

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
30. April 2020 (30.04.2020)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2020/083524 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
F28D 7/02 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2019/025343

(22) Internationales Anmeldedatum:
11. Oktober 2019 (11.10.2019)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
18020548.6 23. Oktober 2018 (23.10.2018) EP

(71) Anmelder: **LINDE AKTIENGESELLSCHAFT**
[DE/DE]; Klosterhofstr. 1, 80331 München (DE).

(72) Erfinder: **SCHÖNBERGER, Manfred**; Wartmoning
8, 83342 Tacherting (DE). **SEEHOLZER, Christoph**;

Eschenstr. 7, 83308 Trostberg (DE). **ROMSTÄTTER, Markus**; Polsind 12, 83349 Palling (DE).

(74) Anwalt: **MEILINGER, Claudia**; Linde Aktiengesellschaft Technology & Innovation Corporate Intellectual Property, Dr.-Carl-von-Linde-Str. 6-14, 82049 Pullach (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(54) Title: METHOD FOR PRODUCING A WOUND HEAT EXCHANGER

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG EINES GEWICKELTEN WÄRMEÜBERTRAGERS

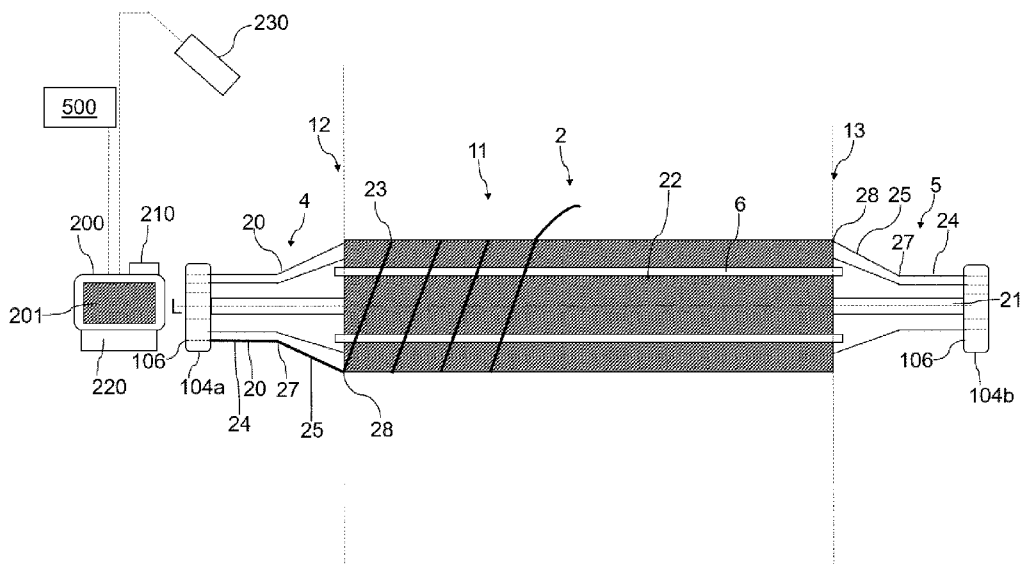


FIG. 2

(57) Abstract: The invention relates to a method for producing a wound heat exchanger (1) which has a core tube (21) and a tube bundle (2), said tube bundle having a plurality of tubes (20) for conducting a first fluid. The tube bundle (2) has a winding region (11), at least one first plait (4), and at least one second plait (5), wherein the tubes (20) in the first plait (4) are led from the winding region (11) to at least one first tube base (104a), and the tubes (20) in the second plait (5) are led from the winding region (11) to at least one second tube base (104b). The tubes (20) open into the first tube base (104a) and the second tube base (104b), and the course of the tubes (20) of the tube bundle (2) from the first tube base (104a) to the second tube base (104b) is automatically calculated. The calculated course of the tubes (20) is indicated by means of an optical display device (200), and the tubes (20) are installed according to the displayed course.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines gewickelten Wärmeübertragers (1), welcher ein Kernrohr (21) und ein Rohrbündel (2) aufweist, das eine Mehrzahl an Rohren (20) zum Führen eines ersten Fluids aufweist, wobei das Rohrbündel (2) einen Wicklungsbereich (11), mindestens einen ersten Zopf (4) und mindestens einen zweiten Zopf (5) aufweist, wobei die Rohre (20) in dem ersten Zopf (4) von dem Wicklungsbereich (11) zu mindestens einem ersten Rohrboden (104a) geführt sind, und wobei die Rohre (20) in dem zweiten Zopf (5) von dem Wicklungsbereich (11) zu mindestens einem zweiten Rohrboden (104b) geführt sind, und wobei die Rohre (20) in den ersten Rohrboden (104a) und den zweiten Rohrboden (104b) münden, und wobei der Verlauf der Rohre (20) des Rohrbündels (2) von dem ersten Rohrboden (104a) zu dem zweiten Rohrboden (104b) automatisch berechnet wird, und wobei der berechnete Verlauf der Rohre (20) mittels einer optischen Anzeigeeinrichtung (200) angezeigt wird, und wobei die Rohre (20) entsprechend dem angezeigten Verlauf montiert werden.

Beschreibung

Verfahren zur Herstellung eines gewickelten Wärmeübertragers

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines gewickelten Wärmeübertragers.

5

Ein derartiger Wärmeübertrager weist einen drucktragenden Mantel auf, der einen Mantelraum umgibt und sich entlang einer Längsachse erstreckt, sowie ein im Mantel verlaufendes Kernrohr, das sich entlang der Längsachse erstreckt, die – bezogen auf einen bestimmungsgemäß angeordneten Wärmeübertrager – beim

10 bestimmungsgemäßen Betrieb des Wärmeübertragers vorzugsweise entlang der Vertikalen verläuft. Der Wärmeübertrager weist weiterhin ein im Mantelraum angeordnetes Rohrbündel auf, das eine Mehrzahl an Rohren zum Führen eines ersten Fluids aufweist, wobei die Rohre zumindest abschnittsweise schraubenlinienförmig um das Kernrohr gewickelt sind. Der Mantelraum ist zur Aufnahme eines zweiten Fluids

15 ausgebildet, so dass das durch die Rohre strömende erste Fluid mit dem zweiten Fluid beim Betrieb des Wärmeübertragers Wärme austauschen kann.

Bei der Herstellung gewickelter Wärmeübertrager wird zunächst ein Rohrbündel erzeugt, wobei die Rohre von Rohrböden über einen sogenannten Zopf zu einem

20 Wicklungsbereich geführt und in dem Wicklungsbereich um das Kernrohr gewickelt werden.

Unter einem Rohrboden ist ein Bauteil zu verstehen, das eine Mehrzahl an Durchgangsbohrungen aufweist, wobei die Durchgangsbohrungen mit jeweiligen

25 Rohren des Rohrbündels derart verbindbar sind, dass eine Verzweigung zwischen einer Zuleitung oder Ableitung und einer Mehrzahl an Rohren des Rohrbündels realisierbar ist. Insbesondere besteht der Rohrboden aus einer Platte (z. B. aus Metall), welche die Durchgangsbohrungen aufweist. Die Rohre werden z.B. bei der Montage in die Durchgangsbohrungen hineingesteckt. Kleinere Rohrböden werden teilweise auch

30 als Tasse bezeichnet.

Mittels eines Rohrbodens lässt sich, insbesondere in Kombination mit weiteren Bauteilen wie Sammel- oder Verteileinrichtungen, z.B. ein Strom eines über eine

Zuleitung zur Verfügung gestellten erste Fluids in eine Mehrzahl an Teilströmen aufteilen, wobei die Teilströme die Rohre durchströmen. Diese Teilströme können an einem weiteren Rohrboden, der an eine Ableitung angeschlossen ist, wieder vereinigt werden und aus dem Wärmeübertrager über die Ableitung abgezogen werden.

5

Unter dem Wicklungsbereich ist derjenige Bereich des Rohrbündels zu verstehen, in dem die Rohre schraubenlinienförmig um das Kernrohr herum verlaufen.

Als Zopf wird ein Bereich des Rohrbündels bezeichnet, der sich in der axialen Richtung zwischen dem Wicklungsbereich und dem jeweiligen Rohrboden oder den jeweiligen Rohrböden erstreckt, in den bzw. in die die Rohre an dem jeweiligen ersten oder zweiten Ende münden. Ein Rohrbündel kann an jedem seiner Enden einen einzigen Zopf oder mehrere Zöpfe aufweisen.

10

15 In dem Zopf oder den Zöpfen verlaufen die Rohre nicht schraubenlinienförmig um das Kernrohr herum, sondern im Wesentlichen entlang der besagten Längsachse. Dabei können in einem Zopf benachbarte Rohre zumindest abschnittsweise parallel zueinander geführt sein.

20 Die Rohre des Rohrbündels münden in Rohrböden. Dabei können alle Rohre des Rohrbündels in einen gemeinsamen Rohrboden münden, oder die Rohre des Rohrbündels können in mehrere Rohrgruppen aufgeteilt sein, wobei mehrere Rohrböden vorgesehen sind, und wobei die Rohre einer Rohrgruppe in einen jeweiligen Rohrboden münden. Im Fall mehrerer Rohrgruppen verlaufen die Rohre
25 insbesondere in mehreren Zöpfen von einem Ende des Wicklungsbereiches zu den jeweiligen Rohrböden, wobei die Rohre derselben Rohrgruppe zwischen dem Wicklungsbereich und dem jeweiligen Rohrboden einen jeweiligen Zopf bilden.

Nach der Herstellung des Rohrbündels wird dieses in einen Mantel eingebracht.

30

Für gewickelte Wärmeübertrager wird nach dem Stand der Technik nur die Rohranzahl, Rohrzuordnung zum Rohrboden und die Rohrlänge im Rohrbündel festgelegt. Die Rohrverläufe im Zopf sowie die Länge der Rohre im Zopf werden nur abgeschätzt, dies wird durch erfahrene Wickler bei der Fertigung des Rohrbündels
35 festgelegt.

Daher werden die Rohre in der Regel deutlich länger ausgeführt, als die Verlegestrecke zwischen einem Rohrbündelende und dem jeweiligen Rohrboden beträgt, das heißt, es wird Rohrmaterial verschwendet, da die exakte Rohrlänge im Zopf nicht bekannt ist.

Zudem können nur erfahrene Wickler in der Fertigung der gewickelten Wärmeübertrager eingesetzt werden bzw. neue Wickler müssen mindestens 6 Monate ausgebildet werden.

Beim Wickeln des Rohrbündels kommt es außerdem häufig durch Wickelfehler zu Kollisionen von Rohren, was insbesondere am Übergang zwischen Wicklungsbereich und Zopf bzw. Zöpfen zu Ausfransungen und Zwickelbildung beiträgt.

Kollisionen von Rohren bedeuten, dass zumindest ein Rohr dem anderen Rohr beim Verlegen bzw. Wickeln im Weg ist.

Unter einer Ausfransung ist ein Bereich am Übergang zwischen Wicklungsbereich und Zopf zu verstehen, bei dem die Rohrlagen des Wicklungsbereiches an unterschiedlichen axialen Positionen (bezüglich der durch das Kernrohr definierten Längsachse) in den Zopf übergehen. Das heißt, die Rohrlagen des Wicklungsbereiches schließen nicht bündig miteinander ab, sondern es stehen insbesondere einzelne Rohrlagen aus dem Wicklungsbereich in axialer Richtung hervor.

