



(11)

EP 3 367 035 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
29.08.2018 Patentblatt 2018/35

(51) Int Cl.:
F28D 7/02 (2006.01) **F24H 1/16** (2006.01)
F24H 1/43 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **18156616.7**

(22) Anmeldetag: **14.02.2018**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
Benannte Validierungsstaaten:
MA MD TN

(71) Anmelder: **Robert Bosch GmbH**
70442 Stuttgart (DE)

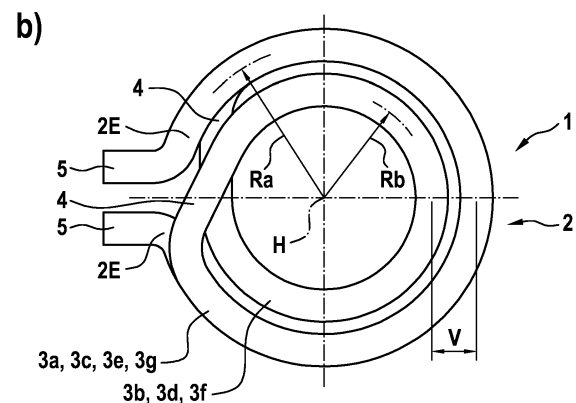
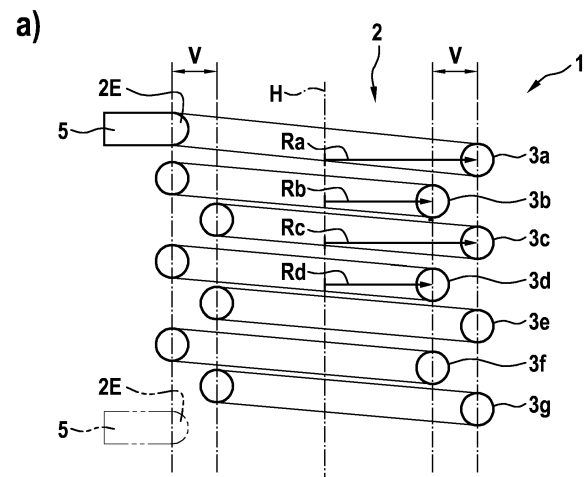
(72) Erfinder: **Rohm, Detlev**
35584 Wetzlar (DE)

(30) Priorität: **28.02.2017 DE 102017203196**

(54) **ROHRWENDELWÄRMETAUSCHER UND SPEICHERBEHÄLTER MIT EINEM ROHRWENDELWÄRMETAUSCHER**

(57) Die Erfindung geht aus von einem Rohrwendelwärmetauscher nach Gattung des unabhängigen Anspruchs. Der erfindungsgemäße Rohrwendelwärmetauscher umfasst mindestens einen im Wesentlichen helixförmigen, fluidleitenden Rohrabschnitt mit mindestens zwei aufeinander folgenden Rohrwindungen, wobei der Rohrabschnitt mindestens ein um eine Helixachse gebogenes Rohr umfasst. Aufeinander folgende Rohrwindungen weisen zumindest abschnittsweise einen Versatz senkrecht zur Helixachse auf.

Fig. 1



EP 3 367 035 A1

Beschreibung

Stand der Technik

[0001] Die Erfindung geht aus von einem Rohrwendelwärmetauscher nach Gattung des unabhängigen Anspruchs. Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist auch ein Speicherbehälter mit einem Rohrwendelwärmetauscher.

[0002] Rohrwendelwärmetauscher dienen üblicherweise dem Erwärmen oder Abkühlen von in Speicherbehältern bevorrateten Speicherfluiden. Dazu wird der Rohrwendelwärmetauscher von einem Wärmeträgerfluid durchströmt, das seine Wärme über die Wärmetauscherwand an das Speicherfluid überträgt. Beispielhafte Rohrwendelwärmetauscher offenbaren DE 100 00 861 A1 und DE 195 10 877 A1. Sie zeigen einfache hohlzylindrische Helices mit Rohrwindungen identischen Durchmessers, die direkt aufeinander folgen.

Offenbarung der Erfindung

[0003] Der erfindungsgemäße Rohrwendelwärmetauscher umfasst mindestens einen im Wesentlichen helixförmigen, fluidleitenden Rohrabschnitt mit mindestens zwei aufeinander folgenden Rohrwindungen, wobei der Rohrabschnitt mindestens ein um eine Helixachse gebogenes Rohr umfasst. Der Rohrwendelwärmetauscher ist dadurch gekennzeichnet, dass aufeinanderfolgende Rohrwindungen des Rohrabschnitts zumindest abschnittsweise einen Versatz senkrecht zur Helixachse aufweisen. Unter einem helixförmigen Rohrabschnitt wird ein zu einer Schraubenlinie gebogenes Rohr verstanden. Unter Helixachse wird eine Mittellinie verstanden, um die sich das zu einer Schraubenlinie gebogene Rohr herumwindet. Eine Rohrwindung ist eine Windung des Rohres um die Helixachse. Schaut ein Betrachter in Richtung der Helixachse auf den Rohrabschnitt, so erblickt er die ihm nächstliegende Rohrwindung. Eine vollständige Rohrwindung weist einen Windungswinkel von 360° um die Helixachse auf. Durch Projektion auf eine zur Helixachse senkrechte Projektionsebene bildet eine Rohrwindung eine Abbildung, die zumindest abschnittsweise beispielsweise im Wesentlichen ein Kreisring oder im Wesentlichen ein elliptischer Ring ist. Zwei aufeinander folgende Rohrwindungen eines Rohrabschnitts sind fluidleitend durchgängig in Reihe geschaltet. In einer Projektionsebene senkrecht zur Helixachse weisen aufeinander folgende Rohrwindungen mindestens abschnittsweise einen Versatz auf, also einen radialen bzw. seitlichen Versatz. Das heißt, dass die Projektionen zweier aufeinander folgenden Rohrwindungen in einer zur Helixachse senkrechten Projektionsebene nicht deckungsgleich sind, sondern dass mindestens eine Rohrwindung zumindest in einem Abschnitt um den Versatz über die andere Rohrwindung hinausragt. Abschnittsweise oder in einem Abschnitt bedeutet hier zum Beispiel in einem Umfangsabschnitt der Rohrwindung entlang des gebo-

genen Rohrs oder in einem Winkelabschnitt um die Helixachse der Rohrwindung. Zumindest in einem Abschnitt bedeutet hier beispielsweise, dass der Versatz beispielsweise auf einem Viertel oder einer Hälfte eines Umfangs der Rohrlänge der Rohrwindung, oder beispielsweise auf einem Bereich von 45° oder 270° des Windungswinkels der Rohrwindung auftritt. Alternativ kann der Versatz auch im Wesentlichen auf dem gesamten Umfang der Rohrlänge der Rohrwindung, oder im Wesentlichen auf 360° des Windungswinkels der Rohrwindung auftreten.

[0004] Im Wesentlichen heißt hier weitgehend, fast, in etwa, zu mindestens 70 %, vorzugsweise zu mindestens 90 % oder zu mindestens 95 % einer Gesamtheit oder einer Idealen, oder vollständig.

[0005] Der Rohrwendelwärmetauscher mit mehreren Rohrwindungen kann insbesondere eine im Wesentlichen hohlzylindrische Einhüllende als rein gedankliche Hüllfläche aufweisen. Diese Hüllfläche ergibt sich aus einem Stapel einer zweifach oder mehrfach sich wiederholenden Abfolge von gleichen Gruppen von Rohrwindungen, wobei die Gruppen in sich von geometrisch jeweils unterschiedlich ausgebildeten, aufeinander folgenden Rohrwindungen gebildet sind. Beispielsweise ergibt sich eine hohlzylindrische Einhüllende aus einer zweifachen Abfolge der Gruppe "Rohrwindung-a- Rohrwindung-b", beispielsweise "a-b"/"a-b".

[0006] Der Rohrwendelwärmetauscher mit den Merkmalen des unabhängigen Anspruchs hat den Vorteil eines besonders hohen Wirkungsgrades. Ist der Rohrwendelwärmetauscher im Inneren eines Speicherbehälters angeordnet, so kann mit vergleichsweise wenigen Rohrwindungen Wärme zwischen einem den Wärmetauscher durchströmenden Wärmeträgerfluid und einem im Speicherbehälter bevorrateten Speicherfluid effektiv übertragen werden. Wird Wärme von einem wärmeren Wärmeträgerfluid auf ein kühleres Speicherfluid übertragen, so erwärmt das Wärmeträgerfluid zunächst die Rohrwindungen der Rohrwindungen des Rohrwendelwärmetauschers. Die Rohrwindungen erwärmen dann das Speicherfluid. Voraussetzung für eine Wärmeübertragung von Rohrwindung auf Speicherfluid ist das Vorliegen eines Temperaturgefälles, nämlich dass die Rohrwindung eine höhere Temperatur als das die Rohrwindung berührende Speicherfluid aufweist. Das an der Rohrwindung erwärmte Speicherfluid wird leichter als das noch kühle restliche Speicherfluid und strömt nach oben.

