



(10) **DE 10 2009 041 773 A1** 2011.05.05

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2009 041 773.7**

(22) Anmeldetag: **16.09.2009**

(43) Offenlegungstag: **05.05.2011**

(51) Int Cl.: **F28F 1/36** (2006.01)

F28D 7/10 (2006.01)

(71) Anmelder:

Ansorge, Thomas, 14532 Stahnsdorf, DE

(74) Vertreter:

**Rothkopf Theobald Elbel, Patentanwälte,
Partnerschaft, 10117 Berlin**

(72) Erfinder:

gleich Anmelder

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

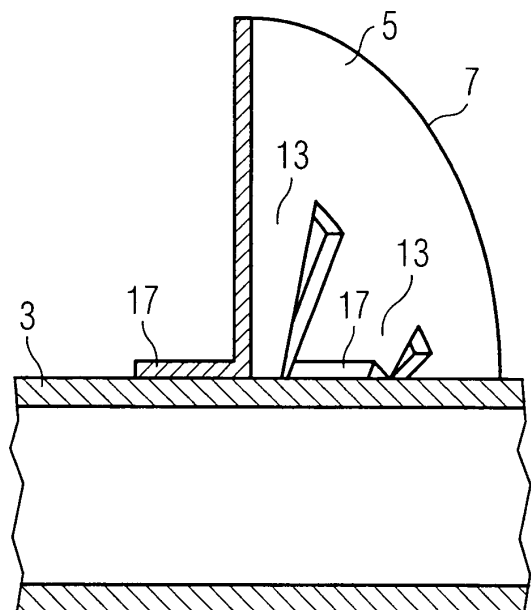
AT	2 94 145	B
GB	4 14 345	A
US	43 21 963	A
US	33 32 478	A
US	32 94 162	A

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: **Wärmetauscherrohr, Wärmetauscher und raumlufttechnische Anlage**

(57) Zusammenfassung: Es wird ein Wärmetauscherrohr (1) mit einem Fluidrohr (3) und Lamellen (5), die sich schraubenförmig um das Fluidrohr (3) herum winden und an ihren dem Fluidrohr (3) zugewandten Enden einen abgewinkelten Abschnitt aufweisen, in dem sie stoffschlüssig mit dem Fluidrohr (3) verbunden sind, zur Verfügung gestellt. Der abgewinkelte Abschnitt umfasst voneinander getrennte abgewinkelte Bereiche (17), wobei benachbarte Bereiche (17) des abgewinkelten Abschnitts in entgegengesetzte Richtungen abgewinkelt sind. Das Wärmetauscherrohr kommt insbesondere in raumlufttechnischen Anlagen mit Wärmetauschern zum Einsatz.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Wärmetauscherrohr mit Lamellen, die sich schraubenförmig um das Wärmetauscherrohr herum winden. Daneben trifft die Erfindung einen Wärmetauscher und eine raumlufttechnische Anlage mit einem Wärmetauscher.

[0002] Wärmetauscherrohre mit sich schraubenförmig um ein zentrales Rohr herum windenden Lamellen sind beispielsweise aus US 2005/0005432 A1, US 5,092,038, US 3,643,735 und GB 2 156 064 A bekannt. Lamellen, die sich schraubenförmig um ein Rohr herum winden, sind in der Regel entweder an das Rohr angeschweißt oder mit der Rohrwand vercrimpt. Ein Vercrimpen ist beispielsweise in US 2005/005432 A1 und in US 5,092,038 beschrieben. In US 5,092,038 ist außerdem beschrieben, dass schraubenförmig um ein Rohr herum angeordnete Lamellen mit diesem verschweißt sein können. Ein Verschweißen ist ebenfalls in GB 2 156 064 A beschrieben. Daneben existieren auch Wärmetauscherrohre mit Lamellen, die sich nicht schraubenförmig um das ein zentrales Rohr herum erstrecken. Solche Lamellen, wie beispielsweise in US 3,294,162 beschrieben sind, können insbesondere einstückig mit einem zentralen Rohr ausgebildet werden, beispielsweise in dem vom Rohr ausgehende Flansche umgeformt werden, wie dies in US 3,294,162 beschrieben ist.

[0003] Wärmefluidrohre mit daran befestigten, sich schraubenförmig um das Wärmefluidrohr herum erstreckenden Lamellen können in einer geraden Konfiguration zur Anwendung kommen, oder in kreis- oder helixförmigen Konfigurationen. Kreis- oder helixförmige Konfigurationen sind beispielsweise in US 3,643,735 und US 5,092,308 beschrieben.

[0004] Ein Anwendungsgebiet von Wärmetauscherrohren und damit aufgebauten Wärmetauschern sind beispielsweise raumlufttechnische Anlagen wie sie etwa in DE 10 2005 022 241 A1 beschrieben sind. Darin können sie zum Erwärmen oder Kühlen der Raumluft zum Einsatz kommen.

[0005] Von besonderer Bedeutung ist bei Wärmetauscherrohren, der mit ihnen erzielbare Wärmeaustausch zwischen einem im Inneren des zentralen Rohres strömenden Fluid und einem an der Außenseite des Wärmetauscherrohrs vorbeiströmenden Fluid. Der Wärmeübertrag soll möglichst groß sein, weswegen Wärmetauscherrohre mit großen Außenflächen gewählt werden, wie sie durch die schraubenförmig gewundenen Lamellen geschaffen werden, um eine große Kontaktfläche mit dem vorbeiströmenden Fluid zu schaffen. Hierbei ist ein guter Wärmeübertrag zwischen den Lamellen und dem zentralen Rohr von Bedeutung, da ein großer Teil der Außen-

fläche des Wärmefluidrohres von den Lamellenflächen gebildet ist. Die von den Lamellen aufgenommene Wärme muss zügig über die Rohrwand an das im Inneren des Rohres strömende Fluid weitergeleitet werden bzw. die Wärme des im Inneren des zentralen Rohres strömenden Fluids muss zügig an die Lamellenflächen weitergeleitet werden.

[0006] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, ein Wärmetauscherrohr mit schraubenförmig gewundenen Lamellen zur Verfügung zu stellen, mit dem sich ein guter Wärmeübertrag zwischen den Lamellen und dem zentralen Rohr erreichen lässt. Weiterhin ist es eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, einen vorteilhaften Wärmetauscher zur Verfügung zu stellen, welcher insbesondere einen guten Wärmeübertrag zwischen einem warmen und einem kalten Fluid ermöglicht. Schließlich ist es eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine vorteilhafte raumlufttechnische Anlage zur Verfügung zu stellen.

[0007] Die erste Aufgabe wird durch ein Wärmetauscherrohr gemäß Anspruch 1 gelöst, die zweite Aufgabe durch einen Wärmetauscher nach Anspruch 5.

[0008] Die dritte Aufgabe wird durch eine raumlufttechnische Anlage nach Anspruch 9 gelöst. Die abhängigen Ansprüche enthalten vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung.

[0009] Ein erfindungsgemäßes Wärmetauscherrohr umfasst ein Fluidrohr und Lamellen, wobei sich die Lamellen schraubenförmig um das Fluidrohr herum winden. Die Lamellen weisen an ihren dem Fluidrohr zugewandten Enden einen abgewinkelten Abschnitt auf, in dem sie stoffschlüssig mit dem Fluidrohr verbunden sind. Der abgewinkelte Abschnitt umfasst voneinander getrennte abgewinkelte Bereiche, wobei benachbarte Bereiche des abgewinkelten Abschnitts in entgegengesetzte Richtungen abgewinkelt sind.

[0010] Die vorliegende Erfindung beruht auf der Erkenntnis, dass das Abwinkeln des dem Fluidrohr zugewandten Abschnitts der Lamellen in lediglich eine Richtung einen großflächigen Kontakt der abgewinkelten Bereiche mit der Außenwand des Fluidrohres erschwert. Dies rührt daher, dass das Material der Lamellen beim Wickeln um das Fluidrohr an den fluidrohrseitigen Enden gestaucht und an den vom Fluidrohr entfernten Enden gestreckt wird. Durch das Stauchen am fluidrohrseitigen Ende kann es zur Faltenbildung im abgewinkelten Bereich kommen, welche den Kontakt zwischen dem abgewinkelten Bereich und der Außenwand des Fluidrohres verschlechtern. Dadurch, dass der abgewinkelte Abschnitt in voneinander getrennte Bereiche unterteilt ist, können die Stauchungen in diesen Bereichen gering gehalten werden. Durch das Abwinkeln benachbarter Bereiche in entgegengesetzte Rich-

tungen kann zudem sichergestellt werden, dass jedem abgewinkelten Bereich genügend Platz gelassen wird, so dass ein Überlapp mit einem anderen abgewinkelten Bereich nicht erfolgt. Andererseits können die Dimensionen der Bereiche auch so gewählt sein, dass die Kanten der abgewinkelten Bereiche übernächster Nachbarn aneinander stoßen, so dass eine möglichst große Fläche des Rohrumfanges mit den Lamellen in Kontakt steht. Auf diese Weise lässt sich eine größere Kontaktfläche zwischen den Lamellen und der Außenwand des Wärmefluidrohres herstellen als dies bei lediglich in eine Richtung abgewinkelten Abschnitten möglich ist. Es lässt sich daher ein besonders hoher Wärmeübertrag zwischen den Lamellen und der Wand des Wärmefluidrohres realisieren.