Unter Zwickeln versteht man Bereiche des Rohrbündels am Übergang zwischen Wicklungsbereich und Zopf, bei denen eine Rohrlage die angrenzende, weiter innen liegende, Rohrlage also abschnittsweise nicht vollständig bedeckt. Solche Fehlstellen können beim Wickeln insbesondere an jeder zweiten Rohrlage aufgrund der Tatsache auftreten, dass mehrere Rohre an nahezu gleicher Winkellage aus dem Wicklungsbereich (zum Zopf hin) austreten.

Zwickel und Ausfransungen können z.B. zu inhomogenem Wärmeaustausch und somit geringerer Effektivität des Wärmeübertragers führen.

Bei einer falschen Anordnung von Rohren oder weiteren Komponenten wie Abstandshaltern (Stegen) zwischen Rohrlagen des Rohrbündels oder Bügeln, die benachbarte Windungen des schraubenlinienförmig gewickelten Bereichs des Rohrbündels verbinden, kann das Rohrbündel außerdem zu locker und damit zu groß für den vorgefertigten Mantel werden. Das Einsetzen bzw. Einbringen der Rohre in die Rohrböden kann zudem bei einem ungünstigen Verlauf der Rohre sehr schwierig und zeitaufwändig werden.

Solche Fehler lassen sich nach der Fertigung des Rohrbündels nicht mehr korrigieren.

Daher ergibt sich die Aufgabe, ein Verfahren zur Herstellung eines gewickelten Wärmeübertragers zur Verfügung zu stellen, welches im Hinblick auf die genannten Nachteile des Standes der Technik verbessert ist.

Diese Aufgabe wird durch das Verfahren nach Anspruch 1 gelöst. Vorteilhafte Ausführungsformen des Verfahrens sind in den Unteransprüchen 2 bis 10 aufgeführt und werden im Folgenden beschrieben.

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines gewickelten Wärmeübertragers, welcher ein entlang einer Längsachse erstrecktes Kernrohr und ein Rohrbündel aufweist, das eine Mehrzahl an Rohren zum Führen eines ersten Fluids aufweist, wobei das Rohrbündel einen Wicklungsbereich aufweist, in dem die Rohre zumindest abschnittsweise schraubenlinienförmig (im Folgenden auch als helikal bezeichnet) um das Kernrohr herum verlaufen, und wobei das Rohrbündel mindestens einen ersten Zopf aufweist, der an einem ersten Ende des Wicklungsbereiches an den Wicklungsbereich angrenzt, und wobei das Rohrbündel mindestens einen zweiten Zopf aufweist, der an einem dem ersten Ende gegenüberliegenden zweiten Ende des Wicklungsbereiches an den Wicklungsbereich angrenzt, wobei die Rohre in dem mindestens einen ersten Zopf von dem Wicklungsbereich zu mindestens einem ersten Rohrboden geführt sind, und wobei die Rohre in dem mindestens einen zweiten Zopf von dem Wicklungsbereich zu mindestens einem zweiten Rohrboden geführt sind, und wobei die Rohre in den ersten Rohrboden und den zweiten Rohrboden münden, und wobei der Verlauf der Rohre des Rohrbündels von dem ersten Rohrboden des Wärmeübertragers zu dem zweiten Rohrboden des Wärmeübertragers automatisch berechnet wird, und wobei der berechnete Verlauf der Rohre mittels einer optischen

Anzeigeeinrichtung angezeigt wird, und wobei die Rohre entsprechend dem angezeigten Verlauf montiert werden, und wobei zumindest ein Teil des Wärmeübertragers optisch erfasst wird, und wobei mittels der optischen Erfassung der Verlauf der montierten Rohre überprüft wird.

5

Derwicklungsbereich sowie der mindestens eine erste und der zweite Zopf werden dabei von den Rohren des Rohrbündels gebildet.

Wenn genau ein erster Zopf und ein erster Rohrboden vorgesehen ist, verlaufen die
10 Rohre in dem ersten Zopf von demwicklungsbereich zu dem ersten Rohrboden. Im Fall genau eines zweiten Zopfs und genau eines zweiten Rohrbodens verlaufen die Rohre in dem zweiten Zopf von demwicklungsbereich zu dem zweiten Rohrboden. Sind mehrere erste Zöpfe und mehrere erste Rohrböden vorgesehen, verlaufen die Rohre in einem jeweiligen ersten Zopf von demwicklungsbereich zu einem jeweiligen
15 ersten Rohrboden. Entsprechend verlaufen die Rohre im Fall von mehreren zweiten Zöpfen und mehreren zweiten Rohrböden in einem jeweiligen zweiten Zopf von demwicklungsbereich zu einem jeweiligen zweiten Rohrboden.

Unter einem schraubenlinienförmigen bzw. helikalen Verlauf ist ein Verlauf des
20 jeweiligen Rohres zu verstehen, welcher in kartesischen Koordinaten gemäß der Formel

$$\mathbf{x}(t) = (r \cos(2\pi t), r \sin(2\pi t), ht + c)$$

mathematisch beschrieben werden kann, wobei t einen Parameter aus der Menge der reellen Zahlen bezeichnet, welcher die Anzahl der von einem Koordinatenursprung
25 durchlaufenden Windungen der Schraubenlinie bezeichnet, und wobei h eine Ganghöhe der Schraubenlinie bezeichnet, und wobei r einen Radius der Schraubenlinie bezeichnet, und wobei c eine Verschiebung der Schraubenlinie in z -Richtung von dem Koordinatenursprung bezeichnet.

30 Die Rohre verlaufen zumindest abschnittsweise schraubenlinienförmig, das heißt, die Rohre weisen zumindest auf einem Abschnitt ihrer Rohrlänge einen schraubenlinienförmigen Verlauf um das Kernrohr auf, können jedoch an einzelnen Positionen entlang ihrer Rohrlänge in demwicklungsbereich anders als schraubenlinienförmig verlaufen, z.B. um Lücken zu bilden, in welche weitere
35 Komponenten des Wärmeübertragers eingebracht werden können.

Der gewickelte Wärmeübertrager weist weiterhin einen Mantel auf, der einen Mantelraum zur Aufnahme eines zweiten Fluids umgibt, wobei das Rohrbündel bzw. die Rohre in dem Mantelraum angeordnet sind, so dass zwischen dem die Rohre durchströmenden ersten Fluid und dem in dem Mantelraum befindlichen zweiten Fluid Wärme austauschbar ist. Das Kernrohr trägt dabei die Last der Rohre.

Eine Mehrzahl an Rohren zum Führen des ersten Fluids, die an einem gemeinsamen Rohrboden angeschlossen sind, wird dabei als Rohrgruppe bezeichnet. Die Rohre einer Rohrgruppe sind dabei zwischen dem Wicklungsbereich und den Rohrböden zu Zöpfen zusammengefasst. Ein gewickelter Wärmeübertrager gemäß dieser Erfindung kann eine oder mehrere Rohrgruppen aufweisen. Im Fall mehrerer Rohrgruppen können insbesondere verschiedene fluide Medien in den jeweiligen Rohrgruppen parallel durch den Wärmeübertrager geführt werden.

Unter einem Rohrboden ist ein Bauteil zu verstehen, das eine Mehrzahl an Durchgangsbohrungen aufweist, wobei die Durchgangsbohrungen mit jeweiligen Rohren des Rohrbündels derart verbindbar sind, dass eine Verzweigung zwischen einer Zuleitung oder Ableitung und einer Mehrzahl an Rohren des Rohrbündels realisierbar ist. Insbesondere besteht der Rohrboden aus einer Platte (z. B. aus Metall), welche die Durchgangsbohrungen aufweist. Die Rohre werden z.B. bei der Montage in die Durchgangsbohrungen hineingesteckt.

Mittels eines Rohrbodens lässt sich, insbesondere in Kombination mit weiteren Bauteilen wie Sammel- oder Verteileinrichtungen, z.B. ein Strom eines über eine Zuleitung zur Verfügung gestellten ersten Fluids in eine Mehrzahl an Teilströmen aufteilen, wobei die Teilströme die Rohre durchströmen. Diese Teilströme können an einem weiteren Rohrboden, der an eine Ableitung angeschlossen ist, wieder vereinigt werden und aus dem Wärmeübertrager über die Ableitung abgezogen werden.

Die besagten Rohrböden können unterschiedlich in dem Wärmeübertrager positioniert sein. Z.B. können die Rohrböden stirnseitig angeordnet sein, also parallel zu einer zu der Längsachse senkrechten Ebene. Alternativ können die Rohrböden z.B. auch parallel zu der Längsachse (also radial oder tangential bzgl. der Längsachse) angeordnet sein.

Das Montieren des Rohres umfasst insbesondere das Einsetzen des Rohres in ein jeweiliges Loch des ersten und/oder zweiten Rohrbodens, das schraubenlinienförmige Wickeln des Rohres um das Kernrohr sowie das Führen des Rohres in mindestens
5 einem ersten bzw. zweiten Zopf zwischen dem jeweiligen Rohrboden und dem Wicklungsbereich.

Beim Wickeln der Rohre wird nacheinander eine Mehrzahl an Rohrlagen gebildet, die jeweils in Umfangsrichtung bezüglich der Längsachse erstreckt sind. Dabei weist
10 insbesondere jede Lage eine Mehrzahl an Rohren auf, die (zumindest abschnittsweise) gemäß einer Mehrfachhelix um das Kernrohr herum verlaufen. Dabei können innerhalb einer Rohrlage insbesondere auch Rohre verschiedener Rohrgruppen vorliegen. Es ist jedoch auch denkbar, dass eine Rohrlage lediglich ein Rohr aufweist, das (zumindest abschnittsweise) in einer Einfachhelix um das Kernrohr herum verläuft.

15 Benachbarte Windungen (desselben Rohres oder unterschiedlicher Rohre) des schraubenlinienförmig gewickelten Bereichs des Rohrbündels können mittels Bügeln miteinander verbunden, insbesondere verschweißt, sein, um diese zu fixieren, insbesondere in axialer Richtung bezüglich der Längsachse.

20 Die innerste Rohrlage kann das Kernrohr oder mindestens einen mit dem Kernrohr verbundenen Steg berühren. Die weiteren darüber liegenden Rohrlagen berühren entweder direkt die jeweils angrenzenden Rohrlagen oder die Rohrlagen berühren entsprechende Stege, die zwischen den jeweiligen Rohrlagen der Rohre angeordnet
25 sind und jeweils in radialer Richtung bezüglich der Längsachse einen Abstand zwischen den Rohrlagen bilden.

Die Berechnung des Rohrverlaufs erfolgt insbesondere anhand von geometrischen Formeln. Dabei kann insbesondere dreidimensionales rechnerunterstütztes
30 Konstruieren (3D-computer-aided design, 3D-CAD) verwendet werden.

Beispielsweise kann aufgrund der geometrischen Berechnung der Verlauf der Rohre in dem Zopf zwischen Rohrboden und Wicklungsbereich derart optimiert werden, dass der Raum optimal ausgenutzt wird (kompakte Zopfkonstruktion) und keine Kollisionen

zwischen den Rohren stattfinden, das heißt so, dass kein Rohr dem anderen Rohr beim Verlegen bzw. Wickeln im Weg ist.

5 Auch der Verlauf der Rohre in dem Wicklungsbereich kann so optimiert werden, dass die Rohrlagen der Rohre möglichst lückenlos sind und keine Kollisionen zwischen den Rohren auftreten.

10 Durch die berechnete Geometrie und das entsprechende Anzeigen des Rohrverlaufs am Ort der Montage können optimierte Rohrlängen erreicht werden und die Fertigungszeit kann deutlich verringert werden.

15 Zudem kann ein Ausfransen und die Bildung von Zwickeln insbesondere im Randbereich der Wicklung mittels des erfindungsgemäßen Verfahrens weitgehend verhindert werden.

