche Rippen für unterschiedliche Rohrabschnitte festzulegen und direkt im CAD-Programm anzugeben, abzuspeichern oder zu berücksichtigen. Mit anderen Worten findet eine Integration des Simulationstools in ein Konstruktionsprogramm statt. Beispielsweise werden die Ergebnisse der Simulation dem CAD-Programm-Nutzer direkt angezeigt, insbesondere farblich kodiert, um das errechnete/erwartete Wärmetauschverhalten der Rohrabschnitte zu verdeutlichen.

[0069] Besonders vorteilhafterweise kann ein derartiges computergestütztes Programm werkseitig oder nutzerseitig durch die Berücksichtigung von realen Messdaten kalibriert, angepasst oder konfiguriert werden. So kann eine Messung in einem tatsächlichen Windkanal oder ähnlichem stattfinden, und diese realen Ergebnisse können dann berücksichtigt werden, um die computergestützte Simulation abzugleichen, zu korrigieren oder zu kalibrieren.

[0070] Bei einem derartigen Versuch können beispielsweise Daten wie Druckverlust des Mediums beim Durchströmen des Rippenrohrbündels (mittels Schrägrohrmanometer) und/oder die Kondensat-Menge (mittels geeichtem Messgefäß und Stoppuhr) und/oder der Dampfdruck (mittels Urrohrmanometer) und/oder Luftein- und austritts, Dampf- und Kondensat-Temperaturen (mit Thermoelementen) gemessen und dann bei einer Simulation berücksichtigt werden.

[0071] Weiterhin wird die der Erfindung zugrundeliegende Aufgabe durch einen Wärmetauscher gemäß Patentanspruch 10 gelöst, welcher demnach die Besonderheit aufweist, dass die Rippenrohrabschnitte unterschiedlich berippt sind.

[0072] In diesem Sinne weist der Wärmetauscher also

Rippenrohrabschnitte auf, welche mit unterschiedlichen Rippen versehen sind. Beispielsweise kann sich die Rippenhöhe unterscheiden und/oder die Steigung der Rippen und/oder das Material der Rippen. Der Wärmetauscher kann zusätzlich zu den Rippenrohrabschnitten insbesondere auch ein Gehäuse oder ähnliches aufweisen, beziehungsweise entsprechende Anschlüsse für die Rippenrohrabschnitte und/oder für den innerhalb der Rippenrohre geleiteten Stoff.

[0073] An dieser Stelle sei angemerkt, dass sämtliche im Zusammenhang mit den oben beschriebenen Verfahren erläuterten Vorteile und Unteransprüche beziehungsweise besonderen Ausbildungen selbstverständlich auch auf den auf einen Wärmetauscher gerichteten unabhängigen Anspruch übertragbar sind.

[0074] Lediglich exemplarisch soll in diesem Sinne darauf hingewiesen werden, dass hiermit auch Wärmetauscher als offenbart gelten sollen, bei welchen die Rohrabschnitte im Vergleich zueinander eine unterschiedliche Steigung und/oder eine unterschiedliche Höhe und/oder ein unterschiedliches Material aufweisen. Die Rohrabschnitte können dabei zum selben Rohr gehören oder vom selben Rohr abstammen. Unabhängig davon können sie - jedenfalls innerhalb des Gehäuses - separat ausgebildet sein. Sie können beispielsweise außerhalb des Gehäuses (oder innerhalb) dann zusammengeführt sein, für einen gemeinsamen Anschluss oder Ablauf oder ähnliches. Diese Aufzählung ist explizit aber nicht abschließend zu verstehen.

[0075] Weitere Vorteile der Erfindung ergeben sich aus den gegebenenfalls nicht zitierten Unteransprüchen, sowie aus der nun folgenden Figurenbeschreibung.

[0076] Darin zeigen in den Figuren:

Fig. 1a in einer sehr schematischen, teilgeschnittenen Seitenansicht einen Wärmetauscher mit einem in einem Gehäuse angeordneten Rippenrohrabschnittsbündel, wobei der Übersichtlichkeit halber lediglich zwei der Rippenrohrabschnitte (mit unterschiedlicher Rippensteigung) dargestellt sind,

Fig. 1b eine sehr schematische Aufsicht auf einen Schnitt durch die in Fig. 1a dargestellte Vorrichtung, etwa gemäß den Ansichtspfeilen Ib in Fig. 1a, wobei die Rippenhöhe aller Rippenrohrabschnitte identisch ist,

Fig. 2 eine sehr schematische Ansicht des Ergebnisses einer Simulation des Wärmetauschverhaltens von vier exemplarischen Rippenrohrabschnitten in einer Aufsichtsdarstellung, etwa gemäß Fig. 1b, samt Legende,

Fig. 3 in einer Ansicht, etwa gemäß Fig. 1b, ein anderes Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Wärmetauschers mit unterschiedlich hohen Rippen,

- Fig. 4 eine sehr schematische Seitenansicht eines berippten Urrohres zur Herstellung von vier separaten Rippenrohrabschnitten,
- Fig. 5 in einer sehr schematischen Darstellung vier Rohrabschnitte, welche einem gemeinsamen Rippenrohr eines ansonsten nicht dargestellten Wärmetauschers zugeordnet sind, und
- Fig. 6 ein wendelartiges Rippenrohr eines Wärmetauschers eines ansonsten nicht dargestellten weiteren Ausführungsbeispiels.

[0077] Der nachfolgenden Figurenbeschreibung sei vorangestellt, dass gleiche oder vergleichbare Teile gegebenenfalls mit identischen Bezugszeichen versehen sind, teilweise unter Hinzufügung kleiner Buchstaben oder von Apostrophen. Gleiches gilt auch für die anschließenden Patentansprüche.

[0078] Fig. 1a zeigt zunächst eine sehr schematische seitliche Ansicht eines ersten Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Wärmetauschers 10.