[0011] Um Stauchungen im Bereich der dem Fluidrohr zugewandten Enden der Lamellen zu vermeiden, können diese Aussparungen aufweisen, welche die abgewinkelten Bereiche voneinander trennen. Diese Aussparungen können beispielsweise eine runde oder eine eckige, insbesondere eine viereckige Form aufweisen. Stauchungen der Lamellen in der Nähe der Wand des Fluidrohres und die damit verbundenen Spannungen im Material der Lamellen können so in andere Bereiche der Lamellen verlegt werden, wo sie entweder weniger prägnant auftreten oder weniger nachteilig sind.

[0012] Vorteilhafterweise weisen die Lamellen einen äußeren Radius auf, der im Bereich zwischen dem zweifachen und dem vierfachen des Radius des Fluidrohres liegt. Diese Abmessungen sind einerseits groß genug, um eine hinreichend große Fläche für den Wärmeübertrag zu einem an der Außenseite vorbei strömenden Fluid zu gewährleisten, andererseits aber nicht so groß, dass die von den Lamellen aufgenommene Wärme nicht schnell genug abgeführt oder die von den Lamellen abgegebene Wärme nicht schnell genug ersetzt werden kann.

[0013] Erfindungsgemäß wird außerdem ein Wärmetauscher, beispielsweise zum Wärmen oder Kühlen von Luft, mit einem Gehäuse in Form eines Rohres zur Verfügung gestellt. Der Wärmetauscher, dessen Gehäuse eine Gehäuselängsachse aufweist, umfasst wenigstens ein um eine Wärmetauscherlängsachse kreisförmig, spiralförmig oder helixförmig gewundenes Wärmetauscherrohr, welches ein Eingangsende und ein Ausgangsende aufweist. Es ist im rohrförmigen Gehäuse derart angeordnet, dass die Wärmetauscherlängsachse parallel zur Gehäuselängsachse verläuft. Im Kontext der vorliegenden Erfindung ist die Spirale als eine zweidimensionale geometrische Struktur anzusehen, wohingegen die Helix eine dreidimensionale Struktur darstellt. Im Gehäuse ist für jedes Wärmetauscherrohr ein Zugang zu dessen Eingangsende und ein Zugang zu dessen Ausgangsende vorhanden, wobei die Zugänge die Zu-

fuhr eines Fluids in das Eingangsende und die Abfuhr des Fluids aus dem Ausgangsende des Wärmetauscherrohres von außerhalb des Gehäuses ermöglichen. Als das wenigstens eine Wärmetauscherrohr kommt ein erfindungsgemäßes Wärmetauscherrohr zum Einsatz. Das Einsetzen eines erfindungsgemäßen Wärmetauscherrohres bietet die Möglichkeit, im Vergleich zu Wärmetauschern mit konventionellen Wärmetauscherrohren gleicher Abmessung einen höheren Wärmeübertrag zu erzielen, was die Heiz- bzw. Kühlleistung des Wärmetauschers erhöht. Andererseits besteht die Möglichkeit, die Abmessungen des Wärmetauschers, insbesondere seine axiale Länge bei helixförmig gewundenen Wärmetauscherrohren, im Vergleich zu Wärmetauschern mit konventionellen Wärmetauscherrohren zu verringern, bei gleichzeitiger Beibehaltung der Heiz- bzw. Kühlleistung.

[0014] Der erfindungsgemäße Wärmetauscher kann wenigstens zwei kreisförmig oder helixförmig gewundene Wärmetauscherrohre umfassen, wobei die Kreise bzw. die Helices der wenigstens zwei kreisförmig oder helixförmig gewundenen Wärmetauscherrohre unterschiedliche Radien aufweisen. Auf diese Weise wird es möglich, mehrere ineinander angeordnete kreis- oder helixförmige Wärmetauscherrohre in dem Gehäuse anzuordnen, wodurch die Heiz- bzw. Kühlleistung des Wärmetauschers weiter erhöht werden kann. Insbesondere können die wenigstens zwei Wärmetauscherrohre zentriert zueinander angeordnet sein, um so eine gleichmäßige Heiz- bzw. Kühlleistung über die durchströmte Fläche zu erzielen.

[0015] Das wenigstens eine Wärmetauscherrohr kann insbesondere wenigstens die halbe Querschnittsfläche des rohrförmigen Gehäuses einnehmen. Eine größere Fläche ist jedoch im Sinne der Maximierung der Wärmeübertragung sinnvoll.

[0016] Wenn das wenigstens eine Wärmetauscherrohr helixförmig gewunden ist, kann die Periode der helixförmigen Windung des Wärmetauscherrohres insbesondere eine Länge aufweisen, die ein ganzzahliges Vielfaches der Länge der Periode der schraubenförmigen Windung der Lamellen ist. Auf diese Weise liegen die Lamellen in Axialrichtung des helixförmig gewundenen Wärmetauscherrohres gesehen in einer geraden Linie hintereinander, so dass zwischen den Lamellen gerade Strömungskanäle für das an der Außenseite des Wärmetauscherrohres vorbei strömende Fluid gebildet werden. Dadurch kann der Strömungswiderstand des Wärmetauschers für das vorbei strömende Fluid vermindert werden. Wenn dagegen der Strömungswiderstand keine Rolle spielt, kann das genannte Kriterium auch bewusst nicht eingehalten werden, um die Strömungspfade des Fluids durch den Wärmetauscher zu verlängern, um die Verweildauer des strömenden Fluids im Wär-

metauscher zu verlängern, so dass möglichst viel Zeit für den Wärmeübertrag zu Verfügung steht.

[0017] Gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung wird eine raumlufttechnische Anlage mit einem erfindungsgemäßen Wärmetauscher zur Verfügung gestellt. Die mit der erfindungsgemäßen raumlufttechnischen Anlage erzielbaren Eigenschaften und Vorteile ergeben sich aus denen des erfindungsgemäßen Wärmetauschers. Auf dessen Eigenschaften und Vorteile wird daher verwiesen.

[0018] Das Gehäuse des Wärmetauschers kann im Rahmen der erfindungsgemäßen raumlufttechnischen Anlage insbesondere ein rohrförmiges Gehäuseteil sein. Die raumlufttechnische Anlage umfasst dann weiterhin wenigstens ein rohrförmiges Gehäuseteil mit einer darin angeordneten Luftfördereinrichtung, beispielsweise mit wenigstens einem Axialventilator, und/oder wenigstens ein rohrförmiges Gehäuseteil mit wenigstens einer in der Umfangswand befindlichen Luftöffnung, die als Lufteintrittsöffnung oder Luftaustrittsöffnung dienen kann.

[0019] Gemäß einer weiteren Ausgestaltung der erfindungsgemäßen raumlufttechnischen Anlage sind die rohrförmigen Gehäuseteile mittels einer Muffenverbindung oder einer Flanschverbindung miteinander verbunden oder verbindbar. Hierbei können die Gehäuseteile zur Fixierung über Spannringe miteinander verbunden oder verbindbar sein. Die Verbindbarkeit der rohrförmigen Gehäuseteile mittels einer Muffen- oder Flanschverbindung ermöglicht die Ausgestaltung der raumlufttechnischen Anlage als modulares System, das es insbesondere auch ermöglicht bei Bedarf mehrere erfindungsgemäße Wärmetauscher in Axialrichtung hintereinander anzuordnen, um so die gewünschte Heiz- bzw. Kühlleistung zu erreichen. Die wenigstens zwei Wärmetauscher brauchen dabei nicht unmittelbar hintereinander angeordnet zu sein. Gegebenenfalls können zwischen benachbarten Wärmetauschern auch Luftfördereinrichtungen angeordnet sein, um den Aufbau besonders langer Wärmetauscheranordnungen zu ermöglichen.

[0020] Weitere Merkmale, Eigenschaften und Vorteile der vorliegenden Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die beiliegenden Figuren.

[0021] [Fig. 1](#) zeigt eine Prinzipskizze eines erfindungsgemäßen Wärmetauscherrohres in einer perspektivischen Darstellung.

[0022] [Fig. 2](#) zeigt die Ausgestaltung der Lamellen vor ihrem Befestigen am Fluidrohr des Wärmetauscherrohres.

[0023] [Fig. 3](#) zeigt einen Ausschnitt aus einer Lamelle nach dem Befestigen am Fluidrohr des Wärmetauscherrohres.

[0024] [Fig. 4](#) zeigt eine am Fluidrohr befestigte Lamelle in einer perspektivischen Schnittansicht.

[0025] [Fig. 5](#) zeigt eine alternative Ausgestaltung der Lamellen vor dem Befestigen am Fluidrohr des Wärmetauscherrohres.

