



(11)

EP 3 062 054 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
31.08.2016 Patentblatt 2016/35

(51) Int Cl.:
F28F 1/38 (2006.01) **F28F 3/04** (2006.01)
F28D 1/053 (2006.01) **F28D 9/00** (2006.01)
F28D 7/16 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **16153327.8**

(22) Anmeldetag: **29.01.2016**

(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

- **Fetzer, Tobias**
73760 Ostfildern (DE)
- **Grauer, Wilhelm**
70839 Gerlingen (DE)
- **Kerler, Boris**
70192 Stuttgart (DE)
- **Kühndel, Jonas**
70197 Stuttgart (DE)
- **Renz, Marco**
73732 Esslingen (DE)
- **Velte, Volker**
75443 Ötisheim (DE)

(30) Priorität: **26.02.2015 DE 102015203472**

(71) Anmelder: **Mahle International GmbH**
70376 Stuttgart (DE)

(72) Erfinder:
• **Altunkaya, Yavuz**
70619 Stuttgart (DE)

(74) Vertreter: **BRP Renaud & Partner mbB**
Rechtsanwälte Patentanwälte
Steuerberater
Königstraße 28
70173 Stuttgart (DE)

(54) **WÄRMETAUSCHER, INSBESONDERE FÜR EIN KRAFTFAHRZEUG**

(57) Die Erfindung betrifft einen Wärmetauscher (1), insbesondere für ein Kraftfahrzeug,
- mit einer Mehrzahl von Plattenpaaren (2), die entlang einer Stapelrichtung (S) benachbart zueinander angeordnet sind und jeweils eine erste und eine zweite Platten (3a, 3b) umfassen, die in der Stapelrichtung (S) einen von einem ersten Fluid (F_1) durchströmbaren ersten Fluidpfad (4a) begrenzen,
- wobei zwischen zwei in der Stapelrichtung (S) benachbarten Plattenpaaren (2) ein zweiter Fluidpfad (4b) zum

Durchströmen mit einem zweiten Fluid ausgebildet ist, - wobei in wenigstens einem zweiten Fluidpfad (4b), vorzugsweise in allen zweiten Fluidpfaden (4b), eine Mehrzahl von Turbulenzerzeugungselementen (6) angeordnet ist, welche einenends mit einer ersten Platte (3a) eines den zweiten Fluidpfad (4b) begrenzenden Plattenpaares (2) verbunden sind und anderenends mit einer zweiten Platte (3b) eines in Stapelrichtung (S) benachbarten Plattenpaares (2) verbunden sind.

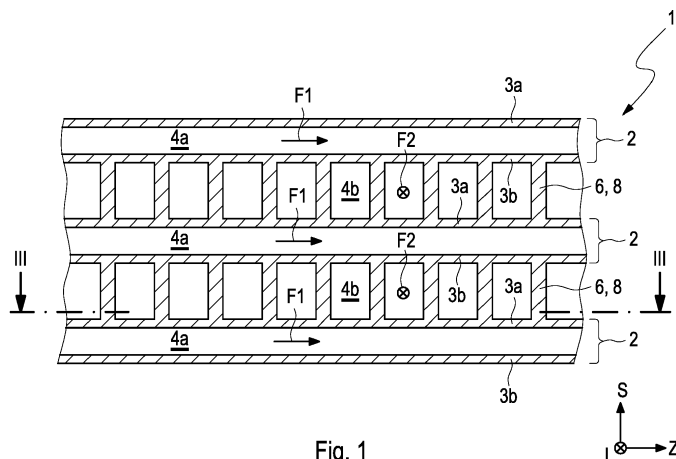


Fig. 1

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft einen Wärmetauscher, insbesondere für ein Kraftfahrzeug.

[0002] Als Wärmetauscher oder Wärmeübertrager wird gemeinhin eine Vorrichtung bezeichnet, die Wärme von einem Stoffstrom auf einen anderen Stoffstrom überträgt. Wärmetauscher kommen beispielsweise in Kraftfahrzeugen zum Einsatz, um in einer mit der Brennkraftmaschine des Kraftfahrzeugs zusammenwirkenden Frischluftanlage die mittels eines Abgasturboladers aufgeladene Frischluft zu kühlen. Hierzu wird die zu kühlende Frischluft in den Wärmetauscher eingeleitet, wo sie thermisch mit einem ebenfalls in den Wärmetauscher eingeleiteten Kühlmittel wechselwirkt und auf diese Weise Wärme an das Kühlmittel abgibt.

[0003] Ein derartiger Wärmetauscher kann beispielsweise als Plattenwärmetauscher ausgestaltet sein und mehrere Platten-Anordnungen mit jeweils einem Plattenpaar aufweisen, die in einer Stapelrichtung aufeinander gestapelt sind, wobei zwischen den Platten eines Plattenpaars ein Kühlmittelpfad ausgebildet wird, durch den ein Kühlmittel geführt wird. Zwischen zwei Platten-Anordnungen, also in einem zwischen zwei benachbarten Plattenpaaren ausgebildeten Abstand, kann fluidisch getrennt zum Kühlmittel das zu kühlende Medium, beispielsweise in einem Abgasturbolader aufgeladene Ladeluft, geführt werden, so dass das Kühlmittel durch die Platten der Platten-Anordnung in thermische Wechselwirkung mit der zu kühlenden Ladeluft gesetzt werden kann. Zur Verbesserung des Wärmeaustauschs können zwischen benachbarten Platten-Anordnungen zusätzlich Rippenstrukturen vorgesehen werden, welche die für die thermische Wechselwirkung zur Verfügung stehende Wechselwirkungsfläche der Platten erhöhen. Derartige Konstruktionen sind dem Fachmann als sog. "Rippe-Rohr-Wärmetauscher" bekannt.

[0004] Es ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, bei der Entwicklung von Wärmetauschern, insbesondere für Kraftfahrzeuge, neue Wege aufzuzeigen.

[0005] Diese Aufgabe wird durch einen Wärmetauscher gemäß dem unabhängigen Patentanspruch 1 gelöst. Bevorzugte Ausführungsformen sind Gegenstand der abhängigen Patentansprüche.

[0006] Ein erfindungsgemäßer Wärmetauscher umfasst eine Mehrzahl von Plattenpaaren, die entlang einer Stapelrichtung benachbart und im Abstand zueinander angeordnet sind. Die Plattenpaare umfassen jeweils eine erste und eine zweite Platten, die in der Stapelrichtung einen Fluidpfad begrenzen, der von einem ersten Fluid durchströmbar ist. Dieses Fluid kann beispielsweise Frischluft sein, die in einer Frischluftanlage einer Brennkraftmaschine von einem Abgasturbolader aufgeladen und dabei erwärmt wurde und daher in dem Wärmetauscher gekühlt werden soll. Zwischen zwei in der Stapelrichtung benachbarten Plattenpaaren ist - fluidisch getrennt und thermisch mit dem ersten Fluidpfad verbunden - ein zweiter Fluidpfad zum Durchströmen mit einem

zweiten Fluid ausgebildet, welches ein Kühlmittel sein kann, das durch thermische Wechselwirkung mit der durch den ersten Fluidpfad strömenden Frischluft eine Abkühlung derselben bewirkt. Erfindungsgemäß ist in wenigstens einem zweiten Fluidpfad eine Mehrzahl von Turbulenzerzeugungselementen angeordnet, welche einenenends mit einer ersten Platte eines den zweiten Fluidpfad begrenzenden Plattenpaars verbunden sind. Außerdem sind die Turbulenzerzeugungselementen mit einer zweiten Platte eines in Stapelrichtung benachbarten Plattenpaars verbunden.