[0079] Der Wärmetauscher 10 besteht im Wesentlichen aus einem Gehäuse 11 mit einem Zulauf 12 und einem Ablauf 13 für ein das Gehäuse des Wärmetauschers durchströmendes erstes Fluid 14, bei welchem es sich insbesondere um ein Gas, beispielsweise um Luft, wie Rauchluft oder ähnliches, handeln kann.

[0080] Das erste Fluid 14 strömt von dem Zulauf 12 zum Ablauf 13 des Gehäuses 11 und umströmt dabei ein Rippenrohrbündel 15 in Hauptströmungsrichtung H.

[0081] Ein derartiges Rippenrohrbündel 15 besteht typischerweise aus einer Mehrzahl von nebeneinander angeordneten Rippenrohrabschnitten 16.

[0082] In der Ansicht gemäß Fig. 1a sind exemplarisch zwei Rippenrohrabschnitte 16a und 16b dargestellt, welche in diesem Ausführungsbeispiel gerade ausgebildet und parallel zueinander angeordnet sind.

[0083] Die Haupterstreckungsrichtung E, beziehungsweise die Längserstreckung der Rippenrohrabschnitte 16, ist dabei quer, beziehungsweise orthogonal zur Hauptströmungsrichtung H des ersten Fluides 14 ausgerichtet. Die Rippenrohrabschnitte 16 durchlaufen den Innenraum des Gehäuses 11 also quer zur Hauptströmungsrichtung H.

[0084] An ihren Enden fluchten die Rippenrohrabschnitte 16 hierbei mit Einbeziehungsweise Ausgängen 17 des Gehäuses 11. Im Bereich der Ein- und Ausgänge können typischerweise in der Fig. 1a nicht näher dargestellte Dichtungen angeordnet sein, um das Innere des Gehäuses 11 gegen die Atmosphäre abzudichten.

[0085] Außerhalb des Gehäuses 11 können die Rippenrohrabschnitte 16 beliebig fortgesetzt werden. Beispielsweise können weitere Rohre, insbesondere Glattrohre, an die Rippenrohrabschnitte angeschlossen sein und ein in den Rippenrohrabschnitten 16 transportiertes zweites Fluid 18 weitertransportieren.

[0086] Fig. 1a lässt dabei durch die Strichelung außer-

halb des Gehäuses 11 bewusst offen, ob die von den Rippenrohrabschnitten 16a und 16b gebildeten Kanäle außerhalb des Gehäuses 1a zusammengeführt werden (wie bezüglich Fig. 1a unterhalb des Gehäuses 11 angedeutet) oder ob diese separat weitergeführt werden (wie bezüglich Fig. 1a oberhalb des Gehäuses 11 angedeutet). Hierdrauf kommt es für den Hauptaspekt der Erfindung nicht an. Vielmehr ist es wichtig, dass innerhalb der Rippenrohrabschnitte 16 das zweite Fluid transportiert wird, wobei es sich bei dem zweiten Fluid beispielsweise um eine Flüssigkeit, wie Wasser oder ähnliches, handeln kann.

[0087] Der erfindungsgemäße Wärmetauscher 10 ermöglicht hierbei eine Wärmeübertragung zwischen dem ersten Fluid 14 innerhalb des Gehäuses 11 (aber außerhalb der Rippenrohrabschnitte 16) und dem zweiten Fluid 18 innerhalb der Rippenrohrabschnitte 16. Um diesen Wärmetauscheffekt zu verbessern, weisen die beiden Rippenrohrabschnitte 16 (insbesondere zur Vergrößerung der Oberfläche des Rohrabschnittes) Rippen 19 auf.

[0088] Diese Rippen 19 werden dabei von wendelartig um den jeweiligen Rohrabschnitt herum verlaufenden Bändern bereitgestellt, welche Bänder an dem Rohrabschnittgrundkörper typischerweise (insbesondere mithilfe von Lasern) verschweißt sind.

[0089] Die Rippen 19, beziehungsweise Bänder, können typischerweise aus Kupfer bestehen oder Edelstahl oder einem anderen geeigneten Material. Die Rohrgrundkörper der Rippenrohrabschnitte 16 bestehen meist aus Edelstahl oder Kupfer oder einem anderen geeigneten Material, insbesondere Metall.

[0090] Während die Rippenhöhe h der Rippen der beiden Rippenrohrabschnitte 16a und 16b ausweislich Fig. 1a für beide Rippenrohrabschnitte 16a und 16b identisch ist, unterscheiden sich die Rippenrohrabschnitte 16a und 16b erfindungsgemäß dadurch, dass sie eine andere Rippensteigung aufweisen. Die Rippensteigung beschreibt dabei im Wesentlichen die Dichte der Rippen, also die Anzahl der Rippen pro Längeneinheit (beispielsweise pro Zoll oder pro Zentimeter oder ähnliches).

[0091] Fig. 1a lässt sich diesbezüglich entnehmen, dass der Rippenrohrabschnitt 16a eine höhere Rippensteigung aufweist als der Rippenrohrabschnitt 16b. Dies hat insbesondere damit zu tun, dass sich der Rippenrohrabschnitt 16a näher am Zulauf des ersten Fluides befindet als der zweite Rippenrohrabschnitt 16b. Dabei geht man von der Annahme aus, dass die Wärmestromdichte beziehungsweise das Wärmestromverhalten an den Rippen 19a des ersten Rippenrohrabschnittes 16a tendenziell größer ist als an den Rippen 19b des zweiten Rippenrohrabschnittes 16b.

[0092] Unter dieser Annahme wird dem ersten Rippenrohrabschnitt 16a mehr Bandmaterial zugeordnet (beziehungsweise eine höhere Rippensteigung), während bei dem zweiten Rippenrohrabschnitt 16b, von welchem ohnehin nicht so eine effektive Wärmeübertragung erwartet wird, Bandmaterial eingespart wird (also eine kleinere Rippensteigung vorliegt).