[0026] [Fig. 6](#) zeigt eine weitere Abwandlung der Lamellen vor deren Befestigung am Fluidrohr.

[0027] [Fig. 7](#) zeigt noch eine weitere Abwandlung der Lamellen vor deren Befestigung am Fluidrohr.

[0028] [Fig. 8](#) zeigt ein Ausführungsbeispiel für einen erfindungsgemäßen Wärmetauscher in einer perspektivischen Darstellung.

[0029] [Fig. 9](#) zeigt dem Wärmetauscher aus [Fig. 6](#) in einer Seitenansicht.

[0030] [Fig. 10](#) zeigt den Wärmetauscher aus [Fig. 6](#) in einer Ansicht entlang seiner zentralen Symmetrieachse.

[0031] [Fig. 11](#) zeigt ein Ausführungsbeispiel für eine raumlufttechnische Anlage mit einem Wärmetauscher in einer schematischen Schnittansicht.

[0032] [Fig. 12](#) zeigt eine Abwandlung des Ausführungsbeispiels aus [Fig. 9](#) in einer geschnittenen Detailansicht.

[0033] Zur Erläuterung der vorliegenden Erfindung werden nachfolgend Ausführungsbeispiele für das Wärmetauscherrohr, den Wärmetauscher und die raumlufttechnische Anlage beschrieben, ohne dass die die Erfindung auf die konkreten Ausführungsbeispiele beschränkt sein soll.

[0034] [Fig. 1](#) zeigt schematisch ein erfindungsgemäßes Wärmetauscherrohr in einer perspektivischen Darstellung. Das Wärmetauscherrohr **1** umfasst ein Fluidrohr **3** und Lamellen **5**, die schraubenförmig um das Fluidrohr **3** herum angeordnet sind. Die Lamellen **5** dienen dazu, die Oberfläche des Wärmetauscherrohres **1**, über die Wärme abgegeben oder aufgenommen werden kann, zu vergrößern.

[0035] Im Betrieb des Wärmetauscherrohres **1** strömt ein erstes Fluid durch das Fluidrohr **3** und ein zweites Fluid an der Außenseite des Wärmetauscherrohres **1** entlang. Dabei können die Fluide Wärme an das Wärmetauscherrohr abgeben beziehungsweise von diesem aufnehmen. Wenn beispielsweise im Fluidrohr **3** ein heißes Fluid strömt, beispielsweise eine erhitzte Flüssigkeit wie etwa Öl oder

Wasser, so wird Wärme von dem Fluid auf die Wand des Wärmetauscherrohres **3** übertragen und von dort auf die an der Außenseite des Fluidrohres **3** befestigten Lamellen **5**. Über die Außenwand des Fluidrohres **3** und insbesondere über die Lamellen **5** wird die Wärme dann an das an der Außenseite des Wärmetauscherrohres **1** entlang strömende Fluid, beispielsweise Luft abgegeben. Statt einem gasförmigen Fluid wie die im vorliegenden Ausführungsbeispiel erwähnte Luft kann aber auch ein flüssiges Fluid, beispielsweise Öl oder Wasser an der Außenseite des Wärmefluidrohres entlang strömen. Auch braucht die Wärmeübertragung nicht von dem im Inneren des Fluidrohres **3** strömenden Fluid auf das an der Außenseite des Wärmetauscherrohres **1** entlang strömende Fluid zu erfolgen, sondern sie kann auch von dem an der Außenseite entlang strömenden Fluid auf das im Inneren des Fluidrohres strömende Fluid erfolgen, wenn das an der Außenseite strömende Fluid gekühlt statt erwärmt werden soll. Die von dem im Inneren des Fluidrohres **3** strömenden Fluid abgegebene oder aufgenommene Wärme wird durch nachströmendes warmes Fluid ersetzt bzw. durch abströmendes erwärmtes Fluid abgeführt.

[0036] Die Effizienz, mit der die Wärme im Wärmetauscherrohr **1** vom Fluidrohr **3** auf die Lamellen **5** übertragen werden kann, hängt u. a. vom Größenverhältnis zwischen den Lamellen **5** und dem Fluidrohr **3** ab. Je größer der äußere Radius der Lamellen **5** ist, d. h. je weiter der Rand **7** der Lamellen **5** vom Fluidrohr **3** entfernt ist, desto größer ist ihre Fläche und desto mehr Wärme können diese aufnehmen oder abgeben. Dabei muss der Wärmetransport zwischen dem Fluidrohr **3** und den Lamellen **5** ausreichend hoch sein, um die rasch von den Lamellen **5** aufgenommene Wärme rasch in das im Fluidrohr **3** fließende Fluid abführen zu können beziehungsweise die von den Lamellen **5** abgegebene Wärme rasch ersetzen zu können. Bei zu großen Lamellen **5** kann ein rasches Abführen beziehungsweise Ersetzen der Wärme jedoch nicht mehr gewährleistet werden. Die Lamellengröße stellt daher einen Kompromiss dar zwischen dem Bestreben, die Fläche des Wärmetauscherrohres **1** möglichst groß zu gestalten, und dem Bestreben, die Wärmeübertragung auf das im Fluidrohr **3** strömende Fluid möglichst groß zu halten, was mit zunehmender radialer Ausdehnung der Lamellen **5** schwieriger wird. Es hat sich gezeigt, dass sich ein guter Kompromiss zwischen diesen beiden Anforderungen erreichen lässt, wenn der äußere Radius der Lamellen **5**, also der Radius ihres Randes **7**, im Bereich zwischen dem zweifachen und dem vierfachen des Radius des Wärmefluidrohres **3** liegt. Falls ein möglichst rascher Wärmetransport erfolgen soll, die Außenfläche des Wärmetauscherrohres jedoch keine so große Bedeutung hat, kann dieses Verhältnis auch unterschritten werden, so dass Lamellen Verwendung finden können, deren Radius kleiner als der doppelte Radius des Fluidrohres ist. Wenn anderer-

seits eine große Fläche des Wärmetauscherrohres **1** von großer Bedeutung ist, die Rate, mit der die Wärme abgeführt werden kann, jedoch keine so große Rolle spielt, kann das Verhältnis von vier zwischen dem Radius der Lamellen **5** und dem Radius des Fluidrohres **3** auch überschritten werden.

[0037] Für einen hohen Wärmeübertrag zwischen den Lamellen **5** und dem Fluidrohr **3** ist aber auch die Befestigung der Lamellen **5** am Fluidrohr **3** von Bedeutung. Diese wird nachfolgend mit Bezug auf die [Fig. 2](#) bis [Fig. 7](#) näher erläutert.

[0038] [Fig. 2](#) zeigt eine Lamelle nach ihrer Herstellung und bevor sie am Wärmefluidrohr **3** befestigt wird. Die Lamelle **5** wird als Band gefertigt, welches anschließend um das Fluidrohr **3** gewickelt wird. Auf diese Weise lässt sich eine kontinuierliche Fertigung beliebig langer Wärmetauscherrohre realisieren. Das Band **11** weist eine gerade Kante **9** und eine Kante mit vorstehenden Zähnen **13** auf. Die Zähne **13** können beispielsweise dadurch gebildet werden, dass nach oder während der Fertigung des Bandes Ausnehmungen **15** eingebracht werden, um die Zähne **13** zu bilden. Die Ausnehmungen können beispielsweise eingestanzt oder eingeschnitten werden. Die Zähne **13** bilden voneinander durch die Ausnehmung **15** getrennte Bereiche, die zum Befestigen der Lamelle **5** an der Außenwand des Fluidrohres **3** dienen.

[0039] Zum Herstellen der Lamellen **5** des Wärmetauscherrohres **1** wird ein Band **11** um das Fluidrohr **3** herum gewickelt. Dabei werden die Zähne **13** an ihren dem Fluidrohr **3** zugewandten Ende abgewinkelt und in den abgewinkelten Bereichen mit dem Fluidrohr **3** verschweißt. Alternativ zum Verschweißen können auch Lötverfahren oder Klebverfahren Verwendung finden, sofern sie eine hinreichend feste Verbindung und gleichzeitig einen hinreichend hohen Wärmeleitfähigkeit gewährleisten. Beim Winden des Bandes **11** um das Fluidrohr **3** werden die Ausnehmungen **15** derart deformiert, dass die Zähne **13** dort in Umfangsrichtung aneinander grenzen, wo die abgewinkelten Bereiche **17** beginnen (siehe [Fig. 3](#)). Die abgewinkelten Bereiche **17** benachbarter Zähne **13** sind dabei in verschiedene Richtungen abgewinkelt. Da dadurch nur jeder zweite Zahn **13** in dieselbe Richtung abgewinkelt wird, verbleibt zwischen den abgewinkelten Bereichen **17** der Zähne **13** genügend Platz, so dass die abgewinkelten Bereiche mit ihrer vollen Fläche mit dem Fluidrohr verschweißt werden können. Eine perspektivische Darstellung der abgewinkelten Bereiche **17** der Lamellen **5** nach dem Verschweißen mit dem Fluidrohr **3** ist in [Fig. 4](#) dargestellt. Wenn die abgewinkelten Bereiche **17** der Zähne **13** alle in dieselbe Richtung abgewinkelt wären, würden diese aufgrund der Steigung in der schraubenförmigen Anordnung der Lamellen **5** teilweise einander überlappen oder müssten beschnitten werden, um einen solchen Überlapp zu vermeiden. Auf jeden

Fall wäre die für die Wärmeübertragung nutzbare Fläche geringer als bei einem wechselweisen Abwinkeln in verschiedenen Richtungen.