[0007] Die erfindungsgemäßen Maßnahmen führen zu einer gegenüber herkömmlichen Wärmetauschern verbesserten thermischen Wechselwirkung der beiden Fluide miteinander. Im Ergebnis wird also ein Wärmetauscher mit verbesserter Effizienz realisiert. Besonders bevorzugt sind daher alle zweiten Fluidpfade mit Turbulenzerzeugungselementen ausgestattet. Gleichzeitig können die Turbulenzerzeugungselemente bei geeigneter Auslegung als Stützstruktur für die ersten und zweiten Platten der Plattenpaare wirken, was die Steifigkeit des Wärmetauschers verbessert.

[0008] Besonders zweckmäßig können die Turbulenzerzeugungselemente integral an der ersten Platte sowie - alternativ oder zusätzlich - an der zweiten Platte ausgeformt sein. In diesem Szenario bietet sich zur Fertigung des Wärmetauschers die Verwendung eines additiven Herstellungsverfahrens an, welches den gesamten Fertigungsprozess des erfindungsgemäßen Wärmetauschers maßgeblich vereinfacht und daher im Folgenden genauer erläutert werden soll.

[0009] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform können wenigstens die Plattenpaare und die Turbulenzerzeugungselemente mittels eines additiven Herstellungsverfahrens hergestellt sein. Vom dem Begriff "additives Herstellungsverfahren" sind vorliegend alle Herstellungsverfahren umfasst, welche das Bauteil unmittelbar aus einem Computermodell heraus schichtweise aufbauen. Derartige Herstellungsverfahren sind auch unter der Bezeichnung "Rapid Forming" bekannt. Unter dem Begriff "Rapid Forming" sind dabei insbesondere Produktionsverfahren zur schnellen und flexiblen Herstellung von Bauteilen mittels werkzeugloser Fertigung direkt aus CAD-Daten gefasst. Die Verwendung eines additiven Herstellungsverfahrens ermöglicht die Herstellung des erfindungsgemäßen Wärmetauschers ohne bauteilspezifische Investitionsmittel wie z.B. Werkzeugformen o.ä. und nahezu ohne geometrische Einschränkungen. Außerdem entfallen bei herkömmlichen, unter Verwendung anderer Verfahren hergestellten Wärmetauschern zumeist in vielfältiger Form und großer Anzahl vorhandene Kleinteile wie etwa Dichtungselemente oder Befestigungselemente wie beispielsweise Streben o.ä. Bevorzugt sind daher alle Komponenten des Wärmetauschers mittels des additiven Herstellungsverfahrens hergestellt.

[0010] Alternativ oder zusätzlich kann der Wärmetauscher einstückig ausgebildet sein. Eine solche, einstückig

ckige Ausbildung bildet sich insbesondere bei Verwendung des vorangehend vorgestellten additiven Herstellungsverfahrens, insbesondere des Laserschmelzens, an. Bei einer einstückigen Ausbildung des Wärmetauschers entfällt das sehr aufwändige und somit kostenintensive Befestigen der einzelnen Komponenten des Wärmetauschers aneinander.

[0011] In einer besonders bevorzugten Ausführungsform kann das additive Herstellungsverfahren Laserschmelzen umfassen. Dies bedeutet, dass zum Herstellen der Plattenpaare und der Turbulenzerzeugungselemente, vorzugsweise zum Herstellen des gesamten Wärmetauschers, ein Laserschmelzverfahren verwendet wird. Mittels eines solchen Verfahrens können die Komponenten des Wärmetauschers direkt aus 3D-CAD-Daten hergestellt werden. Grundsätzlich werden die Bauteile des Wärmetauschers beim Laserschmelzverfahren werkzeuglos und schichtweise auf Basis des dem Wärmetauscher zugeordneten dreidimensionalen CAD-Modells gefertigt.

[0012] Besonders turbulente Strömungsbilder in den durch die zweiten Fluidpfade strömenden Fluiden, etwa in der Art von Strömungsbildern mit Wirbelströmen, lassen sich erzeugen, indem die Turbulenzerzeugungselemente jeweils als von der ersten und zweiten Platte, insbesondere in Stapelrichtung, abstehende Leitschaukeln ausgebildet werden.

[0013] In einer anderen bevorzugten Ausführungsform ist die Mehrzahl von Turbulenzerzeugungselementen in einer Draufsicht auf die erste oder zweite Platte rasterartig mit wenigstens zwei Rasterzeilen auf dieser angeordnet. Dies erlaubt es, an den den ersten bzw. zweiten Fluidpfad in Stapelrichtung begrenzenden ersten bzw. zweiten Platten eine Vielzahl von Turbulenzerzeugungselementen vorzusehen, was für eine besonders ausgeprägte Erzeugung von Verwirbelungen etc. über den gesamten zweiten Fluidpfad hinweg sorgt, in welchen die Turbulenzerzeugungselemente jeweils hineinragen. Dies führt zu einer verbesserten thermischen Wechselwirkung zwischen den beiden, durch die Fluidpfade strömenden Fluiden und somit zu einer verbesserten Effizienz des Wärmetauschers.

[0014] In einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung wird durch die wenigstens zwei Rasterzeilen eine Zeilenrichtung definiert. Die Turbulenzerzeugungselemente sind in der Draufsicht auf die erste Platte längsförmig ausgebildet und erstrecken sich jeweils entlang einer Längsrichtung. Unter "längsförmig" wird dabei verstanden, dass eine Länge des betreffenden Turbulenzerzeugungselements - gemessen in der Längsrichtung - wenigstens das Fünffache, vorzugsweise das Zehnfache, höchst vorzugsweise das Zwanzigfache, einer quer zur Längsrichtung gemessenen maximalen Breite beträgt. Die Längsrichtung erstreckt sich dabei im Wesentlichen quer zur Zeilenrichtung. Mittels einer derartigen Geometrie der Turbulenzerzeugungselemente lassen sich eine Mehrzahl von Unterkanälen im ersten bzw. zweiten Fluidpfad erzeugen, wobei über die in Längs-

richtung zwischen den einzelnen Turbulenzerzeugungselementen vorhandenen Zwischenräume das erste bzw. zweite Fluid auch zwischen den einzelnen Teilkanälen ausgetauscht werden kann. Im Ergebnis führt dies zu einer gleichmäßigen Durchströmung des jeweiligen Fluidpfads unter Ausbildung einer Vielzahl von Wirbeln, was einen verbesserten Wärmaustausch zwischen den beiden, durch den ersten bzw. zweiten Fluidpfad strömenden Fluiden zur Folge hat.

[0015] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform ist wenigstens ein Turbulenzerzeugungselement entlang der Längsrichtung gekrümmt ausgebildet. Bevorzugt gilt dies für alle Turbulenzerzeugungselemente wenigstens eines zweiten Fluidkanals, besonders bevorzugt für alle Turbulenzerzeugungselemente des Wärmetauschers. Mittels dieser Maßnahme wird die Ausbildung von Wirbelströmen in den Fluidpfaden weiter verstärkt.