20 Unter einer Ausfransung ist ein Bereich am Übergang zwischen Wicklungsbereich und Zopf zu verstehen, bei dem die Rohrlagen des Wicklungsbereiches an unterschiedlichen axialen Positionen (bezüglich der durch das Kernrohr definierten Längsachse) in den Zopf übergehen. Das heißt, die Rohrlagen des Wicklungsbereiches schließen nicht bündig miteinander ab, sondern es stehen insbesondere einzelne Rohrlagen aus dem Wicklungsbereich in axialer Richtung hervor.

25 Unter Zwickeln versteht man Bereiche des Rohrbündels am Übergang zwischen Wicklungsbereich und Zopf, bei denen eine Rohrlage die angrenzende, weiter innen liegende, Rohrlage also abschnittsweise nicht vollständig bedeckt. Solche Fehlstellen können beim Wickeln insbesondere an jeder zweiten Rohrlage aufgrund der Tatsache auftreten, dass mehrere Rohre an nahezu gleicher Winkellage aus dem Wicklungsbereich (zum Zopf hin) austreten.

30 Zwickel und Ausfransungen können z.B. zu inhomogenem Wärmeaustausch und somit geringerer Effektivität des Wärmeübertragers führen.

Der berechnete Verlauf der Rohre ist dabei insbesondere derart optimiert, dass die Wärmeübertragungsleistung des Wärmeübertragers möglichst groß ist und/oder dass das Rohr eine definierte Gesamtlänge aufweist.

- 5 Die optische Anzeigeeinrichtung kann insbesondere einen Bildschirm zur Wiedergabe eines Bildes aufweisen. Alternativ dazu kann es sich bei der Ausgabeeinrichtung z.B. auch um eine Brille zur Simulation einer virtuellen oder erweiterten Realität handeln. Im Rahmen einer solchen Simulation der erweiterten Realität kann z.B. der bisher gefertigte Wärmeübertrager mit dem berechneten Rohrverlauf überlagert dargestellt
10 werden.

Alternativ dazu kann mittels der optischen Anzeigeeinrichtung auch ein virtuelles Bild des berechneten Rohrverlaufs im Raum erzeugt werden, z.B. mittels holografischer Techniken oder mittels Streuung eines Laserstrahls an Partikeln wie Nebeltröpfchen in
15 der Luft oder Streuung eines Laserstrahls an Komponenten des Wärmeübertragers.

Die optische Anzeigeeinrichtung kann z.B. auch eine Laserquelle zur Erzeugung eines gerichteten Laserstrahls aufweisen. Ein solcher Laserstrahl kann z.B. auf eine Oberfläche eines Bauteils (z.B. Teile des Rohrbündels oder Rohrböden) projiziert
20 werden, um den berechneten Verlauf der Rohre anzuzeigen.

Weiterhin kann die optische Anzeigeeinrichtung eine Vorrichtung zur Erzeugung eines Nebels sowie eine Laserquelle aufweisen, wobei der von der Laserquelle ausgesendete Laserstrahl durch den erzeugten Nebel derart gestreut wird, dass ein
25 virtuelles Bild im Raum entsteht, so dass der berechnete Verlauf der Rohre angezeigt werden kann.

Gemäß einer Ausführungsform wird der berechnete Verlauf der Rohre mittels der optischen Anzeigeeinrichtung am Ort der Montage des Rohrbündels angezeigt.

30

Gemäß einer weiteren Ausführungsform wird der Verlauf der Rohre in dem Wicklungsbereich des Wärmeübertragers automatisch berechnet, wobei die Rohre entsprechend dem berechneten Verlauf in dem Wicklungsbereich schraubenlinienförmig um das Kernrohr gewickelt werden.

35

Die korrekte Wicklung der Rohre um das Kernrohr ist besonders schwierig und erfordert lange Ausbildung und große Erfahrung. Aufgrund der erfindungsgemäßen Anzeige des Verlaufs des Rohres ist dieser Schritt wesentlich erleichtert.

- 5 Gemäß einer weiteren Ausführungsform wird der Verlauf der Rohre in dem mindestens einen ersten Zopf und dem mindestens einen zweiten Zopf automatisch berechnet, wobei die Rohre entsprechend dem berechneten Verlauf in dem mindestens einen ersten Zopf von dem ersten Rohrboden zu dem Wicklungsbereich geführt werden, und
10 Rohrboden geführt werden.

Es wird also der Verlauf der Rohre von dem ersten oder zweiten Ende des Wicklungsbereichs bis zu einem jeweiligen ersten bzw. zweiten Rohrboden berechnet.

- 15 Gemäß einer weiteren Ausführungsform wird entsprechend dem berechneten Verlauf zumindest in dem mindestens einen ersten Zopf ein in den ersten Rohrboden mündender erster Abschnitt eines jeweiligen Rohres parallel zu der Längsachse zu einer ersten Position geführt, wobei ein an den ersten Abschnitt angrenzender zweiter Abschnitt des jeweiligen Rohres, insbesondere gerade (also entlang einer Linie), von
20 der ersten Position zu einer zweiten Position an einem Umfang des Wicklungsbereiches geführt wird.

- Gemäß einer weiteren Ausführungsform wird auch in dem mindestens einen zweiten Zopf gemäß dem berechneten Verlauf ein in den zweiten Rohrboden mündender erster
25 Abschnitt des jeweiligen Rohres parallel zu der Längsachse zu einer ersten Position geführt, wobei ein an den ersten Abschnitt angrenzender zweiter Abschnitt des jeweiligen Rohres, insbesondere gerade, von der ersten Position zu einer zweiten Position an dem Umfang des Wicklungsbereiches geführt wird.

- 30 Gemäß einer weiteren Ausführungsform wird entsprechend dem berechneten Verlauf zumindest in dem mindestens einen ersten Zopf ein erster Abschnitt eines jeweiligen Rohres in Richtung des Kernrohres (also radial nach innen) zu einer ersten Position geführt, wobei ein an den ersten Abschnitt angrenzender zweiter Abschnitt des jeweiligen Rohres von der ersten Position zu einer zweiten Position an einem Umfang
35 des Wickelbereiches (also radial nach außen) geführt wird.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform wird auch in dem mindestens einen zweiten Zopf gemäß dem berechneten Verlauf ein erster Abschnitt des jeweiligen Rohres in Richtung des Kernrohres zu einer ersten Position geführt, wobei ein an den ersten
5 Abschnitt angrenzender zweiter Abschnitt des jeweiligen Rohres von der ersten Position zu einer zweiten Position an dem Umfang deswicklungsbereiches geführt wird.

10 Dabei können z.B. alle Rohre oder nur ein Teil der Rohre des Rohrbündels in der beschriebenen Weise geführt werden.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform mündet der jeweilige erste Abschnitt dabei an den ersten Rohrboden bzw. in den zweiten Rohrboden.

15 Alternativ dazu ist gemäß einer weiteren Ausführungsform zwischen dem ersten Rohrboden und dem ersten Abschnitt ein weiterer Abschnitt angeordnet, der in den jeweiligen ersten oder zweiten Rohrboden mündet und vom Kernrohr weg (also radial nach außen) zu einer vierten Position geführt wird, wobei der weitere Abschnitt an der vierten Position in den ersten Abschnitt übergeht.

20

Auf diese Weise können insbesondere an der ersten Position Engstellen der jeweiligen Zöpfe gebildet werden. Dadurch entsteht vorteilhafterweise zusätzlicher Platz für weitere Komponenten des Wärmeübertragers, z.B. Verteiler zur Verteilung des im Mantelraum bereitgestellten Mediums. Solche Verteiler finden z.B. unter seitlichen
25 Stützen zur Zuführung des Mediums Verwendung und können beispielsweise als Prallbleche ausgebildet sein.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform wird entsprechend dem berechneten Verlauf zumindest in dem mindestens einen ersten Zopf ein in den ersten Rohrboden
30 mündender erster Abschnitt eines jeweiligen Rohres bezüglich der Längsachse radial in Richtung des Kernrohres zu einer ersten Position geführt, wobei ein an den ersten Abschnitt angrenzender zweiter Abschnitt des jeweiligen Rohres von der ersten Position parallel zu der Längsachse zu einer zweiten Position geführt wird, und wobei ein an den zweiten Abschnitt angrenzender dritter Abschnitt des jeweiligen Rohres von

der zweiten Position zu einer dritten Position an einem Umfang des
Wicklungsbereiches geführt wird.

5 Gemäß einer weiteren Ausführungsform wird auch in dem mindestens einen zweiten
Zopf entsprechend dem berechneten Verlauf ein in den zweiten Rohrboden
mündender erster Abschnitt des jeweiligen Rohres bezüglich der Längsachse radial in
Richtung des Kernrohres zu einer ersten Position geführt, wobei ein an den ersten
Abschnitt angrenzender zweiter Abschnitt des jeweiligen Rohres von der ersten
Position parallel zu der Längsachse zu einer zweiten Position geführt wird, und wobei
10 ein an den zweiten Abschnitt angrenzender dritter Abschnitt des jeweiligen Rohres von
der zweiten Position zu einer dritten Position an einem Umfang des
Wicklungsbereiches geführt wird.

15 Gemäß einer weiteren Ausführungsform ist der mindestens eine erste Rohrboden
und/oder der mindestens eine zweite Rohrboden parallel zu der Längsachse erstreckt.
Das heißt, die Löcher des Rohrbodens, in denen die Enden der Rohre münden,
verlaufen senkrecht zur Längsachse, also in radialer Richtung.

20 Dabei können insbesondere mehrere erste Rohrböden und mehrere zweite
Rohrgruppen vorgesehen sein, wobei die Rohre des Rohrbündels in mehrere
Rohrgruppen aufgeteilt sind, die jeweils einen ersten und zweiten Zopf bilden und in
einem jeweiligen ersten und zweiten Rohrboden münden.

25 Gemäß einer weiteren Ausführungsform wird bzw. werden die besagte erste Position
und/oder die besagte zweite Position mittels der optischen Anzeigeeinrichtung,
angezeigt.

Durch die auf diese Weise angezeigte Anfangs- und Endposition der Wicklung des
Rohres erleichtert sich das korrekte Wickeln der Rohrlagen erheblich.

30 Gemäß einer weiteren Ausführungsform wird eine graphische Darstellung des
berechneten Verlaufs der Rohre mittels der optischen Anzeigeeinrichtung, angezeigt.
Dabei umfasst die graphische Darstellung insbesondere eine Biegelinie des Rohres
und/oder eine Anordnung des Rohres in dem Rohrbündel, insbesondere in einem
35 jeweiligen Zopf und/oder in dem Wicklungsbereich.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform wird ein Abstand eines jeweiligen zu montierenden Rohres von einem bereits montierten Rohr mittels der optischen Anzeigeeinrichtung angezeigt.

5

Gemäß einer weiteren Ausführungsform wird mittels der optischen Anzeigeeinrichtung, ein jeweiliges Loch des ersten Rohrbodens und/oder des zweiten Rohrbodens angezeigt wird, wobei ein jeweiliges zu montierendes Rohr bei der Montage in das jeweilige angezeigte Loch eingesetzt wird.

10

Auch bei der Zuordnung der Rohre zu entsprechenden Löchern des Rohrbodens entstehen häufig Fehler, die zu einem falschen Verlauf des Rohres im Zopf und somit zu Kollisionen führen können. Dies wird durch das erfindungsgemäße Verfahren weitgehend verhindert.

