

(19)



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11)

**EP 1 691 159 A1**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:  
**16.08.2006 Patentblatt 2006/33**

(21) Anmeldenummer: **06001938.7**

(22) Anmeldetag: **31.01.2006**

(51) Int Cl.:  
**F28F 1/32** (2006.01) **B21D 53/08** (2006.01)  
**B21D 39/20** (2006.01) **B21D 39/06** (2006.01)  
**B25B 5/14** (2006.01)

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR  
HU IE IS IT LI LT LU LV MC NL PL PT RO SE SI  
SK TR**  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
**AL BA HR MK YU**

(30) Priorität: **04.02.2005 DE 102005005292**

(71) Anmelder: **Küba Kältetechnik GmbH  
82065 Baierbrunn (DE)**

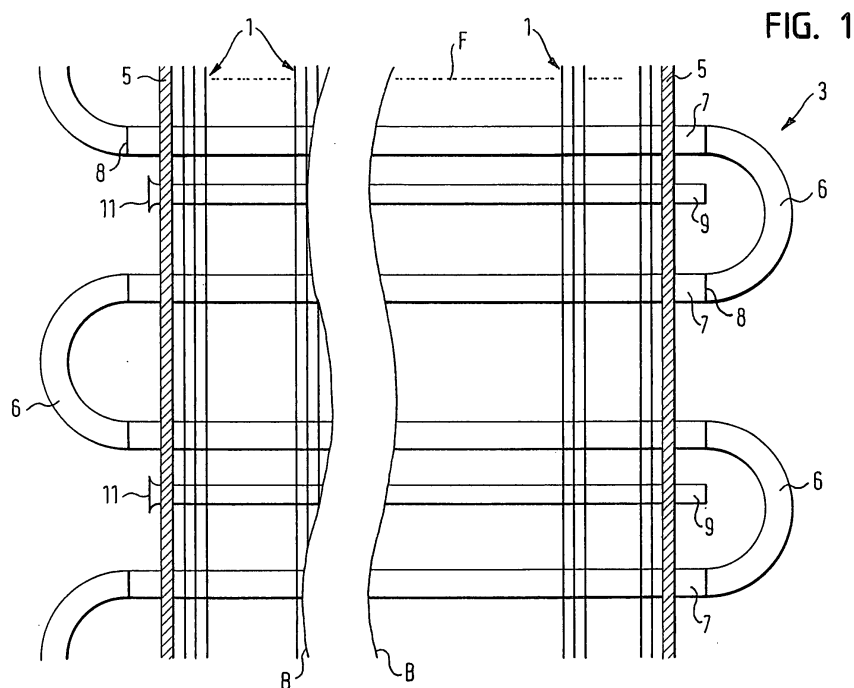
(72) Erfinder:  
• **Kizlauskas, Ceslovas  
80687 München (DE)**  
• **Franke, Joachim  
82377 Penzberg (DE)**  
• **Roth, Josef  
82538 Geretsried (DE)**  
• **Kneissl, Norbert  
84539 Ampfing (DE)**

(74) Vertreter: **Manitz, Finsterwald & Partner GbR  
Postfach 31 02 20  
80102 München (DE)**

(54) **Lamellenwärmetauscher, Verfahren zu dessen Herstellung und Aufweitwerkzeug zur Durchführung des Verfahrens**

(57) Die Erfindung betrifft einen Lamellenwärmetauscher mit einer Anzahl parallel angeordneter Lamellen, die im Betrieb des Lamellenwärmetauschers zum Wärmeaustausch mit einem zwischen den Lamellen strömenden gasförmigen Medium dienen, und wenigstens einem Heizrohr zur Aufnahme eines Heizstabs oder zur Durchleitung eines Heizmediums, wobei das Heizrohr

durch Heizrohröffnungen in den Lamellen geführt ist. Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass das wenigstens eine Heizrohr in den Heizrohröffnungen der Lamellen verpresst ist. Die Erfindung betrifft weiterhin ein Verfahren zur Herstellung eines erfindungsgemäßen Lamellenwärmetauschers und ein Aufweitwerkzeug, das bei dem erfindungsgemäßen Verfahren eingesetzt werden kann.



EP 1 691 159 A1

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft einen Lamellenwärmetauscher mit einer Anzahl parallel angeordneter Lamellen, die im Betrieb des Lamellenwärmetauschers zum Wärmeaustausch mit einem zwischen den Lamellen strömenden gasförmigen Medium dienen, und wenigstens einem Heizrohr zur Aufnahme eines Heizstabs oder zur Durchleitung eines Heizmediums, wobei das Heizrohr durch Heizrohröffnungen in den Lamellen geführt ist, ein Verfahren zur Herstellung eines solchen Lamellenwärmetauschers und ein Aufweitwerkzeug zur Durchführung des Herstellungsverfahrens.

**[0002]** Ein als Kühler für ein gasförmiges Medium betriebener Lamellenwärmetauscher ist in DE 197 09 176 A1 beschrieben. Eine Anzahl von in der Regel metallischen Lamellen ist parallel zueinander angeordnet und wird von einem oder mehreren Wärmeübertragungsrohren, hier Kühlmittelrohren, durchsetzt. Durch das wenigstens eine Kühlmittelrohr fließt im Kühlbetrieb ein Kühlmittel, während durch den freien Raum zwischen den Lamellen ein zu kühlendes, gasförmiges Medium strömt. Die Wärmeübertragungsrohre tauschen mit den Lamellen Wärme aus, die wiederum Wärme mit dem strömenden gasförmigen Medium austauschen. Insbesondere, wenn der Lamellenwärmetauscher zur Kühlung eingesetzt wird, kann sich an den Lamellen Reif bilden.

**[0003]** Bei bekannten Lösungen wird zum Abtauen der Lamellen in einer Betriebspause ein Heizmedium durch die Wärmeübertragungsrohre geschickt. Bei anderen bekannten Lösungen sind parallel zu den Wärmeübertragungsrohren ein oder mehrere Heizrohre vorgesehen, die durch Heizrohröffnungen in den Lamellen geführt sind. Durch diese Heizrohre kann entweder ein Heizmedium geschickt werden oder ein Heizstab eingeführt werden, der z.B. elektrisch beheizbar ist.

**[0004]** Um ausreichend Wärmekontakt zwischen dem Heizrohr und den Lamellen zu erzeugen, sind die Heizrohröffnungen bei bekannten Lösungen aufgebördelt, so dass eine größere Fläche für den Wärmeübertrag zur Verfügung steht. Trotzdem kann es während des Abtauvorgangs zu sehr hohen Temperaturen an dem Heizrohr kommen, z.B. bis zu 300°C. Dadurch kann es zu einer unerwünschten Dampfbildung während des Abtauvorgangs kommen.

**[0005]** Es ist die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, einen Lamellenwärmetauscher anzugeben, der einen guten Wärmeübertrag während des Abtauvorgangs gewährleistet und eine hohe Effektivität im Wärmeaustauschbetrieb mit dem strömenden gasförmigen Medium ermöglicht. Weiterhin soll ein Verfahren und ein Werkzeug angegeben werden, mit deren Hilfe ein solcher Lamellenwärmetauscher einfach und kostengünstig hergestellt werden kann.

**[0006]** Diese Aufgabe wird mit einem Lamellenwärmetauscher mit den Merkmalen des Anspruchs 1, ein Herstellungsverfahren mit den Merkmalen eines der Ansprüche 5 oder 6 bzw. einem Aufweitwerkzeug mit den Merk-

malen des Anspruchs 12 gelöst. Unteransprüche sind auf bevorzugte Ausgestaltungen gerichtet.