[0016] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform sind zwei benachbarte erste und/oder zweite Turbulenzerzeugungselemente einer Rasterzeile derart ausgebildet, dass ein quer zur Längsrichtung gemessener Abstand zwischen diesen beiden Turbulenzerzeugungselementen entlang der Längsrichtung wenigstens abschnittsweise abnimmt. Besonders bevorzugt sind alle Turbulenzerzeugungselemente derselben Rasterzeile jeweils paarweise mit einer derartigen Geometrie versehen.

[0017] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform ist der Wärmetauscher derart ausgebildet, dass das erste Fluid durch den ersten Fluidpfad im Wesentlichen entlang einer ersten Hauptströmungsrichtung strömt. Diese erste Hauptströmungsrichtung erstreckt sich dabei im Wesentlichen orthogonal zu einer zweiten Hauptströmungsrichtung, durch die das zweite Fluid im Wesentlichen im zweiten Fluidpfad strömt. Mit anderen Worten, die beiden Fluide strömen unter einem Winkel von im Wesentlichen 90° zueinander durch den ersten bzw. zweiten Fluidpfad. Diese Maßnahme führt zu einer erhöhten thermischen Wechselwirkung zwischen den beiden Fluiden und somit zu einer verbesserten Effizienz des Wärmetauschers.

[0018] Besonders zweckmäßig kann jeder im Wärmetauscher vorhandene erste Fluidpfad einen gemeinsamen ersten Fluideinlass zum Einleiten des ersten Fluids in den ersten Fluidpfad und einen Fluidauslass zu Ausleiten des ersten Fluids aus dem ersten Fluidpfad aufweisen. Vorzugsweise liegen sich der erste Fluideinlass und der erste Fluidauslass dabei in der Draufsicht auf die erste bzw. zweite Platte des den ersten bzw. zweiten Fluidpfad begrenzenden Plattenpaares im Wesentlichen gegenüber. Entsprechend weist jeder zweite Fluidpfad einen zweiten Fluideinlass zum Einleiten des zweiten Fluids in den zweiten Fluidpfad und einen gemeinsamen Fluidauslass zu Ausleiten des zweiten Fluids aus demselben zweiten Fluidpfad auf, wobei sich auch der zweite Fluideinlass und der zweite Fluidauslass in der Draufsicht auf die erste Platte im Wesentlichen gegenüberliegen. Diese Maßnahmen erlauben eine einfache Ein- und

Ausleitung des ersten bzw. zweiten Fluids in den bzw. aus dem betreffenden Fluidpfad. Gleiches gilt für die Ein- bzw. Ausleitung des ersten Fluids in bzw. aus dem jeweiligen zweiten Fluidpfad. Der jeweilige gemeinsame Fluideinlass bzw. gemeinsame Fluidauslass kann integral an den jeweiligen Plattenpaaren ausgeformt sein und eine jeweilige Durchgangsöffnung enthalten. Dies mag insbesondere für den besonders bevorzugten Fall gelten, dass die Plattenpaare mit den ersten und zweiten Platten Teil eines Flachrohrs sind; in diesem Fall können die einen Fluideinlass bzw. Fluidauslass ausbildenden Durchgangsöffnungen in den Flachrohren ausgebildet sein.

[0019] Besonders wenig Bauraum beansprucht eine vorteilhafte Weiterbildung der Erfindung, bei welcher der erste Fluideinlass und der zweite Fluideinlass in der Draufsicht auf die erste Platte im Wesentlichen orthogonal zueinander angeordnet sind. Alternativ oder zusätzlich können auch der erste Fluidauslass und der zweite Fluidauslass in der Draufsicht auf die erste Platte im Wesentlichen orthogonal zueinander angeordnet sein. Beide Maßnahmen, für sich genommen oder in Kombination, führen dazu, dass - bezüglich der Draufsicht auf die Plattenpaare - der erste Fluidauslass an einer ersten Seite der ersten bzw. zweiten Platte angeordnet sind. Diese Seite kann beispielsweise eine Längs- oder Querseite der Platte sein. Der zweite Fluideinlass ist dann - vorzugsweise um 90° verdreht - an der Quer- bzw. Längsseite angeordnet. Dies erleichtert die Montage der ersten und zweiten Fluideinlässe insbesondere dann, wenn eine Vielzahl von aufeinandergestapelten Plattenpaaren vorliegt und folglich für die einzelnen Fluidpfade eine Vielzahl von ersten und zweiten Fluideinlässen erforderlich ist. Eine solche Ausführungsform des Wärmetauschers erlaubt es, an der Längs- oder Querseite einen ersten Fluidverteiler bereitzustellen, der das erste Fluid auf alle ersten Fluideinlässe verteilt und hierzu mit diesen fluidisch kommuniziert. An der Quer- oder Längsseite, also vorzugsweise um 90°, verdreht kann in derselben Weise ein zweiter Fluidverteiler bereitgestellt werden, welcher zum Verteilen des zweiten Fluids auf die zweiten Fluidpfade fluidisch mit allen zweiten Fluideinlässen kommuniziert. Die beiden Fluidverteiler können also außen an verschiedenen Seiten der Plattenpaare angebracht werden, was den konstruktiven Aufwand zur Realisierung der beiden Fluidverteiler erheblich reduziert. Gleiches gilt für die Bereitstellung eines ersten und eines zweiten Fluidsammlers an der verbleibenden Längs- bzw. Querseite. Mit anderen Worten, an der verbleibenden Längs- bzw. Querseite, kann ein erster Fluidsammler bereitgestellt werden, welcher zum Sammeln des ersten Fluids nach dem Durchströmen der ersten Fluidpfade fluidisch mit allen ersten Fluidauslässen kommuniziert. Schließlich ist an der letzten verbleibenden Quer- oder Längsseite ein zweiter Fluidsammler bereitgestellt, welcher zum Sammeln des zweiten Fluids nach dem Durchströmen der zweiten Fluidpfade fluidisch mit allen zweiten Fluidauslässen kommuniziert.

[0020] Besonders wenig Bauraum in Stapelrichtung erfordert eine andere bevorzugte Ausführungsform, bei welcher die erste und zweite Platte wenigstens eines Plattenpaars Teil eines den ersten Fluidpfad begrenzenden Flachrohrs sind. Der Abstand zwischen in Stapelrichtung benachbarte Flachrohren kann in diesem Szenario als Raum für einen jeweiligen zweiten Fluidpfad dienen. Besonders bevorzugt können alle Plattenpaare jeweils Teil eines den ersten Fluidpfad begrenzenden Flachrohrs sein. In einem dazu alternativen Szenario ist es auch vorstellbar, dass eine erste Platte eines jeweiligen Plattenpaars und die in Stapelrichtung benachbarte zweite Platte, die folglich dem in Stapelrichtung benachbarten Plattenpaar zugeordnet ist, als Flachrohr ausgebildet sind, die den zweiten Fluidpfad begrenzen. In einer besonders bevorzugten Variante können alle zweiten Fluidpfade in Form vorangehend beschriebener Flachrohre realisiert sein.

[0021] Besonders zweckmäßig können die erste und zweite Platte der Plattenpaare komplementär zueinander ausgebildet sein, wobei an den der jeweils anderen Platte zugewandten Innenseiten eine Kanalstruktur ausgebildet ist. Eine solche Kanalstruktur kann beispielsweise eine meanderartige oder Geometrie aufweisen. In Varianten sind auch andere Geometrien vorstellbar, die in den Platten auf besonders einfache und flexible Weise durch Verwendung des bereits genannten additiven Herstellungsverfahrens erzeugt werden können.