15

Gemäß einer weiteren Ausführungsform wird mittels einer ersten optischen Anzeigeeinrichtung, ein jeweiliges Loch des ersten Rohrbodens angezeigt, wobei mittels einer zweiten optischen Anzeigeeinrichtung ein jeweiliges Loch des zweiten Rohrbodens angezeigt wird, wobei ein erstes Ende eines jeweiligen zu montierenden Rohres bei der Montage in das jeweilige Loch des ersten Rohrbodens eingesetzt wird, und wobei ein zweites Ende des jeweiligen Rohres bei der Montage in das jeweilige Loch des zweiten Rohrbodens eingesetzt wird. Dabei können insbesondere gleichzeitig am ersten und zweiten Rohrboden mit Unterstützung durch die jeweilige erste und zweite optische Anzeigeeinrichtung Rohre montiert werden.

20

Gemäß einer weiteren Ausführungsform wird eine Anordnung mindestens eines Steges (auch als Abstandselement bezeichnet) auf einer jeweiligen Rohrlage der Rohre des Rohrbündels automatisch berechnet, wobei der mindestens eine Steg dazu ausgebildet ist, in der berechneten Anordnung einen radialen Abstand zwischen der jeweiligen Rohrlage und einer in radialer Richtung bezüglich der Längsachse benachbarten Rohrlage auszubilden, und wobei die berechnete Anordnung des Steges mittels der optischen Anzeigeeinrichtung angezeigt wird, und wobei der Steg entsprechend der angezeigten Anordnung montiert wird.

25

30
35
Dabei sind die Rohrlagen jeweils aus mindestens einem zumindest abschnittsweise schraubenlinienförmig um das Kernrohr herum gewickelten Rohr des Rohrbündels

gebildet. Die verschiedenen Rohrlagen sind in einer radialen Richtung bezüglich der Längsachse übereinander angeordnet bzw. geschichtet. Dabei weisen die Rohre einer jeweiligen Rohrlage insbesondere einen im Wesentlichen konstanten radialen Abstand zu der Längsachse bzw. dem Kernrohr auf.

5

Die besagten Stege verlaufen insbesondere in einer axialen Richtung bezüglich der Längsachse, also parallel zu dem Verlauf des Kernrohres. Dabei werden die Stege insbesondere durch Heftschweißen an der jeweils darunterliegenden Rohrlage oder an mindestens einem Bügel befestigt, wobei mittels des Bügels benachbarte Rohre der

10

Wie bereits dargelegt wird zumindest ein Teil des Wärmeübertragers optisch erfasst, insbesondere mittels einer Kamera, wobei mittels der optischen Erfassung der Verlauf der montierten Rohre überprüft wird, wobei bevorzugt mittels der optischen Erfassung

15

auch die Anordnung des mindestens einen Stegs entsprechend der angezeigten Anordnung überprüft wird.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform werden mittels einer Kommunikationseinrichtung der optischen Anzeigeeinrichtung Text, akustische Signale

20

oder Bilder von der optischen Anzeigeeinrichtung zu einem von dem Ort der Montage des Rohrbündels bzw. des Wärmeübertragers entfernten Ort übertragen.

Auf diese Weise kann insbesondere Kontakt (z.B. über eine Online-Verbindung) mit Experten zum Zweck der Unterstützung oder Fehleranalyse beim Wickeln des

25

Rohrbündels bzw. bei der Herstellung des Wärmeübertragers aufgenommen werden. Hierbei können z.B. bei der optischen Erfassung des Wärmeübertragers erzeugte Bilder an die Experten übermittelt werden.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform wird mindestens eine beim Einbau eines jeweiligen Rohres oder Stegs erfolgte Tätigkeit durch eine Eingabe z.B. von Text in eine Eingabeeinrichtung der optischen Anzeigeeinrichtung dokumentiert.

30

Gemäß einer weiteren Ausführungsform weist ein jeweiliges zu montierendes Rohr jeweils ein Identifikationsmerkmal, insbesondere eine Identifikationsnummer, auf,

35

wobei das Identifikationsmerkmal des jeweiligen einzubauenden Rohres mittels der

optischen Anzeigeeinrichtung angezeigt wird. Bei dem erfindungsgemäßen Herstellungsverfahren weisen die Rohre des Rohrbündels aufgrund ihres berechneten Verlaufs insbesondere eine unterschiedliche Länge auf. Mittels des besagten Identifikationsmerkmals, das z.B. die Positionierung des jeweiligen Rohres in dem Rohrbündel angibt, ist es insbesondere möglich, die Rohre bereits mit einer optimalen Länge für die jeweilige Position am Montageort zur Verfügung zu stellen.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform wird eine dritte Position automatisch berechnet, an der ein jeweiliges zu montierendes Rohr einen jeweiligen Steg im montierten Zustand berühren soll, wobei mittels der optischen Anzeigeeinrichtung, die berechnete dritte Position angezeigt wird, und wobei das Rohr derart montiert wird, dass das Rohr den jeweiligen Steg an der angezeigten dritten Position berührt.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform wird mittels der optischen Anzeigeeinrichtung, eine Position angezeigt, an der eine Klammer zur Befestigung des Rohres an einem benachbarten Rohr des jeweiligen Rohrbündels zu positionieren ist, wobei die Klammer an der angezeigten Position positioniert wird. Dabei kann insbesondere zuvor auch die besagte Position der Klammer automatisch berechnet werden.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform wird mittels der optischen Anzeigeeinrichtung, eine Schneideposition angezeigt, an der das Rohr zu schneiden ist, wobei das Rohr an der Schneideposition geschnitten wird. Dabei kann insbesondere zuvor auch die besagte Schneideposition automatisch berechnet werden.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform ist die optische Anzeigeeinrichtung dazu ausgebildet, Anweisungen für die Vorbereitung mindestens eines Rohres und/oder mindestens eines Stegs und oder mindestens eines Bügels und/oder mindestens eines Werkzeugs zur Montage des Rohres, des Stegs oder des Bügels anzuzeigen.

Ein weiterer Aspekt der Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines gewickelten Wärmeübertragers, welcher ein entlang einer Längsachse erstrecktes Kernrohr und ein Rohrbündel aufweist, das eine Mehrzahl an Rohren zum Führen eines ersten Fluids aufweist, wobei das Rohrbündel einen Wicklungsbereich aufweist, in dem die Rohre zumindest abschnittsweise schraubenlinienförmig (im Folgenden auch als helikal bezeichnet) um das Kernrohr herum verlaufen, und wobei das

Rohrbündel mindestens einen ersten Zopf aufweist, der an einem ersten Ende des Wicklungsbereiches an den Wicklungsbereich angrenzt, und wobei das Rohrbündel mindestens einen zweiten Zopf aufweist, der an einem dem ersten Ende gegenüberliegenden zweiten Ende des Wicklungsbereiches an den Wicklungsbereich angrenzt, wobei die Rohre in dem mindestens einen ersten Zopf von dem Wicklungsbereich zu mindestens einem ersten Rohrboden geführt sind, und wobei die Rohre in dem mindestens einen zweiten Zopf von dem Wicklungsbereich zu mindestens einem zweiten Rohrboden geführt sind, und wobei die Rohre in den ersten Rohrboden und den zweiten Rohrboden münden, und wobei der Verlauf der Rohre des Rohrbündels von dem ersten Rohrboden des Wärmeübertragers zu dem zweiten Rohrboden des Wärmeübertragers automatisch berechnet wird, und wobei der berechnete Verlauf der Rohre mittels einer optischen Anzeigeeinrichtung angezeigt wird, und wobei die Rohre entsprechend dem angezeigten Verlauf montiert werden.

Dieses Verfahren gemäß dem weiteren Aspekt kann durch die hierin beschriebenen Merkmale bzw. analog zum Anspruch 1 durch die in den Unteransprüchen angegebenen Merkmale weitergebildet werden. Weitere Einzelheiten und Vorteile der Erfindung sollen durch die nachfolgende Figurenbeschreibung von Ausführungsbeispielen anhand der Figuren erläutert werden.

Es zeigen:

- Fig. 1 eine teilweise Schnittansicht eines gewickelten Wärmeübertragers;
- Fig. 2 eine schematische Darstellung eines Teils eines gewickelten Wärmeübertragers gemäß einer ersten Ausführungsform während der Herstellung mit dem erfindungsgemäßen Verfahren;
- Fig. 3 eine schematische Darstellung eines Teils eines gewickelten Wärmeübertragers gemäß einer zweiten Ausführungsform während der Herstellung mit dem erfindungsgemäßen Verfahren.
- Fig. 4 eine schematische Darstellung eines Teils eines gewickelten Wärmeübertragers gemäß einer dritten Ausführungsform während der Herstellung mit dem erfindungsgemäßen Verfahren.

Die Figur 1 zeigt einen gewickelten Wärmeübertrager 1, der ein Rohrbündel 2 mit einer Mehrzahl an Rohren 20 aufweist, wobei die Rohre 20 entlang einer Längsachse L des

Wärmeübertragers 1 verlaufen und dabei helikal um ein Kernrohr 21 herum bzw. auf das Kernrohr 21 gewickelt sind, so dass sie entlang einer gedachten helikalen bzw. schraubenlinienförmigen Bahn B verlaufen, die in der Figur 1 angedeutet ist.

- 5 Im Einzelnen weist der erfindungsgemäße Wärmeübertrager 1 gemäß Figur 1 das besagte Kernrohr 21 auf, auf das die Rohre 20 des Rohrbündels 2 aufgewickelt sind, so dass das Kernrohr 21 die Last der Rohre 20 trägt. Die Erfindung ist jedoch auch grundsätzlich auf gewickelte Wärmeübertrager 1 ohne Kernrohr 21 anwendbar, bei denen die Rohre 20 um die Längsachse L schraubenlinienförmig gewickelt sind.

10

- Der Wärmeübertrager 1 ist zur indirekten Wärmeübertragung zwischen einem ersten und einem zweiten Fluid ausgebildet und weist einen Mantel 10 auf, der einen Mantelraum M zur Aufnahme des zweiten Fluids umgibt, das z.B. über einen Einlassstutzen 101 am Mantel 10 in den Mantelraum M einleitbar und z.B. über einen
- 15 entsprechenden Auslassstutzen 102 am Mantel 10 wieder aus dem Mantelraum M abziehbar ist. Der Mantel 10 erstreckt sich entlang der besagten Längsachse L, die bezogen auf einen bestimmungsgemäß angeordneten Wärmeübertrager 1 vorzugsweise entlang der Vertikalen verläuft. In dem Mantelraum M ist weiterhin das Rohrbündel 2 mit einer Mehrzahl an Rohren 20 zum Führen des ersten Fluids
- 20 angeordnet. Diese Rohre 20 sind in mehreren Rohrlagen 22 schraubenlinienförmig auf das Kernrohr 21 gewickelt, wobei sich das Kernrohr 21 ebenfalls entlang der Längsachse L erstreckt und konzentrisch im Mantelraum M angeordnet ist.

- Mehrere Rohre 20 des Rohrbündels 2 können jeweils eine Rohrgruppe 7 bilden (in der
- 25 Figur 1 sind drei solche Rohrgruppen 7 gezeigt), wobei die Rohre 20 einer Rohrgruppe 7 in einem zugeordneten Rohrboden 104 zusammengefasst sein können, wobei das erste Fluid über Einlassstutzen 103 am Mantel 10 in die Rohre 20 der jeweiligen Rohrgruppe 7 eingeleitet und über Ablassstutzen 105 aus den Rohren 20 der entsprechenden Rohrgruppe 7 abgezogen werden kann.