[0007] Bei herkömmlichen Rohrwendelwärmetauschern nach dem Stand der Technik, die rein hohlzylindrisch aufgebaut und mit vertikal stehender Helixachse im Speicherbehälter angeordnet sind, befinden sich die Rohrwindungen direkt vertikal übereinander. Daher strömt im herkömmlichen Fall das an der Rohrwindung einer ersten Rohrwindung erwärmte Speicherfluid nach oben und trifft auf die Rohrwindung einer folgenden, zweiten Rohrwindung, wo es nur noch wenig Wärme aufnehmen kann, denn das die Rohrwindung der zweiten Rohrwindung berührende Speicherfluid ist bereits er-

wärmt und das Temperaturgefälle gegenüber der Rohrwandung fällt kleiner aus. Das die Rohrwandung der zweiten Rohrwindung berührende, bereits erwärmte Speicherfluid schirmt das restliche kühle, noch zu erwärmende Speicherfluid von der Temperatur der Rohrwandung ab, das "bremst" die Wärmeübertragung. Das an der zweiten Rohrwindung noch leicht weiter erwärmte Speicherfluid strömt weiter nach oben und trifft auf die Rohrwandung einer folgenden, dritten Rohrwindung, wo es noch weniger Wärme aufnehmen kann, denn das Speicherfluid ist bereits nach der ersten Rohrwindung auch von der zweiten Rohrwindung erwärmt und das Temperaturgefälle zwischen Speicherfluid und Rohrwandung der dritten Rohrwindung fällt noch einmal kleiner aus. Dadurch wird der Wirkungsgrad eines herkömmlichen Rohrwendelwärmetauschers deutlich eingeschränkt.

[0008] Bei dem erfindungsgemäßen Rohrwendelwärmetauscher weisen aufeinander folgende Rohrwindungen zumindest abschnittsweise einen Versatz senkrecht zur Helixachse auf. Daraus ergibt sich, dass das an der Rohrwandung einer ersten Rohrwindung erwärmte Speicherfluid nach oben strömt und wegen des Versatzes zumindest abschnittsweise nicht auf die Rohrwandung einer folgenden, zweiten Rohrwindung trifft, sondern seitlich davon vorbeiströmt. Ferner strömt das an der Rohrwandung einer zweiten Rohrwindung erwärmte Speicherfluid nach oben und trifft wegen des Versatzes zumindest abschnittsweise nicht auf die Rohrwandung einer folgenden, dritten Rohrwindung. Dadurch ist das Temperaturgefälle zwischen Speicherfluid und Rohrwandung der ersten Rohrwindung genauso groß wie das Temperaturgefälle zwischen Speicherfluid und Rohrwandung der zweiten Rohrwindung. Durch den Versatz zwischen den aufeinander folgenden Rohrwindungen bietet sich dem aufströmenden Speicherfluid eine effektiv größere Wärmeübertragerfläche (Oberfläche der Rohrwandungen) an, als es bei herkömmlichen Rohrwendelwärmetauschern der Fall ist. Das hat einen erhöhten Wirkungsgrad der Wärmeübertragung zur Folge.

[0009] Eine Ausgestaltung des Rohrwendelwärmetauschers ist dadurch gekennzeichnet, dass ein Biegeradius entlang des Rohrs des Rohrabschnitts zumindest abschnittsweise variiert. Unter Biegeradius wird hier der Radius der Rohrbiegung um die Helixachse verstanden, gemessen an einer konkreten Stelle der Rohrlänge bzw. an einer konkreten Stelle des Windungswinkels der Rohrwindung in einer Projektionsebene senkrecht zur Helixachse. Der Biegeradius kann also als Funktion der Rohrlänge bzw. des Rohrwindungsumfangs bzw. des Windungswinkels dargestellt werden. So kann zum Beispiel der Biegeradius in einem Intervall des Windungswinkels einer Rohrwindung von 10° bis 90° von einem ersten Wert auf einen zweiten Wert anwachsen, in einem Intervall von 90° bis 270° konstant auf dem zweiten Wert bleiben, und in einem daran anschließenden Intervall von zum Beispiel 270° bis 350° wieder von dem zweiten Wert auf den ersten Wert abnehmen (die hier genannten Win-

kel sind zum Beispiel gemessen ab einem als Startwinkel oder Nullwinkel bezeichneten Rohrwindungsanfang). Ist ein Verlauf des Biegeradius einer folgenden Rohrwindung verschieden von dem vorgenannten Beispiel, so weisen diese Rohrwindungen einen Versatz senkrecht zur Helixachse auf, mit den bereits erwähnten vorteilhaften Wirkungen für den Wirkungsgrad einer Wärmeübertragung.

[0010] Alternativ kann der Biegeradius entlang des Rohrs des Rohrabschnitts im Wesentlichen auch konstant sein.

[0011] Eine weitere Option ist, dass der Biegeradius entlang einer Rohrwindung im Wesentlichen konstant ist und entlang einer folgenden Rohrwindung variiert.

[0012] Eine vorteilhafte Ausgestaltung des Rohrwendelwärmetauschers ist dadurch gekennzeichnet, dass eine erste Rohrwindung einen im Wesentlichen konstanten ersten Biegeradius aufweist, und dass eine an die erste Rohrwindung sich anschließende zweite Rohrwindung einen im Wesentlichen konstanten zweiten Biegeradius aufweist, wobei der zweite Biegeradius vom ersten Biegeradius verschieden ist. Als eine erste Rohrwindung kann eine beliebige Rohrwindung des Rohrabschnitts betrachtet werden, eine zweite Rohrwindung ist dann die darauf folgende, also benachbarte Rohrwindung. Somit ist also die Projektion einer ersten Rohrwindung auf eine Projektionsebene senkrecht zur Helixachse beispielsweise ein größerer Kreisring als die Projektion einer zweiten Rohrwindung. Somit sind die Projektionen nicht deckungsgleich, es ergibt sich ein zumindest abschnittsweiser Versatz der aufeinander folgenden Rohrwindungen senkrecht zur Helixachse. Somit ergibt sich ein Rohrabschnitt mit einer beispielhaften Durchmesserabfolge von aufeinander folgenden Rohrwindungen nach dem Schema a. groß / b. klein (optional mit Wiederholungen).

[0013] Eine weitere Ausgestaltung des Rohrwendelwärmetauschers ergibt sich, wenn eine an die zweite Rohrwindung sich anschließende dritte Rohrwindung einen im Wesentlichen konstanten dritten Biegeradius aufweist, wobei der dritte Biegeradius vom ersten Biegeradius und vom zweiten Biegeradius verschieden ist. Eine an die dritte Rohrwindung sich anschließende vierte Rohrwindung kann einen im Wesentlichen konstanten vierten Biegeradius aufweisen, wobei der vierte Biegeradius im Wesentlichen gleich dem ersten Biegeradius oder gleich dem zweiten Biegeradius ist. Somit ergeben sich beispielsweise ein Rohrabschnitt mit einer beispielhaften Durchmesserabfolge von aufeinander folgenden Rohrwindungen nach dem Schema a. groß / b. mittel / c. klein (optional mit Wiederholungen), oder a. groß / b. mittel / c. klein / d. mittel (optional mit Wiederholungen).

[0014] Eine weitere Ausgestaltung des Rohrwendelwärmetauschers ist dadurch gekennzeichnet, dass der Rohrabschnitt mindestens ein Rohrverbindungsstück umfasst, wobei das Rohrverbindungsstück die aufeinanderfolgenden Rohrwindungen fluidleitend verbindet. Das Rohrverbindungsstück ist ein rohrförmiges Kupplungs-

stück, das beispielsweise eine erste Rohrwindung und eine zweite Rohrwindung fluidleitend verbindet. Das Rohrverbindungsstück kann ein gerades oder ein gebogenes Rohrverbindungsstück sein. Sein Biegeradius kann gleich dem Biegeradius einer ersten Rohrwindung oder gleich dem Biegeradius einer zweiten Rohrwindung oder verschieden von den Biegeradien beider Rohrverbindungen sein. Ein Windungswinkel von 360° um die Helixachse kann sich aus dem Windungswinkel einer Rohrwindung und dem Windungswinkel eines Rohrverbindungsstücks zusammensetzen, dabei wird der Windungswinkel des Rohrverbindungsstücks in der Regel kleiner oder gleich 45° betragen. Mittels des Rohrverbindungsstücks kann so auch der Versatz zwischen aufeinander folgenden Rohrwindungen erzeugt werden.

[0015] Eine vorteilhafte Ausgestaltung des Rohrwendelwärmetauschers umfasst mindestens zwei Rohranschlussstücke, wobei die Rohranschlussstücke an Endabschnitten des Rohrabchnitts angeordnet sind und dazu eingerichtet sind, den Rohrwendelwärmetauscher an eine Vorlaufleitung und eine Rücklaufleitung eines Heiz- und/oder Kühlsystems fluidleitend anzuschließen. Das Rohranschlussstück ist ein rohrförmiges Kupplungsstück, das beispielsweise eine Rohrwindung und eine Vorlaufleitung, und/oder eine Rohrwindung und eine Rücklaufleitung, oder ein Rohrverbindungsstück und eine Vorlaufleitung, und/oder ein Rohrverbindungsstück und eine Rücklaufleitung fluidleitend miteinander verbindet (vorteilhafterweise lösbar), und zwar jeweils die Endabschnitte der vorgenannten Einzelkomponenten. Unter Endabschnitt wird hier ein Leitungsende, ein Endquerschnitt, ein Eintrittsquerschnitt oder ein Austrittsquerschnitt der jeweiligen Einzelkomponente (Rohrleitungskomponente) verstanden. Das Rohranschlussstück kann ein gerades oder ein gebogenes Rohranschlussstück sein. Die Vorlaufleitung, die Rücklaufleitung, sowie das Heiz- und/oder Kühlsystem sind nicht Teil des Rohrwendelwärmetauschers. Ein Heiz- und/oder Kühlsystem ist ein Wärme- und/oder Kälte bereitstellendes System wie beispielsweise ein Heizgerät, ein Heizkessel, ein Kühlgerät, eine Kältemaschine. Vorlaufleitung und Rücklaufleitung sind fluidleitende Verbindungsleitungen zwischen dem Heiz- und/oder Kühlsystem und dem Rohrwendelwärmetauscher.