[0022] Weitere wichtige Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen, aus den Zeichnungen und aus der zugehörigen Figurenbeschreibung anhand der Zeichnungen.

[0023] Es versteht sich, dass die vorstehend genannten und die nachstehend noch zu erläuternden Merkmale nicht nur in der jeweils angegebenen Kombination, sondern auch in anderen Kombinationen oder in Alleinstellung verwendbar sind, ohne den Rahmen der vorliegenden Erfindung zu verlassen.

[0024] Bevorzugte Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Zeichnungen dargestellt und werden in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert, wobei sich gleiche Bezugszeichen auf gleiche oder ähnliche oder funktional gleiche Komponenten beziehen.

[0025] Es zeigen, jeweils schematisch

Fig. 1 ein Beispiel eines erfindungsgemäßen Wärmetauschers 1 in einem Längsschnitt entlang einer Stapelrichtung S der Plattenpaare 2 des Wärmetauschers,

Fig. 2 einen Ausschnitt des Wärmetauschers der Figur 1 in einer perspektiven Ansicht,

Fig. 3 den Wärmetauscher der Figur 1 in einer Schnittdarstellung entlang der Schnittlinie III-III der Figur 1.

[0026] Figur 1 zeigt ein Beispiel eines erfindungsge-

mäßen Wärmetauschers 1 in einem Längsschnitt entlang einer Stapelrichtung S der Plattenpaare 2 des Wärmetauschers, die Figur 2 ein Plattenpaar 2 des Wärmetauschers 1 in einer perspektiven Ansicht.

[0027] Entsprechend Figur 1 umfasst der Wärmetauscher 1 eine Mehrzahl von Plattenpaaren 2, die entlang einer Stapelrichtung S benachbart und im Abstand zueinander angeordnet sind und jeweils eine erste und eine zweite Platte 3a, 3b umfassen. Im Beispiel der Figur 1 sind exemplarisch drei solche Plattenpaare 2 mit jeweiligen ersten und zweiten Platten 3a, 3b gezeigt. Die ersten und zweiten Platten 3a, 3b der Plattenpaare 2 begrenzen in der Stapelrichtung S jeweils einen ersten Fluidpfad 4a, der einen von einem ersten Fluid F_1 durchströmt werden kann. Im Beispiel der Figur 1 verläuft eine Hauptströmungsrichtung des ersten Fluids F_1 in einer mit Z bezeichneten Richtung. Jeweils zwischen zwei in Stapelrichtung S benachbarten Plattenpaaren 2 ist ein zweiter Fluidpfad 4b zum Durchströmen mit einem zweiten Fluid F_2 ausgebildet. Im Beispiel der Figur 1 verläuft eine Hauptströmungsrichtung des zweiten Fluids F_2 in einer mit L bezeichneten Richtung senkrecht zur Zeichenebene, also orthogonal zur Hauptströmungsrichtung des ersten Fluids F_1 .

[0028] Wie die Figuren 1 erkennen lässt, ist in den zweiten Fluidpfaden 4b eine Mehrzahl von Turbulenzerzeugungselementen 6 angeordnet, welche einenends mit einer ersten Platte 3a eines den jeweiligen zweiten Fluidpfad 4b begrenzenden Plattenpaars 2 verbunden sind und anderenends mit einer zweiten Platte 3b eines in Stapelrichtung S benachbarten Plattenpaars 2 verbunden sind. Diese zweite Platte 3b begrenzt ebenfalls den Fluidkanal 4b mit den Turbulenzerzeugungselementen 6. Die Turbulenzerzeugungselemente 6 sind integral sowohl an der ersten Platte 3a als auch an der zweiten Platte 3b ausgeformt, mit denen sie endseitig verbunden sind. Die Plattenpaare 2 mit den ersten und zweiten Platten 3a, 3b sowie die Turbulenzerzeugungselemente 6 sind mittels eines additiven Herstellungsverfahrens hergestellt. Bevorzugt können auch alle weiteren Komponenten des Wärmetauschers 1 mittels eines solchen additiven Herstellungsverfahrens hergestellt werden. Die Verwendung eines additiven Herstellungsverfahrens gestattet die Herstellung des Wärmetauschers 1 nahezu ohne geometrische Einschränkungen. Mittels des additiven Herstellungsverfahrens ist es möglich, die Gestaltung des Wärmetauschers 1 funktionsgebunden - und nicht mehr werkzeuggesteuert - zu konstruieren. Damit können die einzelnen Komponenten des Wärmetauschers 1 wie beispielsweise die Plattenpaare 2 sowie die benachbarten Plattenpaare 2 verbindenden Turbulenzerzeugungselemente 6 direkt im Zuge des Herstellungsverfahrens integral aneinander ausgeformt werden. Im Zuge des additiven Herstellungsverfahrens können Turbulenzerzeugungselemente 6 mit nahezu beliebiger Geometrie hergestellt werden.

[0029] Das additive Herstellungsverfahren kann auch das sogenannte Laserschmelzverfahren umfassen. Dies

bedeutet, dass zum Herstellen der Plattenpaare 2 und der Turbulenzerzeugungselemente 6, im Extremfall zum Herstellen des gesamten Wärmetauschers 1, ein Laserschmelzverfahren verwendet wird. Mittels eines solchen Verfahrens können die oben genannten Komponenten des Wärmetauschers direkt aus 3D-CAD-Daten hergestellt werden. Grundsätzlich werden die genannten Komponenten des Wärmetauschers 1 beim Laserschmelzverfahren werkzeuglos und schichtweise auf Basis eines dem Wärmetauscher 1 zugeordneten dreidimensionalen CAD-Modells gefertigt.

[0030] Betrachtet man die Darstellung der Figur 3, welche den Wärmetauscher der Figur 1 in einer Schnittdarstellung entlang der Schnittlinie III-III der Figur 1 zeigt, so erkennt man, dass die Turbulenzerzeugungselemente 6 jeweils als von der ersten Platte 3a bzw. zweiten Platte 3b abstehende Leitschaukeln 8 ausgebildet sein können. Die Ausbildung der Turbulenzerzeugungselemente 6 in Form von Leitschaukeln 8 unterstützt eine Ausbildung von besonders turbulentreichen Strömungsmustern in dem durch die zweiten Fluidpfade 4b strömenden zweiten Fluid F_2 . Dies führt zu einer verbesserten Effizienz des Wärmetauschers 1.

[0031] Wie der Figur 3 zu entnehmen ist, ist die Mehrzahl von Turbulenzerzeugungselementen 6 in der Draufsicht auf die erste Platte 3a rasterartig mit mehreren Rasterzeilen 9 - in Figur 3 sind exemplarisch drei solche Rasterzeilen 9 gezeigt - auf dieser angeordnet. Durch die Rasterzeilen 9 wird eine Zeilenrichtung Z definiert. Die Turbulenzerzeugungselemente 6 sind in der Draufsicht in Stapelrichtung S auf die erste Platte 3a längsförmig ausgebildet und erstrecken sich jeweils entlang einer Längsrichtung L, die im Wesentlichen quer zur Zeilenrichtung Z verläuft. Besonders zweckmäßig beträgt eine Länge l der Turbulenzerzeugungselemente 6 wenigstens das Fünffache einer maximalen Breite b desselben Turbulenzerzeugungselements 6. Bevorzugt beträgt die Länge wenigstens mindestens das Zehnfache, besonders bevorzugt mindestens das Zwanzigfache der maximalen Breite b. Dabei wird die Länge l in der Längsrichtung L und die Breite b in der Zeilenrichtung Z gemessen. Die in Zeilenrichtung Z gemessene Breite b kann dabei gemäß Figur 3 entlang der Längsrichtung L variieren. Mittels einer solchen geometrischen Anordnung bzw. Ausbildung der Turbulenzerzeugungselemente 6 auf den die ersten bzw. zweiten Fluidpfade 4a, 4b begrenzenden ersten bzw. zweiten Platten 3a, 3b lassen sich besonders ausgeprägte Verwirbelungen in dem durch die zweiten Fluidpfade 4b strömenden zweiten Fluid F_2 erzeugen. Dies hat eine erhöhte thermische Wechselwirkung zwischen den beiden Fluiden F_1 , F_2 und somit zu einer verbesserten Effizienz des Wärmetauschers 1 zur Folge.