**[0007]** Bei einem erfindungsgemäßen Wärmetauscher ist das wenigstens eine Heizrohr in den Heizrohröffnungen der Lamellen verpresst. Durch den festen Presssitz des Heizrohres in den Lamellen ist ein sehr viel verbesserter Wärmeübertrag gewährleistet. Das Verpressen des Heizrohres in den Lamellen kann z.B. durch Aufweiten des in die Heizrohröffnungen eingeführten Heizrohres geschehen. Mit entsprechend von innen aufgeweiteten Heizrohren ist es möglich, die Lamellentemperatur während des Abtauvorgangs bei gleicher Heizleistung zu erhöhen und gleichzeitig eine geringere Oberflächentemperatur des Heizrohres zu gewährleisten, ohne dass die Abtaueffektivität gegenüber konventionellen Lösungen verringert wäre, bzw. die Abtaueffektivität bei gleicher Heizleistung zu erhöhen.

**[0008]** Die Heizrohröffnungen des erfindungsgemäßen Lamellenwärmetauschers können an ihren Rändern aufgebördelt sein. Das Heizrohr ist dann in den aufgebördelten Heizrohröffnungen verpresst. Es ist bei einem erfindungsgemäßen Lamellenwärmetauscher jedoch erstaunlicherweise bei kaum verringerter Effektivität des Wärmeübertrags möglich, auf die Aufbördelung der Ränder der Heizrohröffnungen zu verzichten. Allein durch den Presssitz der Heizrohre in den Heizrohröffnungen ist ein ausreichend guter Wärmeübertrag gewährleistet. Das gasförmige Medium, das zwischen den Lamellen strömt, um Wärme mit diesem auszutauschen, soll auf seinem Weg durch den Lamellenblock möglichst wenig Druck verlieren, um z.B. einen Ventilator, der das gasförmige Medium fördert, möglichst wenig zu belasten. Durch den Verzicht auf die Aufbördelung der Heizrohröffnungen wird der Widerstand für das strömende Medium geringer gehalten. Im Vergleich zu Lösungen mit aufgebördelten Heizrohröffnungen lässt sich der Druckverlust beim Durchströmen des Mediums durch das Lamellenpaket um einige Prozent verringern. Neben der erheblich vereinfachten Herstellung der Lamellen mit Heizrohröffnungen ohne Aufbördelung ist also auch die Effektivität des Wärmeaustauschbetriebs der Lamellen mit dem strömenden gasförmigen Medium erhöht.

**[0009]** Dieser Effekt ist besonders vorteilhaft, wenn Lamellen eingesetzt sind, die durch Schlitze oder Prägnungen strukturiert sind, um turbulente Strömung zu erzeugen.

**[0010]** Lamellenwärmetauscher können von Wärmeübertragungsrohren durchsetzt sein, die Wärme mit den Lamellen austauschen um diese z. B. abzukühlen. Dabei kann es sich um ein einzelnes Wärmeübertragungsrohr handeln, das z. B. schlangenförmig durch die Lamellen geführt ist oder um mehrere parallel angeordnete, individuelle Wärmeübertragungsrohre. Ebenso können einzelne Wärmeübertragungsrohre außerhalb der parallel angeordneten Lamellen durch entsprechende Verbindungen zu einem schlangenförmigen Rohr verbunden sein. Im vorliegenden Text sind diese Alternativen umfasst, wenn allgemein von Wärmeübertragungsrohren

gesprochen wird. Ein erfindungsgemäßer Lamellenwärmetauscher kann in einem rechtwinkligen Raster von Wärmeübertragungsrohren durchsetzt sein. Besonders effektiv ist ein Wärmetauscher, bei dem die Wärmeübertragungsrohre in Strömungsrichtung des Mediums versetzt angeordnet sind, insbesondere wenn drei benachbarte Wärmeübertragungsrohre jeweils ein etwa gleichschenkliges Dreieck bilden. Vorteilhaft ist z.B. eine Auswahl derart, dass das Verhältnis zwischen Durchmesser der Wärmeübertragungsrohre bzw. der dafür vorgesehenen Öffnungen in den Lamellen und der Länge des gleichschenkligen Dreieckes zwischen 0,25 und 0,33 ist.

**[0011]** Bei einer bevorzugten Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Lamellenwärmetauschers ist das wenigstens eine Heizrohr zwischen zwei Wärmeübertragungsrohren fluchtend angeordnet. Es ergibt sich dabei eine für den Wärmeaustausch besonders günstige Strömungsform des Mediums im Zwischenraum der Lamellen. Außerdem ist bei einer solchen Ausführungsform die Herstellung vereinfacht, da ein einfaches Schneiden der Lamelle in die gewünschte Größe möglich ist.

**[0012]** Bei einem erfindungsgemäßen Verfahren zur Herstellung eines erfindungsgemäßen Lamellenwärmetauschers wird das wenigstens eine Heizrohr durch fluchtende Heizrohröffnungen der Lamellen eines Lamellenpakets gesteckt, das aus einer Anzahl parallel angeordneter Lamellen besteht, die zwischen parallel dazu angeordneten Abschlussplatten mit entsprechenden fluchtenden Öffnungen angeordnet sind. Die Abschlussplatten sind dabei stabiler und dicker als die Lamellen selbst und weisen mit den Öffnungen in den Lamellen fluchtende Öffnungen auf.

**[0013]** Bereits vor dem Durchstecken oder nach dem Durchstecken wird das wenigstens eine Heizrohr auf einer Seite ein wenig an seiner Stirnseite aufgetulpt, so dass der Rand nicht mehr durch die Öffnungen in der Abschlussplatte rutschen kann. Ein Heizrohraufweitstößel wird durch das wenigstens eine Heizrohr gestoßen, so dass das Heizrohr innerhalb der Heizrohröffnungen der Lamellen aufgeweitet wird und in den Heizrohröffnungen verpresst wird. Als Heizrohraufweitstößel kann z.B. ein kugelförmiges Element eingesetzt werden.

**[0014]** Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren zur Herstellung eines Lamellenwärmetauschers ist der Presssitz des wenigstens einen Heizrohrs einfach und kostengünstig zu realisieren. Durch die Auftulpung des Randes des Heizrohres kann auf aufwändige Halteschritte während des Durchstoßens des Heizrohraufweitstößels verzichtet werden.

**[0015]** Das Auftulpen kann dabei ein gesonderter Schritt sein oder durch das Auftreffen des Stößels beim Durchstoßen des Stößels durch das Heizrohr bewirkt werden.

**[0016]** Bei einem anderen erfindungsgemäßen Verfahren zur Herstellung eines erfindungsgemäßen Lamellenwärmetauschers, für das unabhängiger Schutz beansprucht wird, wird das wenigstens eine Heizrohr ebenfalls durch fluchtende Heizrohröffnungen der Lamellen

eines Lamellenpaketes gesteckt, das aus einer Anzahl parallel angeordneter Lamellen besteht. Ein Heizrohr aufweitstößel wird durch das wenigstens eine Heizrohr gestoßen, um das Heizrohr innerhalb der Heizrohröffnungen aufzuweiten und so in den Heizrohröffnungen zu verpressen. Bei diesem erfindungsgemäßen Verfahren wird der so bewirkte Aufweitschritt gleichzeitig mit dem Aufweiten von wenigstens zwei Wärmeübertragungsrohren durchgeführt. Durch das gleichzeitige Aufweiten des Heizrohres und der Wärmeübertragungsrohre können einzelne Aufweitschritte eingespart werden. Außerdem ist durch das gleichzeitige Aufweiten der Wärmeübertragungsrohre und des Heizrohres eine höhere Stabilität während des Durchstoßens des bzw. der Stößel gewährleistet. Das Herstellungsverfahren ist auf diese Weise sicherer und präziser.

**[0017]** Besonders günstig ist eine Kombination der beiden erfindungsgemäßen Verfahren, bei der sowohl der Rand des wenigstens einen Heizrohres aufgetulpt wird, als auch gleichzeitig mit dem Heizrohr wenigstens zwei Wärmeübertragungsrohre aufgeweitet werden.