[0093] Die Wärmeübertragung erfolgt hierbei zwischen dem ersten Fluid 14 und dem zweiten Fluid 18, in dem Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 1a beispielsweise von dem ersten gasförmigen Fluid 14 auf das in den Rippenrohrabschnitten 16 geleitete flüssige Fluid 18. So wird zum Beispiel durch heißes Gas 14 das in den Rohren 16 geleitete Wasser erwärmt.

[0094] Die Effizienz des Wärmetauschers kann dadurch erhöht werden, dass dem Rippenrohrabschnitt 16a mehr Bandmaterial zugeordnet wird und dem Rippenrohrabschnitt 16b weniger (unter der Annahme, dass genauso viel Bandmaterial verwendet werden soll wie bei einer gleichmäßigen Aufteilung des Bandmaterials auf die beiden Rippenrohrabschnitte 16).

[0095] Zu Fig. 1a bleibt abschließend der Vollständigkeit halber anzumerken, dass die Rippen 19a und 19b zwar von lediglich einem einzigen Band ausgebildet sein können. Es besteht aber auch die Möglichkeit, dass die Rippen 19a und/oder 19b jeweils von mehreren Bändern ausgebildet werden, die dann typischerweise wellenförmig parallel verlaufen.

[0096] Fig. 1b zeigt der Vollständigkeit halber eine sehr schematische, geschnittene Aufsicht auf die Vorrichtung 10 gemäß Fig. 1a, etwa entlang der Ansichtspfeile 1b in Fig. 1a. Fig. 1b lässt hierbei offensichtlich erkennen, dass das Rippenrohrbündel 15 nicht nur aus einem Paar von Rippenrohrabschnitten 16a und 16b besteht, sondern typischerweise aus einer größeren Mehrzahl, in dem dargestellten Fall nämlich aus exemplarischen vier Rippenrohrabschnitten 16a bis 16d (in der Praxis sind aber tatsächlich für ein Rippenrohrbündel 15 noch deutlich mehr Rippenrohrabschnitte vorgesehen).

[0097] Die in Fig. 1b für das Rippenrohrbündel 15 ersichtliche Konfiguration beziehungsweise Anordnung von Rippenrohrabschnitten 16 stellt lediglich exemplarisch eine versetzte Anordnung der Rohre dar. Je nach Anwendungsfall kann selbstverständlich aber auch eine fluchtende Rohranordnung vorgesehen sein oder auch eine fluchtend versetzte Rohranordnung. In dem Ausführungsbeispiel sind zwei Reihen an Rippenrohrabschnitten (mit jeweils zwei Rippenrohrabschnitten) vorgesehen. In der Praxis weisen Rippenrohrbündel 15 aber tatsächlich mehr Reihen auf, insbesondere mit jeweils auch mehr Rohrschnitten als zwei in einer Reihe. Insofern ist die Konfiguration gemäß Fig. 1a und 1b lediglich sehr exemplarisch zu verstehen.

[0098] Wie bereits zu Fig. 1a angemerkt, lässt sich auch Fig. 1b entnehmen, dass die Rippenrohrabschnitte 16a und 16b (so wie die anderen Rippenrohrabschnitte 16c und 16d) jeweils eine gleiche Rippenhöhe h aufweisen. Die Rippenrohrabschnitte 16 unterscheiden sich aber - wie ebenfalls zu Fig. 1a ausgeführt - in der Rippensteigung, welche in der Aufsicht gemäß Fig. 1b nicht unterscheidbar ist. Es ist aber diesbezüglich annehmbar, dass der Rippenrohrabschnitt 16c eine höhere Steigung haben sollte als die Rippenrohrabschnitte 16d und 16b.

[0099] Wie oben angedeutet sind in dem Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 1a und 1b die Rippenrohrabschnitte

16 mit unterschiedlichen Steigungen versehen, basierend auf Informationen, die der Nutzer selber aufgrund von Überlegungen und Annahmen erstellt hat (Rippenrohrabschnitte in einer Anordnung näher zum Zulauf 12 gewähren einen effektiveren Wärmetausch).

[0100] Typischerweise können sich einfache Annahmen und Überlegungen aber teilweise auch als nicht hinreichend oder falsch erweisen, so dass es erfindungsgemäß vorteilhaft sein könnte, die der Wahl der Rippensteigung zugrundeliegenden Informationen nicht auf Vermutungen zu basieren, sondern auf durch Versuche oder Simulationen erlangte Kenntnisse.

[0101] Insbesondere hat die Anmelderin herausgefunden, dass eine computergestützte Simulation des Wärmeübertragungsverhaltens, insbesondere der Wärmestromdichte, an den Rippen besonders vielsagende Informationen über die für einen Rippenrohrabschnitt zu wählende Berippung liefern kann:

[0102] So zeigt Fig. 2 eine schematische Darstellung des Ergebnisses einer computergestützten Simulation der Wärmestromdichte entlang der Rippen 19 von Rippenrohrabschnitten 16, in einer Konfiguration etwa gemäß Fig. 1b. Das Ergebnis der computergestützten Simulation zeigt ausweislich Fig. 2 einen abgebrochenen Fensterbereich, etwa nach Art eines Strömungskanals, wobei eine Hauptströmungsrichtung H für das erste Fluid 14 vorgegeben wird.

[0103] Unter Berücksichtigung diverser Parameter, wie beispielsweise Rohr- und Rippenmaterialien (zum Beispiel Kupfer), Oberflächenbeschaffenheit von Rohr und/oder Rippen (zum Beispiel glatt), der Temperatur, der Strömungsgeschwindigkeit des ersten Fluides, gegebenenfalls der Dichte und/oder der Art des ersten Fluides, einer (Satt-)Dampf Temperatur, der Berücksichtigung möglicher Kondensationseffekte und/oder einer grundsätzlichen Berücksichtigung der Temperaturkopplung zwischen einem Rippenrohr und der Luft, lassen sich im Rahmen einer Simulation Erkenntnisse über das Strömungsverhalten außerhalb der Rohre gewinnen. Hierzu zählen insbesondere der Druckverlust aber auch die Wärmeübertragung und/oder die Temperaturen im Wärmetauscher im Allgemeinen.