[0032] Wie Figur 3 weiter erkennen lässt, ist wenigstens ein Turbulenzerzeugungselement 6 in der Draufsicht in Stapelrichtung S auf die erste Platte 3a in Längsrichtung L gekrümmt ausgebildet. Besonders bevorzugt gilt dies wie in Figur 3 gezeigt für alle Turbulenzerzeu-

gungselemente 6 des Wärmetauschers 1. Mittels dieser Maßnahme kann die Ausbildung von Wirbelströmen in den zweiten Fluidpfaden 4b verstärkt werden. Die Turbulenzelemente 6 mit gekrümmter Geometrie lassen sich durch Verwendung des bereits erwähnten additiven Herstellungsverfahrens, insbesondere des Laserschmelzens, besonders einfach herstellen. Dies erweist sich als besonders vorteilhaft, wenn wie im Beispiel gezeigt eine große Anzahl von Turbulenzerzeugungselementen 6 verwendet werden soll, die dann als Stützstruktur für die Platten 3a, 3b der Plattenpaare 2 verwendet werden können. Zwei benachbarte Turbulenzerzeugungselemente 6 einer Rasterzeile 9 sind vorzugsweise derart ausgebildet, dass ein quer zur Längsrichtung L gemessener Abstand a zwischen diesen beiden Turbulenzerzeugungselementen 6 entlang der Längsrichtung L wenigstens abschnittsweise abnimmt. Besonders bevorzugt können alle Turbulenzerzeugungselemente 6 derselben Rasterzeile 9 jeweils paarweise mit einer derartigen Geometrie versehen sein.

[0033] Die in einer bestimmten Zeilenrichtung Z benachbarten Turbulenzerzeugungselemente 6 einer jeweiligen Rasterzeile 9 können Elementpaare 12 ausbilden. Die beiden Turbulenzerzeugungselemente 6 eines jeweiligen Elementpaares 12 können bezüglich einer Symmetrieachse A, die in der Draufsicht auf die erste bzw. zweite Platte 3a, 3b entlang der Längsrichtung L verläuft, achsensymmetrisch zueinander angeordnet sein. Auf diese Weise wird eine besonders vorteilhafte Anordnungsgeometrie der Turbulenzerzeugungselemente 6 realisiert, die eine besonders ausgeprägte Wirbelströmung im ersten bzw. zweiten Fluid F_2 bewirkt und somit zu einem verbesserten Wärmeaustausch zwischen den beiden Fluiden F_1 , F_2 beim Durchströmen der Fluidpfade 4a, 4b im Wärmetauscher 1 führt. Auch eine solche achsensymmetrische Anordnung einer Vielzahl von Elementpaaren 12 lässt sich durch Verwendung eines additiven Herstellungsverfahrens besonders einfach und präzise verwirklichen.

[0034] Der Figur 3 lässt sich auch entnehmen, dass der Wärmetauscher 1 derart ausgebildet werden kann, dass das erste Fluid F_1 durch den ersten Fluidpfad 4a im Wesentlichen entlang einer ersten Hauptströmungsrichtung R_1 strömt. Die ersten Hauptströmungsrichtung R_1 erstreckt sich im Wesentlichen orthogonal zu einer zweiten Hauptströmungsrichtung R_2 , durch die das zweite Fluid F_2 im zweiten Fluidpfad 4b strömt. Jeder erste Fluidpfad 4a kann einen gemeinsamen ersten Fluideinlass 13 zum Einleiten des ersten Fluids F_1 in die ersten Fluidpfade 4a und einen gemeinsamen ersten Fluidauslass 14 zu Ausleiten des ersten Fluids F_1 aus den ersten Fluidpfaden 4a auf. Gemäß der Darstellung der Figur 3 liegen sich der erste Fluideinlass 13 und der erste Fluidauslass 14 - deren Position ist in Figur 3 nur schematisch (gestrichelte Rechtecke) angedeutet - in der Draufsicht auf die erste Platte 3a im Wesentlichen gegenüber. Entsprechend kann jeder zweite Fluidpfad 4b einen gemeinsamen zweiten Fluideinlass 15 zum Einleiten des

zweiten Fluids F_2 in den zweiten Fluidpfad 4b und einen gemeinsamen zweiten Fluidauslass 16 zu Ausleiten des zweiten Fluids F_2 aus den zweiten Fluidpfaden 4b aufweisen. Der gemeinsame zweite Fluideinlass 15 und der gemeinsame zweite Fluidauslass 16 liegen sich in der Draufsicht auf die erste Platte 3a einander ebenfalls gegenüber. Besonders vorteilhaft sind der erste Fluideinlass 13 und der zweite Fluideinlass 15 bezüglich der Draufsicht auf die erste Platte 3a in der Stapelrichtung S im Wesentlichen um 90° verdreht zueinander angeordnet. Entsprechend sind der erste Fluidauslass 14 und der zweite Fluidauslass 16 bezüglich der Draufsicht auf die erste Platte 2 entlang der Stapelrichtung S im Wesentlichen orthogonal zueinander angeordnet. Mit anderen Worten, im Falle der im Beispielszenario im Wesentlichen rechteckig ausgebildeten ersten Platte 3a mit zwei Längsseiten 17a, 17b und zwei Querseiten 17c, 17d können der gemeinsame erste Fluideinlass 13 und der gemeinsame erste Fluidauslass 14 im Bereich einander gegenüberliegenden Längsseiten 17a, 17b angeordnet sein. Entsprechend können der gemeinsame zweite Fluideinlass 15 und der gemeinsame zweite Fluidauslass 16 im Bereich der einander gegenüberliegenden Querseiten 17c, 17d angeordnet sein.

[0035] Die erste und zweite Platte 3a, 3b der Plattenpaare 2 können jeweils Teil eines den ersten und/oder zweiten Fluidpfad 4a, 4b begrenzenden Flachrohrs sein (nicht gezeigt). Dies erlaubt eine Fertigung des Wärmetauschers 1 in Flachbauweise. In diesem Fall können die beiden Platten 3a, 3b eines jeweiligen Plattenpaares 2 komplementär zueinander ausgebildet sein. Insbesondere kann an den der jeweils anderen Platte zugewandten Innenseite 11 eine Kanalstruktur ausgebildet sein. Eine solche Kanalstruktur kann beispielsweise eine meanderartige oder Geometrie aufweisen. In Varianten sind auch andere Geometrien vorstellbar, die in den Platten 3a, 3b auf besonders einfache und flexible Weise durch Verwendung des bereits genannten additiven Herstellungsverfahrens erzeugt werden können.