**[0018]** Besonders stabil kann das Aufweiten durchgeführt werden, wenn die aus dem Lamellenpaket herausragenden Enden von wenigstens zwei Wärmeübertragungsrohren durch umgreifende Greifer gehalten werden. An das Ende zumindest eines der gegriffenen Wärmeübertragungsrohres wird ein Wärmeübertragungsrohrstößel angesetzt und auf ein aus dem Lamellenpaket herausragendes aufgetulptes Ende wenigstens eines Heizrohres ein Heizrohr aufweitstößel. Der wenigstens eine Wärmeübertragungsrohrstößel und der wenigstens eine Heizrohr aufweitstößel werden gleichzeitig durch die entsprechenden Rohre gestoßen, um sowohl die Wärmeübertragungsrohre als auch das wenigstens eine Heizrohr aufzuweiten und so in den Öffnungen der Lamellen zu verpressen.

**[0019]** Zur weiteren Vereinfachung des Verfahrens kann vorgesehen sein, dass die Auftulpung des Randes des wenigstens einen Heizrohrs durch das Aufsetzen des Heizrohr aufweitstößels bewirkt wird.

**[0020]** Besonders günstig und stabil ist es, wenn solche Wärmeübertragungsrohre gleichzeitig mit dem wenigstens einen Heizübertragungsrohr aufgeweitet werden, die in direkter Nachbarschaft zu diesem Heizrohr sind. Insbesondere ist es günstig, wenn zwei Wärmeübertragungsrohre zusammen mit einem Heizrohr aufgeweitet werden, die mit dem Heizrohr in einer Linie sind und auf gegenüberliegenden Seiten davon angeordnet sind.

**[0021]** Besonders effektiv ist es, wenn das erfindungsgemäße Verfahren eingesetzt wird, um mehrere Heizrohre gleichzeitig aufzuweiten.

**[0022]** Ein erfindungsgemäßes Aufweitwerkzeug dient dem gleichzeitigen Aufweiten von wenigstens einem Heizrohr und wenigstens zwei Wärmeübertragungsrohren. Dazu weist das Aufweitwerkzeug wenigstens zwei Greifer auf, die derart ausgestaltet sind, dass sie die Enden von Wärmeübertragungsrohren, die aus

einem Lamellenpaket herausragen, umgreifen können und jeweils ein Wärmeübertragungsrohrstößel innerhalb der Greifer geführt werden kann. Das erfindungsgemäße Aufweitwerkzeug weist weiterhin einen Heizrohraufweitstößel auf, der zwischen zwei derartigen Greifern angeordnet ist. Der Heizrohraufweitstößel und die Wärmeübertragungsrohrstößel sind derart miteinander verbunden, dass sie gleichzeitig durch das wenigstens eine Heizrohr und die Wärmeübertragungsrohre gestoßen werden können.

**[0023]** Ein erfindungsgemäßes Aufweitwerkzeug erspart die Notwendigkeit, einzelne Rohre gesondert aufzuweiten. Insbesondere bei Ausführungsformen, bei denen die Heizrohre und die Wärmeübertragungsrohre fluchtend zueinander angeordnet sind, ist die platzsparende Lösung des erfindungsgemäßen Aufweitwerkzeugs vorteilhaft. Insbesondere ist kein Greifer für das Ende des aufzuweitenden Heizrohrs notwendig.

**[0024]** Insbesondere kann bei einem erfindungsgemäßen Aufweitwerkzeug mit mehreren Wärmeübertragungsstößeln vorgesehen sein, dass einzelne dieser Wärmeübertragungsstößel an dem gemeinsamen Aufweitprozess nicht teilnehmen und zu diesem Zweck abgeschaltet werden können. Ebenso kann bei einem Aufweitwerkzeug mit mehreren Heizrohraufweitstößeln vorgesehen sein, dass einzelne Heizrohraufweitstößel derart abgeschaltet werden, dass sie an dem gemeinsamen Aufweitprozess nicht teilnehmen. Mit derartig ausgestalteten Aufweitwerkzeugen ist eine individuelle Anpassung des Werkzeuges an den zu fertigenden Lamellentauscher einfach möglich.

**[0025]** Bevorzugte Ausgestaltungen der Erfindung werden anhand der beiliegenden Figuren im Detail erläutert. Dabei zeigt:

Fig. 1 in schematischer Darstellung einen Ausschnitt aus einem erfindungsgemäßen Lamellenpaket in seitlicher Draufsicht,

Fig. 2 eine seitliche Perspektivansicht eines Ausschnitts aus einem Lamellenpaket in schematischer Darstellung,

Fig. 3 einen Ausschnitt einer Lamelle in Draufsicht,

Fig. 4 eine seitliche Draufsicht auf die Lamelle der Fig. 3 in Blickrichtung IV,

Fig. 5 ein erfindungsgemäßes Aufweitwerkzeug und

Fig. 6 einen Greifer eines solchen Aufweitwerkzeugs.

**[0026]** Das Lamellenpaket der Fig. 1 besteht aus einer großen Anzahl in der Regel metallischer Lamellen 1, die parallel zueinander angeordnet sind. In Fig. 1 sind nur einige dieser Lamellen dargestellt. Die Punktreihe F soll andeuten, dass der Zwischenraum zwischen den Abschlussplatten 5 gleichmäßig mit Lamellen 1 gefüllt ist.

Die Abschlussplatten 5 sind stabil und dicker als die Lamellen und bieten einen mechanischen Abschluss. Der Lamellenwärmetauscher 3 ist nicht maßstabsgetreu dargestellt und kann z.B. sehr viel länger sein. Dies soll durch die Bruchlinien B angedeutet werden.

**[0027]** Durch das Lamellenpaket gehen mehrere Wärmeübertragungsrohre 7. An Verbindungsstellen, z.B. Lötstellen 8 sind die Wärmeübertragungsrohre 7 über Verbindungsstücke 6 schlangenförmig miteinander verbunden. Handelt es sich bei dem Lamellenwärmetauscher um einen Kühler, so dienen die Wärmeübertragungsrohre 7 als Kühlmittelrohre. Zwischen den Wärmeübertragungsrohren 7 sind Heizrohre 9 durch das Lamellenpaket gesteckt. Sie sind an einem Ende mit einer Aufwulstung 11 versehen. Die Heizrohre 9 sind metallisch und dienen bei der gezeigten Ausführungsform zur Aufnahme von elektrisch betriebenen Heizstäben, die in Fig. 1 nicht gezeigt sind. Mit den Heizstäben kann Reif, der im Kühlbetrieb des Lamellenwärmetauschers auftritt, von den Lamellen abgetaut werden. Sowohl die Wärmeübertragungsrohre 7 als auch die Heizrohre 9 sind durch entsprechende Öffnungen in den Lamellen 1 und den Abschlussplatten 5 geführt. In weiter unten beschriebener Weise sind die Wärmeübertragungsrohre 7 und die Heizrohre 9 durch inneres Aufweiten in den entsprechenden Öffnungen der Lamellen 1 verpresst.

**[0028]** Fig. 2 zeigt eine besondere Ausgestaltung der Lamellen 1 in vergrößerter Darstellung. Bei der Ausführungsform der Fig. 2 sind die Lamellen 1 geprägt. Der Übersichtlichkeit halber sind hier die Wärmeübertragungsrohre und die Heizrohre nicht dargestellt. Die Strömung 17, die durch die Zwischenräume zwischen den Lamellen strömt, um Wärme an die Lamellen 1 abzugeben, wird durch die Prägung abgelenkt und reißt an den Spitzen 13 ab. Dadurch entsteht ein turbulentes Strömungsmuster, das sich erst wieder an die Lamellenoberfläche anlegen muss. Bei diesem neuerlichen Anströmprozess wird Wärme besonders effektiv übertragen. Im Gegensatz zu einer Lösung mit Schlitzten zur Erzeugung von turbulenter Strömung besteht hier nicht die Gefahr des Zusetzens von Schlitzten durch Reifbildung.