[0040] Das wechselweise Abwinkeln in verschiedene Richtungen ermöglicht es außerdem, abgewinkelte Bereiche **17** zu verwenden, die gegenüber den nicht abgewinkelten Bereichen der Zähne **13** verbreitert sind. Eine erste derartige Ausführungsvariante ist in **Fig. 5** dargestellt. Es ist zu erkennen, dass der abzuwinkelnde Bereich **17** trapezförmig ausgestaltet ist. Durch diese Ausgestaltung kann der beim Winden des Bandes **11** um das Fluidrohr **3** zwischen zwei übernächsten Nachbarzähnen **13** vorhandene Platz besser ausgenutzt werden als bei der in **Fig. 2** dargestellten Ausführungsvariante. Es lassen sich so größere Kontaktflächen zwischen den Lamellen **11** und dem Fluidrohr **3** realisieren, was den Wärmeübertrag erhöht.

[0041] Eine weitere Ausgestaltung des Bandes **11** zum Herstellen der Lamellen **5** ist in **Fig. 6** dargestellt. Dieses entspricht der in **Fig. 5** dargestellten Ausführungsvariante mit dem Unterschied, dass die Ausnehmungen **15'** bogenförmig statt rechtwinklig ausgebildet sind. Durch die Ausgestaltung der Ausnehmungen können die beim Wickeln des Bandes **11** entstehenden Spannungen im Bereich der Ausnehmungen **15** bzw. **15'** geeignet beeinflusst werden. Selbstverständlich ist das in **Fig. 6** dargestellte Ausführungsbeispiel auch ohne trapezförmige abzuwinkelnde Abschnitte **17** realisierbar.

[0042] Noch eine weitere Ausgestaltung des Bandes **11** ist in **Fig. 7** dargestellt. Statt trapezförmiger abzuwinkelnder Bereiche **17** sind rechteckige abzuwinkelnde Bereiche **17** vorhanden, deren Breite im Vergleich zum Rest des jeweiligen Zahnes **13** erhöht ist. Auch hierdurch lässt sich eine größere Anlagefläche der abgewinkelten Bereiche **17** am Fluidrohr **3** realisieren.

[0043] Ein erfindungsgemäßer Wärmetauscher, in dem ein erfindungsgemäßes Wärmefluidrohr **1** Verwendung findet, wird nachfolgend mit Bezug auf die **Fig. 8** bis **Fig. 10** beschrieben. Der Wärmetauscher **20** weist ein äußeres Rohr **22** und ein inneres Rohr **24** auf, welche gemeinsam das Gehäuse des Wärmetauschers **20** bilden. Das innere Rohr **24** kann jedoch auch entfallen, so dass das äußere Rohr **22** alleine das Gehäuse des Wärmetauschers **20** bildet. Im Inneren des Gehäuses **22, 24** sind drei erfindungsgemäße Wärmetauscherrohre **26, 28, 30** angeordnet, die sich jeweils in einer helixförmigen Windung entlang einer Wärmetauscherlängsachse erstrecken. Im vorliegenden Ausführungsbeispiel fällt die Wärmetauscherlängsachse **WA** mit der Gehäuselängsachse **GA** des Gehäuses zusammen. Dies bietet den Vorteil, dass die Querschnittsfläche des Gehäuses optimal ausgenutzt werden kann, ist aber nicht unbe-

dingt notwendig. Während **Fig. 8** lediglich die Gehäuselängsachse **GA** zeigt, zeigen die **Fig. 9** und **Fig. 10** die Wärmetauscherlängsachse. Das Gehäuse ist in den **Fig. 9** und **Fig. 10** der Einfachheit halber nicht dargestellt.

[0044] Die Radien der Helices der einzelnen Wärmetauscherrohre **26, 28, 30** sind so aufeinander abgestimmt, dass ein möglichst geringer Zwischenraum zwischen den Außenkanten der Lamellen des jeweils inneren Wärmetauscherrohres **26, 28** und den Innenkanten der Lamellen des entsprechenden äußeren Wärmetauscherrohres **26, 28** verbleibt. Eine Anordnung der Wärmetauscherrohre in einer Seitenansicht und in einer Ansicht entlang der Wärmetauscherlängsachse **WA** sind in den **Fig. 9** und **Fig. 10** dargestellt. Insbesondere aus **Fig. 10** ist zu erkennen, dass der Radius einer Helix im Bereich der Außenkanten der Lamellen eines inneren Wärmetauscherrohres **26, 28** in etwa dem Radius der Helix im Bereich der Innenkanten eines äußeren Wärmetauscherrohres **26, 28** entspricht.

[0045] In dem in **Fig. 10** dargestellten Ausführungsbeispiel ist zu erkennen, dass die Perioden der helixförmigen Windungen der Wärmetauscherrohre **26, 28, 30** so auf die Perioden der schraubenförmigen Windungen der Lamellen abgestimmt sind, dass sie jeweils ein ganzzahliges Vielfaches der Perioden der entsprechenden schraubenförmigen Windungen der Lamellen betragen. Dadurch werden entlang der Wärmetauscherlängsachse **WA** mehr oder weniger lineare Strömungskanäle gebildet werden, wodurch der Flusswiderstand des Wärmetauschers gering gehalten werden kann. Die Strömungskanäle sind in **Fig. 9** für das Wärmetauscherrohr **26** durch Pfeile angedeutet. Falls dagegen besonders lange Strömungspfade durch den Wärmetauscher gewünscht sind, kann dieses Kriterium bewusst verletzt werden, um die Strömungspfade kurvig auszugestalten und so zu verlängern.

[0046] In dem mit Bezug auf die **Fig. 8** bis **Fig. 10** dargestellten Ausführungsbeispiel für den erfindungsgemäßen Wärmetauscher nehmen die Wärmetauscherrohre nahezu die gesamte Querschnittsfläche des rohrförmigen Gehäuses ein, selbst dann, wenn das Innenrohr **24** nicht vorhanden ist. Im Sinne einer möglichst hohen Effizienz des Wärmetauschers ist es wünschenswert, die von den Wärmetauscherrohren eingenommene Querschnittsfläche so groß wie möglich zu halten. Sie sollte jedoch auf jeden Fall wenigstens die halbe Querschnittsfläche des Gehäuses einnehmen.

[0047] In dem in den **Fig. 8** bis **Fig. 10** dargestellten Ausführungsbeispiel sind drei helixförmig gewundene radial ineinander angeordnete Wärmetauscherrohre **26, 28, 30** vorhanden. Die Zahl der Wärmetauscherrohre kann aber auch kleiner oder größer als

drei sein. Außerdem brauchen die Wärmetauscherrohre nicht notwendigerweise helixförmig gewunden zu sein, sondern sie können auch kreisförmig sein, wenn der Wärmetauscher im Wesentlichen flächig ausgebildet sein soll. Auch eine spiralförmige Ausgestaltung ist im Falle eines flächigen Wärmetauschers möglich.

[0048] Zur Zu- und Abfuhr der Fluide, die durch die Fluidrohre der Wärmetauscherrohre **26, 28, 30** strömen, weist das Gehäuse Zugänge zu den entsprechenden Eintritts- und Austrittsenden für das Fluid der jeweiligen Wärmetauscherrohre auf. Durch diese Zugänge können die Wärmetauscherrohre **26, 28, 30** von der Außenseite des Wärmetauschers mit Fluid versorgt werden bzw. das strömende Fluid zur Außenseite des Wärmetauschers abgeführt werden. Die Zugänge sowie die Eingangs- und Ausgangsenden der Wärmetauscherrohre **26, 28, 30** sind in den **Fig. 8 bis Fig. 10** nicht dargestellt.

[0049] Eine raumluftechnische Anlage mit einem erfindungsgemäßen Wärmetauscher ist in **Fig. 11** dargestellt. Der Wärmetauscher kann insbesondere gemäß dem mit Bezug auf die **Fig. 8 bis Fig. 10** beschriebenen Ausführungsbeispiel ausgebildet sein. In **Fig. 11** ist er jedoch lediglich schematisch dargestellt. Die Figur zeigt den Wärmetauscher **20** mit dem äußeren Gehäuserohr **22**. Ein inneres Rohr ist in dieser Ausführungsvariante nicht vorhanden. Außerdem sind die Zugänge **36, 38** zu dem Eingangsende **32** und dem Ausgangsende **34** des Wärmetauscherrohres **40** zu erkennen.