[0036] Es versteht sich, dass in den vorangehend erläuterten Figuren nur die wesentlichen Komponenten des erfindungsgemäßen Wärmetauschers 1 in schematischer Darstellung dargestellt sind. Konstruktive Details, die dem einschlägigen Fachmann aus seinem Fachwissen heraus bekannt sind, sind in den Figuren der Übersichtlichkeit halber nicht dargestellt.

[0037] Der Wärmetauscher 1 kann einstückig ausgebildet sein. Eine solche, einstückige Ausbildung bildet sich insbesondere bei Verwendung des vorangehend vorgestellten additiven Herstellungsverfahrens, insbesondere des Laserschmelzens, an. Bei einer einstückigen Ausbildung des Wärmetauschers entfällt das sehr aufwändige und somit kostenintensive Befestigen der einzelnen Komponenten des Wärmetauschers aneinander. Es versteht sich, dass im Falle einer einstückigen Ausbildung des Wärmetauschers 1 die vorliegend verwendeten Bezeichnungen wie z.B. "erste Platte 3a" gültig bleiben.

Patentansprüche

1. Wärmetauscher (1), insbesondere für ein Kraftfahrzeug,
 - mit einer Mehrzahl von Plattenpaaren (2), die entlang einer Stapelrichtung (S) benachbart zueinander angeordnet sind und jeweils eine erste und eine zweite Platte (3a, 3b) umfassen, die in der Stapelrichtung (S) einen von einem ersten Fluid (F_1) durchströmbar ersten Fluidpfad (4a) begrenzen,
 - wobei zwischen zwei in der Stapelrichtung (S) benachbarten Plattenpaaren (2) ein zweiter Fluidpfad (4b) zum Durchströmen mit einem zweiten Fluid ausgebildet ist,
 - wobei in wenigstens einem zweiten Fluidpfad (4b), vorzugsweise in allen zweiten Fluidpfaden (4b), eine Mehrzahl von Turbulenzerzeugungselementen (6) angeordnet ist, welche einen mit einer ersten Platte (3a) eines zweiten Fluidpfad (4b) begrenzenden Plattenpaars (2) verbunden sind und anderenfalls mit einer zweiten Platte (3b) eines in Stapelrichtung (S) benachbarten Plattenpaars (2) verbunden sind.
2. Wärmetauscher nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Turbulenzerzeugungselemente (6) integral an der ersten und/oder zweiten Platte (3a, 3b) ausgebildet sind.
3. Wärmetauscher nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass**
 - wenigstens die Plattenpaare (2) und die Turbulenzerzeugungselemente (6) mittels eines additiven Herstellungsverfahrens hergestellt sind, und/oder dass
 - der Wärmetauscher (1) einstückig ausgebildet ist.
4. Wärmetauscher nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** das additive Herstellungsverfahren Laserschmelzverfahren umfasst.
5. Wärmetauscher nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Turbulenzerzeugungselemente (6) jeweils als von der ersten und zweiten Platte (3a, 3b) abgehende Leitschaukeln ausgebildet sind.
6. Wärmetauscher nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Mehrzahl von Turbulenzerzeugungselementen (6) in einer Draufsicht auf die erste oder zweite Platte (3a, 3b) rasterartig mit wenigstens zwei Rasterzeilen (9) auf der ersten und/oder zweiten Platte (3a, 3b) angeordnet ist.
7. Wärmetauscher nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass**
 - durch die wenigstens zwei Rasterzeilen (9) eine Zeilenrichtung (Z) definiert ist,
 - die Turbulenzerzeugungselemente (6) in der Draufsicht entlang der Stapelrichtung (S) auf die erste Platte (3a, 3b) längsförmig ausgebildet sind und sich jeweils entlang einer Längsrichtung (L) erstrecken, die quer zur Zeilenrichtung (Z) verläuft,
 - eine Länge (l) wenigstens eines Turbulenzerzeugungselements (6), vorzugsweise aller Turbulenzerzeugungselemente (6), mindestens das Fünffache, vorzugsweise mindestens das Zehnfache, höchst vorzugsweise mindestens das Zwanzigfache, einer maximalen Breite (b) des jeweiligen Turbulenzerzeugungselements (6) beträgt,
 - wobei die Länge (l) in der Längsrichtung (L) und die Breite (b) in der Zeilenrichtung (Z) gemessen ist.
8. Wärmetauscher nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens ein Turbulenzerzeugungselement (6), vorzugsweise alle Turbulenzerzeugungselemente (6) in der Längsrichtung (L) gekrümmt ausgebildet sind.
9. Wärmetauscher nach Anspruch 7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwei benachbarte Turbulenzerzeugungselemente (6) einer Rasterzeile (9) derart ausgebildet sind, dass ein quer zur Längsrichtung (L) gemessener Abstand (a) zwischen diesen beiden Turbulenzerzeugungselementen (6) entlang der Längsrichtung (L) wenigstens abschnittsweise abnimmt.
10. Wärmetauscher nach einem der Ansprüche 7 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die in Zeilenrichtung (Z) benachbarten Turbulenzerzeugungselemente (6) Elementpaare (12) ausbilden, wobei die beiden Turbulenzerzeugungselemente (6) eines jeweiligen Elementpaars (12) bezüglich einer Symmetrieachse (A), die in der Draufsicht auf die erste oder zweite Platte entlang der Längsrichtung (L) verläuft, achsensymmetrisch zueinander angeordnet sind.
11. Wärmetauscher nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Wärmetauscher derart ausgebildet ist, dass das erste Fluid (F_1) durch den ersten Fluidpfad (4a) im

Wesentlichen entlang einer ersten Hauptströmungsrichtung (R_1) strömt, welche sich im Wesentlichen orthogonal zu einer zweiten Hauptströmungsrichtung (R_2) erstreckt, durch die das zweite Fluid (F_2) im zweiten Fluidpfad (4b) strömt.

(3a, 3b) eine Kanalstruktur ausgebildet ist.

5

12. Wärmetauscher nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass

10

- jeder erste Fluidpfad (4a) einen gemeinsamen ersten Fluideinlass (13) zum Einleiten des ersten Fluids (F_1) die ersten Fluidpfade (4a) und einen gemeinsamen ersten Fluidauslass (14) zu Ausleiten des ersten Fluids (F_1) aus den ersten Fluidpfaden (4a) aufweist, wobei sich der gemeinsame erste Fluideinlass (13) und der gemeinsame erste Fluidauslass (14) in der Draufsicht auf die erste Platte (3a) gegenüberliegen,

- jeder zweite Fluidpfad (4b) einen gemeinsamen zweiten Fluideinlass (15) zum Einleiten des zweiten Fluids (F_2) in die zweiten Fluidpfade (4b) und einen gemeinsamen zweiten Fluidauslass (16) zum Ausleiten des zweiten Fluids (F_2) aus den zweiten Fluidpfaden (4b) aufweist, wobei sich der gemeinsame zweite Fluideinlass (15) und der gemeinsame zweite Fluidauslass (16) in der Draufsicht auf die erste Platte (3a) gegenüberliegen.

15

20

25

30

13. Wärmetauscher nach Anspruch 12,

dadurch gekennzeichnet, dass

- der gemeinsame erste Fluideinlass (13) und der gemeinsame zweite Fluideinlass (15) in der Draufsicht auf die erste Platte (3a) im Wesentlichen orthogonal zueinander angeordnet sind, und/oder dass

- der erste Fluidauslass (14) und der zweite Fluidauslass (16) in der Draufsicht auf die erste Platte (3a) im Wesentlichen orthogonal zueinander angeordnet sind.