**[0029]** Die Periode P der Prägung und die Prägungshöhe PH sind bei der Ausführungsform derart gewählt, dass der Quotient der Prägungshöhe und der Periode zwischen 0,2 und 0,25 liegt. Die Prägungshöhe PH sollte zur Erzeugung eines optimalen Abrisseffektes größer sein als 2 mm, für eine Strömungsgeschwindigkeit von 1,5 bis 3,5 m/s z.B. zwischen 2,2 mm und 2,4 mm. Der Abstand A der einzelnen Lamellen zueinander liegt bei der genannten Strömungsgeschwindigkeit vorteilhafterweise zwischen 3 und 8 mm, insbesondere in einem Bereich von 4 mm bis 6 mm.

**[0030]** In der Regel liegt zwischen zwei nach oben weisenden Zacken 13 einer Lamelle eine nach unten weisende Zacke 13. Zwischen einzelnen Zacken befindet sich bei der gezeigten Ausführungsform ein schmaler waagerechter Bereich 15, um z.B. ein möglichst ungehindertes Abfließen von Tauwasser von der Lamelle zu

gewährleisten.

**[0031]** Fig. 3 zeigt die Draufsicht auf eine Lamelle eines erfindungsgemäßen Wärmetauschers. Erkennbar sind Wärmeübertragungsrohröffnungen 19 und Heizrohröffnungen 21. Wie in anderen Figuren auch, sind mehrfach vorhandene Merkmale, also hier z.B. die Wärmeübertragungsrohröffnungen 19, nicht notwendigerweise einzeln mit Bezugsziffern versehen.

**[0032]** Erkennbar ist die versetzte Anordnung der Wärmeübertragungsrohröffnungen 19 bezüglich der Strömungsrichtung 17 des Mediums. Drei Wärmeübertragungsrohröffnungen 19 bilden jeweils ein gleichschenkeliges Dreieck, wobei bei der gezeigten Ausführungsform das Verhältnis zwischen Durchmesser eines Wärmeübertragungsrohres bzw. einer Wärmeübertragungsrohröffnung 19 und der Länge eines Schenkels des Dreiecks zwischen 0,25 und 0,33 liegt. Zwischen je zwei Wärmeübertragungsrohröffnungen 19, deren Verbindungslinie schräg zur Strömungsrichtung 17 ausgerichtet ist, befindet sich jeweils eine Heizrohröffnung 21.

**[0033]** R bezeichnet einen Bereich der Lamelle, der gleichzeitig mit einem erfindungsgemäßen Aufweitwerkzeug behandelt werden kann, wie es weiter unten beschrieben werden wird.

**[0034]** In der seitlichen Draufsicht der Fig. 4, die in Fig. 3 mit IV gezeichnet ist, ist erkennbar, dass die Heizrohröffnungen 21 keine Aufbördelung der Ränder aufweisen. Im Gegensatz dazu zeigt diese Ausführungsform aufgebördelte Ränder 20 an den Wärmeübertragungsrohröffnungen 19.

**[0035]** Fig. 5 zeigt ein Aufweitwerkzeug, wie es zum Aufweiten von Heizrohren und Wärmeübertragungsrohren eingesetzt werden kann, die durch entsprechende Öffnungen 19, 21 eines Ausschnittes aus einem Lamellenpaket eingesetzt werden kann, wie er am Beispiel einer einzelnen Lamelle in Fig. 3 mit R bezeichnet ist. Das insgesamt mit 30 bezeichnete Werkzeug umfasst Greifer 31, mit denen fünf Wärmeübertragungsrohre 7 gefasst werden können, die seitlich aus einem Lamellenpaket herausragen und in einem durch die Wärmeübertragungsrohröffnungen 19 in den Lamellen 1 vorgegebenen Raster angeordnet sind. Zum Umgreifen sind die Greifer 31 an ihren Stirnseiten geschlitzt. Aufschieben eines Aufsteckrohres 33 von hinten auf die geschlitzten Enden der Greifer 31 führt dazu, dass sich deren Innenumfang verringert und ein Rohr, das sich in einem Greifer 31 befindet, von außen gefasst wird. 35 bezeichnet einen Heizrohraufweitstößel zum Aufweiten eines Heizrohrs in einer Heizrohröffnung 21. Innerhalb der einzelnen Greifer 31 befindet sich jeweils ein Wärmeübertragungsrohrstößel zum Aufweiten eines Wärmeübertragungsrohres 7 in den Öffnungen 19, der in der Figur nicht erkennbar ist. Die Wärmeübertragungsrohrstößel und der Heizrohraufweitstößel 35 können z.B. durch eine gemeinsame Trägerplatte 37 gehalten sein.

**[0036]** Fig. 6 zeigt zur Erläuterung das Greiferteil 31 isoliert. Hier ist besonders gut einer der Schlitze 39 zu erkennen, die sich im stirnseitigen Ende des Greifers 31

befinden.

**[0037]** Der Lamellenwärmetauscher 3 der gezeigten Ausführungsform wird wie folgt hergestellt. Die Lamellen 1 werden parallel zueinander angeordnet und in einem Abstand A von z.B. 4 mm bis 6 mm in an sich bekannter Weise gehalten. In den Lamellen befinden sich bereits die Wärmeübertragungsrohröffnungen 19 mit einer Randaufbördelung 20 und die Heizrohröffnungen 21 ohne Randaufbördelung. Die Aufbördelung 20 der Wärmeübertragungsrohre kann dabei z.B. als Abstandshalter zwischen den einzelnen Lamellen 1 fungieren. Durch das so gebildete Lamellenpaket werden Wärmeübertragungsrohre 7 und Heizrohre 9 geschoben. Die Durchmesser der Öffnungen sind dabei so gewählt, dass die Rohre 7, 9 leicht eingeführt werden können.

**[0038]** Nicht notwendigerweise alle Heizrohröffnungen 21 werden mit Heizrohren versehen. Für einen effektiven Abtauvorgang nach Reifbildung an den Lamellen 1 ist es nicht notwendig, dass jede der Heizrohröffnungen 21 mit einem Heizrohr versehen ist und geheizt werden kann. Die dennoch größere Anzahl der Heizrohröffnungen 21 gewährleistet allerdings eine verbesserte turbulente Strömung beim Betrieb des Wärmetauschers 3.

**[0039]** Das Aufweitwerkzeug 30 wird derart an eine Abschlussplatte 5 herangeführt, dass die fünf Greifer 31 an fünf Wärmeübertragungsrohre 7 angreifen können. Verschieben der Aufsteckrohre 33 in Richtung der Enden der Greifer 31 führt die einzelnen durch Schlitze 39 getrennten Segmente der Greifer 31 in ihrem Endbereich zusammen, so dass die Wärmeübertragungsrohre 7 umfasst werden. Es entsteht eine stabile Verbindung zwischen dem Aufweitwerkzeug 30 und den gegriffenen Wärmeübertragungsrohren 7 des Lamellenpaketes.

**[0040]** Die Wärmeübertragungsrohrstößel innerhalb der Greifer 31 und der Heizrohraufweitstößel 35 sind miteinander verbunden und werden gleichzeitig in Richtung des Lamellenpakets gestoßen. Insbesondere der Heizrohraufweitstößel 35 trifft auf den Rand des Heizrohrs 9 und tulpt dieses leicht auf, so dass sich eine Auftulpung 11 bildet. Bei Weiterbewegung des Heizrohraufweitstößels 35 in Richtung des Lamellenpakets weicht das Heizrohr 9 soweit aus, bis die Auftulpung 11 an der Abschlussplatte 5 auftrifft und gestoppt wird. Eine weitere Bewegung des Heizrohraufweitstößels 35 treibt diesen in das Heizrohr 9 und führt zu einer Aufweitung innerhalb der Heizrohröffnungen 21. Das Heizrohr 9 wird also von innen gegen die Heizrohröffnungen 21 verpresst.