[0016] Eine vorteilhafte Ausgestaltung des Rohrwendelwärmetauschers ist dadurch gekennzeichnet, dass der Rohrwendelwärmetauscher, Rohrwindungen, Rohrverbindungsstücke und/oder Rohranschlussstücke umfassend, einteilig ausgebildet ist. Dieser einteilige Rohrwendelwärmetauscher kann sich durch eine geeignete Formgebung aus einem einzigen Rohrleitungsstück ergeben, oder als Baugruppe aus zusammengeschweißten oder zusammengeklebten Einzelkomponenten. Dies ist insbesondere hinsichtlich des Handlings und der Fluiddichtigkeit von Vorteil.

[0017] Alternativ ist der Rohrwendelwärmetauscher aus den Einzelkomponenten Rohrwindungen, Rohrverbindungsstücke und/oder Rohranschlussstücke mehr-

teilig ausgebildet.

[0018] Eine weitere Ausgestaltung des Rohrwendelwärmetauschers umfasst mindestens zwei im Wesentlichen helixförmige, fluidleitende Rohrabchnitte wie vorstehend beschrieben, wobei ein erster Rohrabchnitt zumindest abschnittsweise im Wesentlichen konzentrisch innerhalb eines zweiten Rohrabchnitts angeordnet ist. So ist ein innerer und ein äußerer Wärmetauscher-Abchnitt gegeben, wodurch ein besonders kompakter Aufbau erreicht ist.

[0019] Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung des Rohrwendelwärmetauschers umfasst einen Verteiler, der die Endabschnitte oder die Rohranschlussstücke an einem mindestens zwei Rohrabchnitte umfassenden Wärmetauschereingang fluidleitend verbindet, und umfasst ferner einen Sammler, der die Endabschnitte oder die Rohranschlussstücke an einem mindestens zwei Rohrabchnitte umfassenden Wärmetauscherausgang fluidleitend verbindet. Dabei sind der Verteiler und der Sammler dazu eingerichtet, die mindestens zwei Rohrabchnitte hydraulisch parallel geschaltet an eine Vorlaufleitung und eine Rücklaufleitung eines Heiz- und/oder Kühlsystems anzuschließen. Der Verteiler und der Sammler stellen somit Verbindungsstücke zwischen Vorlaufleitung bzw. Rücklaufleitung auf der einen Seite sowie mindestens zwei Rohrabchnitten des Rohrwendelwärmetauschers auf der anderen Seite dar. Damit sind die Rohrabchnitte hydraulisch parallel geschaltet, sind also parallel durchströmbar.

[0020] Der erfindungsgemäße Speicherbehälter zum Speichern eines Speicherfluids, mit einem Rohrwendelwärmetauscher zum Hindurchleiten eines Wärmeträgerfluids, wobei das Speicherfluid mittels des von Wärmeträgerfluid durchströmbaren Rohrwendelwärmetauschers erwärmbar und/oder abkühlbar ist, ist dadurch gekennzeichnet, dass der Rohrwendelwärmetauscher nach einer der vorstehend beschriebenen Ausgestaltungen ausgebildet ist. Der Speicherbehälter kann ein hohlzylindrischer Speicherbehälter sein, das Speicherfluid kann ein Prozessfluid oder ein Heizungswasser oder ein Trinkwasser sein, das im Speicher bevorratet ist. Das Wärmeträgerfluid kann ein Prozessfluid oder ein Heizungswasser oder ein Trinkwasser sein, das den Wärmetauscher durchströmt. Dabei überträgt in dem Rohrwendelwärmetauscher das Speicherfluid seine Wärme auf das Wärmeträgerfluid, oder umgekehrt überträgt das Wärmeträgerfluid seine Wärme auf das Speicherfluid.

[0021] Ein weiterer erfindungsgemäßer Speicherbehälter zum Speichern eines Speicherfluids, mit einem Rohrwendelwärmetauscher zum Hindurchleiten eines Wärmeträgerfluids, wobei das Speicherfluid mittels des von Wärmeträgerfluid durchströmbaren Rohrwendelwärmetauschers erwärmbar und/oder abkühlbar ist, wobei der Speicherbehälter eine Behälter-Längsachse aufweist, und wobei der Rohrwendelwärmetauscher mindestens einen helixförmigen, fluidleitenden Rohrabchnitt mit einer Helixachse aufweist, ist dadurch gekennzeichnet, dass die Helixachse winklig unter einem

Winkel A zur Behälter-Längsachse angeordnet ist, wobei 0° kleiner oder gleich Winkel A kleiner oder gleich 45° , insbesondere 10° kleiner oder gleich Winkel A kleiner oder gleich 25° , beträgt. Die Behälter-Längsachse ist beispielsweise die Längsachse eines hohlzylindrischen Speicherbehälters. Die Helixachse ist winklig unter einem Winkel A zur Behälter-Längsachse angeordnet, der mindestens eine Rohrabschnitt des Rohrwendelwärmetauschers steht also schräg im Speicherbehälter.

[0022] Die Zeichnungen offenbaren beispielhafte Ausführungen des erfindungsgemäßen Rohrwendelwärmetauschers. Es zeigen

- Figur 1 einen ersten Rohrwendelwärmetauscher in Längs- und Querschnitt,
- Figur 2 einen zweiten Rohrwendelwärmetauscher in Längs- und Querschnitt,
- Figur 3 einen dritten Rohrwendelwärmetauscher in Längs- und Querschnitt,
- Figur 4 einen vierten Rohrwendelwärmetauscher in Längs- und Querschnitt,
- Figur 5 einen fünften Rohrwendelwärmetauscher in Längs- und Querschnitt,
- Figur 6 einen ersten Speicherbehälter mit Rohrwendelwärmetauscher,
- Figur 7 einen zweiten Speicherbehälter mit Rohrwendelwärmetauscher.

[0023] Figur 1 zeigt einen ersten Rohrwendelwärmetauscher (1) im Längsschnitt (Figur 1a) und Querschnitt (Figur 1b, Blick in Richtung der Helixachse von oben auf den Rohrwendelwärmetauscher), umfassend einen im Wesentlichen helixförmigen, fluidleitenden Rohrabschnitt (2) mit sieben aufeinander folgenden Rohrwindungen (3a, 3b, 3c, 3d, 3e, 3f, 3g), wobei der Rohrabschnitt (2) mindestens ein um eine Helixachse (H) gebogenes Rohr umfasst. Aufeinander folgende Rohrwindungen (3; 3a, 3b, 3c, 3d, 3e, 3f, 3g) weisen zumindest abschnittsweise einen Versatz (V) senkrecht zur Helixachse (H) auf. Eine erste Rohrwindung (3a) weist einen im Wesentlichen konstanten ersten Biegeradius (Ra) auf. Eine an die erste Rohrwindung (3a) sich anschließende zweite Rohrwindung (3b) weist einen im Wesentlichen konstanten zweiten Biegeradius (Rb) auf. Dabei ist der zweite Biegeradius (Rb) vom ersten Biegeradius (Ra) verschieden, vorliegend kleiner. Ein dritter Biegeradius (Rc) einer dritten Rohrwindung (3c) ist im Wesentlichen gleich dem ersten Biegeradius (Ra). Ein vierter Biegeradius (Rd) einer vierten Rohrwindung (3d) ist im Wesentlichen gleich dem zweiten Biegeradius (Rb). Somit ergibt sich ein Rohrabschnitt (2) mit einer Durchmesserabfolge von aufeinander folgenden Rohrwindungen (3a, 3b, 3c, 3d, 3e, 3f, 3g) nach dem Schema a. groß / b. klein mit Wiederholungen. Durch die verschiedenen Biegeradien (R) ergibt sich der Versatz (V) senkrecht zur Helixachse (H) zwischen den Rohrwindungen (3; 3a, 3b, 3c, 3d, 3e, 3f, 3g). Figur 1b zeigt eine Projektion des Rohrwendelwärmetauschers (1) auf eine zur Helixachse (H) senk-

rechte Projektionsebene (entspricht der Blattebene der Zeichnung), dabei bildet eine Rohrwindung (3; 3a, 3b, 3c, 3d, 3e, 3f, 3g) eine Abbildung, die im Wesentlichen ein Kreisring ist. Der Windungswinkel der ersten Rohrwindung (3a) beträgt im vorliegenden Beispiel etwa 340° . Der Windungswinkel der zweiten Rohrwindung (3b) beträgt im vorliegenden Beispiel ebenfalls etwa 340° . Der Rohrabschnitt (2) umfasst zwischen je zwei Rohrwindungen (3; 3a, 3b, 3c, 3d, 3e, 3f, 3g) ein Rohrverbindungsstück (4), wobei das Rohrverbindungsstück (4) aufeinander folgende Rohrwindungen verbindet. Der Rohrwendelwärmetauscher (1) umfasst zwei Rohranschlussstücke (5), wobei die Rohranschlussstücke (5) an den Endabschnitten (2 E) des Rohrabschnitts (2) angeordnet sind. Die Rohranschlussstücke (5) sind dazu eingerichtet, den Rohrwendelwärmetauscher (1) an eine Vorlaufleitung und eine Rücklaufleitung (nicht dargestellt) eines Heiz- und/oder Kühlsystems (nicht dargestellt) fluidleitend anzuschließen. Die Rohrwindungen (3), die Rohrverbindungsstücke (4) und/oder die Rohranschlussstücke (5) können als ein Bauteil (einteilig) ausgebildet sein, beispielsweise können sie aus einem einzigen Rohrstück geformt sein. Die Rohrwindungen (3), die Rohrverbindungsstücke (4) und/oder die Rohranschlussstücke (5) können auch als Einzelkomponenten gefertigt und stoffschlüssig miteinander verbunden (zum Beispiel verschweißt, verlötet oder verklebt) sein. Ferner können die Rohrwindungen (3), die Rohrverbindungsstücke (4) und/oder die Rohranschlussstücke (5) auch als Einzelkomponenten gefertigt und mittels Rohrleitungsverbindungselementen (zum Beispiel Flanschverbindung) lösbar miteinander verbunden sein.