35

40

14. Wärmetauscher nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

45

dadurch gekennzeichnet, dass

die erste und zweite Platte (3a, 3b) wenigstens eines Plattenpaars (2) Teil eines den ersten und/oder zweiten Fluidpfad (4a, 4b) begrenzenden Flachrohrs sind.

50

15. Wärmetauscher nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass

die erste und zweite Platte (3a, 3b) eines Plattenpaars (2) komplementär zueinander ausgebildet sind, wobei an den der jeweils anderen Platte (3a, 3b) zugewandten Innenseite (11) der beiden Platten

55

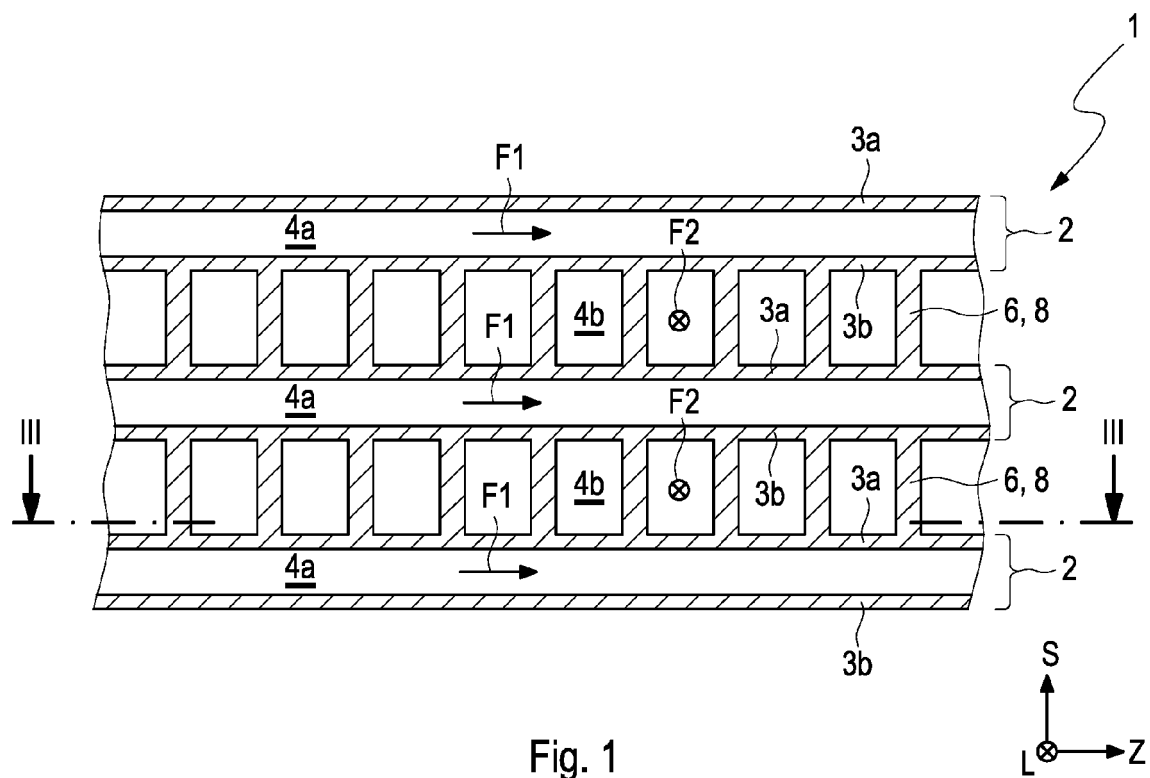


Fig. 1

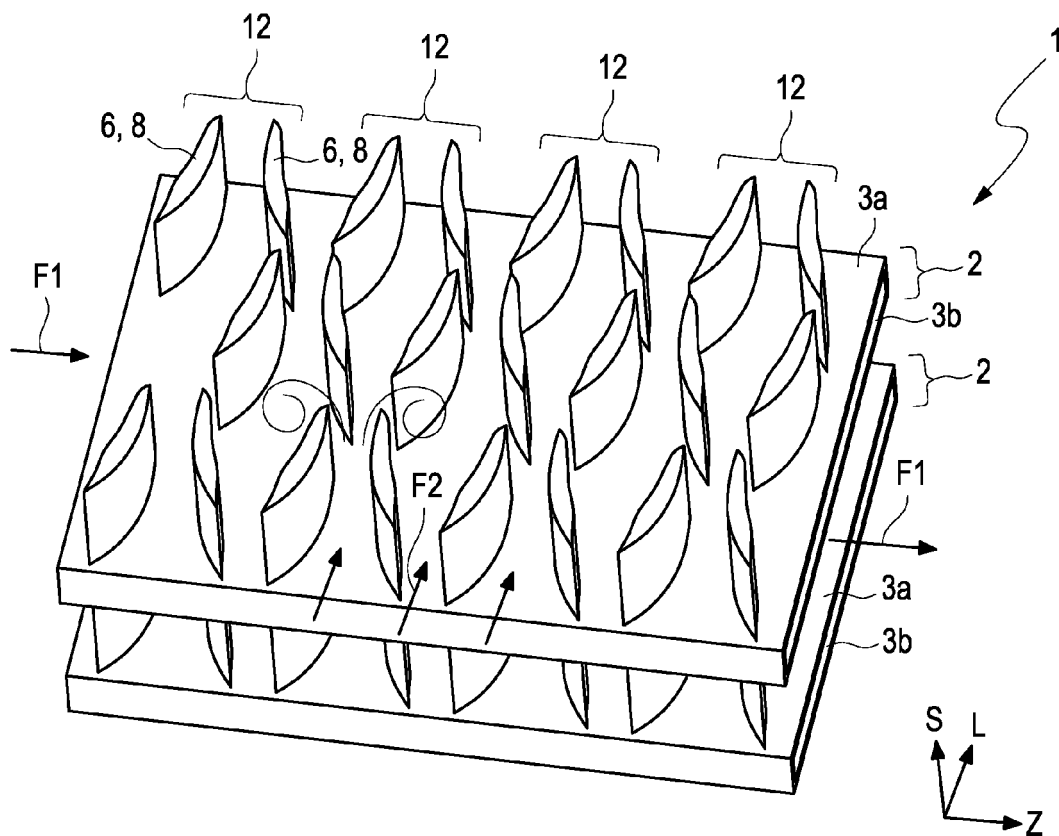


Fig. 2

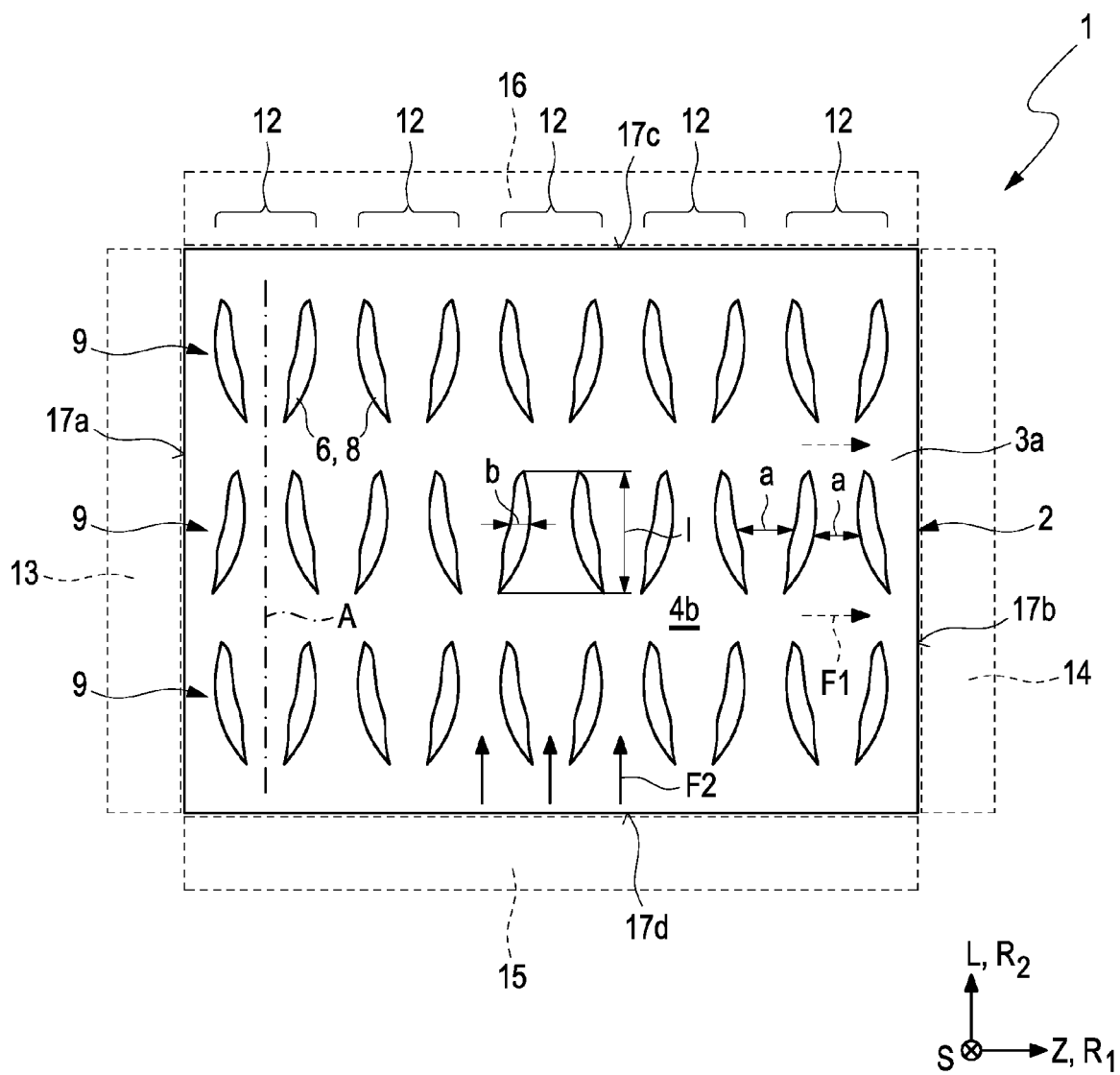
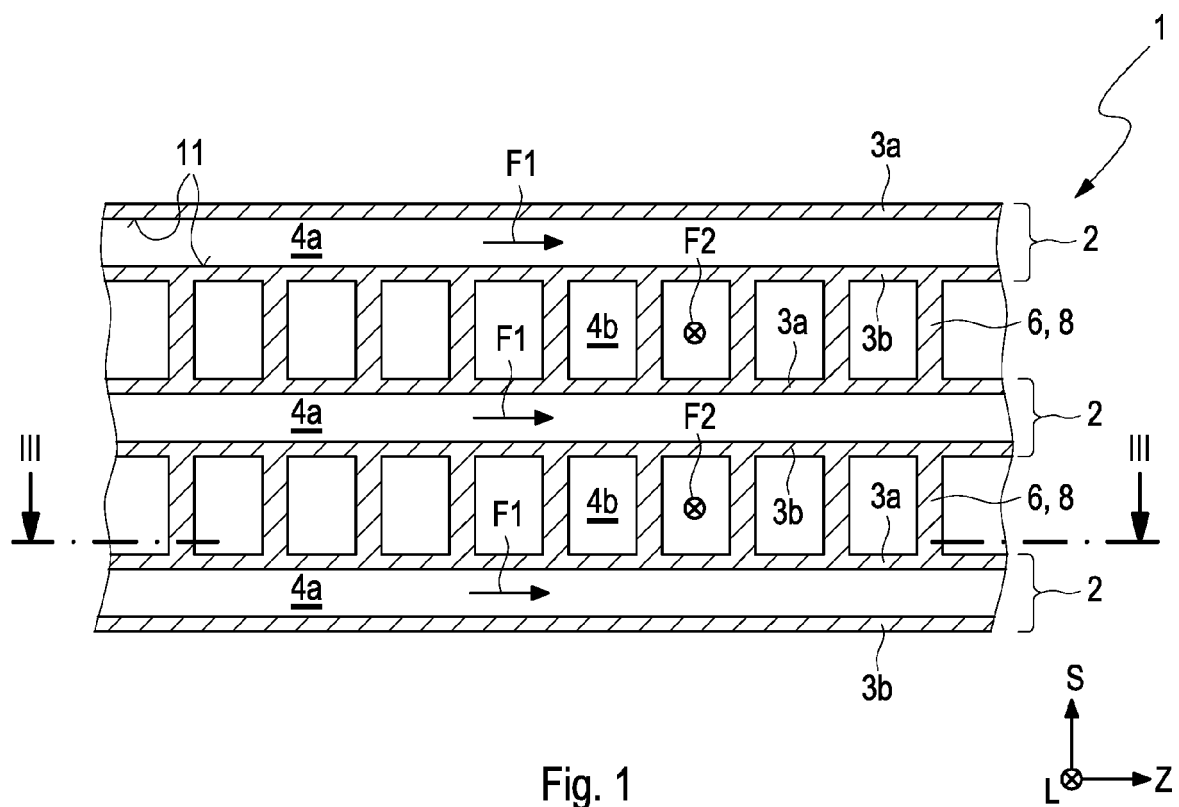


Fig. 3





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 16 15 3327

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	GB 2 424 265 A (BRISE TIMOTHY FRANK [GB]) 20. September 2006 (2006-09-20)	1,2,5-15	INV.
Y	* Abbildungen *	3,4	F28F1/38 F28F3/04 F28D1/053
X	US 2015/027667 A1 (KAUPP CALE PATRICK COLLINS [CA]) 29. Januar 2015 (2015-01-29)	1,2,5,11	F28D9/00 F28D7/16
Y	* Abbildungen *	3,4	
X	JP S55 152397 A (HITACHI LTD) 27. November 1980 (1980-11-27) * Zusammenfassung; Abbildungen *	1,2,5,11	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F28F F28D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 27. Juni 2016	Prüfer Mellado Ramirez, J
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.92 (P04C03)

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

EP 16 15 3327

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.

27-06-2016

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
	GB 2424265	A	20-09-2006	GB 2424265 A	20-09-2006
				GB 2425170 A	18-10-2006
15	US 2015027667	A1	29-01-2015	KEINE	
	JP S55152397	A	27-11-1980	KEINE	
20					
25					
30					
35					
40					
45					
50					
55					

EPO FORM P0461

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