[0050] Die raumluftechnische Anlage umfasst ein weiteres rohrförmiges Gehäuseeteil **42** mit wenigstens einem darin angeordneten Axialventilator **44**. Der Axialventilator **44** dient dazu, Luft entlang der Axialrichtung der miteinander verbundenen Gehäuseteile **22, 42** zu fördern, um Luft entlang des Wärmetauscherrohres **40** zu bewegen. Die beiden Gehäuseteile weisen an ihren axialen Enden Flansche **46, 48** auf, über die sie mittels Spannringen **50** miteinander verbunden werden können.

[0051] Im vorliegenden Ausführungsbeispiel ist die Strömungsrichtung des durch das Fluidrohr des Wärmetauscherrohres **40** strömenden Fluids der Strömungsrichtung der Luft entgegengesetzt. Wenn das Wärmetauscherrohr **40** beispielsweise zum Erwärmen der Luft dient, kann dadurch erreicht werden, dass überall im Wärmetauscher eine ausreichende Temperaturdifferenz zwischen der Luft und dem durch das Fluidrohr strömenden Fluid vorhanden ist, so dass Wärme auf die Luft übertragen werden kann. Wenn die Strömungsrichtung des Fluids durch das Fluidrohr dieselbe wäre, wie die Strömungsrichtung der Luft, könnte es passieren, dass die Luft durch die Aufnahme von Wärme aus dem Fluid eine Temperatur erreicht, die einen Wärmeübertrag in dem

zuletzt durchströmten Bereich des Wärmetauscherrohres verringert oder gar unmöglich macht, weil die Temperaturdifferenz zwischen der bereits erwärmten Luft und dem bereits abgekühlten Fluid zu gering geworden ist. Durch den Gegenstrom kann diese Situation vermieden werden.

[0052] Weiterhin ist in **Fig. 5** ein drittes rohrförmiges Gehäuseeteil **52** dargestellt, in dessen Umfangswand Schlitze **54** eingebracht sind, um einen radialen Zu- und Abstrom von Luft zu ermöglichen. Statt Schlitzen kann auch eine beispielsweise mit einem Gitter versehene Öffnung in der Umfangswand vorhanden sein. Auch dieses Gehäuseeteil **52** ist über eine Flanschverbindung mit dem Gehäuseeteil **42**, welches den Axialventilator **44** enthält, verbunden. Das dem Axialventilator **44** gegenüberliegende Ende des Gehäuseteils **52** ist mit einer Abschlussplatte **54** verschlossen, die ebenfalls über eine Flanschverbindung mit dem Gehäuseeteil **52** verbunden ist.

[0053] **Fig. 11** zeigt außerdem ein viertes rohrförmiges Gehäuseeteil **58**, das über eine Flanschverbindung mit dem rohrförmigen Gehäuse **22** des Wärmetauschers **20** verbunden ist. Dieses Gehäuseeteil **58** kann beispielsweise einen weiteren Axialventilator umfassen (nicht dargestellt), um die Förderung der Luft zu unterstützen. Alternativ kann es analog zum Gehäuseeteil **52** ausgebildet sein, also eine Umfangswand mit Schlitzen oder einer sonstigen Öffnung aufweisen, durch die die geförderte Luft austreten kann. In diesem Fall wäre das vom Wärmetauscher **20** entfernte Ende des Gehäuseteils **58** mit einer Abdeckplatte versehen. Das Gehäuseeteil **58** kann aber auch lediglich zum Weiterleiten der Luft zu einem bestimmten Punkt Verwendung finden. Ebenso ist es möglich, dass das Gehäuseeteil eine Kurve beschreibt oder als Anschlussstück ausgebildet ist, welches Anschlüsse für wenigstens zwei weitere Gehäuseteile aufweist, so dass es als Verteiler eingesetzt werden kann. Es besteht auch die Möglichkeit mehrere Wärmetauscher **20** in Axialrichtung hintereinander zu schalten, wobei dann ggf. zwischen zwei Wärmetauschern **20** ein Gehäuseeteil mit einem Axialventilator angeordnet sein kann, um die Förderleistung der Anlage zu verbessern.

[0054] Die Gehäuseteile der in **Fig. 11** dargestellten raumluftechnischen Anlage können grundsätzlich aus Metall oder Kunststoff hergestellt sein.

[0055] Obwohl mit Bezug auf **Fig. 11** zum Verbinden der einzelnen Gehäuseteile Flansche **46, 48** mit Spannringen **50** zur Anwendung kommen, können die Flansche **46, 48** grundsätzlich auch miteinander verschraubt oder vernietet werden. Außerdem ist es möglich, die Verbindung auch ohne Flansche mit Muffen bzw. Spannringen zu realisieren. Eine derartige Verbindung ist schematisch in **Fig. 12** dargestellt. Diese zeigt ein erstes Gehäuseeteil **60** und

ein zweites Gehäuseteil **62**, die über einen muffenartig ausgestalteten Spannring miteinander verbunden sind. Der Spannring **64** umfasst ein äußeres unelastisches Band **66**, beispielsweise ein Metallband oder ein Kunststoffband, dessen Innenseite mit einer elastischen Schicht **68** versehen ist. Durch Spannen des Spannringes entsteht so eine Reibung, die ein Auseinanderbewegen der Gehäuseteile **60**, **62** in Axialrichtung verhindert. Auf die elastische Schicht **68** kann hierbei ggf. verzichtet werden.

[0056] Mit der erfindungsgemäßen raumluftechnischen Anlage ist ein modulares System geschaffen, in das erfindungsgemäße Wärmetauscher flexibel eingepasst werden können.

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- US 2005/0005432 A1 [[0002](#)]
- US 5092038 [[0002](#), [0002](#), [0002](#)]
- US 3643735 [[0002](#), [0003](#)]
- GB 2156064 A [[0002](#), [0002](#)]
- US 2005/005432 A1 [[0002](#)]
- US 3294162 [[0002](#), [0002](#)]
- US 5092308 [[0003](#)]
- DE 102005022241 A1 [[0004](#)]

Patentansprüche

1. Wärmetauscherrohr (1) mit einem Fluidrohr (3) und Lamellen (5), die sich schraubenförmig um das Fluidrohr (3) herum winden und an ihren dem Fluidrohr (3) zugewandten Enden einen abgewinkelten Abschnitt aufweisen, in dem sie stoffschlüssig mit dem Fluidrohr (3) verbunden sind, **dadurch gekennzeichnet**, dass der abgewinkelte Abschnitt voneinander getrennte abgewinkelte Bereiche (17) umfasst, wobei benachbarte Bereiche (17) des abgewinkelten Abschnitts in entgegengesetzte Richtungen abgewinkelt sind.

2. Wärmetauscherrohr (1) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die abgewinkelten Bereiche (17) durch Aussparungen (15) voneinander getrennt sind.

3. Wärmetauscherrohr (1) nach Anspruch 1 oder Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Aussparungen (15) eine runde oder eckige Form aufweisen.

4. Wärmetauscherrohr (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass der äußere Radius der Lamellen (5) im Bereich zwischen dem zweifachen und dem vierfachen des Radius des Fluidrohres (3) liegt.

5. Wärmetauscher (20) mit einem Gehäuse (22) in Form eines Rohres mit einer Gehäuselängsachse (GA), wobei

- der Wärmetauscher (20) wenigstens ein um eine Wärmetauscherlängsachse (WA) kreisförmig, spiralförmig oder helixförmig gewundenes Wärmetauscherrohr (26, 28, 30, 40) umfasst, welches ein Eingangsende und ein Ausgangsende aufweist und im rohrförmigen Gehäuse (22) derart angeordnet ist, dass die Wärmetauscherlängsachse (WA) parallel zur Gehäuselängsachse (GA) verläuft, und

- im Gehäuse (22) für jedes Wärmetauscherrohr (26, 28, 30, 40) einen Zugang (36) zu dessen Eingangsende und ein Zugang (38) zu dessen Ausgangsende vorhanden sind, welche die Zufuhr eines Fluids in das Eingangsende und die Abfuhr des Fluids aus dem Ausgangsende des Wärmetauscherrohres (26, 28, 30, 40) von außerhalb des Gehäuses (22) ermöglichen, durch gekennzeichnet, dass

das wenigstens eine Wärmetauscherrohr (26, 28, 30, 40) nach einem der Ansprüche 1 bis 4 ausgestaltet ist.

6. Wärmetauscher (20) nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass er wenigstens zwei kreisförmig oder helixförmig gewundene Wärmetauscherrohre (26, 28, 30) umfasst, wobei die Kreise bzw. die Helices der wenigstens zwei kreisförmig oder helixförmig gewundenen Wärmetauscherrohre (26, 28, 30) unterschiedliche Radien aufweisen.

7. Wärmetauscher (20) nach Anspruch 5 oder Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass das wenigstens eine Wärmetauscherrohr (26, 28, 30) wenigstens die halbe Querschnittsfläche des rohrförmigen Gehäuses (22) einnimmt.