[0024] Figur 2 zeigt einen zweiten Rohrwendelwärmetauscher (1) im Längsschnitt (Figur 2a) und Querschnitt (Figur 2b). Um Wiederholungen zu vermeiden, wird für weitere Erläuterungen zur Figur 2 auf die Figurenbeschreibung zur Figur 1 verwiesen. Der Rohrwendelwärmetauscher (1) umfasst einen im Wesentlichen helixförmigen, fluidleitenden Rohrabschnitt (2) mit sechs aufeinander folgenden Rohrwindungen (3a, 3b, 3c, 3d, 3e, 3f), wobei der Rohrabschnitt (2) mindestens ein um eine Helixachse (H) gebogenes Rohr umfasst. Aufeinander folgende Rohrwindungen (3a, 3b, 3c, 3d, 3e, 3f) weisen zumindest abschnittsweise einen Versatz (Va, Vb) senkrecht zur Helixachse (H) auf. Eine erste Rohrwindung (3a) weist einen im Wesentlichen konstanten ersten Biegeradius (Ra) auf. Eine an die erste Rohrwindung (3a) sich anschließende zweite Rohrwindung (3b) weist einen im Wesentlichen konstanten zweiten Biegeradius (Rb) auf. Eine an die zweite Rohrwindung (3b) sich anschließende dritte Rohrwindung (3c) weist einen im Wesentlichen konstanten dritten Biegeradius (Rc) auf. Dabei ist der dritte Biegeradius (Rc) vom zweiten Biegeradius (Rb) verschieden, vorliegend größer, und ist der zweite Biegeradius (Rb) vom ersten Biegeradius (Ra) verschieden, vorliegend größer. Ein vierter Biegeradius (Rd) einer vierten Rohrwindung (3d) ist im Wesentlichen gleich dem ersten Biegeradius (Ra). Ein fünfter Biegeradius (Re) ei-

ner fünften Rohrwindung (3e) ist im Wesentlichen gleich dem zweiten Biegeradius (R_b). Ein sechster Biegeradius (R_f) einer sechsten Rohrwindung (3f) ist im Wesentlichen gleich dem dritten Biegeradius (R_c). Somit ergibt sich ein Rohrabschnitt mit einer Durchmesserabfolge von aufeinander folgenden Rohrwindungen (3a, 3b, 3c, 3d, 3e, 3f) nach dem Schema a. klein / b. mittel / c. groß mit Wiederholungen. Durch die verschiedenen Biegeradien (R) ergibt sich ein erster Versatz (V_a) senkrecht zur Helixachse (H) zwischen den Rohrwindungen (3a) und (3b) sowie zwischen (3d) und (3e), und ergibt sich ein zweiter Versatz (V_b) zwischen den Rohrwindungen (3b) und (3c) sowie zwischen (3e) und (3f).

[0025] Die Rohrwendelwärmetauscher (1) nach Figur 1 bzw. Figur 2 weisen einen Versatz (V) bzw. einen ersten Versatz (V_a) und einen zweiten Versatz (V_b) über dem gesamten Windungswinkel von im Wesentlichen 360° auf.

[0026] Figur 3 zeigt einen dritten Rohrwendelwärmetauscher (1) im Längsschnitt (Figur 3a) und Querschnitt (Figur 3b). Um Wiederholungen zu vermeiden, wird für weitere Erläuterungen zur Figur 3 auf die vorstehenden Figurenbeschreibungen verwiesen. Die erste, dritte, fünfte und siebte Rohrwindung (3a, 3c, 3e, 3g) sind denen des Ausführungsbeispiels von Figur 1 sehr ähnlich und weisen einen bezüglich der Helixachse H konstanten ersten Biegeradius R_a auf. Die zweite, vierte und sechste Rohrwindung (3b, 3d, 3f) weisen einen bezüglich der Helixachse H variablen zweiten Biegeradius R_b auf, der entlang des Rohrs der Rohrwindung variiert; in einer alternativen Formulierung variiert der zweite Biegeradius $R_b(W)$ in Abhängigkeit vom Windungswinkel W . Der Windungswinkel W ist hier gemessen ab einem als Startwinkel oder Nullwinkel bezeichneten Rohrwindungsanfang N . (In Bezug auf einen anderen, hier nicht dargestellten Mittelpunkt lässt sich der zweite Biegeradius R_b der hier dargestellten Rohrwindungen (3b, 3d, 3f) durchaus auch als konstant beschreiben.) Der Versatz $V(W)$ senkrecht zur Helixachse H zwischen den aufeinander folgenden Rohrwindungen variiert somit ebenfalls in Abhängigkeit vom Windungswinkel W , wie die zwei Hinweise $V(180^\circ)$ und $V(270^\circ)$ zeigen. Der Rohrwendelwärmetauscher (1) nach Figur 3 kann vorteilhafterweise ohne Rohrverbindungsstücke (4) gefertigt werden.

[0027] Figur 4 zeigt einen vierten Rohrwendelwärmetauscher (1) im Längsschnitt (Figur 4a) und Querschnitt (Figur 4b). Um Wiederholungen zu vermeiden, wird für weitere Erläuterungen zur Figur 4 auf die vorstehenden Figurenbeschreibungen verwiesen. Auch der vierte Rohrwendelwärmetauscher (1) lässt sich als Rohrwindungen umfassend beschreiben, deren Biegeradius ($R_a(W)$, $R_b(W)$) bezüglich der Helixachse H in Abhängigkeit vom Windungswinkel W variiert. Somit entsteht über große Bereiche des Windungswinkels ein Versatz $V(W)$. Der vierte Rohrwendelwärmetauscher (1) lässt sich besonders einfach aus einem hohlzylindrischen, herkömmlich nach dem Stand der Technik gewickelten Rohrwendelwärmetauscher mit Rohrwindungen von

konstantem Biegeradius herstellen, indem eine erste, dritte und fünfte Rohrwindung um den halben maximalen Versatz (V) aus einer Mittelachse heraus in die eine Richtung gebogen wird, und indem eine zweite, vierte und sechste Rohrwindung um den halben maximalen Versatz (V) aus der Mittelachse heraus in die andere Richtung gebogen wird.

[0028] Figur 5 zeigt einen fünften Rohrwendelwärmetauscher (1) im Längsschnitt (Figur 5a) und Querschnitt (Figur 5b). Um Wiederholungen zu vermeiden, wird für weitere Erläuterungen zur Figur 4 auf die vorstehenden Figurenbeschreibungen verwiesen. Der fünfte Rohrwendelwärmetauscher (1) umfasst zwei helixförmige, fluidleitende Rohrabschnitte (2, 20), zum Beispiel solche nach Figur 1, wobei ein erster Rohrabschnitt (20) zumindest abschnittsweise im Wesentlichen konzentrisch innerhalb eines zweiten Rohrabschnitts (2) angeordnet ist. Die wärmetauschereingangsseitigen Rohranschlussstücke (5) münden in einen Verteiler (6), der einen Anschluss zum Anschließen an eine Vorlaufleitung (nicht dargestellt) eines Heiz- und/oder Kühlsystems (nicht dargestellt) aufweist. Die wärmetauscherausgangsseitigen Rohranschlussstücke (5) münden in einen Sammler (7), der einen Anschluss zum Anschließen an eine Rücklaufleitung (nicht dargestellt) eines Heiz- und/oder Kühlsystems (nicht dargestellt) aufweist. Verteiler und Sammler sind dazu eingerichtet, die zwei Rohrabschnitte (2, 20) hydraulisch parallel geschaltet an die Vorlaufleitung und die Rücklaufleitung anzuschließen. Die aufeinander folgenden Rohrwindungen (3a, 3b, 3c, 3d, 3e, 3f) des zweiten Rohrabschnitts (2) und die aufeinander folgenden Rohrwindungen (30a, 30b, 30c, 30d, 30e, 30f) des ersten Rohrabschnitts (20) weisen untereinander sowie zueinander einen Versatz (V_3 , V_{30}) senkrecht zur Helixachse auf. Mit dem fünften Rohrwendelwärmetauscher (1) lässt sich eine besonders große Wärmemenge auf engem Raum übertragen.