30

- Somit kann zwischen den beiden Fluiden indirekt Wärme übertragen werden. Der Mantel 10 sowie das Kernrohr 21 können weiterhin zumindest abschnittsweise zylinderförmig ausgeführt sein, so dass die Längsachse L eine Zylinderachse des Mantels 10 und des konzentrisch darin verlaufenden Kernrohres 21 bildet. Im
- 35 Mantelraum M kann des Weiteren ein Hemd 3 angeordnet sein, welches das

Rohrbündel 2 bzw. die Rohre 20 umschließt, so dass zwischen dem Rohrbündel 2 und jenem Hemd 3 ein das Rohrbündel 2 bzw. die Rohre 20 umgebender Zwischenraum ausgebildet ist. Das Hemd 3 dient dazu, ggf. eine Bypassströmung des im Mantelraum M geführten zweiten Fluids, mit dem die Rohre 20 beaufschlagt wird, am Rohrbündel 2
5 vorbei möglichst zu unterdrücken. Das zweite Fluid wird also im Mantelraum M vorzugsweise in dem vom Hemd 3 umgebenen Bereich des Mantelraumes M geführt. Weiterhin können sich die einzelnen Rohrlagen 22 (insbesondere bei horizontaler Lagerung des Rohrbündels 2) über entlang der Längsachse L erstreckte Stege 6 (auch als Abstandselemente bezeichnet) aneinander bzw. am Kernrohr 21 abstützen.

10

Die Figur 2 zeigt ein Rohrbündel 2 eines gewickelten Wärmeübertragers 1 (z.B. wie in Figur 1 dargestellt) während der erfindungsgemäßen Montage im Längsschnitt bezüglich der Längsachse L. Dabei ist die Längsachse L insbesondere horizontal angeordnet (im Gegensatz zum bestimmungsgemäßen Betrieb des Wärmeübertragers
15 1, bei dem die Längsachse L insbesondere vertikal verläuft).

Der hier gezeigte Wärmeübertrager 1 weist lediglich einen ersten Rohrboden 104a und einen zweiten Rohrboden 104b sowie ein zwischen dem ersten Rohrboden 104a und dem zweiten Rohrboden 104b erstrecktes Rohrbündel 2 auf, das aus einer Mehrzahl
20 an Rohren 20 gebildet ist. Selbstverständlich ist das erfindungsgemäße Herstellungsverfahren jedoch auch auf gewickelte Wärmeübertrager 1 mit mehreren Rohrgruppen und entsprechend mehreren ersten und zweiten Rohrböden 104a, 104b (wie z.B. bei dem in Figur 1 gezeigten Wärmeübertrager 1 mit drei Rohrgruppen) anwendbar.

25

Das Rohrbündel 2 weist einen an den ersten Rohrboden 104a angrenzenden ersten Zopf 4, einen entlang der Längsachse L an den ersten Zopf 4 angrenzenden Wicklungsbereich 11 und einen entlang der Längsachse L an den Wicklungsbereich 11 angrenzenden zweiten Zopf 5 auf. In dem ersten Zopf 4 verläuft jeweils ein in den
30 ersten Rohrboden 104a mündender erster Abschnitt 24 der Rohre 20 des Rohrbündels 2 parallel zu der Längsachse L, ein an einer Biegung an einer ersten Position 27 an den ersten Abschnitt 24 angrenzender zweiter Abschnitt 25 verläuft dagegen winkelig zur Längsachse L (insbesondere nach außen) zu einer zweiten Position 28, an der der Wicklungsbereich 11 beginnt.

35

In dem Wicklungsbereich 11 sind die Rohre 20 in einer Mehrzahl an Rohrlagen 22 in jeweils einer Mehrzahl an Windungen 23 schraubenlinienförmig um das entlang der Längsachse L erstreckte Kernrohr 21 gewickelt. In der Figur 2 ist exemplarisch ein Rohr 20 hervorgehoben, das während der Montage des Rohrbündels 2 gerade um das Kernrohr 21 gewickelt wird. Dabei kann es sich bei dem hervorgehobenen Rohr 20 z.B. um ein sogenanntes Führungsrohr, also das erste gewickelte Rohr 20 einer jeweiligen Rohrlage 22, handeln. An einem solchen Führungsrohr können dann insbesondere die weiteren Rohre 20 der jeweiligen Rohrlage 22 ausgerichtet werden. Dabei werden die weiteren Rohre 20 insbesondere mittels Klammern an den jeweils benachbarten Rohren 20 bzw. Windungen 23 fixiert.

In dem zweiten Zopf 5 verläuft ebenfalls jeweils ein in den zweiten Rohrboden 104b mündender erster Abschnitt 24 der Rohre 20 parallel zu der Längsachse L zu einer Biegung an einer ersten Position 27 und von dieser winklig, insbesondere nach innen, zu einer zweiten Position 28, an dem der Wicklungsbereich 11 an den zweiten Zopf 5 grenzt.

Weiterhin sind zwei parallel zu der Längsachse L verlaufende Stege 6 gezeigt, die z.B. durch Heftschweißen auf einer bereits fertiggestellten Rohrlage 22 des Wicklungsbereiches 11 befestigt sind. Diese Stege 6 dienen als Abstandhalter (in radialer Richtung bezüglich der Längsachse) zwischen den benachbarten Rohrlagen 22 in dem fertiggestellten Rohrbündel 2. Die durch die Stege 6 gebildeten Abstände zwischen den Rohrlagen 22 erlauben eine bessere Verteilung des in dem Mantelraum M zur Verfügung gestellten zweiten Fluids zwischen den Rohrlagen 22, so dass ein effektiverer Wärmeaustausch zwischen dem zweiten Fluid und dem in den Rohren 20 geführten ersten Fluid erfolgen kann. Natürlich können weitere hier nicht gezeigte Stege 6 vorhanden sein.

Die Figur 3 zeigt eine weitere Ausführungsform eines Wärmeübertragers 1 mit kugelförmigen oder annähernd kugelförmigen ersten und zweiten Rohrböden 104a, 104b, die jeweils durch gestrichelte Linien angedeutete annähernd radial in Richtung vom Kugelmittelpunkt nach außen verlaufende Löcher 106 aufweisen, in denen jeweilige Rohre 20 des Rohrbündels 2 angeordnet sind. Das Rohrbündel 2 des Wärmeübertragers 1 verläuft von dem ersten Rohrboden 104a über einen ersten Zopf

4, einenwicklungsbereich 11, in dem die Rohre 20 um das Kernrohr 21 herum gewickelt sind, und einen zweiten Zopf 5 zu dem zweiten Rohrboden 104b.

Im Bereich des ersten Zopfes 4 verläuft vom ersten Rohrboden 104a aus jeweils ein
5 erster Abschnitt 24 der Rohre 20, von denen zur besseren Übersicht nur zwei gezeigt sind, radial nach innen, also in Richtung des Kernrohres 21, zu einer ersten Position 27 und ein an den ersten Abschnitt 24 angrenzender zweiter Abschnitt 25 des jeweiligen Rohres 20 verläuft von der ersten Position 27 zu einer zweiten Position 28 am Umfang des Wicklungsbereiches 11.

10

Entsprechend verläuft im Bereich des zweiten Zopfes 5 vom zweiten Rohrboden 104b aus jeweils ein erster Abschnitt 24 der Rohre 20 radial nach innen, also in Richtung des Kernrohres 21, zu einer ersten Position 27 und ein an den ersten Abschnitt 24 angrenzender zweiter Abschnitt 25 des jeweiligen Rohres 20 verläuft von der ersten
15 Position 27 zu einer zweiten Position 28 am Umfang des Wickelbereiches 11.

An der jeweiligen ersten Position 27 entstehen somit Engstellen des ersten Zopfes 4 bzw. des zweiten Zopfes 5. Dadurch entsteht Platz für weitere Komponenten des Wärmeübertragers, z.B. Verteiler, die beispielsweise als Prallbleche ausgebildet sein
20 können.

In der hier gezeigten Ausführungsform ist zwischen dem ersten Rohrboden 104a und dem jeweiligen ersten Abschnitt 24 und zwischen dem zweiten Rohrboden 104b und dem jeweiligen ersten Abschnitt 24 jeweils ein in die jeweiligen Rohrboden 104a, 104b
25 mündender weiterer Abschnitt 30 des jeweiligen Rohres 20 vorgesehen, der vom jeweiligen Rohrboden 104a, 104b radial nach außen, also vom Kernrohr 21 weg, zu einer vierten Position 31 verläuft, an welcher der weitere Abschnitt 30 in den ersten Abschnitt 24 übergeht.

30 Natürlich ist es auch möglich, den beschriebenen Rohrverlauf mit anders geformten (nicht kugelförmigen) Rohrböden zu realisieren.

Die Figur 4 zeigt eine weitere, dritte Ausführungsform eines Rohrbündels 2 eines gewickelten Wärmeübertragers 1 während der erfindungsgemäßen Montage im
35 Längsschnitt bezüglich der Längsachse L.

Dieser weist zwei erste Rohrböden 104a und zwei zweite Rohrböden 104b sowie ein zwischen den ersten Rohrböden 104a und den zweiten Rohrböden 104b erstrecktes Rohrbündel 2 auf, das aus einer Mehrzahl an Rohren 20 gebildet ist. Die Rohre 20 des Rohrbündels 2 sind in zwei Rohrgruppen 7 aufgeteilt, wobei die Rohre 20 einer jeweiligen Rohrgruppe 7 in denselben ersten Rohrboden 104a und denselben zweiten Rohrboden 104b münden. Natürlich ist das erfindungsgemäße Verfahren genauso gut auf Rohrbündel 2 mit mehr als zwei Rohrgruppen 7 und jeweils mehrere erste Rohrböden 104a und zweite Rohrböden 104b anwendbar.

10

Die Rohre 20 der Rohrgruppen 7 bilden jeweils einen ersten Zopf 4 und einen zweiten Zopf 5, so dass insgesamt zwei erste Zöpfe 4 und zwei zweite Zöpfe 5 vorhanden sind. Zwischen den ersten Zöpfen 4 und den zweiten Zöpfen 5 erstreckt sich der Wicklungsbereich 11 des Rohrbündels 2, in dem die Rohre 20 beider Rohrgruppen 7 helikal um das Kernrohr 21 herum gewickelt sind.

15

Die ersten Rohrböden 104a und die zweiten Rohrböden 104b sind jeweils parallel zu der Längsachse L erstreckt, ihre Löcher 106 zur Aufnahme der Rohre 20 verlaufen dementsprechend senkrecht zur Längsachse L bzw. in radialer Richtung. In dem fertig montierten Wärmeübertrager 1 (hier nicht gezeigt) können die ersten und zweiten Rohrböden 104a, 104b z.B. in jeweiligen Stutzen in einer Seitenwand des Mantels des Wärmeübertragers 1 angeordnet sein. Auf diese Weise kann beim Betrieb Medium durch die seitlichen Stutzen in die in den jeweiligen Rohrboden 104a mündenden Rohre 20 eingebracht oder aus diesen abgezogen werden.

20

In dem ersten Zopf 4 verläuft aufgrund der beschriebenen Anordnung der Rohrböden 104a, 104b jeweils ein in den ersten Rohrboden 104a bzw. zweiten Rohrboden 104b mündender erster Abschnitt 24 der Rohre 20 einer jeweiligen Rohrgruppe 7 senkrecht zu der Längsachse L bzw. in radialer Richtung bis zu einer Biegung an einer ersten Position 27 des jeweiligen ersten oder zweiten Zopfes 4,5. An den ersten Abschnitt 24 grenzt an der ersten Position 27 ein zweiter Abschnitt 25 der Rohre 20 an, der parallel zu der Längsachse L bis zu einer zweiten Position 28 verläuft. Von der zweiten Position 28 aus werden die Rohre in einem dritten Abschnitt 26 bis zu einer dritten Position 29 geführt, an welcher der Wicklungsbereich 11 beginnt.