[0104] Fig. 2 zeigt hierbei exemplarisch die Verteilung der Wärmestromdichte an den Rippen 19 der vier exemplarischen Rippenrohrabschnitte 16 bei Vorgabe spezifischer, an dieser Stelle nicht näher genannter Parameter.

[0105] Die ebenfalls dargestellte Legende verdeutlicht die Schraffuren bei zunehmender Wärmedichte, wobei eine Anzeige in der Praxis anstelle von Schraffuren eher farbliche Kodierungen verwendet.

[0106] Dem Ergebnis gemäß Fig. 2 lässt sich dabei entnehmen, dass die Rippen 19a und 19c der Rippenrohrabschnitte 16a und 16c (erwartungsgemäß) sehr viel höhere Wärmestromdichten aufweisen und daher auch effektiver an einer Wärmeübertragung zwischen den beiden Fluiden (innerhalb und außerhalb der Rippenrohrabschnitte) beteiligt sind, als die Rippen 19b und 19d der

Rippenrohrabschnitte 16b und 16d.

[0107] Ausgehend von diesem Simulationsergebnis könnte ein Nutzer nunmehr zur Erhöhung der Effektivität zu dem Ergebnis gelangen, für die Rippenrohrabschnitte 16a und 16c demnach eine höhere Rippensteigung vorzusehen, als für die Rippenrohrabschnitte 16b und 16d.

[0108] Anstelle oder zusätzlich zur Rippensteigung lassen sich aber auch andere Berippungsparameter in Abhängigkeit der Simulationsergebnisse (zur Erlangung eines effektiveren Wärmetauschers beziehungsweise zur Einsparung von Bandmaterial) verändern:

[0109] So zeigt Fig. 3 in einer sehr schematischen Aufsicht, welche etwa der Aufsicht gemäß Fig. 1b entspricht, ein zweites Ausführungsbeispiel 10' eines erfindungsgemäßen Wärmetauschers. Die Rippenrohrabschnitte 16 sind gemäß Fig. 3 ihrer Position nach identisch zu denen gemäß Fig. 1b in einem Gehäuse 11 angeordnet. Anstelle oder zusätzlich zu einer unterschiedlichen Rippensteigung weisen die Rippenrohrabschnitte 16 - in der Aufsicht sehr gut erkennbar - nunmehr unterschiedliche Rippenhöhen h auf: Da der Rippenrohrabschnitt 16a ausweislich des Simulationsergebnisses gemäß Fig. 2 besonders gut an einer Wärmeübertragung teilnimmt, beziehungsweise diese besonders effektiv unterstützt, wurde diesem Rippenrohrabschnitt 16a nunmehr eine besonders große Rippenhöhe h_1 zugeordnet, welche beispielsweise sehr viel größer ist, als die Rippenhöhe h_2 des in Strömungsrichtung H nachfolgenden Rippenrohrabschnittes 16d. Auf diese Weise kann bei dem Rippenrohrabschnitt 16d, welcher ohnehin nicht besonders effektiv an einer Wärmeübertragung teilnimmt, Rippenrohrmaterial eingespart werden.

[0110] Da der Rippenrohrabschnitt 16b ausweislich Fig. 2 besonders wenig an der Wärmeübertragung teilnimmt, beziehungsweise aufgrund seiner Anordnung keine besonders guten Wärmeübertragungseigenschaften aufweist, wird im Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 3 bei diesem Rippenrohrabschnitt komplett auf eine Berippung verzichtet, so dass das Rippenrohrmaterial besonders effektiv eingespart werden kann.

[0111] Während die Vorrichtung 10' gemäß Fig. 3 somit (auch) unterschiedliche Rippenhöhen der unterschiedlichen Rippenrohrabschnitte 16 aufweist, soll an dieser Stelle noch einmal auf das Ausführungsbeispiel des Wärmetauschers 10 gemäß den Fig. 1a und 1b zurückgesprungen werden: So weisen die Rippenrohrabschnitte 16 dort ausweislich Fig. 1b eine identische Rippenhöhe h auf. Die Rippensteigungen der einzelnen Rippenrohrabschnitte 16 unterscheiden sich aber. Die Anmelderin hat nunmehr gemäß einem weiteren Aspekt der Erfindung für eine derartige Ausgestaltung ein besonders elegantes Herstellungsverfahren entwickelt: In diesem Sinne zeigt Fig. 4 ein (noch zusammenhängendes) Urrohr 21 mit einer Länge l (von typischerweise einigen Metern), welches eine graduelle, variable Berippung aufweist:

[0112] So weist ein erster Sektor 22a eine besonders hohe Rippensteigung auf, der Sektor 22b eine mittlere

Rippensteigung und der Sektor 22c eine geringe Rippensteigung. Der Sektor 22d weist dann gar keine Rippen auf. Die Rippen in diesem Ausführungsbeispiel weisen in der Regel eine identische Höhe h auf und werden typischerweise von mehr als einem Band bereitgestellt. In diesem Ausführungsbeispiel beträgt die Länge der Sektoren $l/4$.

[0113] Die Anmelderin hat herausgefunden, dass eine derartige (graduelle) Berippung eines einzigen Urrohres 21 vorteilhaft unter Einsatz von mehreren Bändern (und dann auch typischerweise von mehreren Lasern zum Verschweißen der mehreren Bänder) möglich wird. Eine derartige graduelle Berippung erlaubt somit die besonders einfache Herstellung eines erfindungsgemäßen Wärmetauschers, indem nämlich das in Fig. 4 dargestellte, graduell berippte, typischerweise einige Meter lange Urrohr 21 entlang seiner Sektorengrenzen getrennt wird.