[0029] Figur 6 zeigt im Längsschnitt einen mit beispielsweise kühlem Speicherfluid (F) gefüllten ersten Speicherbehälter (8) mit einem darin angeordneten sechsten Rohrwendelwärmetauscher (1). Das Speicherfluid (F) ist mittels des von Wärmeträgerfluid durchströmten Rohrwendelwärmetauschers erwärmbar und/oder abkühlbar. Um Wiederholungen zu vermeiden, wird für weitere Erläuterungen zur Figur 6 auf die vorstehenden Figurenbeschreibungen verwiesen. Der sechste Rohrwendelwärmetauscher (1) ist von einem beispielsweise warmen Wärmeträgerfluid durchströmt und kann beispielsweise wie der in Figur 1 dargestellte erste Rohrwendelwärmetauscher (1) ausgebildet sein. Das kühle Speicherfluid (F) erwärmt sich an den Rohrwindungen der Rohrwindungen (3a, 3b, 3c, 3d, 3e, 3f, 3g), wird dadurch leichter und strömt nach oben. In Behältermitte und/oder an der Behälterinnenwand strömt kühles Speicherfluid (F) nach unten. Somit stellt sich eine den Speicherbehälterinnenraum einnehmende Strömungswalze ein. Durch den Versatz zwischen den aufeinander folgenden Rohrwindungen (3a, 3b, 3c, 3d, 3e, 3f, 3g)

bietet sich dem aufströmenden Speicherfluid (F) eine effektiv größere Wärmeübertragerfläche (Oberfläche der Rohrwandungen) an, als es bei herkömmlichen Rohrwendelwärmetauschern (1) der Fall ist. Dadurch wird mehr Speicherfluid (F) erwärmt. Ein solcher Rohrwendelwärmetauscher (1) überträgt bei vergleichbarer Größe mehr Wärmeleistung als ein herkömmlicher Rohrwendelwärmetauscher; oder er kann zur Erreichung gleicher Wärmeleistung kleiner als ein herkömmlicher Rohrwendelwärmetauscher gebaut werden.

[0030] Figur 7 zeigt im Längsschnitt einen mit beispielsweise kühlem Speicherfluid (F) gefüllten zweiten Speicherbehälter (8) mit einem darin angeordneten siebten Rohrwendelwärmetauscher (1). Um Wiederholungen zu vermeiden, wird für weitere Erläuterungen zur Figur 7 auf die vorstehenden Figurenbeschreibungen verwiesen. Der Rohrwendelwärmetauscher (1) ist unter einem Winkel A von ca. 30° schräg zur Behälter-Längsachse (B) im Speicherbehälter (8) angeordnet. Dadurch stellt sich zwischen aufeinander folgenden Rohrwindungen (3) zumindest abschnittsweise ein vertikaler Versatz ein. Das kühle Speicherfluid (F) kann im Wesentlichen ungehindert jede Rohrwindung (3a, 3b, 3c, 3d) des Rohrwendelwärmetauschers (1) anströmen, wodurch mehr Speicherfluid (F) erwärmt wird. Ein solcher Rohrwendelwärmetauscher (1) überträgt bei vergleichbarer Größe mehr Wärmeleistung als ein herkömmlicher Rohrwendelwärmetauscher; oder er kann zur Erreichung gleicher Wärmeleistung kleiner als ein herkömmlicher Rohrwendelwärmetauscher gebaut werden.

Patentansprüche

1. Rohrwendelwärmetauscher (1) umfassend mindestens einen im Wesentlichen helixförmigen, fluidleitenden Rohrabschnitt (2) mit mindestens zwei aufeinander folgenden Rohrwindungen (3), wobei der Rohrabschnitt (2) mindestens ein um eine Helixachse (H) gebogenes Rohr umfasst,
dadurch gekennzeichnet, dass aufeinanderfolgende Rohrwindungen (3) zumindest abschnittsweise einen Versatz (V) senkrecht zur Helixachse (H) aufweisen.
2. Rohrwendelwärmetauscher (1) nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass ein Biegeradius (R) entlang des Rohrs des Rohrabschnitts (2) zumindest abschnittsweise variiert.
3. Rohrwendelwärmetauscher (1) nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet, dass eine erste Rohrwindung (3, 3a) einen im Wesentlichen konstanten ersten Biegeradius (R, Ra) aufweist, und dass eine an die erste Rohrwindung (3, 3a) sich anschließende zweite Rohrwindung (3, 3b) einen im Wesentlichen konstanten zweiten Biegeradius (R, Rb) aufweist,

wobei der zweite Biegeradius (R, Rb) vom ersten Biegeradius (R, Ra) verschieden ist.

4. Rohrwendelwärmetauscher (1) nach Anspruch 3, wobei eine an die zweite Rohrwindung (3, 3b) sich anschließende dritte Rohrwindung (3, 3c) einen im Wesentlichen konstanten dritten Biegeradius (R, Rc) aufweist, wobei der dritte Biegeradius (R, Rc) vom ersten Biegeradius (R, Ra) und vom zweiten Biegeradius (R, Rb) verschieden ist.
5. Rohrwendelwärmetauscher (1) nach einem der vorstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass der Rohrabschnitt (2) mindestens ein Rohrverbindungsstück (4) umfasst, wobei das Rohrverbindungsstück (4) die aufeinanderfolgenden Rohrwindungen (3) verbindet.
6. Rohrwendelwärmetauscher (1) nach einem der vorstehenden Ansprüche, umfassend mindestens zwei Rohranschlussstücke (5), wobei die Rohranschlussstücke (5) an Endabschnitten (2 E) des Rohrabschnitts (2) angeordnet sind und dazu eingerichtet sind, den Rohrwendelwärmetauscher (1) an eine Vorlaufleitung und eine Rücklaufleitung eines Heiz- und/oder Kühlsystems fluidleitend anzuschließen.
7. Rohrwendelwärmetauscher (1) nach einem der vorstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass die Rohrwindungen (3), die Rohrverbindungsstücke (4) und/oder die Rohranschlussstücke (5) einteilig ausgebildet sind.
8. Rohrwendelwärmetauscher (1) umfassend mindestens zwei im Wesentlichen helixförmige, fluidleitende Rohrabschnitte (2, 20) nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei ein erster Rohrabschnitt (20) zumindest abschnittsweise im Wesentlichen konzentrisch innerhalb eines zweiten Rohrabschnitts (2) angeordnet ist.
9. Rohrwendelwärmetauscher (1) nach einem der vorstehenden Ansprüche, umfassend einen Verteiler (6), der die wärmetauschereingangsseitigen Endabschnitte (2E) oder die Rohranschlussstücke (5) mindestens zweier Rohrabschnitte (2, 20) fluidleitend verbindet, und umfassend einen Sammler (7), der die wärmetauscherausgangsseitigen Endabschnitte (2E) oder die Rohranschlussstücke (5) mindestens zweier Rohrabschnitte (2, 20) fluidleitend verbindet, wobei der Verteiler (6) und der Sammler (7) dazu eingerichtet sind, die mindestens zwei Rohrabschnitte (2, 20) hydraulisch parallel geschaltet an eine Vorlaufleitung und eine Rücklaufleitung eines Heiz- und/oder Kühlsystems anzuschließen.
10. Speicherbehälter (8) zum Speichern eines Speicher-

fluids (F), mit einem Rohrwendelwärmetauscher (1) zum Hindurchleiten eines Wärmeträgerfluids, wobei das Speicherfluid (F) mittels des von Wärmeträgerfluid durchströmbaren Rohrwendelwärmetauschers (1) erwärmbar und/oder abkühlbar ist,

5

dadurch gekennzeichnet, dass der Rohrwendelwärmetauscher (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 9 ausgebildet ist.

11. Speicherbehälter (8) zum Speichern eines Speicherfluids (F), mit einem Rohrwendelwärmetauscher (1) zum Hindurchleiten eines Wärmeträgerfluids, wobei das Speicherfluid (F) mittels des von Wärmeträgerfluid durchströmbaren Rohrwendelwärmetauschers (1) erwärmbar und/oder abkühlbar ist, wobei der Speicherbehälter (8) eine Behälter-Längsachse (B) aufweist, und wobei der Rohrwendelwärmetauscher (1) mindestens einen helixförmigen, fluidleitenden Rohrabschnitt (2) mit einer Helixachse (H) aufweist, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Helixachse (H) winklig unter einem Winkel A zur Behälter-Längsachse (B) angeordnet ist, wobei 0° kleiner oder gleich Winkel A kleiner oder gleich 45° , insbesondere 10° kleiner oder gleich Winkel A kleiner oder gleich 25° .