25

30

35

Bezüglich der übrigen zu der in Fig. 2 gezeigten Ausführungsform identischen Merkmale sei auf die Beschreibung dieser Ausführungsform verwiesen.

Die Figuren 2 bis 4 zeigen außerdem jeweils eine optische Anzeigeeinrichtung 200 in Form eines Terminals mit einem Bildschirm 201 zur visuellen Anzeige von Informationen, einer Kommunikationseinrichtung 210 zum, insbesondere drahtlosen, Datenaustausch mit einem Empfängergerät und einer Eingabeeinrichtung 220 zum Eingeben von Daten in die optische Anzeigeeinrichtung 200.

10 Außerdem ist eine elektronische Datenverarbeitungseinheit 500, z.B. ein Computer, dargestellt, wobei die Datenverarbeitungseinheit 500 dazu ausgebildet ist, den Verlauf der Rohre 20 des Rohrbündels 2 von dem ersten Rohrboden um das Kernrohr 21 herum zu einem zweiten Rohrboden 104b des Wärmeübertragers automatisch zu berechnen. Dies erfolgt insbesondere unter Verwendung einer CAD-Software (die auf
15 der Datenverarbeitungseinheit 500 läuft) mittels geometrischer Formeln. Weiterhin kann die Datenverarbeitungseinheit 500 dazu ausgebildet sein, die Anordnung mindestens eines Steges 6 in bzw. auf dem Rohrbündel 2 und/oder die Anordnung mindestens einer Klammer zum Fixieren benachbarter Rohre 20 einer Rohrlage 22 des Rohrbündels 2 automatisch zu berechnen. Die Datenverarbeitungseinheit 500 ist über
20 eine Datenleitung mit der optischen Anzeigeeinrichtung 200 verbunden, so dass der mittels der Datenverarbeitungseinheit 500 berechnete Verlauf der Rohre 20 bzw. die berechnete Anordnung der Stege 6 und/oder Klammern in Form von Daten an die optische Anzeigeeinrichtung 200 übertragen werden kann. Alternativ dazu kann auch ein vorab mittels der Datenverarbeitungseinheit 50 berechneter Verlauf der Rohre 20
25 bzw. eine vorab berechnete Anordnung der Stege 6 und/oder Klammern in einem Speicher der optischen Anzeigeeinrichtung 200 gespeichert werden.

Mittels der optischen Anzeigeeinrichtung 200 kann dann z.B. eine anhand des automatisch berechneten Verlaufs bzw. der automatisch berechneten Anordnung
30 ermittelte graphische Darstellung des Verlaufs der Rohre 20 sowie der Anordnung der Stege 6 und/oder der Klammern auf dem Bildschirm 201 angezeigt werden, so dass ein Monteur des Rohrbündels 2 die genannten Komponenten anhand der graphischen Darstellung montieren kann.

Dabei kann z.B. zunächst ein jeweiliges Loch 106 des ersten Rohrbodens 104a auf der graphischen Darstellung auf dem Bildschirm 201 hervorgehoben werden, so dass der Monteur ein jeweiliges Rohr 20 in das jeweilige Loch 106 einbringen kann.

Anschließend kann z.B. der Verlauf des jeweiligen Rohres 20 im Bereich des
5 mindestens einen ersten Zopfes 4, des Wicklungsbereiches 11 und des mindestens einen zweiten Zopfes 5 graphisch hervorgehoben werden, so dass der Monteur das jeweilige Rohr 20 entsprechend dem angezeigten Verlauf montieren (insbesondere im Wicklungsbereich 11 um das Kernrohr 21 herum wickeln) kann. Schließlich kann ein
10 jeweiliges Loch 106 des zweiten Rohrbodens 104b graphisch dargestellt werden, so dass der Monteur das jeweilige Rohr 20 in dieses Loch 106 einbringen kann.

Anschließend kann z.B. analog zu dem beschriebenen Verfahren der Verlauf weiterer Rohre 20 derselben Rohrlage 22 graphisch dargestellt werden, so dass der Monteur diese montieren kann. Dabei kann auch bei Bedarf die Position einer Klammer zum
15 Fixieren zweier benachbarter Rohre 20 der Rohrlage 22 mittels der optischen Anzeigeeinrichtung 200 angezeigt werden. Nach dem vollständigen Montieren einer jeweiligen Rohrlage 22 können auch die Positionen der Stege 6, die auf der jeweiligen Rohrlage 22 zu montieren sind, von der optischen Anzeigeeinrichtung 200 angezeigt werden, so dass der Monteur diese entsprechend positionieren und gegebenenfalls mit
20 der darunterliegenden Rohrlage 22 bzw. mit den Klammern verschweißen kann.

Natürlich kann die optische Anzeigeeinrichtung 200 alternativ oder ergänzend zu der optischen Anzeige auf einem Bildschirm auch als Vorrichtung zur Darstellung einer virtuellen Realität (z.B. als Virtual-Reality-Brille) ausgebildet sein, so dass durch die
25 optische Anzeigeeinrichtung 200 der Verlauf der Rohre 20, Stege 6 oder weiterer Komponenten dem Monteur räumlich als virtuelles Bild angezeigt wird.

Weiterhin ist es möglich, dass die optische Anzeigeeinrichtung 200 eine Laserquelle zur Erzeugung eines Laserstrahls aufweist, der z.B. auf Bauteile des
30 Wärmeübertragers 1 projiziert werden kann, um den berechneten Verlauf der Rohre 20, Stege 6 oder weiterer Komponenten anzuzeigen.

Zusätzlich dazu kann auch eine Vorrichtung zur Erzeugung eines Nebels am Ort der Montage vorgesehen sein, so dass mittels des an den Nebelpartikeln gestreuten Lichts

des Laserstrahls ein virtuelles Bild im Raum erzeugt wird, um den Verlauf der Rohre 20, Stege 6 oder weiterer Komponenten anzuzeigen.

Optional kann der Monteur mittels der Eingabeeinrichtung 220 die Fertigstellung eines
5 Teilschritts der Montage bestätigen. Die optische Anzeigeeinrichtung 200 kann dann
(mittels eines entsprechenden Steuergeräts, dass das Eingabesignal erkennt und
einen entsprechenden Steuerbefehl sendet) diejenige graphische Darstellung
anzeigen, welche dem nächstfolgenden Schritt der Montage entspricht (z.B. den
Verlauf des Rohres 20 im Bereich des mindestens einen zweiten Zopfes 5 nach
10 Abschluss der Wicklung des Rohres im Wicklungsbereich 11).

Zusätzlich kann die optische Anzeigeeinrichtung 200 z.B. ein Identifikationsmerkmal
(z.B. eine Identifikationsnummer) eines zu montierenden Rohres 20, Stegs 6 oder einer
zu montierenden Klammer anzeigen, so dass der Monteur ein mit dem
15 Identifikationsmerkmal ausgestattetes Rohr 20, einen entsprechenden Steg 6 oder eine
Klammer zur Montage auswählen kann. Dies ist z.B. dann vorteilhaft, wenn ein Rohr
20 einer bestimmten Länge, das entsprechend seiner Länge mit dem
Identifikationsmerkmal versehen ist, an einer bestimmten Position des Rohrbündels 2
eingebaut werden soll.

20

Die optische Anzeigeeinrichtung 200 ist weiterhin über eine Datenverbindung mit einer
optischen Erfassungseinrichtung 230 (z.B. einer Kamera) verbunden. Mittels der
optischen Erfassungseinrichtung 230 kann ein Bild zumindest eines Teils des
Rohrbündels 2 aufgenommen werden und in Form von Daten über die
25 Datenverbindung an die optische Anzeigeeinrichtung 200 übermittelt werden. Ein
solches Bild kann z.B. von einem Prozessor der optischen Anzeigeeinrichtung 200
unter Verwendung einer entsprechenden Software zur Fehleranalyse ausgewertet
werden. Alternativ dazu ist es möglich, das Bild über die Kommunikationseinrichtung
210 z.B. an einen Spezialisten zu übermitteln, der sich entfernt vom Ort der Montage
30 des Rohrbündels 2 aufhält, so dass dieser gegebenenfalls Montagefehler analysieren
kann.

Weiterhin kann ein Monteur am Ort der Montage des Rohrbündels 2 über die optische
Anzeigeeinrichtung 200 und die Kommunikationseinrichtung 210 mit einem
35 entsprechenden Spezialisten, der sich entfernt vom Ort der Montage des Rohrbündels

2 aufhält, kommunizieren, um z.B. Montagefehler zu diskutieren bzw. Hilfe von dem Spezialisten einzuholen. Diese Kommunikation kann z.B. in Form einer Videokonferenz erfolgen.

Bezugszeichenliste

1	Wärmeübertrager
2	Rohrbündel
3	Hemd
4	Erster Zopf
5	Zweiter Zopf
6	Steg
7	Rohrgruppe
10	Mantel
11	Wicklungsbereich
12	Erstes Ende
13	Zweites Ende
20	Rohr
21	Kernrohr
22	Rohrlage
23	Windung
24	Erster Abschnitt
25	Zweiter Abschnitt
26	Dritter Abschnitt
27	Erste Position
28	Zweite Position
29	Dritte Position
30	Weiterer Abschnitt
31	Vierte Position
101	Erster Einlassstutzen
102	Erster Auslassstutzen
103	Zweiter Einlassstutzen
104	Rohrboden
104a	Erster Rohrboden
104b	Zweiter Rohrboden
105	Zweiter Auslassstutzen
106	Loch
200	Optische Anzeigeeinrichtung
201	Bildschirm
210	Kommunikationseinrichtung
220	Eingabeeinrichtung
230	Optische Erfassungseinrichtung
500	Datenverarbeitungseinheit
B	Schraubenlinienförmige Bahn
L	Längsachse
M	Mantelraum

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines gewickelten Wärmeübertragers (1), welcher ein entlang einer Längsachse (L) erstrecktes Kernrohr (21) und ein Rohrbündel (2) aufweist, das eine Mehrzahl an Rohren (20) zum Führen eines ersten Fluids aufweist, wobei das Rohrbündel (2) einen Wicklungsbereich (11) aufweist, in dem die Rohre (20) schraubenlinienförmig um das Kernrohr (21) herum verlaufen, und wobei das Rohrbündel (2) mindestens einen ersten Zopf (4) aufweist, der an einem ersten Ende (12) an den Wicklungsbereich (11) angrenzt, und wobei das Rohrbündel (2) mindestens einen zweiten Zopf (5) aufweist, der an einem dem ersten Ende (12) gegenüberliegenden zweiten Ende (13) an den Wicklungsbereich (11) angrenzt, wobei die Rohre (20) in dem mindestens einen ersten Zopf (4) von dem Wicklungsbereich (11) zu mindestens einem ersten Rohrboden (104a) geführt sind, und wobei die Rohre (20) in dem mindestens einen zweiten Zopf (5) von dem Wicklungsbereich (11) zu mindestens einem zweiten Rohrboden (104b) geführt sind, und wobei die Rohre (20) in den ersten Rohrboden (104a) und den zweiten Rohrboden (104b) münden, und wobei der Verlauf der Rohre (20) des Rohrbündels (2) von dem ersten Rohrboden (104a) zu dem zweiten Rohrboden (104b) automatisch berechnet wird, und wobei der berechnete Verlauf der Rohre (20) mittels einer optischen Anzeigeeinrichtung (200) angezeigt wird, und wobei die Rohre (20) entsprechend dem angezeigten Verlauf montiert werden, und wobei zumindest ein Teil des Wärmeübertragers (1) optisch erfasst wird, und wobei mittels der optischen Erfassung der Verlauf der montierten Rohre (20) überprüft wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der Verlauf der Rohre (20) in dem Wicklungsbereich (11) des Wärmeübertragers (1) automatisch berechnet wird, und wobei die Rohre (20) entsprechend dem berechneten Verlauf in dem Wicklungsbereich (11) schraubenlinienförmig um das Kernrohr (21) gewickelt werden.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, wobei der Verlauf der Rohre (20) in dem mindestens einen ersten Zopf (4) und dem mindestens einen zweiten Zopf (5) automatisch berechnet wird, und wobei die Rohre (20) entsprechend dem berechneten Verlauf in dem mindestens einen ersten Zopf (4) von dem ersten Rohrboden (104a) zu dem Wicklungsbereich (11) geführt werden, und in dem

mindestens einen zweiten Zopf (5) von dem Wicklungsbereich (11) zu dem zweiten Rohrboden (104b) geführt werden.