**[0041]** Gleichzeitig mit dem Heizrohraufweitstößel 35 werden die in den Greifern 31 befindlichen Stößel durch die Wärmeübertragungsrohre 7 gestoßen und führen zu deren Aufweitung in den Wärmeübertragungsrohröffnungen 19 der einzelnen Lamellen 1.

**[0042]** Auf ähnliche Weise werden mehrere Gruppen von Rohren mit Hilfe des Aufweitwerkzeugs 30 behandelt, bis alle gewünschten Rohre aufgeweitet sind.

**[0043]** Selbstverständlich ist die Erfindung nicht auf das besondere Aufweitwerkzeug der Fig. 5 beschränkt.

Es können auch andere Anordnungen von Greifern und Heizrohraufweitstößeln vorgesehen sein. Fig. 5 zeigt ein Werkzeug zur gleichzeitigen Behandlung von einem Heizrohr und maximal fünf Wärmeübertragungsrohren. Es kann auch eine größere Anzahl von Greifern und Stößeln zur gleichzeitigen Behandlung einer größeren Anzahl von Rohren vorgesehen sein.

**[0044]** Insbesondere kann vorgesehen sein, dass einzelne Wärmeübertragungsstößel bzw. einzelne Heizrohraufweitstößel derart eingestellt, abgeschaltet bzw. abgenommen werden können, dass sie an dem gemeinsamen Aufweitprozess nicht teilnehmen. So kann z.B. auch festgelegt werden, dass ein Heizrohraufweitstößel nicht an dem Aufweitprozess teilnimmt, wenn er bei dem gemeinsamen Aufweitprozess an einer Stelle wirksam wäre, an der zwar eine Heizrohröffnung 21 vorgesehen ist, jedoch kein Heizrohr eingeschoben ist. Andererseits ist das erfindungsgemäße Aufweitwerkzeug auf diese Weise derart flexibel, dass z.B. immer solche Wärmeübertragungsrohre gleichzeitig aufgeweitet werden, die auf einer Seite bereits als Haarnadel miteinander verbunden sind. Dies gewährleistet, dass eine eventuell auftretende Längenänderung durch den Aufweitprozess für die beiden als Haarnadel verbundenen Wärmeübertragungsrohre gleich ist.

**[0045]** Das erfindungsgemäße Verfahren unter Verwendung des erfindungsgemäßen Aufweitwerkzeugs 30 ermöglicht also die gleichzeitige Aufweitung mehrerer Rohre eines Lamellenwärmetauschers. Insbesondere, wenn auch die zwischen zwei Wärmeübertragungsrohren angeordneten Heizrohre gleichzeitig aufgeweitet werden sollen, bietet das erfindungsgemäße Verfahren und das erfindungsgemäße Aufweitwerkzeug den Vorteil einer stabilen Handhabung. Für das Aufweiten des Heizrohrs ist kein eigener Greifmechanismus notwendig, der bei den beengten Platzverhältnissen problematisch wäre.

**[0046]** Nach dem Aufweitschritt werden in an sich bekannter Weise die einzelnen Wärmeübertragungsrohre 7 mit Bogenstücken 6 z.B. durch Lötinähte 8 z. B. zu einer Schlange verbunden, insoweit dies an derjenigen Seite, an der die Stößel und Greifer nicht angreifen, nicht bereits vor dem Aufweitprozess geschehen ist.

**[0047]** Im Betrieb als Kühler fließt durch die Wärmeübertragungsrohre 7 und die Verbindungsstücke 6 in an sich bekannter Weise ein Kühlmittel. Das zu kühlende gasförmige Medium wird z. B. mit einem Ventilator in Richtung 17 durch die Zwischenräume zwischen den Lamellen 1 geschickt. Es gibt Wärme an die Lamellen 1 ab, wobei dies durch die turbulente Strömung gefördert wird, die an den Zacken 13 der Lamellen 1 entsteht. Die Lamellen geben die so aufgenommene Wärme an die Wärmeübertragungsrohre 7 und das darin fließende Kühlmedium weiter.

**[0048]** Dadurch, dass nicht jede Heizrohröffnung 21 mit einem Heizrohr versehen ist und keine Aufbördelung vorgesehen ist, wird das gasförmige Medium auf seinem Weg zwischen den Lamellen 1 weniger stark abge-

bremst, so dass ein Ventilator, der das gasförmige Medium antreibt, eine geringere Leistungsaufnahme hat.

**[0049]** Ist es notwendig, die Lamellen 1 abzutauen, so wird der Kühlbetrieb unterbrochen und kein Kühlmedium mehr durch die Wärmeübertragungsrohre geschickt. Durch einzelne Heizrohre 9 werden Heizstäbe geschoben oder sind bereits fest eingeschoben vorgesehen. Die Heizstäbe werden elektrisch beheizt und führen zu einer Erwärmung der Heizrohre 9. Durch den Presssitz der Heizrohre in den Lamellen 1 wird die Wärmeenergie besonders wirksam auf die Lamellen 1 übertragen, die effektiv abgetaut werden. Durch den Presssitz ist der Wärmeübertrag so gut, dass keine allzu hohe Erwärmung der Heizrohre notwendig ist und eine unerwünschte Dampfbildung verringert bzw. vermieden wird.

#### Bezugszeichenliste

#### **[0050]**

1	Lamelle
3	Lamellenwärmetauscher
5	Abschlussplatte
6	Verbindungsrohrstück für Wärmeübertragungsrohre
7	Wärmeübertragungsrohr
8	Lötnaht
9	Heizrohr
11	Auftulpung
13	Zacken der Lamellenprägung
15	waagrechter Bereich der Lamellenprägung
17	Strömung des gasförmigen Mediums
19	Wärmeübertragungsrohröffnung
20	Randbördelung
21	Heizrohröffnung
30	Aufweitwerkzeug
31	Greifer
33	Aufsteckrohr
35	Heizrohraufweitstößel
37	Trägerplatte
39	Greiferschlitz

#### **Patentansprüche**

##### **1. Lamellenwärmetauscher mit**

- a) einer Anzahl parallel angeordneter Lamellen, die im Betrieb des Lamellenwärmetauschers zum Wärmeaustausch mit einem zwischen den Lamellen strömenden gasförmigen Medium dienen, und
- b) wenigstens einem Heizrohr zur Aufnahme eines Heizstabes oder zur Durchleitung eines Heizmediums, wobei das Heizrohr durch Heizrohröffnungen in den Lamellen geführt ist,

**dadurch gekennzeichnet, dass**

das wenigstens eine Heizrohr (9) in den Heizrohröffnungen (21) der Lamellen (1) verpresst ist.