10

15

20

25

30

35

40

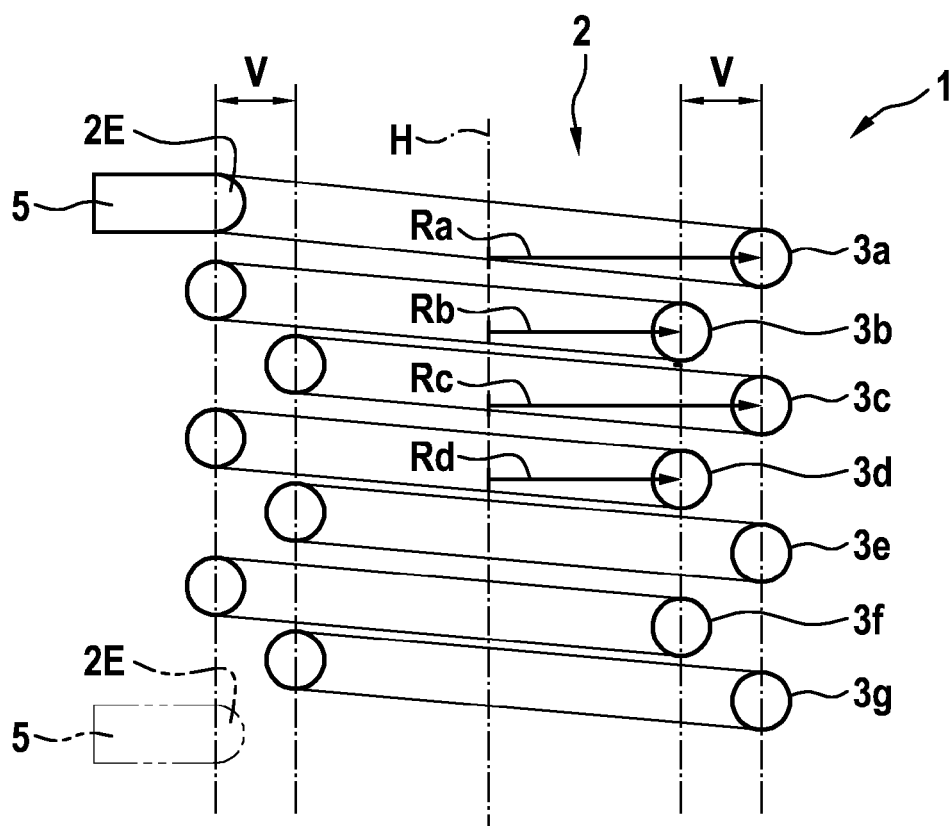
45

50

55

Fig. 1

a)



b)

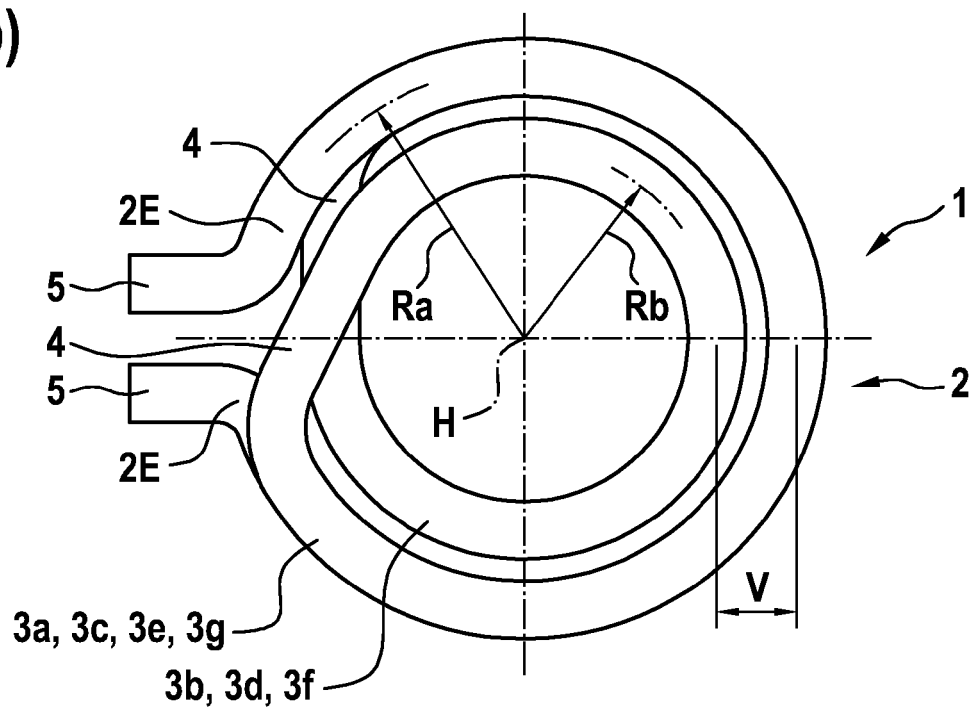


Fig. 2

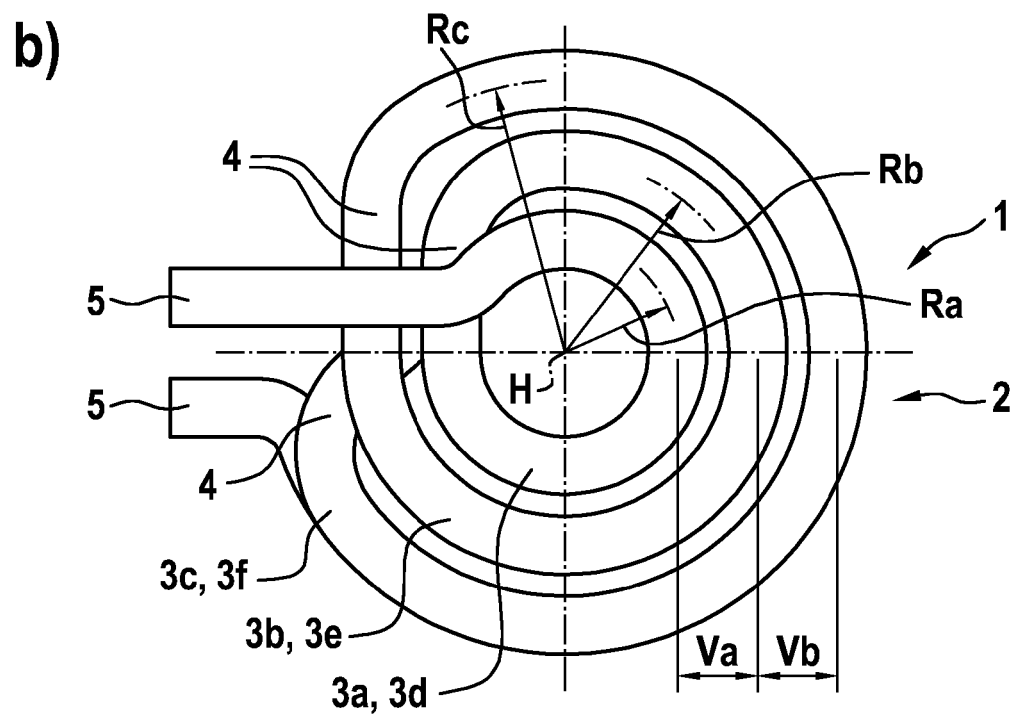
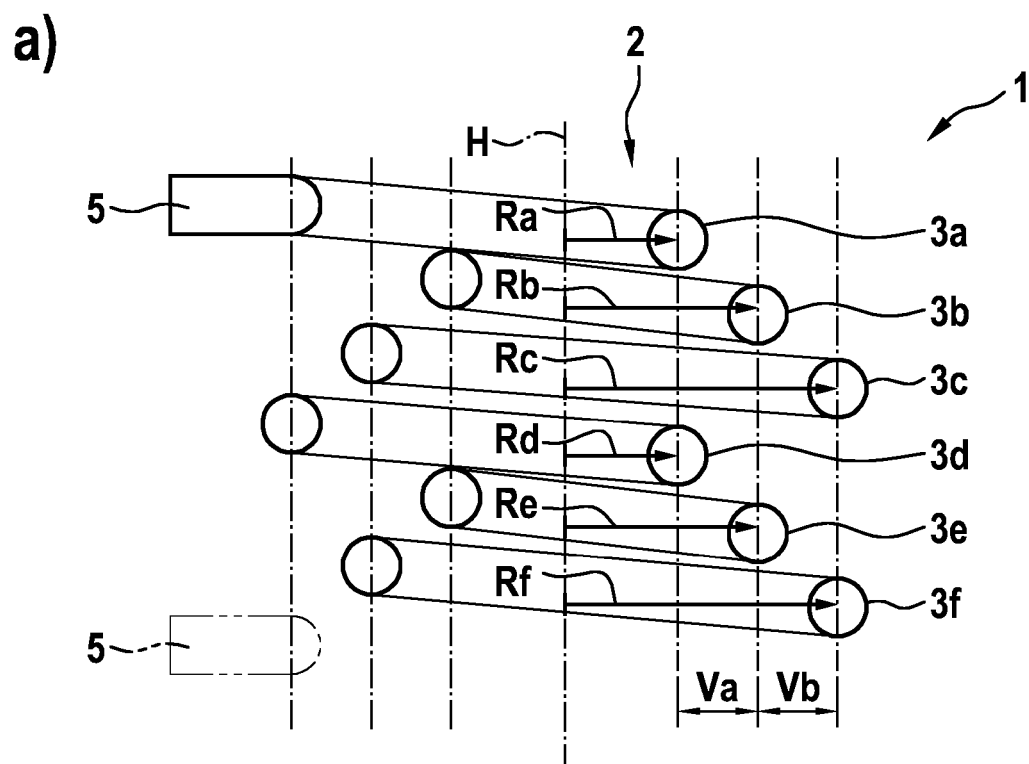
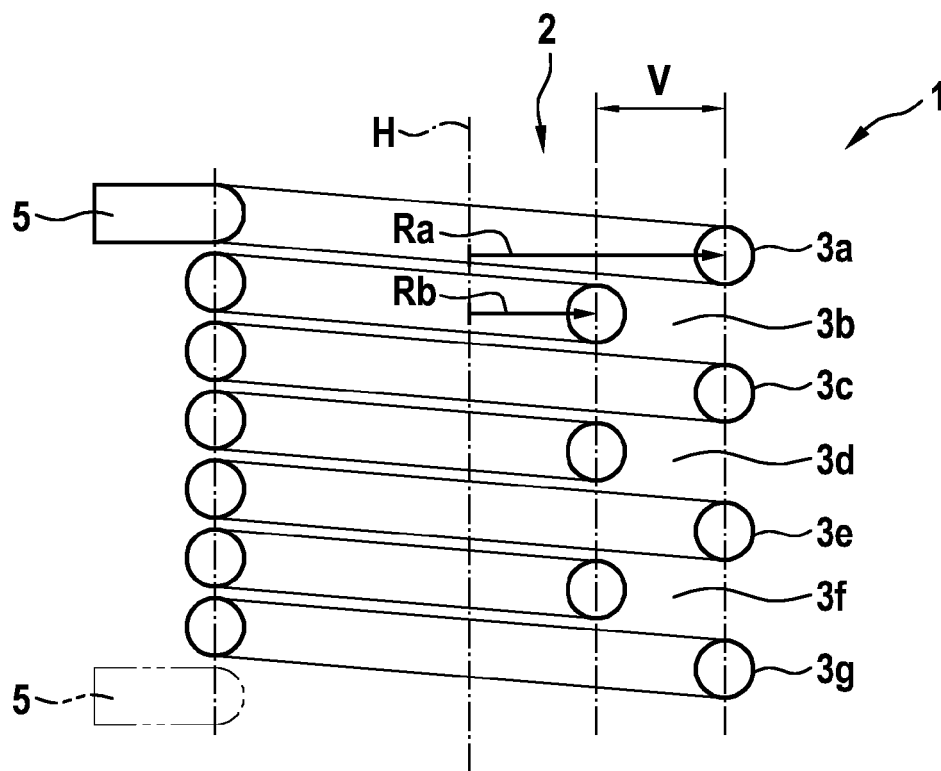