8. Wärmetauscher (20) nach einem der Ansprüche 5 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass das wenigstens eine Wärmetauscherrohr (26, 28, 30) helixförmig gewunden ist und die Periode der helixförmigen Windung des Wärmetauscherrohres (26, 28, 30) eine Länge aufweist, die ein ganzzahliges Vielfaches der Länge der Periode der schraubenförmigen Windung der Lamellen (5) ist.

9. Raumluftechnische Anlage mit einem Wärmetauscher (20) nach einem der Ansprüche 5 bis 8.

10. Raumluftechnische Anlage nach Anspruch 9, in der der das Gehäuse (22) des Wärmetauschers ein rohrförmiges Gehäuseteil bildet und die außerdem wenigstens ein rohrförmiges Gehäuseteil (42) mit einer darin angeordneten Luftfördereinrichtung (44) und/oder wenigstens ein rohrförmiges Gehäuseteil (52) mit wenigstens einer in einer Umfangswand befindlichen Luftöffnung (54) umfasst.

11. Raumluftechnische Anlage nach Anspruch 10, in der rohrförmige Gehäuseteile (22, 42, 52) mittels einer Muffenverbindung oder einer Flanschverbindung miteinander verbunden oder verbindbar sind.

12. Raumluftechnische Anlage nach Anspruch 11, in der rohrförmige Gehäuseteile (22, 42, 52) mittels Flanschen (46, 48) und Spannringen (50) miteinander verbunden oder verbindbar sind.

13. Raumluftechnische Anlage nach einem der Ansprüche 10 bis 12, in der wenigstens zwei Wärmetauscher (20) in Axialrichtung ihrer Gehäuselängsachsen hintereinander angeordnet sind.

14. Raumluftechnische Anlage nach Anspruch 13, in der ein rohrförmiges Gehäuseteil (42) mit einer darin angeordneten Luftfördereinrichtung (44) zwischen zwei Wärmetauschern (20) angeordnet ist.