2. Lamellenwärmetauscher nach Anspruch 1,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
die Heizrohröffnungen (21) für das wenigstens eine Heizrohr (9) an ihren Rändern nicht aufgebördelt sind. 5
3. Lamellenwärmetauscher nach einem der Ansprüche 1 oder 2,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
die Lamellen (9) jeweils mehrfach von einem oder mehreren Wärmeübertragungsrohren (7) durchsetzt sind, die zum Wärmeaustausch der Lamellen (1) mit einem Wärmeaustauschmedium dienen, das beim Betrieb des Lamellenwärmetauschers (3) in den Wärmeübertragungsrohren (7) fließt, wobei drei benachbarte Wärmeübertragungsrohre (7) jeweils ein etwa gleichschenkliges Dreieck bilden. 10 15 20
4. Lamellenwärmetauscher nach Anspruch 3,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
das wenigstens eine Heizrohr (9) fluchtend zwischen zwei Wärmeübertragungsrohren (7) angeordnet ist. 25
5. Verfahren zur Herstellung eines Lamellenwärmetauschers gemäß Anspruch 1, bei dem das wenigstens eine Heizrohr (9) durch die Heizrohröffnungen (21) der Lamellen (1) eines Lamellenpakets gesteckt wird, das aus einer Anzahl parallel angeordneter Lamellen (1) besteht, die zwischen parallel dazu angeordneten Abschlussplatten (5) angeordnet sind,  
das wenigstens eine Heizrohr (9) vor oder nach dem Durchstecken an einem stirnseitigen Rand (11) aufgetulpt wird, und  
ein Heizrohraufweitstößel (35) durch das wenigstens eine Heizrohr (9) gestoßen wird um das Heizrohr (9) innerhalb der Heizrohröffnungen (21) aufzuweiten und so in den Heizrohröffnungen (21) zu verpressen. 30 35 40
6. Verfahren insbesondere nach Anspruch 5, zur Herstellung eines Lamellenwärmetauschers gemäß Anspruch 1, bei dem  
das wenigstens eine Heizrohr (9) durch die Heizrohröffnungen (21) der Lamellen (1) eines Lamellenpakets gesteckt wird, das aus einer Anzahl parallel angeordneter Lamellen (1) besteht,  
ein Heizrohraufweitstößel (35) durch das wenigstens eine Heizrohr (9) gestoßen wird um das Heizrohr (9) innerhalb der Heizrohröffnungen (21) aufzuweiten und so in den Heizrohröffnungen (21) zu verpressen,  
wobei das wenigstens eine Heizrohr (9) gleichzeitig mit zumindest zwei Wärmeübertragungsrohren (7) aufgeweitet wird, die zum Wärmeaustausch der La- 45 50 55

mellen (1) mit einem Wärmeaustauschmedium dienen, das beim Betrieb des Lamellenwärmetauschers (3) in den Wärmeübertragungsrohren (7) fließt.

7. Verfahren nach Anspruch 6, bei dem eine Anzahl von Wärmeübertragungsrohren (7), die durch Wärmeübertragungsrohröffnungen (19) in dem Lamellenpaket gesteckt sind, mit einer entsprechenden Anzahl von Greifern (31) an Enden, die aus dem Lamellenpaket herausragen, festgehalten wird, an zumindest ein gegriffenes Ende eines Wärmeübertragungsrohres (7) ein Wärmeübertragungsrohrstößel angesetzt wird,  
ein Heizrohraufweitstößel (35) auf ein aus dem Lamellenpaket herausragendes, aufgetulptes Ende (11) des wenigstens einen Heizrohres (9) aufgesetzt wird, und  
die Wärmeübertragungsrohrstößel und der Heizrohraufweitstößel (35) gleichzeitig durch die Wärmeübertragungsrohre (7) bzw. das wenigstens eine Heizrohr (9) gestoßen werden, um die Wärmeübertragungsrohre (7) und das wenigstens eine Heizrohr (9) aufzuweiten und so in den Öffnungen (19, 21) der Lamellen (1) zu verpressen.
8. Verfahren nach Anspruch 7, bei dem das Auftulpen des wenigstens einen Heizrohres (9) gleichzeitig mit dem Aufsetzen des Heizrohraufweitstößels (35) auf das Heizrohr (9) geschieht.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 oder 8, bei dem zumindest solche Wärmeübertragungsrohre (7) gleichzeitig mit dem wenigstens einen Heizrohr (9) aufgeweitet werden, die dem wenigstens einen Heizrohr (9) auf mehreren Seiten benachbart sind.
10. Verfahren nach Anspruch 9, bei dem zumindest zwei Wärmeübertragungsrohre (7) gleichzeitig mit dem wenigstens einen Heizrohr (9) aufgeweitet werden, wobei das Heizrohr (9) zwischen den zwei Wärmeübertragungsrohren (7) angeordnet ist.
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 10, bei dem mehrere Heizrohraufweitstößel (35) gleichzeitig durch eine entsprechende Anzahl von Heizrohren (9) gestoßen wird.
12. Aufweitwerkzeug zur Durchführung eines Verfahrens nach Anspruch 7, mit  
wenigstens zwei Greifern (31), die derart ausgestaltet sind, dass sie Enden von Wärmeübertragungsrohren (7), die aus einem Lamellenpaket herausragen, umgreifen können,  
wenigstens zwei Wärmeübertragungsrohrstößeln, die innerhalb der Greifer (31) geführt werden, und  
wenigstens einem Heizrohraufweitstößel (35), der zwischen zwei Greifern (31) angeordnet ist,

wobei der wenigstens eine Heizrohraufweitstößel (35) und die Wärmeübertragungsrohrstößel derart miteinander verbindbar sind, dass sie gleichzeitig durch das wenigstens eine Heizrohr (9) und die Wärmeübertragungsrohre (7) gestoßen werden können. 5

13. Aufweitwerkzeug nach Anspruch 12, bei dem wenigstens einer der Wärmeübertragungsstößel und/oder wenigstens einer der Heizrohraufweitstößel derart einstellbar, abschaltbar oder abnehmbar ist/sind, dass er am gleichzeitigen Aufweitprozess nicht teilnimmt. 10