[0114] Wird das Urrohr 21 gemäß Fig. 4 entlang der Sektorengrenzen getrennt, entstehen somit vier unabhängige, typischerweise gerade, Rippenrohrabschnitte der Länge $l/4$, welche dann gemäß Fig. 1b in einen entsprechenden Wärmetauscher einbaubar sind.

[0115] An dieser Stelle sei angemerkt, dass die Sektoringung und Berippung des Urrohres 21 gemäß Fig. 4 lediglich exemplarisch zu verstehen ist und insbesondere der Sektor 22d ohne jegliche Berippung sicherlich eher einen Sonderfall darstellt (welcher auf das Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 1b nicht unmittelbar übertragbar ist, da dort alle Rippenrohrabschnitte 16 berippt sind). Aus dem Urrohr 21 wird also nicht genau der Wärmetauscher 10 gemäß Fig. 1a und 1b hergestellt, sondern ein nicht näher dargestellter Wärmetauscher mit identischer Rippenrohrabschnittsanordnung aber mit von Fig. 1b abweichender Berippung (insbesondere abweichender Rippensteigung).

[0116] Alternativ oder zusätzlich zur einer Variation der Rippenhöhe und/oder der Rippensteigung zwischen den einzelnen Rippenrohrabschnitten sind von der Erfindung aber auch Wärmetauscher umfasst, deren Rippenrohrabschnitte (jedenfalls teilweise) unterschiedliche Materialien aufweisen: Da dies graphisch aber nicht oder kaum darstellbar ist, wird auf eine entsprechende Figur verzichtet. Es wird lediglich angedeutet, dass beispielsweise die in den Fig. 1a und 1b oder 3 dargestellten Rippenrohrabschnitte 16 unterschiedliche Materialien aufweisen könnten: So könnte beispielsweise in Fig. 1a das Rippenmaterial der Rippen 19a ein anderes als das Rippenmaterial der Rippen 19b sein (dies gilt aber auch für die Fig. 3).

[0117] Insbesondere könnten die Rippen eines einzelnen Rippenrohrabschnittes (zum Beispiel des Rippenrohrabschnittes 16a gemäß Fig. 1a aus mehreren Bändern unterschiedlicher Materialien bestehen; im Gegensatz dazu könnten die Rippen 19b des Rippenrohrabschnittes 16b dann lediglich aus einem Material bestehen, völlig unabhängig davon, ob die Rippenrohrabschnitte 16 eine gleiche Rippensteigung und/oder Höhe aufweisen).

[0118] Fig. 5 soll dann verdeutlichen, dass die Rippenrohrabschnitte 16 nicht wie in Fig. 1a (dort insbesondere oberhalb des Gehäuses 11 angedeutet) unabhängig voneinander verlaufen müssen. Sie können vielmehr einem gemeinsamen Rohr zugeordnet sein beziehungsweise von Abschnitten dieses Rohres gebildet sein: So zeigt Fig. 5, dass die Rippenrohrabschnitte 16' sämtlich stoffschlüssige Bestandteile eines Gesamtrohrs 23 sind, welches neben den geraden Rippenrohrabschnitten 16' auch bogenförmige Rippenrohrabschnitte 24 aufweist. Auch derartige Rippenrohrabschnitte, beziehungsweise ein derartiges Gesamtrohr 23, sind grundsätzlich in Wärmetauschern einsetzbar, wobei die Anordnung in einem Gehäuse dann natürlich etwas von der gemäß Fig. 1a abweicht. Nichtsdestotrotz sind sie grundsätzlich geeignet, das zweite Fluid 18 in ihrem Inneren zu führen.

[0119] Ein weiteres abweichendes Ausführungsbeispiel eines Gesamtrohrs 23' zeigt dann Fig. 6: Hier gehören die Rippenrohrabschnitte 16 wie bei Fig. 5 zu einem gemeinsamen Gesamtrohr 23'. Allerdings sind sie in diesem Fall nicht gerade, beziehungsweise ihrer Haupterstreckungsrichtung nach nicht entlang einer Geraden ausgerichtet, sondern bogenartig gekrümmt. Dies liegt darin begründet, dass das Gesamtrohr 23 eine im Wesentlichen wendelförmige Ausgestaltung aufweist. Fig. 9 soll aber verdeutlichen, dass auch derartig nebeneinander angeordnete Rippenrohrabschnitte 16 (beispielsweise Rippenrohrabschnitte 16i, 16ii und 16iii) eine unterschiedliche Berippung aufweisen können: Auch wenn dies in Fig. 9 der Übersichtlichkeit halber nicht erkennbar ist, so kann hier die Rippensteigung und/oder die Rippenhöhe durchaus variieren. Insbesondere könnte das Gesamtrohr 23' ähnlich berippt werden, wie in Fig. 4 dargestellt (also graduell oder kontinuierlich variabel) und dann in seine wendelförmige Endform überführt beziehungsweise gebogen werden. Auch dies soll von der Erfindung umfasst sein.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung oder zum Entwurf eines Wärmetauschers (10) mit mehreren nebeneinander, insbesondere parallel zueinander, angeordneten, berippten Rohrabschnitten (16), **gekennzeichnet durch** die folgenden Schritte:

- Erlangen beziehungsweise Erstellen von Informationen zum Wärmetauschverhalten der Rohrabschnitte (16) auf Basis einer vorgegebenen oder gewählten Rohrabschnittsanordnung, vorzugsweise durch die Durchführung einer Simulation,
- Auswahl unterschiedlicher Rippen (19) für die Rohrabschnitte (16), basierend auf besagten Informationen.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Rippen (19) der Rohrabschnitte (16) im Vergleich zueinander eine unterschiedliche Höhe (h) aufweisen.

3. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Rippen (19) der Rohrabschnitte (16) aus einem unterschiedlichen Material bestehen.

4. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Rippen (19) der Rohrabschnitte (16) im Vergleich zueinander eine unterschiedliche Steigung aufweisen.

5. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Rohrabschnitte (16) von demselben, vorzugsweise bereits berippten, Rohr (21) stammen, insbesondere von diesem abgeschnitten sind.

6. Verfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Rohr (21) eine, insbesondere graduell, variierende Rippensteigung aufweist.

7. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Rohrabschnitt (16b) basierend auf besagten Informationen nicht berippt wird.

8. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Rippen (19) eines Rohrabschnittes (16) aus mindestens zwei, insbesondere separaten, Bändern bestehen beziehungsweise hergestellt werden.

9. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Informationen zum Wärmetauschverhalten der Rohrabschnitte (16) durch eine computergestützte Simulation, insbesondere in einem CAD-Programm, erlangt werden.

10. Wärmetauscher (10) mit mehreren nebeneinander, insbesondere parallel zueinander, angeordneten Rippenrohrabschnitten (16), **dadurch gekennzeichnet, dass** die Rippenrohrabschnitte (16) unterschiedlich berippt sind.

Fig. 1a

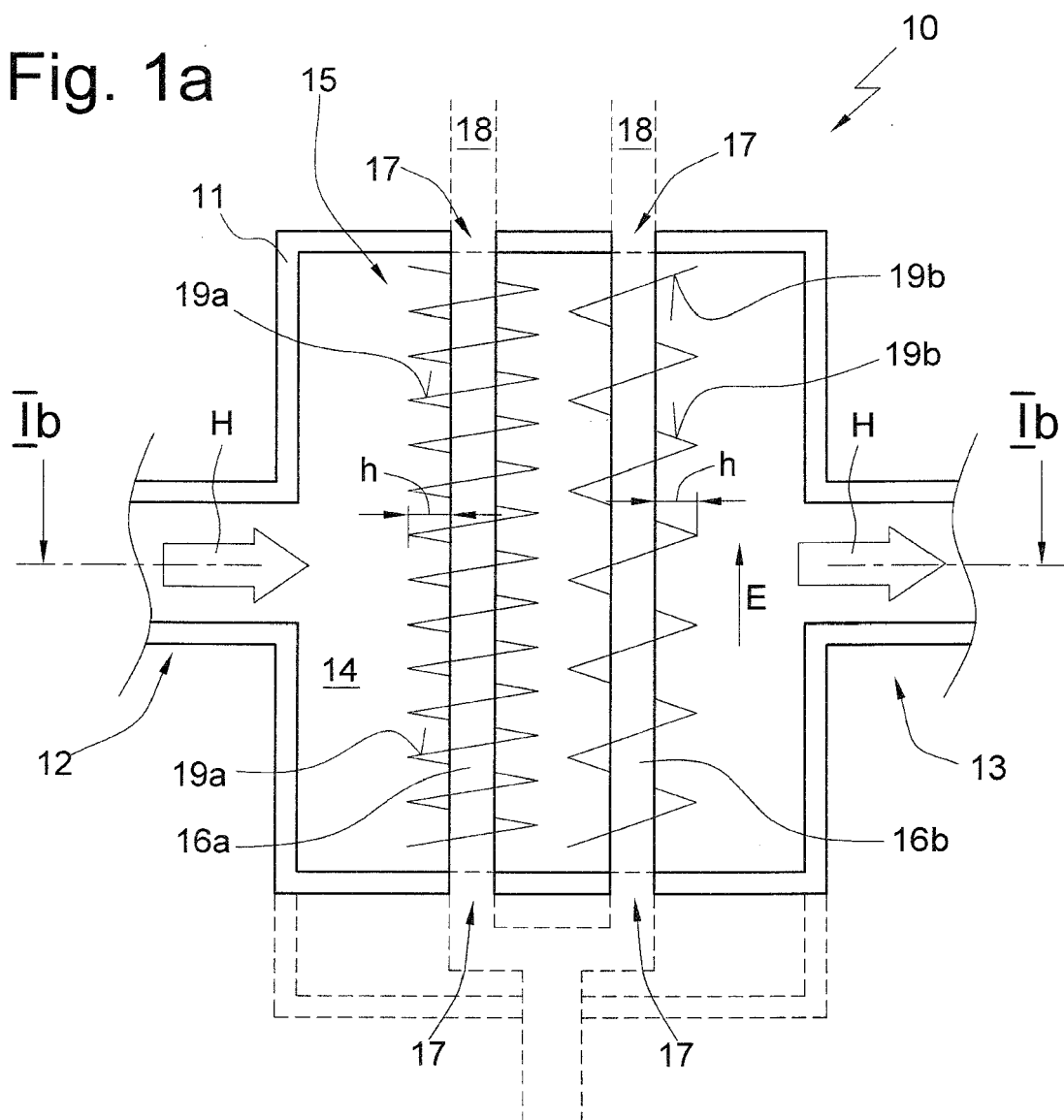
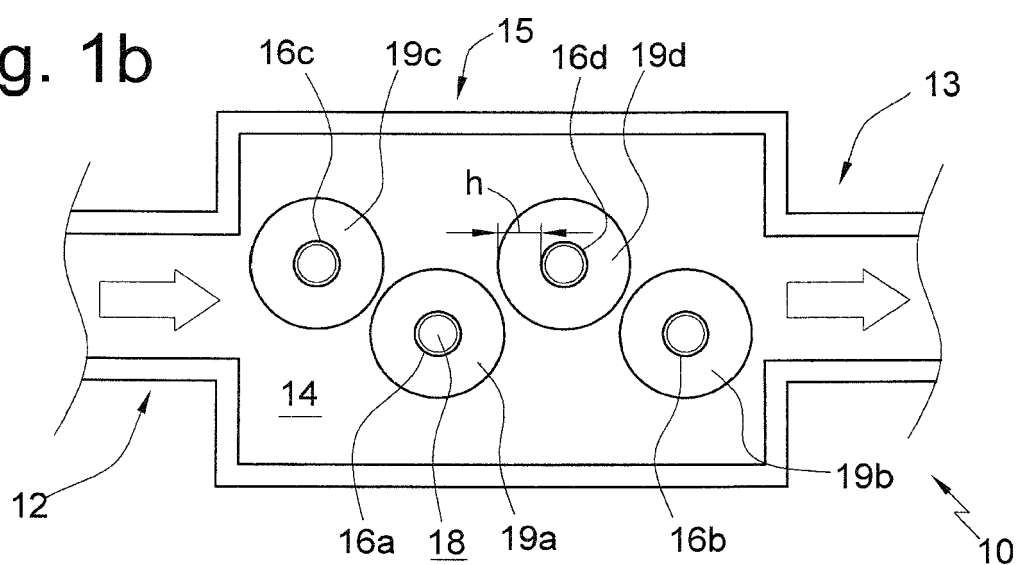