4. Verfahren nach Anspruch 3, wobei entsprechend dem berechneten Verlauf
5 zumindest in dem mindestens einen ersten Zopf (4) ein in den ersten
Rohrboden (104a) mündender erster Abschnitt (24) eines jeweiligen Rohres
(20) parallel zu der Längsachse (L) zu einer ersten Position (27) geführt wird,
und wobei ein an den ersten Abschnitt (24) angrenzender zweiter Abschnitt (25)
des jeweiligen Rohres (20) von der ersten Position (27) zu einer zweiten
10 Position (28) an einem Umfang des Wicklungsbereiches (11) geführt wird.

5. Verfahren nach Anspruch 3, wobei entsprechend dem berechneten Verlauf
zumindest in dem mindestens einen ersten Zopf (4) ein erster Abschnitt (24)
eines jeweiligen Rohres (20) in Richtung des Kernrohres (21) zu einer ersten
15 Position (27) geführt wird, und wobei ein an den ersten Abschnitt (24)
angrenzender zweiter Abschnitt (25) des jeweiligen Rohres (20) von der ersten
Position (27) zu einer zweiten Position (28) an einem Umfang des
Wicklungsbereiches (11) geführt wird.

6. Verfahren nach Anspruch 3, wobei entsprechend dem berechneten Verlauf
20 zumindest in dem mindestens einen ersten Zopf (4) ein in den ersten
Rohrboden (104a) mündender erster Abschnitt (24) eines jeweiligen Rohres
(20) bezüglich der Längsachse (L) radial in Richtung des Kernrohres (21) zu
einer ersten Position (27) geführt wird, und wobei ein an den ersten Abschnitt
25 (24) angrenzender zweiter Abschnitt (25) des jeweiligen Rohres (20) von der
ersten Position (27) parallel zu der Längsachse (L) zu einer zweiten Position
(28) geführt wird, und wobei ein an den zweiten Abschnitt (25) angrenzender
dritter Abschnitt (26) des jeweiligen Rohres (20) von der zweiten Position (28)
zu einer dritten Position (29) an einem Umfang des Wicklungsbereiches (11)
30 geführt wird.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 6, wobei die erste Position (27)
und/oder die zweite Position (28) und/oder die dritte Position (29) mittels der
optischen Anzeigeeinrichtung (200) angezeigt wird.

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei eine graphische Darstellung des berechneten Verlaufs der Rohre (20) mittels der optischen Anzeigeeinrichtung (200) angezeigt wird.

5 9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei ein jeweiliges Loch (106) des ersten Rohrbodens (104a) und/oder des zweiten Rohrbodens (104b) mittels der optischen Anzeigeeinrichtung (200) angezeigt wird, und wobei ein jeweiliges zu montierendes Rohr (20) in das jeweilige angezeigte Loch (106) eingesetzt wird.

10

10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei eine Anordnung mindestens eines Steges (6) auf einer jeweiligen Rohrlage (22) der Rohre (20) des Rohrbündels (2) automatisch berechnet wird, wobei der mindestens eine Steg (6) dazu ausgebildet ist, in der berechneten Anordnung einen Abstand
15 zwischen der jeweiligen Rohrlage (22) und einer in radialer Richtung bezüglich der Längsachse (L) benachbarten Rohrlage (22) auszubilden, und wobei die berechnete Anordnung des Steges (6) mittels der optischen Anzeigeeinrichtung (200) angezeigt wird und wobei der Steg (6) entsprechend der angezeigten Anordnung montiert wird.

20

11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei mittels der optischen Erfassung die Anordnung des mindestens einen Stegs (6) entsprechend der angezeigten Anordnung überprüft wird.