Fig. 3

a)



b)

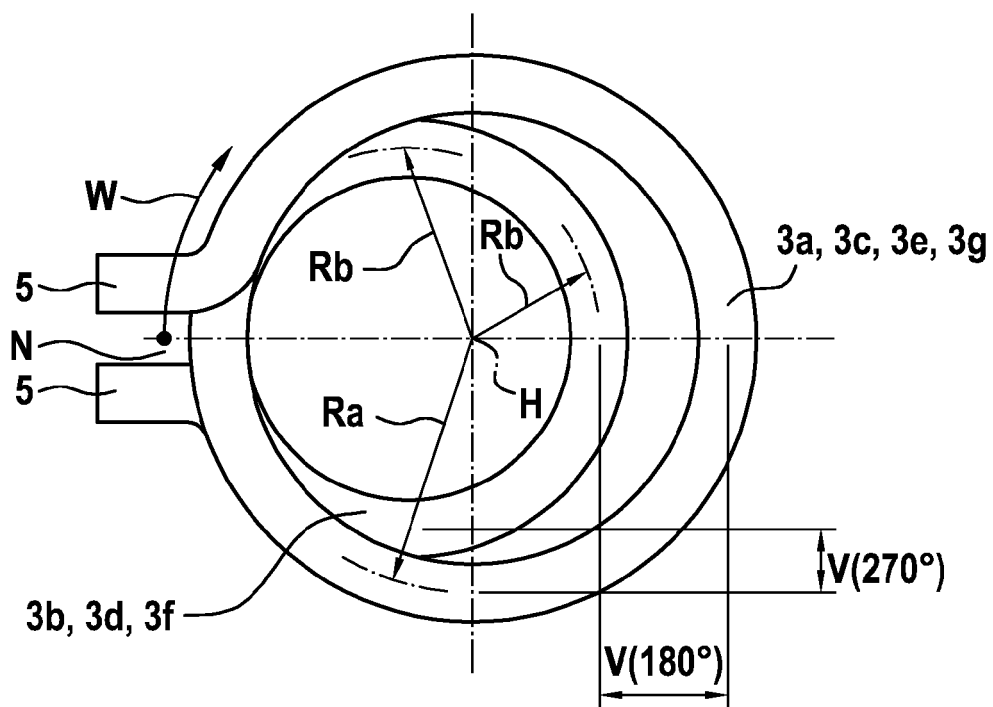


Fig. 4

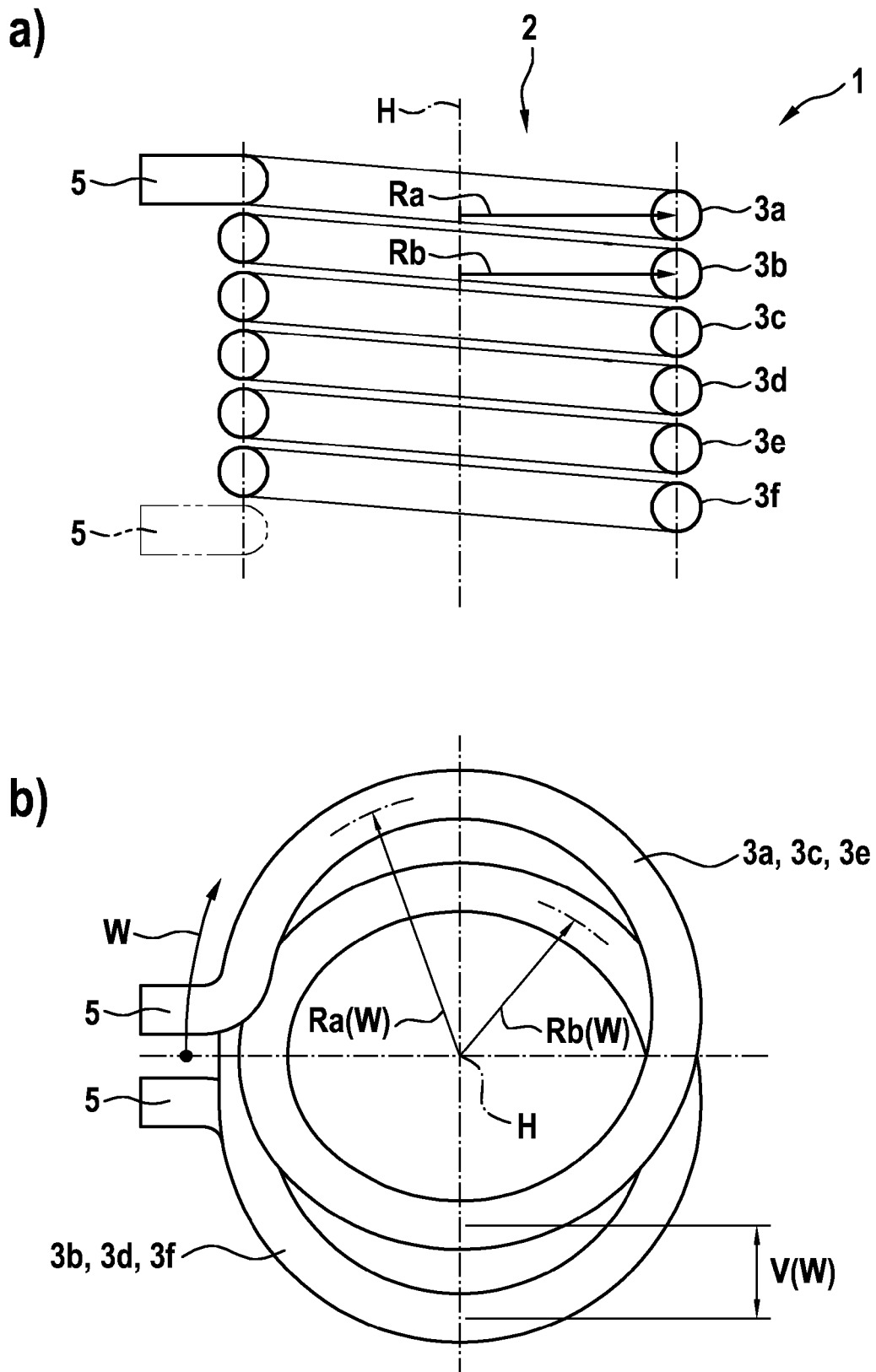
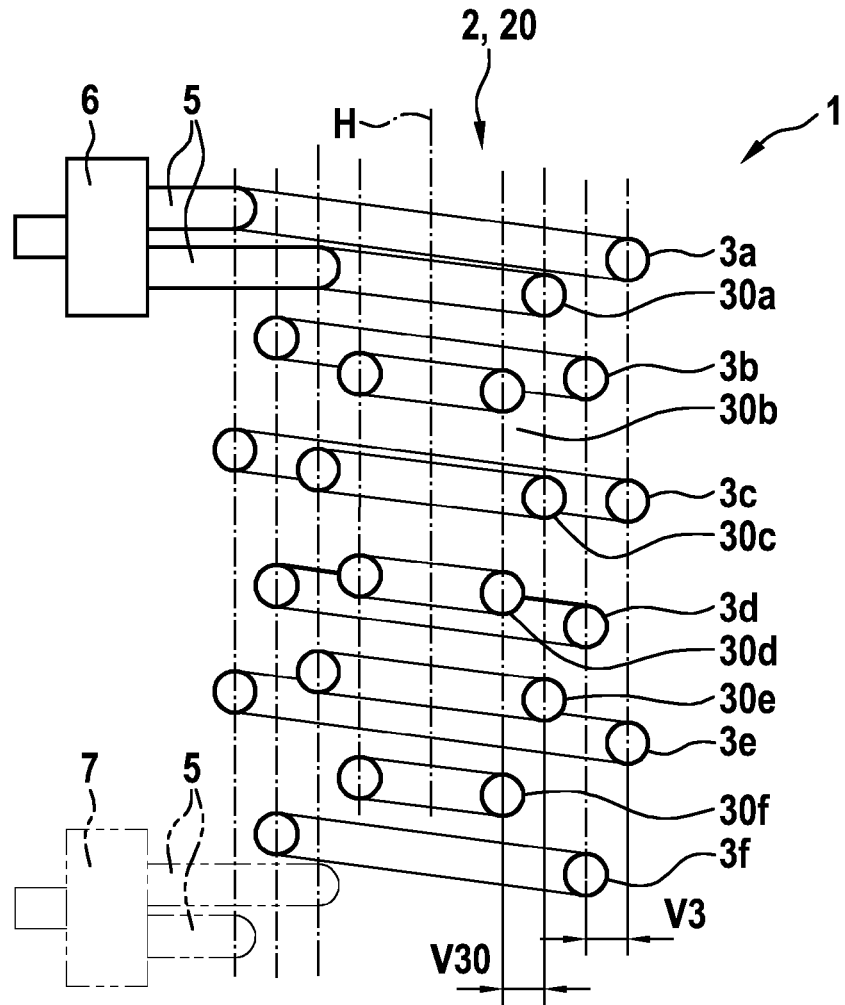