Fig. 1b



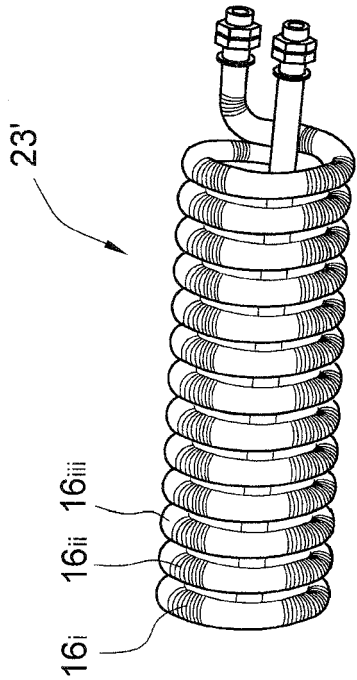
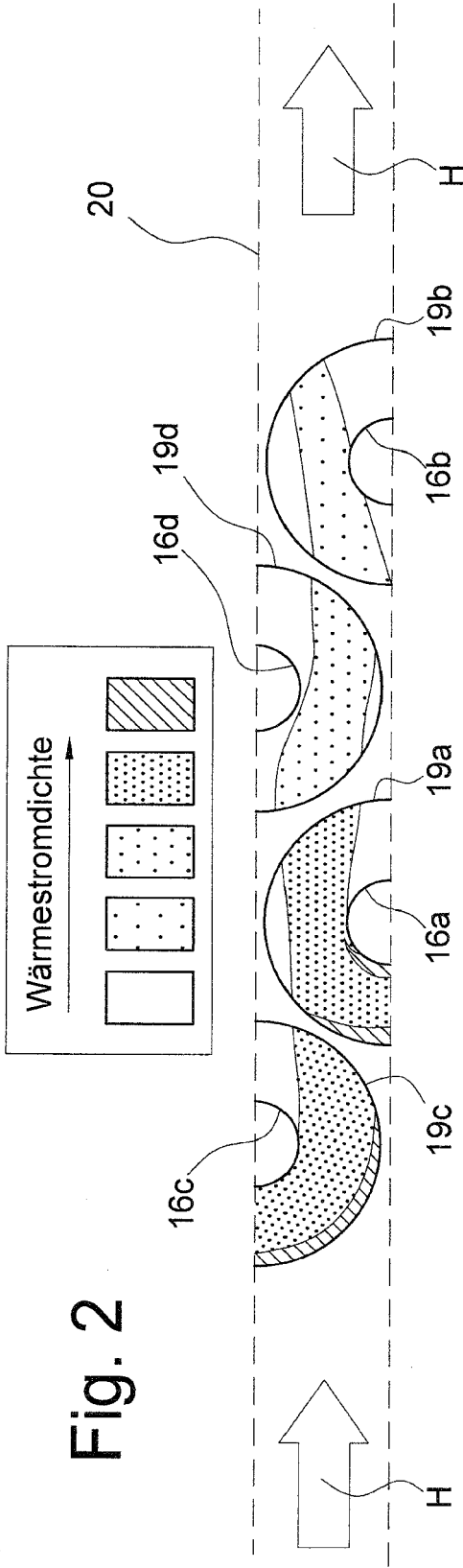