1/4

FIG. 1

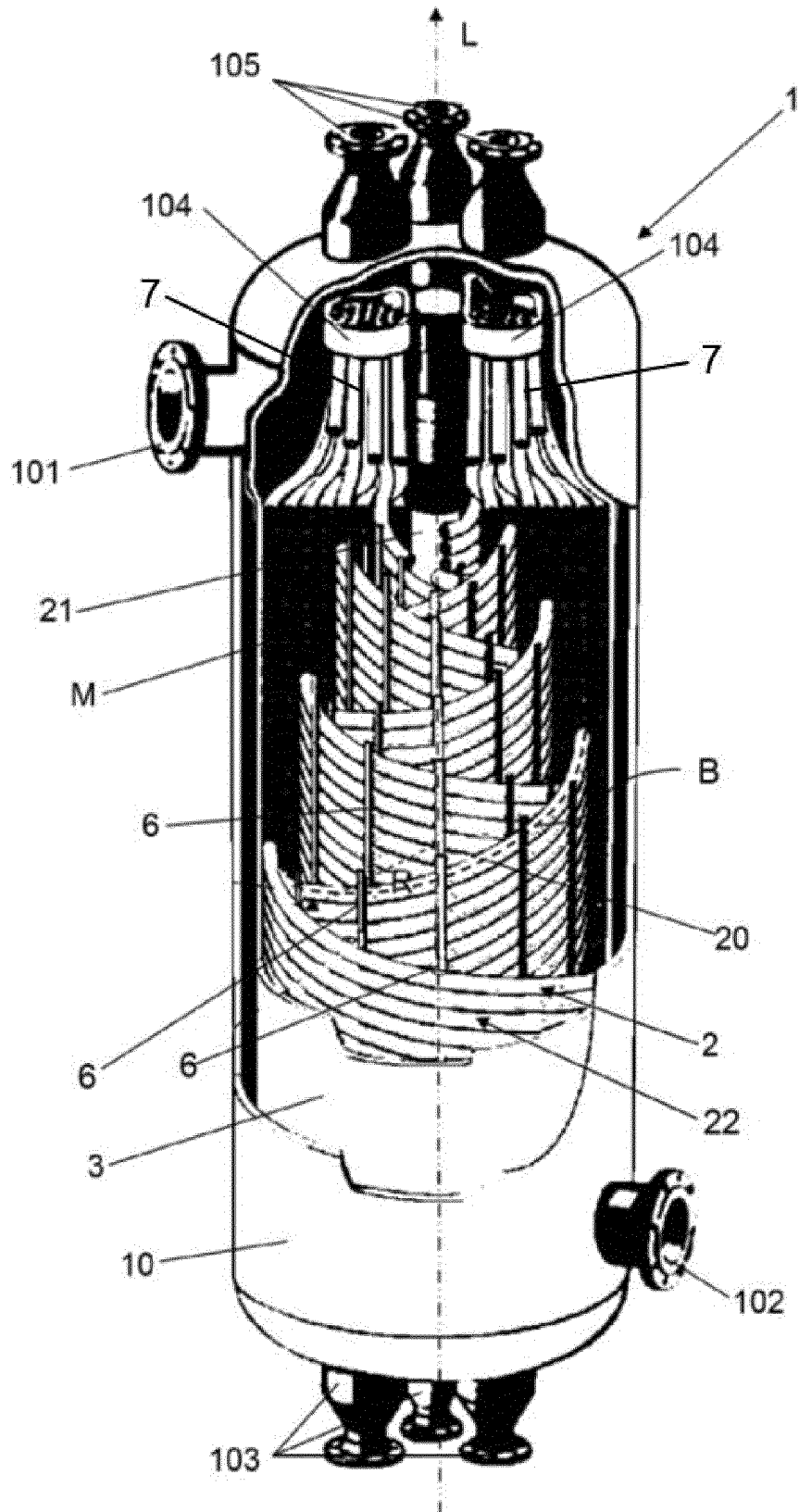


FIG. 2

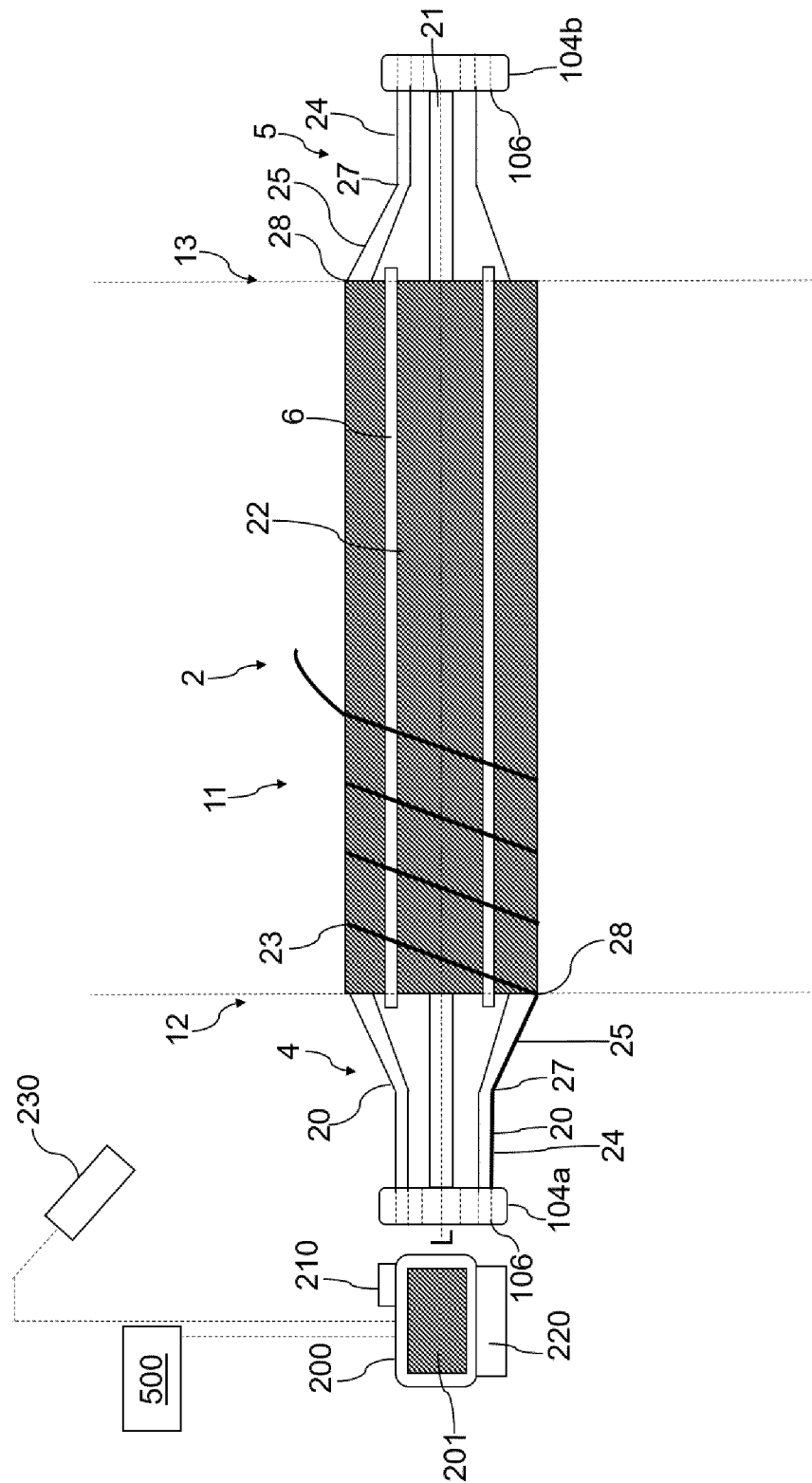


FIG. 3

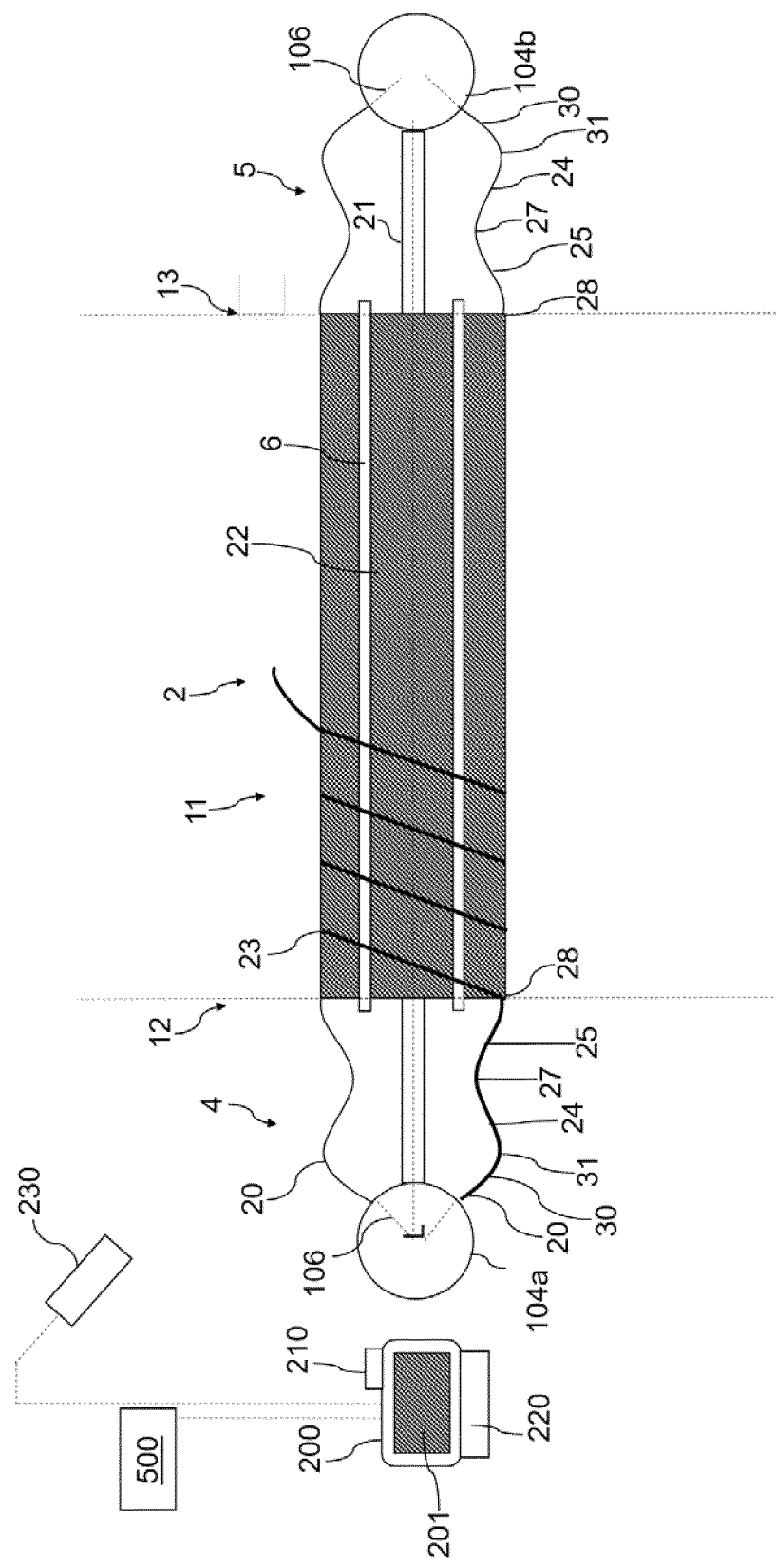
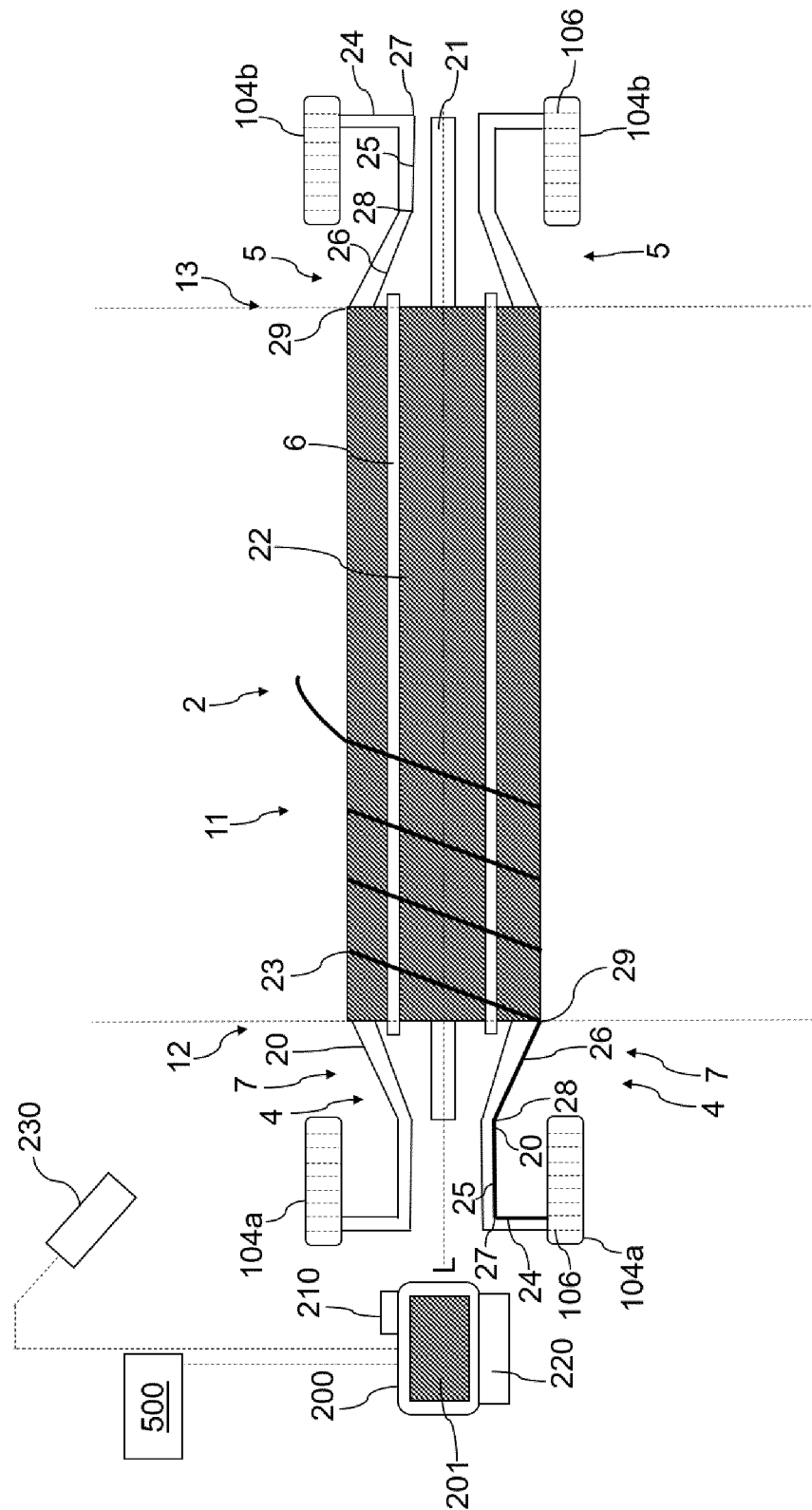


FIG. 4



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2019/025343

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**F28D 7/02**(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

F28D; F28F

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 102016015013 A1 (LINDE AG [DE]) 21 June 2018 (2018-06-21) the whole document	1-11
A	WO 2017178120 A1 (LINDE AG [DE]) 19 October 2017 (2017-10-19) the whole document	1-10
A	GB 2463482 A (CITECH ENERGY RECOVERY SYSTEM [GB]) 17 March 2010 (2010-03-17) figures 1-11	1,2
A	US 2010096115 A1 (ERICKSON DONALD CHARLES [US]) 22 April 2010 (2010-04-22) abstract; figures 1-9	1,2



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

22 January 2020

Date of mailing of the international search report

04 February 2020

Name and mailing address of the ISA/EP

European Patent Office
p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk
Netherlands

Telephone No. (+31-70)340-2040

Facsimile No. (+31-70)340-3016

Authorized officer

Bloch, Gregor

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2019/025343

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
DE	102016015013	A1	21 June 2018	NONE			
WO	2017178120	A1	19 October 2017	CN	108885065	A	23 November 2018
				EP	3443287	A1	20 February 2019
				US	2019120559	A1	25 April 2019
				WO	2017178120	A1	19 October 2017
GB	2463482	A	17 March 2010	AU	2009290649	A1	18 March 2010
				BR	PI0918133	A2	01 December 2015
				CN	102164689	A	24 August 2011
				EP	2349600	A2	03 August 2011
				GB	2463482	A	17 March 2010
				KR	20110071087	A	28 June 2011
				MY	157056	A	29 April 2016
				WO	2010029367	A2	18 March 2010
US	2010096115	A1	22 April 2010	NONE			

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. F28D7/02
ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
F28D F28F

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 10 2016 015013 A1 (LINDE AG [DE]) 21. Juni 2018 (2018-06-21) das ganze Dokument -----	1-11
A	WO 2017/178120 A1 (LINDE AG [DE]) 19. Oktober 2017 (2017-10-19) das ganze Dokument -----	1-10
A	GB 2 463 482 A (CITECH ENERGY RECOVERY SYSTEM [GB]) 17. März 2010 (2010-03-17) Abbildungen 1-11 -----	1,2
A	US 2010/096115 A1 (ERICKSON DONALD CHARLES [US]) 22. April 2010 (2010-04-22) Zusammenfassung; Abbildungen 1-9 -----	1,2



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

22. Januar 2020

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

04/02/2020

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Bloch, Gregor

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2019/025343

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102016015013 A1	21-06-2018	KEINE	
WO 2017178120 A1	19-10-2017	CN 108885065 A	23-11-2018
		EP 3443287 A1	20-02-2019
		US 2019120559 A1	25-04-2019
		WO 2017178120 A1	19-10-2017
GB 2463482 A	17-03-2010	AU 2009290649 A1	18-03-2010
		BR PI0918133 A2	01-12-2015
		CN 102164689 A	24-08-2011
		EP 2349600 A2	03-08-2011
		GB 2463482 A	17-03-2010
		KR 20110071087 A	28-06-2011
		MY 157056 A	29-04-2016
		WO 2010029367 A2	18-03-2010
US 2010096115 A1	22-04-2010	KEINE	