Fig. 5

a)



b)

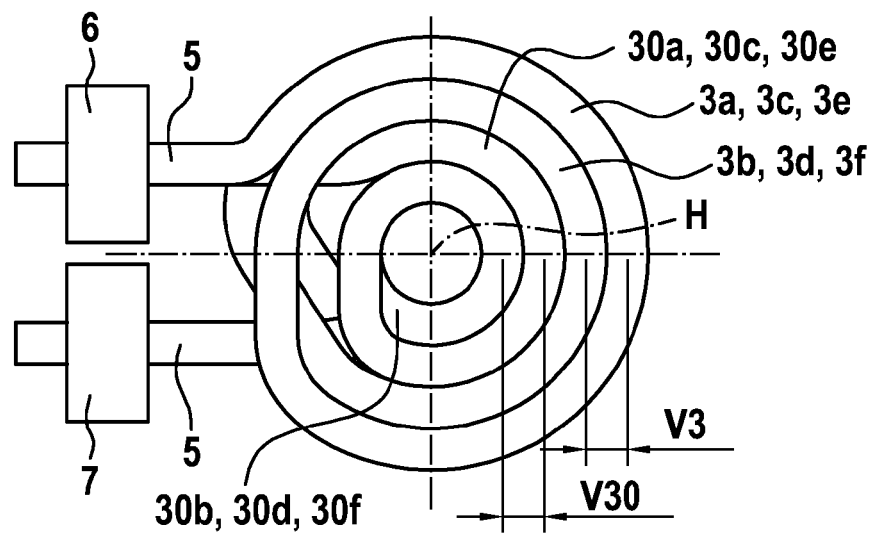


Fig. 6

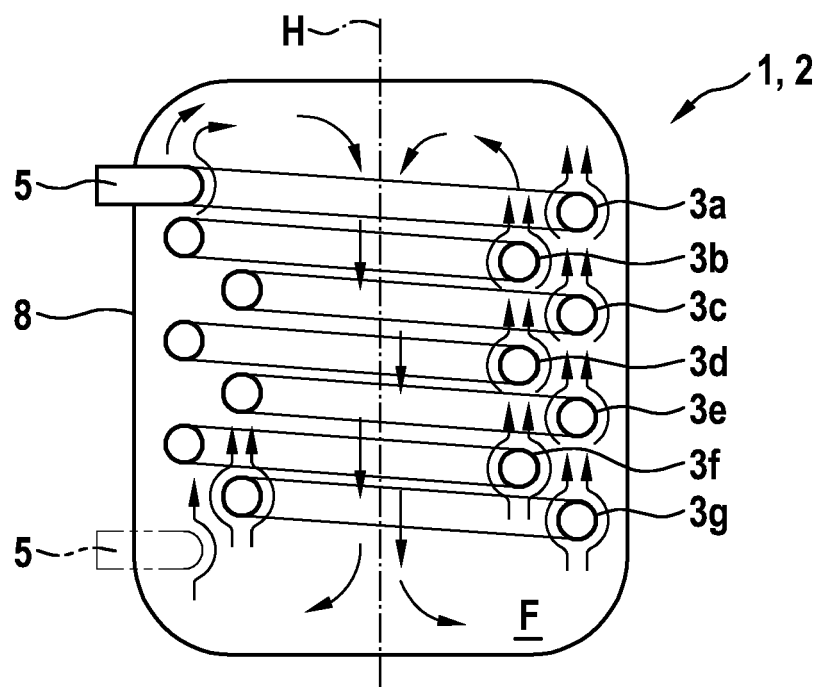
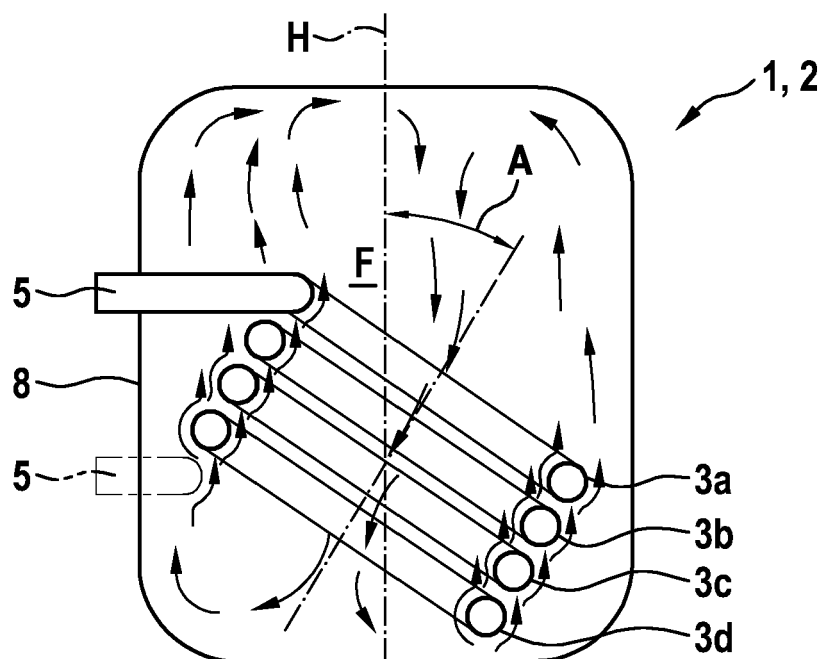


Fig. 7





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 18 15 6616

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	DE 21 06 572 A1 (WAGNER J) 24. August 1972 (1972-08-24)	1-4,10	INV. F28D7/02 F24H1/16 F24H1/43
Y	* Seite 2 - Seite 4; Abbildung 1 *	8,9	
X	DE 196 10 658 A1 (VAILLANT JOH GMBH & CO [DE]) 19. September 1996 (1996-09-19) * Spalte 2; Abbildungen 4-6 *	1,5-7,10	
X	DE 15 51 500 A1 (RICHMOND NGMEERING CO INC) 10. September 1970 (1970-09-10)	11	
Y	* Seite 5 - Seite 11; Abbildung 1 *	8,9	
X	DE 29 38 324 A1 (STROHMEYER WILLI ING GRAD) 9. April 1981 (1981-04-09) * Seite 3 - Seite 4; Abbildung 1 *	1,5-7	
X	FR 2 597 587 A1 (VIGNOLLES JEAN [FR]) 23. Oktober 1987 (1987-10-23) * Seite 2 - Seite 5; Abbildungen 1, 2 *	1,2,10	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) F24H F28D
X	US 2013/112371 A1 (KOO JAMES J [US] ET AL) 9. Mai 2013 (2013-05-09) * Absatz [0016] - Absatz [0024]; Abbildung 5 *	1,2	
X	CN 201 246 893 Y (YOU Ling LUO [CN]) 27. Mai 2009 (2009-05-27) * Seite 2 - Seite 3; Abbildung 1 *	1	
A	GB 2 537 715 A (NORCROS GROUP LTD [GB]) 26. Oktober 2016 (2016-10-26) * das ganze Dokument *	1-3,8,10	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 25. Juni 2018	Prüfer Riesen, Jörg
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 18 15 6616

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.

25-06-2018

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 2106572 A1	24-08-1972	KEINE	
DE 19610658 A1	19-09-1996	AT 407195 B CH 691082 A5 DE 19610658 A1 DE 29605038 U1	25-01-2001 12-04-2001 19-09-1996 29-08-1996
DE 1551500 A1	10-09-1970	KEINE	
DE 2938324 A1	09-04-1981	KEINE	
FR 2597587 A1	23-10-1987	KEINE	
US 2013112371 A1	09-05-2013	KEINE	
CN 201246893 Y	27-05-2009	KEINE	
GB 2537715 A	26-10-2016	KEINE	

EPO FORM P0461

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

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 10000861 A1 [0002]
- DE 19510877 A1 [0002]