(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) **EP 2 789 962 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
15.10.2014 Patentblatt 2014/42

(51) Int Cl.:
F28F 3/04 *(2006.01)* ***F28F 13/08*** *(2006.01)*
F28D 9/00 *(2006.01)*

(21) Anmeldenummer: **14164065.6**

(22) Anmeldetag: **09.04.2014**

(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

(30) Priorität: **09.04.2013 DE 102013206248**

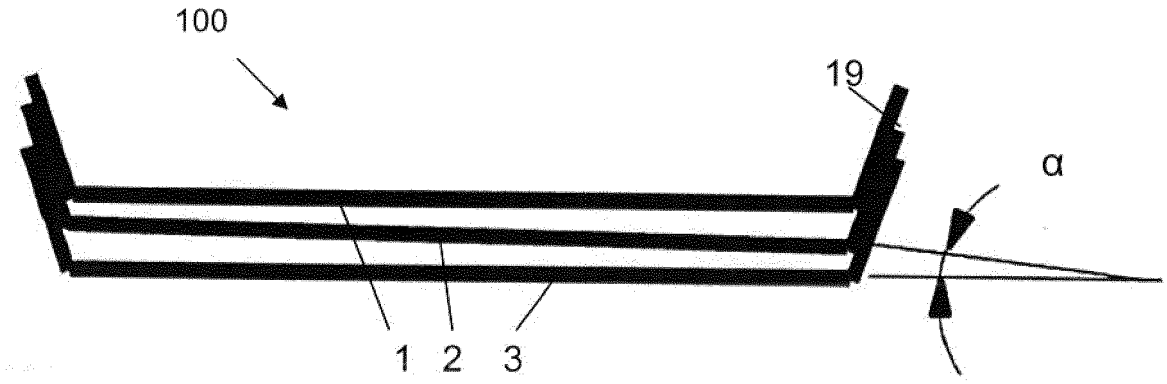
(71) Anmelder: **Behr GmbH & Co. KG**
70469 Stuttgart (DE)

(72) Erfinder:
- **Wesner, Markus**
  70372 Stuttgart (DE)
- **Feuerecker, Dr. rer. nat. Günther**
  70567 Stuttgart (DE)
- **Albiez, Holger**
  77704 Oberkirch (DE)

(74) Vertreter: **Grauel, Andreas**
Grauel IP
Patentanwaltskanzlei
Presselstrasse 10
70191 Stuttgart (DE)

(54) **Stapelscheiben-Wärmetauscher**

(57) Die Erfindung betrifft einen Stapelscheiben-Wärmetauscher, umfassend mehrere aufeinander gestapelte und miteinander verbundene längliche Scheiben (1, 2, 3), die einen Hohlraum zur Durchführung eines zu kühlenden Mediums in Längsrichtung der Scheiben (1, 2, 3) aufweisen und einen weiteren Hohlraum zum Durchführen eines Kühlmittels begrenzen, wobei Zu- und Abflüsse (10, 11; 12, 13) für das zu kühlende Medium und das Kühlmittel vorhanden sind. Bei einem Stapetscheiben-Wärmetauscher, welcher trotz verringerter Bauteilekosten eine hohe Leistungsfähigkeit aufweist, ist mindestens jede zweite Scheibe (1, 2, 3) einen Strömungswiderstand des zu kühlenden Mediums und/oder des Kühlmittels verändernd positioniert und/oder geformt.



Figur 5

EP 2 789 962 A1

Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die Erfindung betrifft einen Stapelscheiben-Wärmetauscher nach dem Oberbegriff von Anspruch 1.

Stand der Technik

[0002] Im Kühlerbau für Kraftfahrzeuge sind Stapelscheiben-Wärmetauscher hinlänglich bekannt, welche Luft, die einem Verbrennungsmotor zugeführt wird, durch ein Ölkühlmittel oder eine Luftkühlung kühlen. Solche Stapelscheiben-Wärmetauscher bestehen gemäß der EP 1 843 116 A2 aus einer Vielzahl von gleich geformten Scheiben mit einem umlaufenden, hochgestellten Rand und napfförmigen Ausprägungen. Die Scheiben sind zu einem Stapel geschichtet und im Bereich der umlaufenden Ränder verlötet. Durch die Verlötung der Scheiben im Bereich der napfförmigen Ausprägungen werden senkrecht zu den Scheibenebenen verlaufende Sammel- und Verteilerkanäle sowohl für das zu kühlende Medium als auch für das Kühlmittel erzeugt.

[0003] Die Ein- und Austritte für das Kühlmittel bzw. das zu kühlende Medium sind dabei für einen versetzten Gegenstrom des Kühlmittels bzw. des zu kühlenden Mediums angeordnet, wie es aus Figur 1 ersichtlich ist. Figur 1 zeigt drei ausgewählte Scheiben 1, 2, 3, welche jeweils einen Eintritt 4 und einen Austritt 5 für das zu kühlende Medium aufweisen. Gleichzeitig ist in jeder Scheibe 1, 2, 3 für das Kühlmittel ein Eintritt 6 und ein Austritt 7 vorgesehen. Durch die Pfeile P1 ist die Verteilung des zu kühlenden Mediums dargestellt, während die Pfeile P2 die Strömungsrichtung des Kühlmittels charakterisieren.