Fig. 3

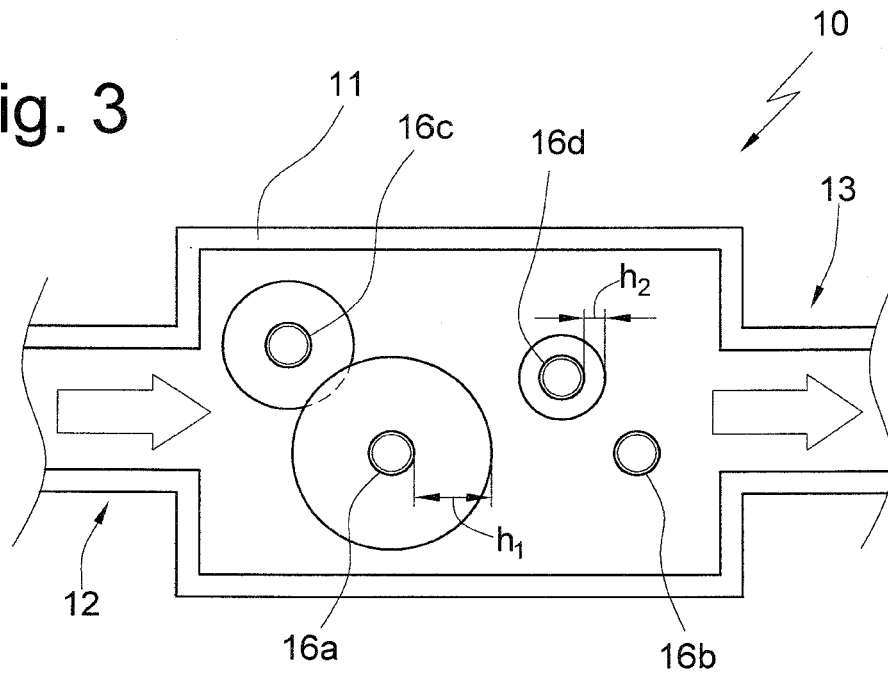


Fig. 4

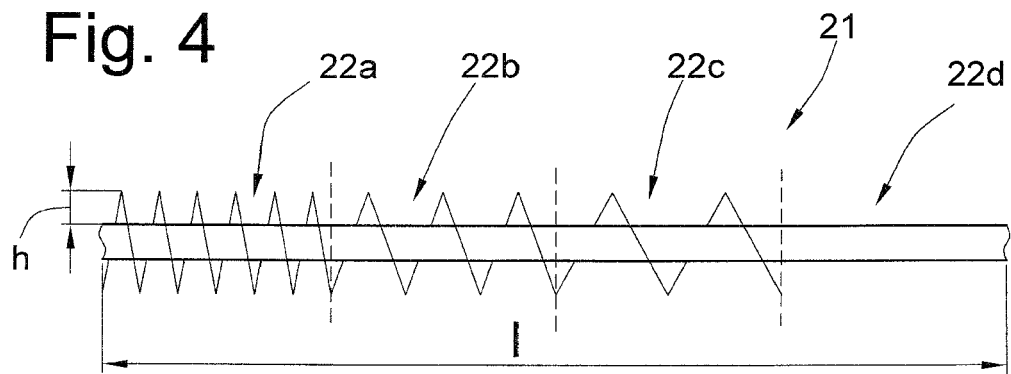
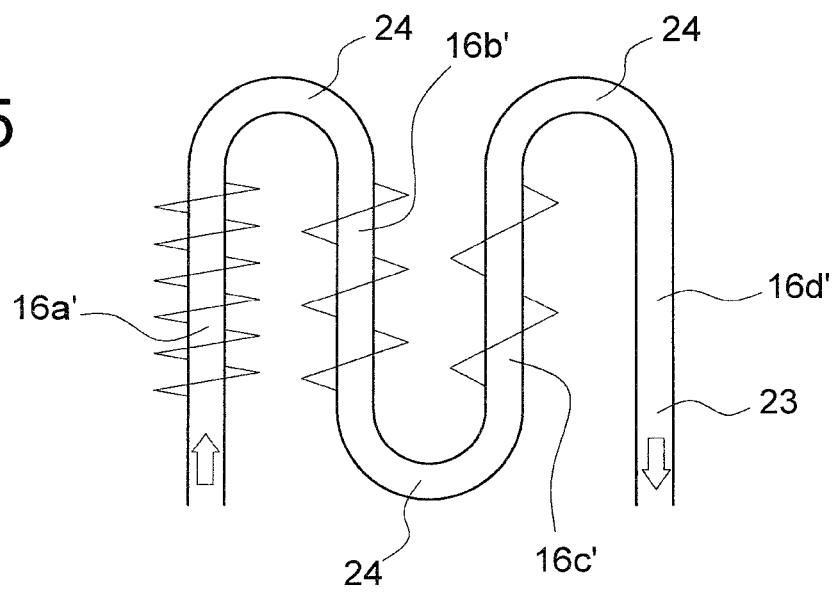


Fig. 5





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 20 20 8451

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)
X	US 2006/008394 A1 (MURAMOTO KOUJI [JP] ET AL) 12. Januar 2006 (2006-01-12)	10	INV. F28D7/02 F28F1/12
Y	* Abbildungen *	1-9	

X	US 2016/376986 A1 (FERRIS VICTOR [US] ET AL) 29. Dezember 2016 (2016-12-29)	10	
Y	* Abbildungen *	1-9	

X	DE 10 2011 118164 A1 (THESYS GMBH [DE]) 5. Juli 2012 (2012-07-05)	10	
Y	* Abbildungen *	1-9	

X	JP S57 187589 A (HITACHI ENG SERVICE) 18. November 1982 (1982-11-18)	10	
Y	* Abbildungen *	1-9	

X	DE 10 2016 100192 A1 (HANON SYSTEMS [KR]) 6. Juli 2017 (2017-07-06)	10	
Y	* das ganze Dokument *	1-9	

Y	VARUN SINGH ET AL: "Simulation of air-to-refrigerant fin-and-tube heat exchanger with CFD-based air propagation", INTERNATIONAL JOURNAL OF REFRIGERATION, ELSEVIER, AMSTERDAM, NL, Bd. 34, Nr. 8, 26. Juli 2011 (2011-07-26), Seiten 1883-1897, XP028106804, ISSN: 0140-7007, DOI: 10.1016/J.IJREFRIG.2011.07.007 [gefunden am 2011-08-12]	1-9	
* das ganze Dokument *			

Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F28F F28D
Recherchenort		Abschlußdatum der Recherche	Prüfer
München		29. März 2021	Mellado Ramirez, J
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 20 8451

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.

29-03-2021

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
15	US 2006008394 A1	12-01-2006	AU 2003280632 A1	07-06-2004
			CA 2504330 A1	21-05-2004
			CN 1708658 A	14-12-2005
			JP W02004042280 A1	09-03-2006
			KR 20050075379 A	20-07-2005
			KR 20100123762 A	24-11-2010
			TW I274130 B	21-02-2007
20			US 2006008394 A1	12-01-2006
			US 2008209899 A1	04-09-2008
			WO 2004042280 A1	21-05-2004
	US 2016376986 A1	29-12-2016	KEINE	
25	DE 102011118164 A1	05-07-2012	KEINE	
	JP S57187589 A	18-11-1982	KEINE	
30	DE 102016100192 A1	06-07-2017	DE 102016100192 A1	06-07-2017
			KR 20170082433 A	14-07-2017
			KR 20190017851 A	20-02-2019
35				
40				
45				
50				
55				

EPO FORM P0461

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