15

20

25

30

35

40

45

50

55



FIG. 1

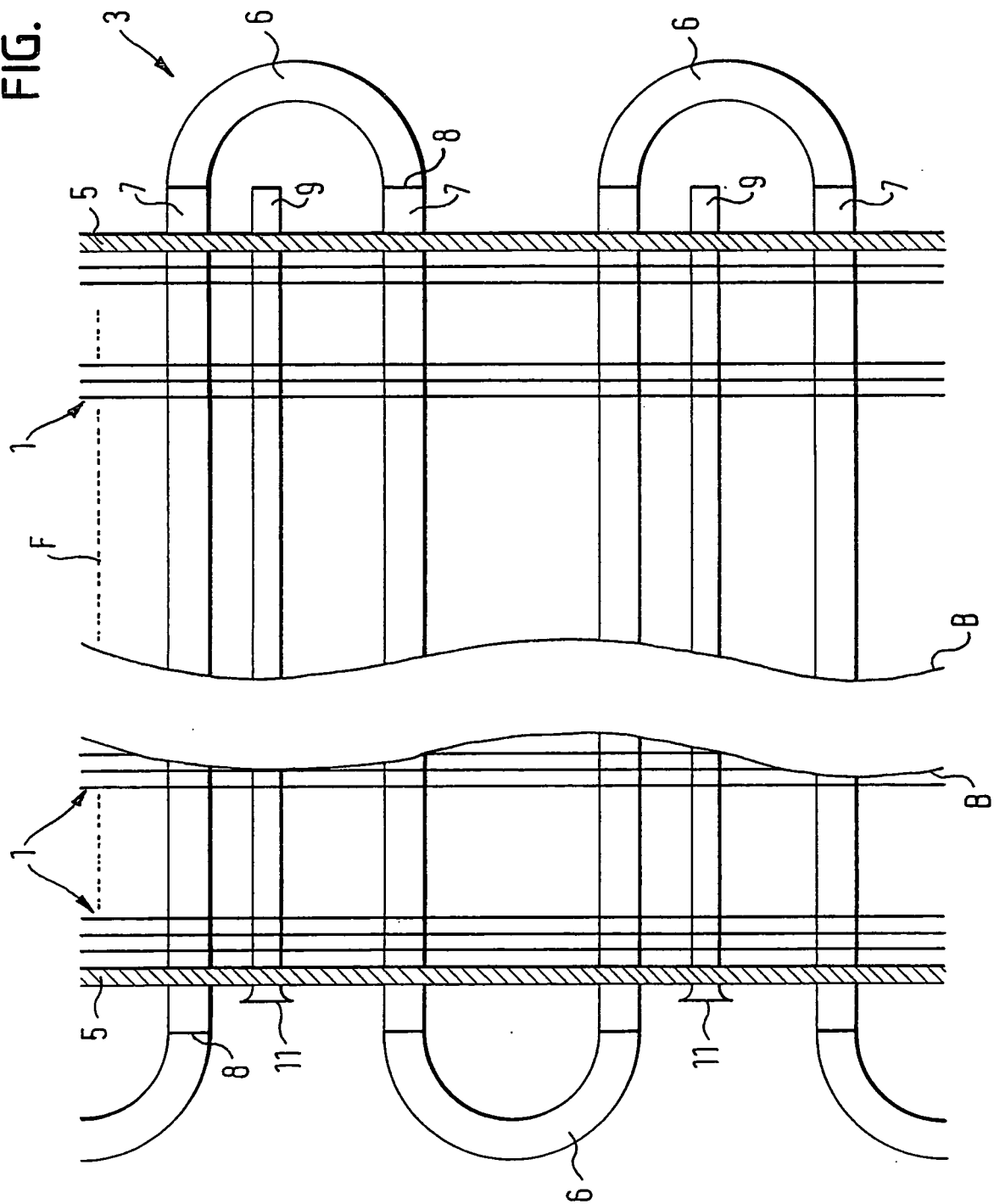


FIG. 2

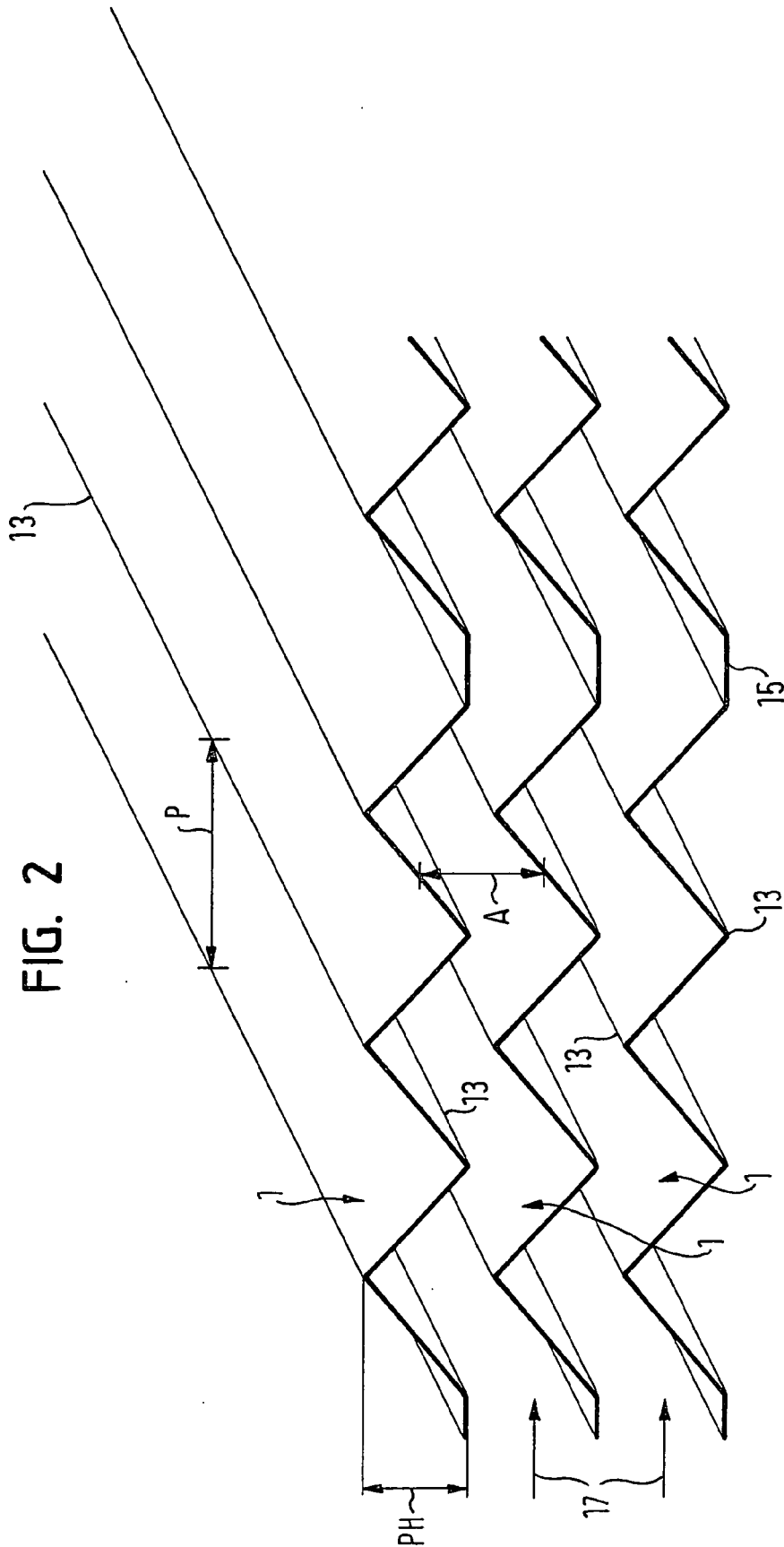


FIG. 3

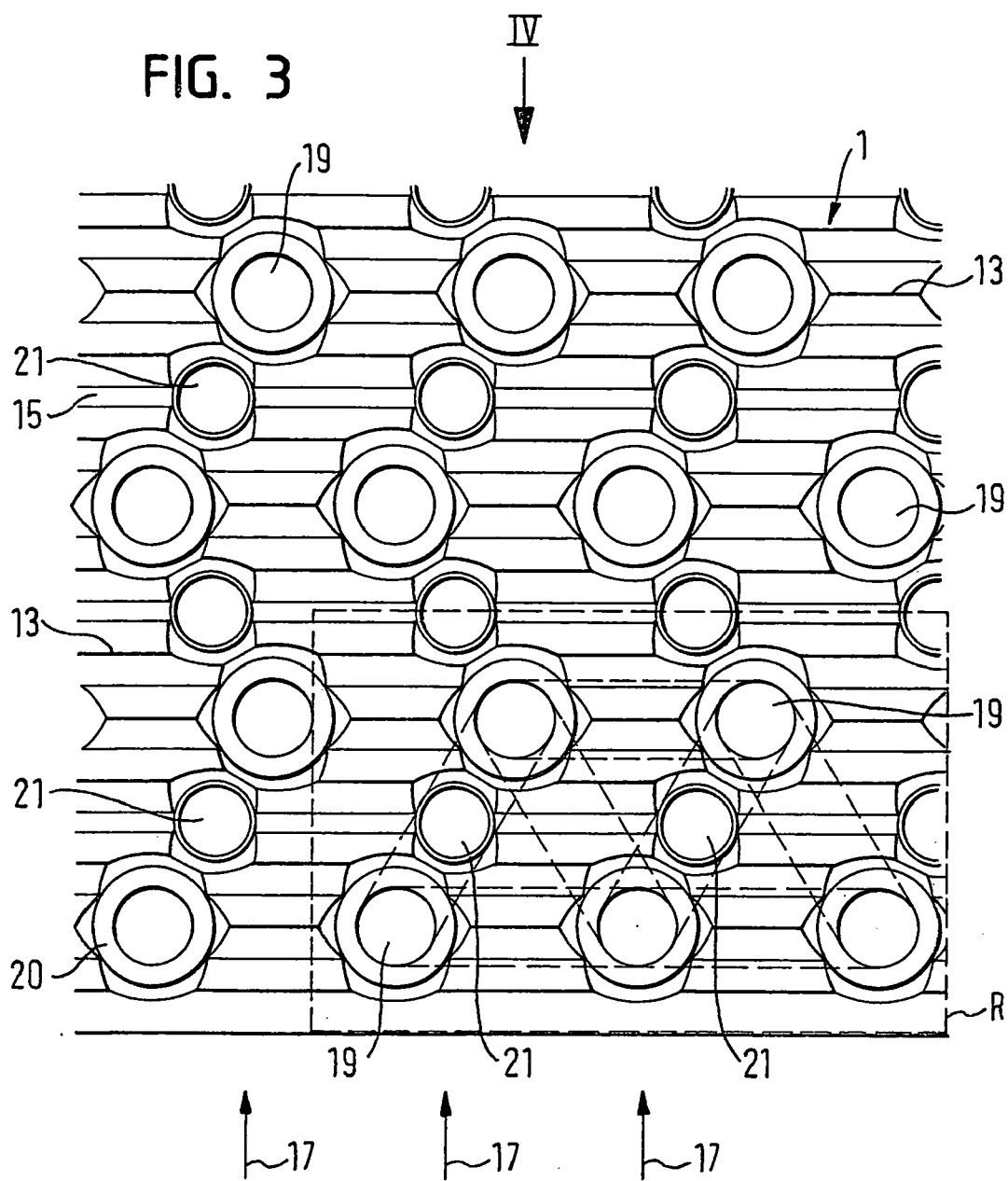


FIG. 4

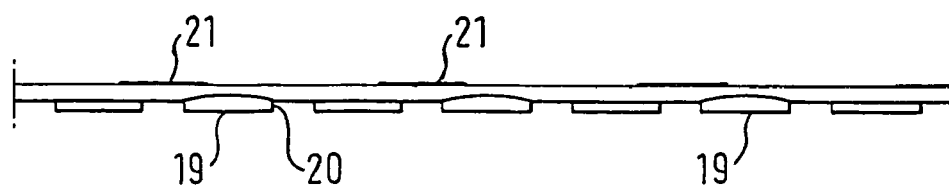


FIG. 5

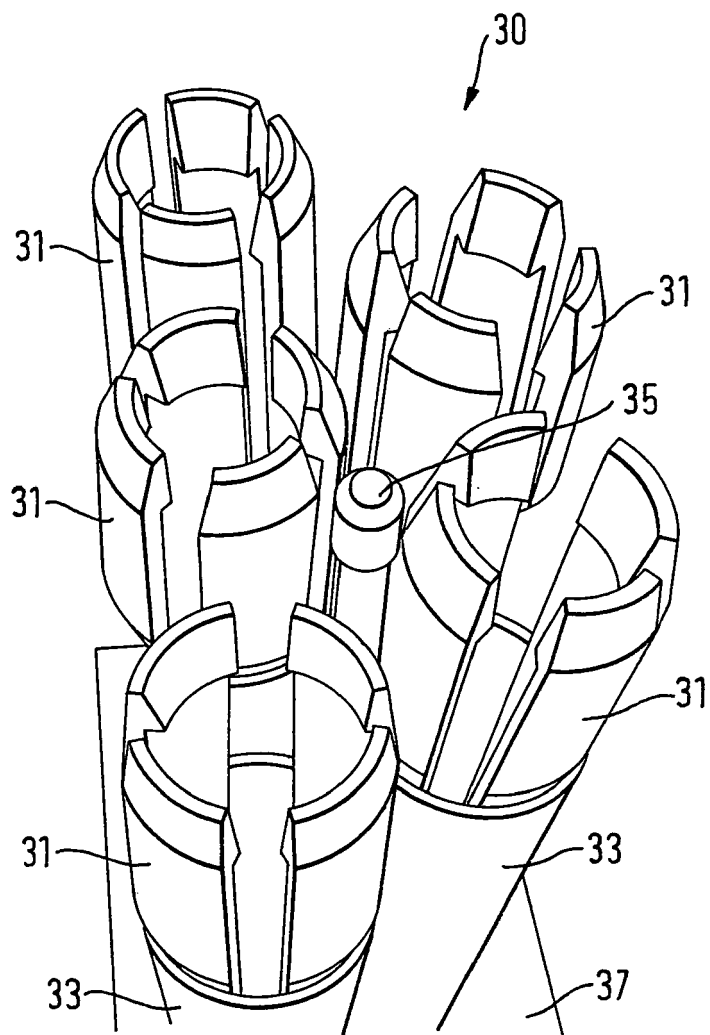
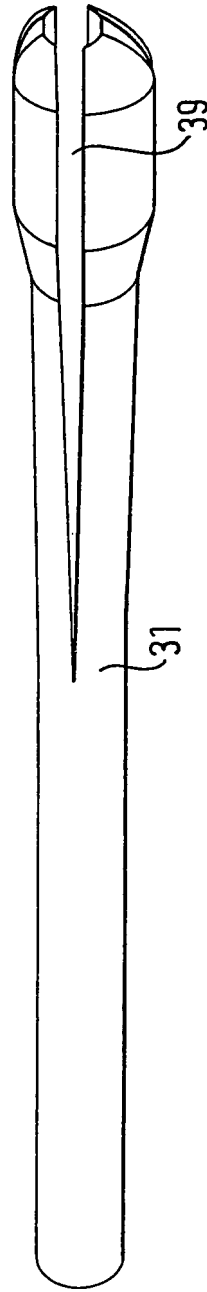


FIG. 6





Europäisches  
Patentamt

# EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 06 00 1938

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	US 2 529 215 A (HICKE GERALD E) 7. November 1950 (1950-11-07)	1-5	INV. F28F1/32 B21D53/08 B21D39/20 B21D39/06 B25B5/14
Y	* das ganze Dokument *	6	
	-----		
X	US 5 806 173 A (HONMA ET AL) 15. September 1998 (1998-09-15)	5,12	
Y	* das ganze Dokument *	6	
A		7-11,13	
	-----		
X	US 4 858 305 A (GRAY ET AL) 22. August 1989 (1989-08-22)	5,12	
A	* das ganze Dokument *	6-11,13	
	-----		
X	US 5 404 942 A (PATEL ET AL) 11. April 1995 (1995-04-11)	5	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)  F28F B21D B25B
	* Abbildung 3 *		
	-----		
A	WO 2004/018954 A (LEE, HAE HWAN) 4. März 2004 (2004-03-04)	1-11	
	* das ganze Dokument *		
	-----		
A	DE 43 32 768 A1 (BEHR GMBH & CO, 70469 STUTTGART, DE; BEHR GMBH & CO) 30. März 1995 (1995-03-30)	5-13	
	* das ganze Dokument *		
	-----		
A	US 4 720 902 A (GRAY ET AL) 26. Januar 1988 (1988-01-26)	5-13	
	* das ganze Dokument *		
	-----		
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort <b>München</b>		Abschlußdatum der Recherche <b>29. Juni 2006</b>	Prüfer <b>Leclaire, T</b>
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	

2

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 06 00 1938

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am  
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

29-06-2006

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 2529215	A	07-11-1950	KEINE		
US 5806173	A	15-09-1998	KR	225566 B1	15-10-1999
US 4858305	A	22-08-1989	IT	1229422 B	08-08-1991
			JP	2030337 A	31-01-1990
US 5404942	A	11-04-1995	US	5381600 A	17-01-1995
WO 2004018954	A	04-03-2004	AU	2003251205 A1	11-03-2004
			KR	2002072265 A	14-09-2002
DE 4332768	A1	30-03-1995	KEINE		
US 4720902	A	26-01-1988	IT	1223593 B	29-09-1990
			JP	63188434 A	04-08-1988

EPO FORM P0461

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