Es folgen 8 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

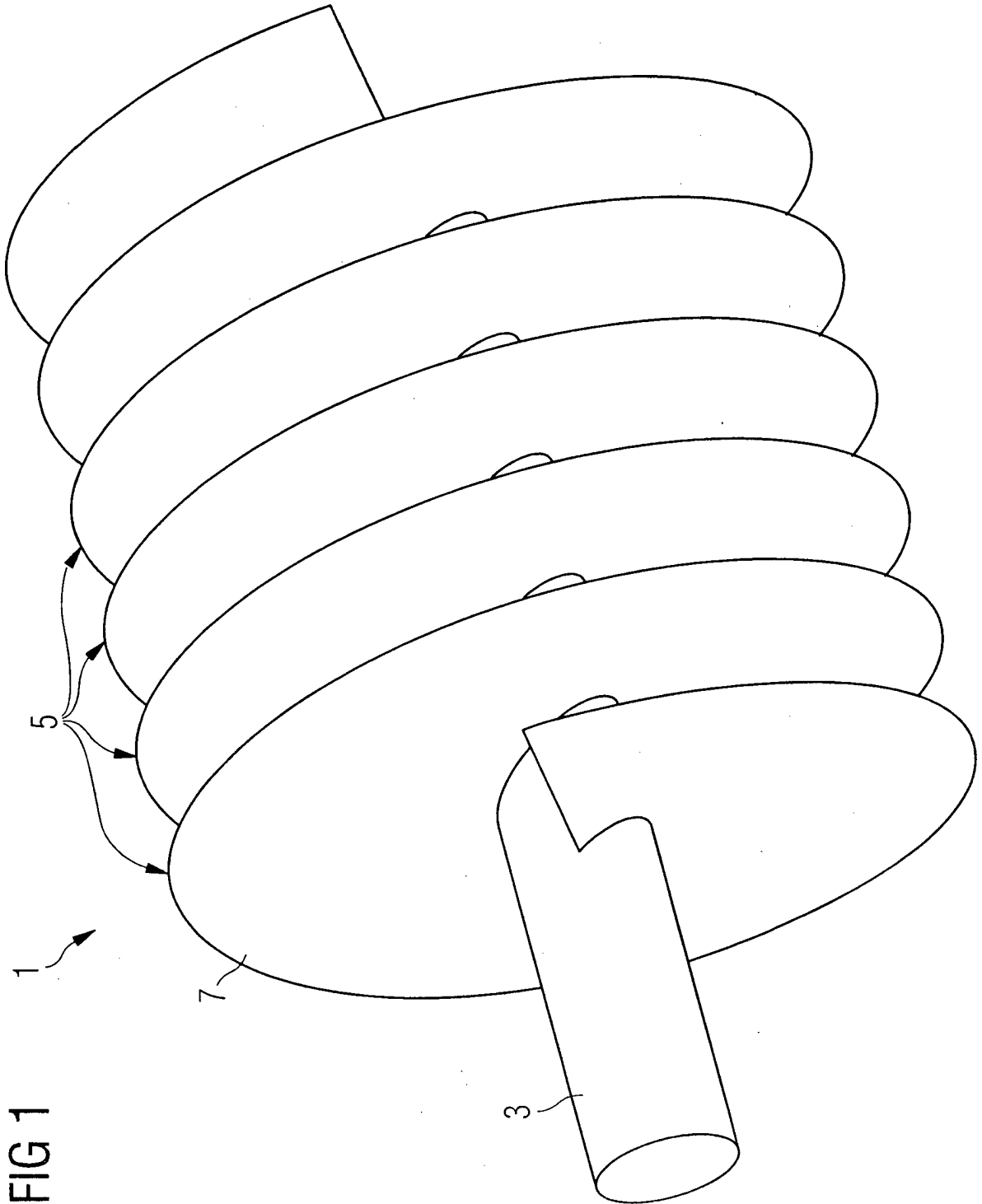


FIG 1

FIG 2

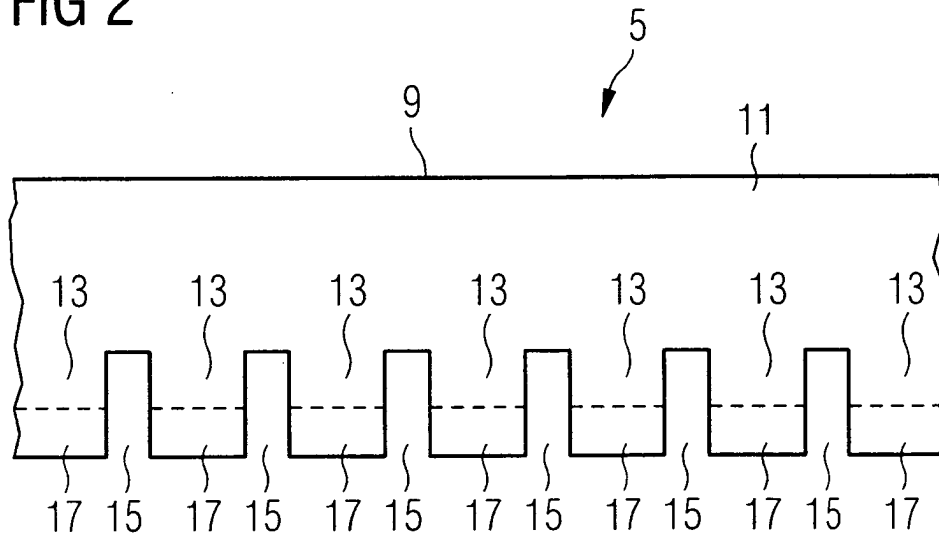


FIG 3

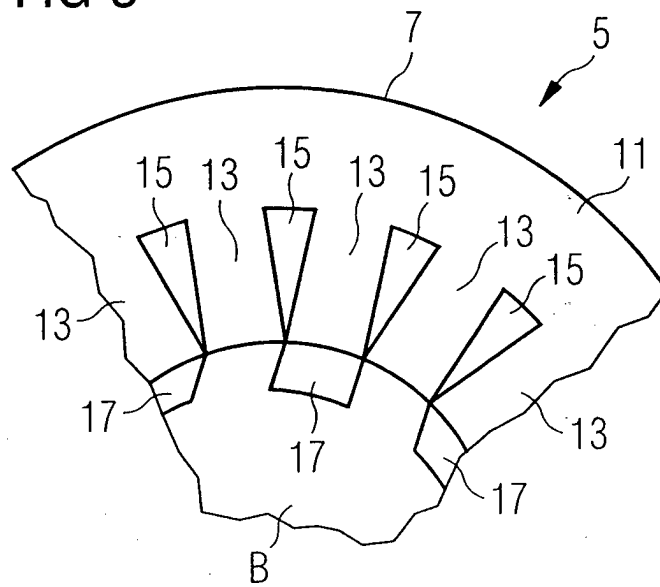


FIG 4

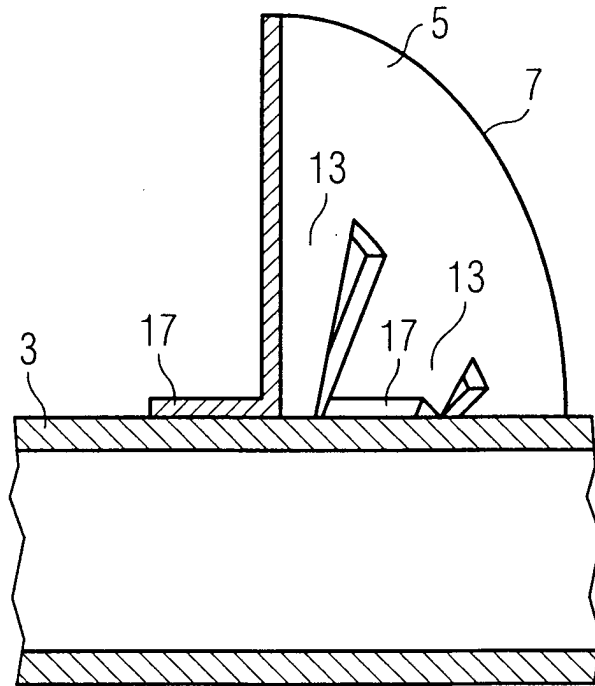


FIG 5

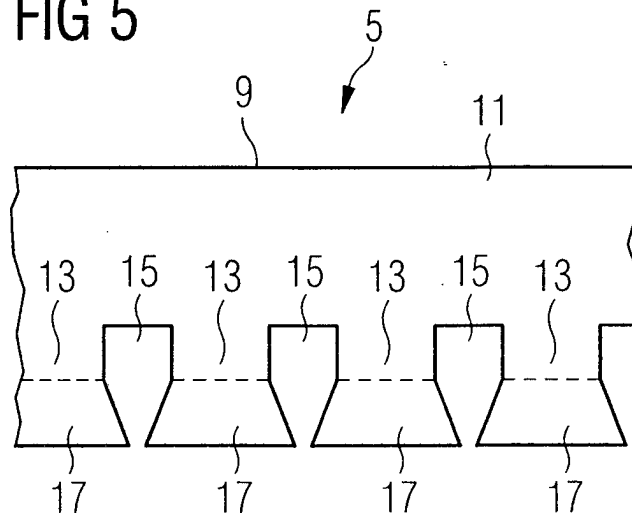


FIG 6

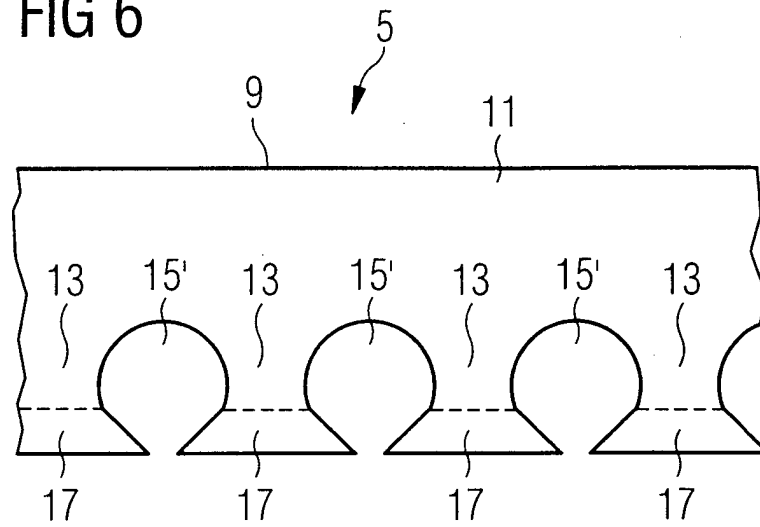
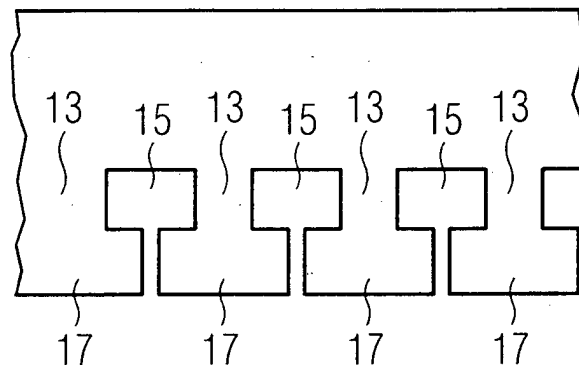


FIG 7



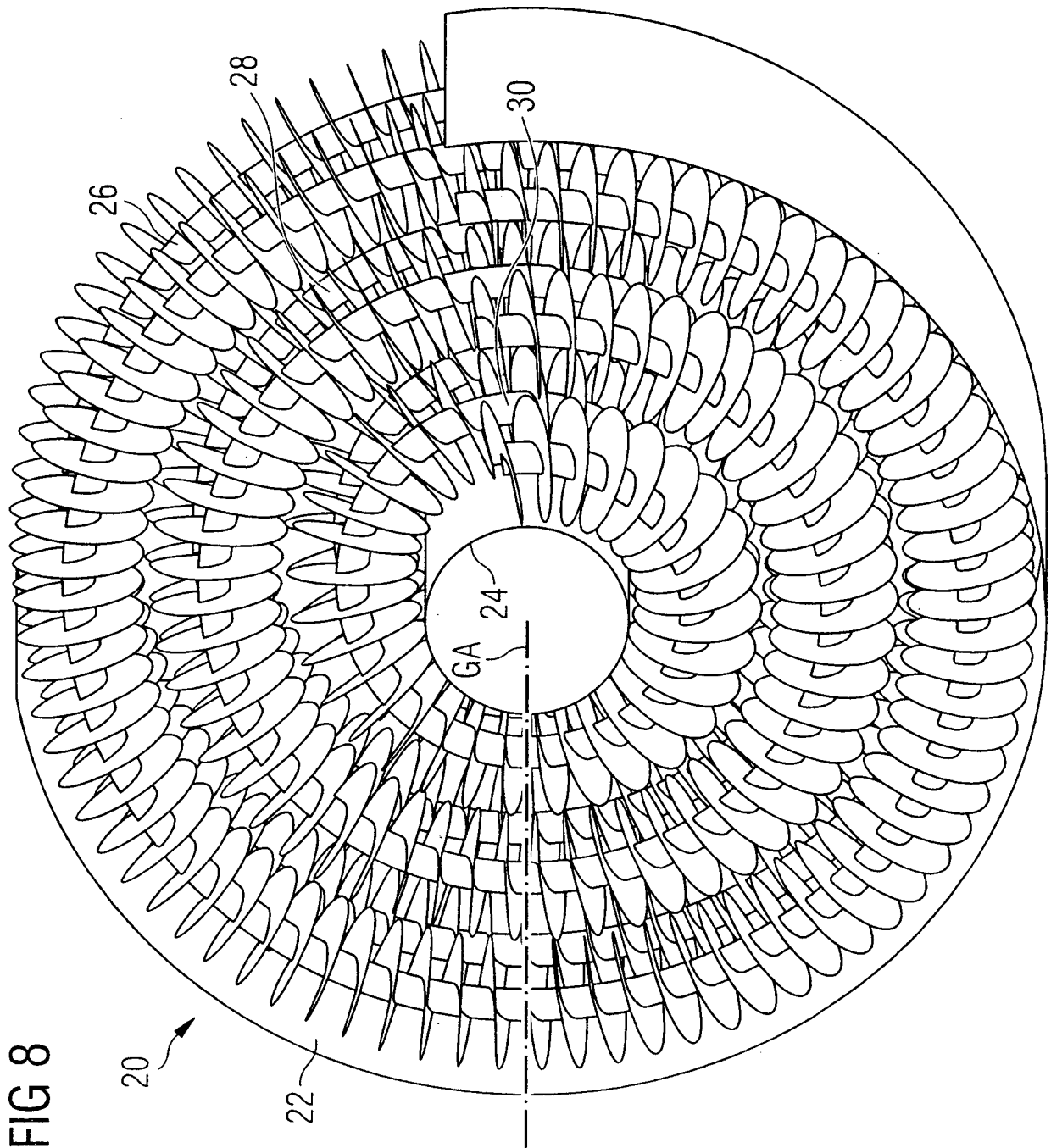


FIG 9

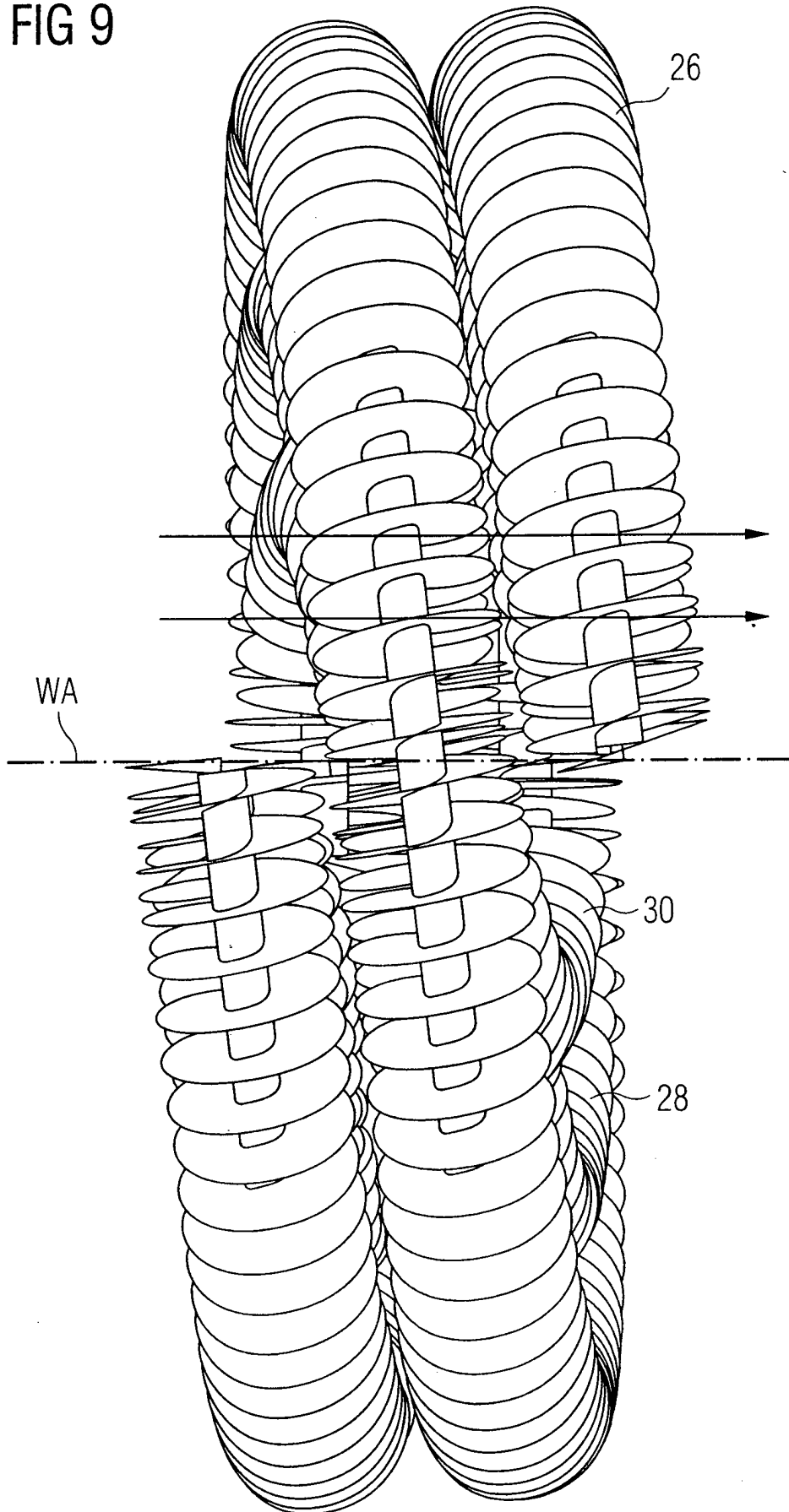


FIG 10

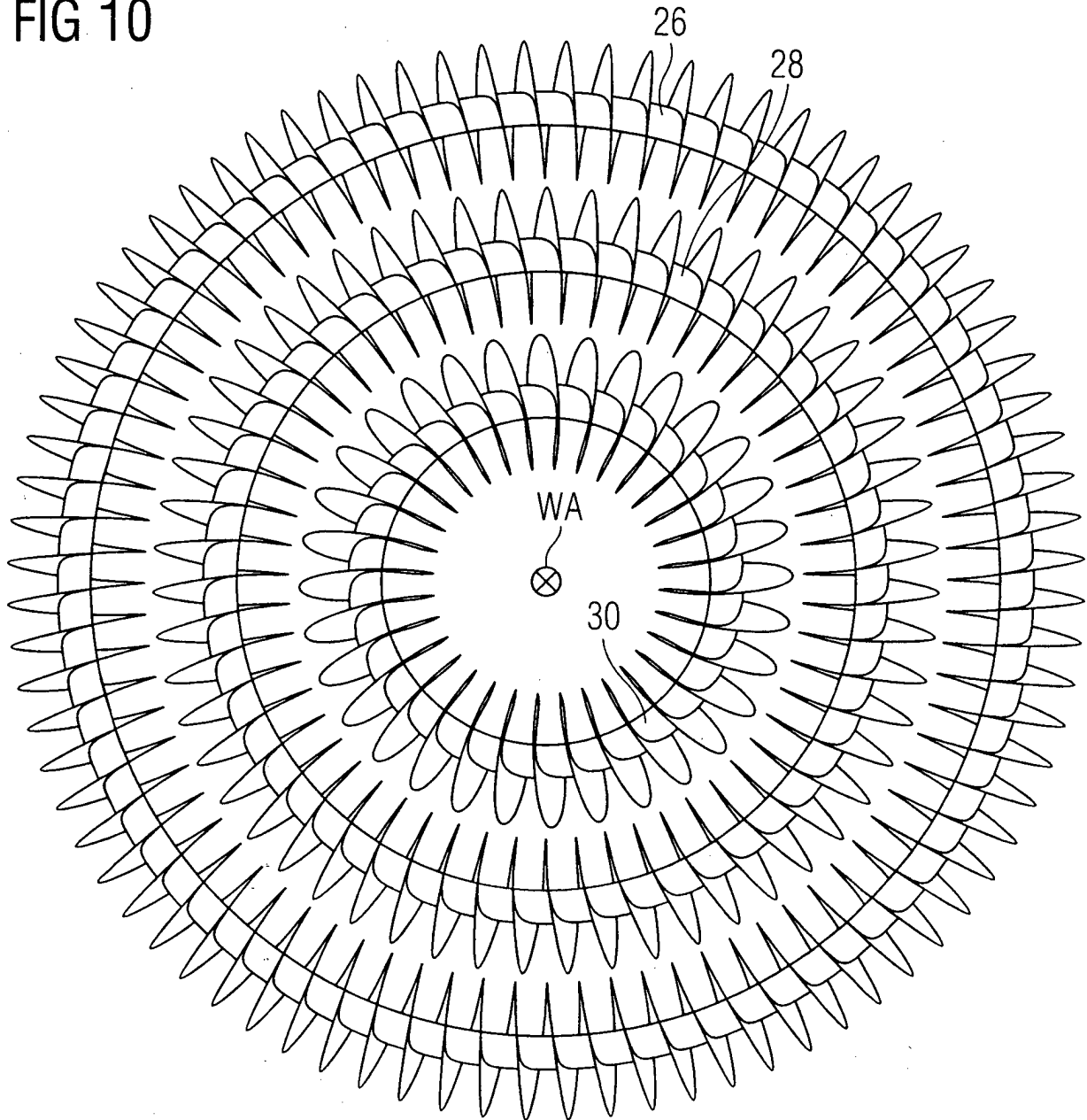


FIG 11

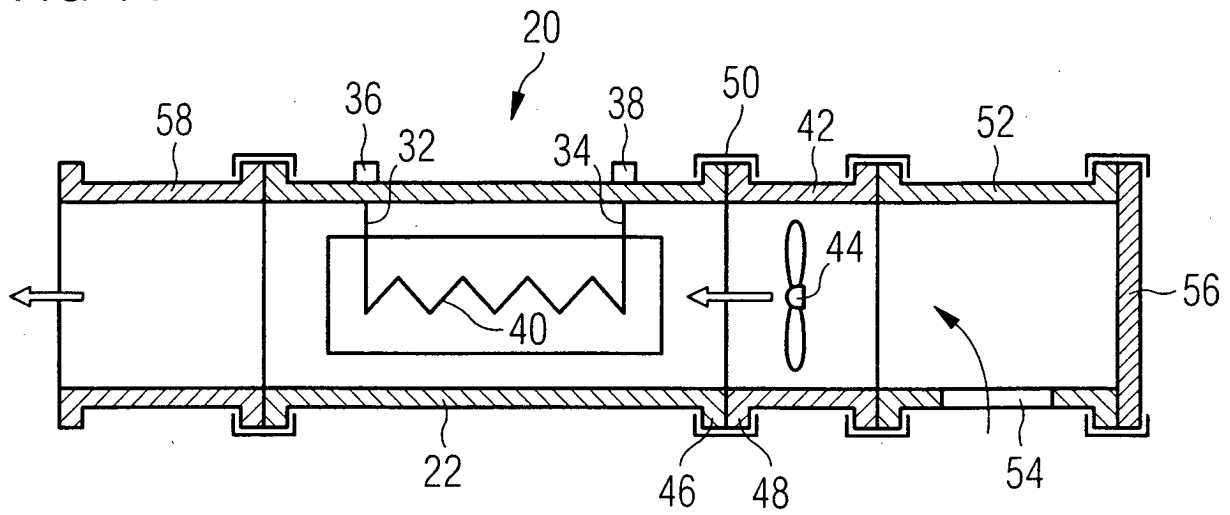


FIG 12