[0004] Besonders bei Kältemittelverdampfern, wie beispielsweise bei einem Chiller, entsteht das Problem, dass sich in jedem Strömungskanal eine ungleichmäßige Fluidverteilung, wie sie in Figur 2 dargestellt ist, ausbildet. Dabei entsteht auf dem direkten Weg beispielsweise zwischen dem Eintritt 4 und dem Austritt 5 des zu kühlenden Mediums eine sehr starke Strömung, während entfernt von dem Eintritt 4 und dem Austritt 5 sich die Strömung des zu kühlenden Mediums abschwächt. Zusätzlich kommt hinzu, dass sich die jeweils stark durchströmten Seiten zwischen benachbarten Strömungskanälen des zu kühlenden Mediums und des Kühlmittels nicht überdecken. Dies hat zur Folge, dass der Wärmeübergang an jeder Scheibe 1, 2, 3 aufgrund einer einseitig schwachen Strömung limitiert wird.

[0005] Diese nachteilige Verteilung tritt insbesondere bei einem zweiphasigen Kältemittel auf.

[0006] Aufgrund der ungleichmäßigen Verteilung der Flüssigkeiten in einem Strömungskanal und durch die Gestaltung des Strömungskanals kommt es zur Ausbildung von verschiedenen Strömungswiderständen, die in ihrer Größe variieren. Wie beispielsweise in Figur 4a dargestellt, welche die Strömungswiderstände bei einer linear durchströmten Scheibe 1 verdeutlicht, sind alle Strömungswiderstände unterschiedlich, d.h. $R_1 \neq R_2 \neq R_3 \neq R_4 \neq R_5$, wobei beispielsweise $R_1 < R_2 > R_3 > R_4 > R_5$ sein kann. Strömungswiderstände bei einer diagonal durchströmten Scheibe 1 sind in Figur 4b dargestellt, wobei die Hauptströmungsrichtung den größten Widerstand R_2 aufweist, während der oberhalb von R_2 liegende Widerstand R_1 genauso wie der unterhalb von R_2 liegende Strömungswiderstand R_3 kleiner sind als der Strömungswiderstand R_2.

[0007] Die in den Figuren 2, 4a und 4b gezeigten Verteilungen der Teilströme bzw. der Strömungswiderstände stellen jeweils eine für eine bessere Darstellbarkeit durchgeführte Vereinfachung der tatsächlich auftretenden Verhältnisse dar. Zur besseren Darstellung wurde die durchströmte Fläche in einzelne Segmente R1 bis R5 aufgeteilt. Die Anzahl der Segmente ist dabei lediglich beispielhaft und dient hauptsächlich dazu die grundsätzlichen Tendenzen der Ausbildung der Strömungswiderstände zu erläutern.

[0008] Die schlechte Fluidverteilung führt bei solchen Stapelscheiben-Wärmetauschern zu einem massiven Leistungsverlust. Um die Leistung zu verbessern, müssen entsprechend mehr Stapelscheiben übereinander positioniert werden.

Darstellung der Erfindung, Aufgabe, Lösung, Vorteile

[0009] Es ist die Aufgabe der Erfindung, einen Stapelscheiben-Wärmetauscher zu schaffen, der trotz reduzierter Anzahl der Einzelteile eine hohe Leistungsdichte gewährleistet.

[0010] Dies wird erreicht nach den Merkmalen von Anspruch 1, wonach mindestens jede zweite Scheibe einen Strömungswiderstand des zu kühlenden Mediums und/oder des Kühlmittels verändernd positioniert und/oder geformt ist. Dies hat den Vorteil, dass die Übertragungsfläche der Scheiben verschiedene lokale Anpassungen der druckverlustbestimmten Querschnittsfläche ermöglicht. Dadurch können die Strömungswiderstände auf der stark durchströmten Seite erhöht und auf der gegenüberliegenden, weniger stark durchströmten Seite reduziert werden, was dazu führt, dass eine homogenere Verteilung des Kühlmittels bzw. des zu kühlenden Mediums über der Scheibe erreicht wird. Aufgrund dieser homogenen Verteilung wird eine bessere Überdeckung der Fluidströme erreicht, was zu einer höheren Leistungsdichte des Stapelscheiben-Wärmetauschers führt. Idealerweise kann dabei die Anzahl der Scheiben reduziert werden, wodurch die Gesamtherstellungskosten deutlich vermindert werden.

[0011] Vorteilhafterweise sind die zwei benachbart übereinander liegenden Scheiben unparallel zueinander ausgerichtet. Durch diese unparallele Ausrichtung erfolgt eine Verteilung des zu kühlenden Mediums bzw. des Kühlmittels über die gesamte Fläche der Scheiben, was zu der gewünschten besseren Fluidverteilung führt. Diese unparallele Ausrichtung stellt eine einfach handhab-

bare Maßnahme ohne zusätzliche Verfahrensschritte dar. Durch die unparallele Ausrichtung der Scheiben zueinander kann ein über die Fläche zwischen den Scheiben veränderlicher Verlauf des sich dem Medium entgegenstellenden Strömungswiderstandes erreicht werden. Dies führt zu einer besseren Verteilung des Mediums zwischen den Scheiben. Die Veränderung des Strömungswiderstandes resultiert dabei hauptsächlich aus einer Veränderung der durchströmten Querschnittsfläche. Bereiche mit einem größeren Abstand zwischen zwei benachbarten Scheiben erzeugen einen geringeren Strömungswiderstand als Bereiche mit geringerem Abstand. Der entstehende Druckverlust für das Medium ist dabei abhängig vom Strömungswiderstand.

[0012] In einer Ausgestaltung sind die Scheiben um eine Achse zueinander geneigt, wobei vorzugsweise ein erster Abstand an einem ersten Ende der benachbart übereinander angeordneten Scheiben größer ist als ein zweiter Abstand an einem zweiten Ende der benachbart übereinander liegenden Scheiben. Durch die Neigung verteilt sich das zu kühlende Medium bzw. das Kühlmittel kontinuierlich über die gesamte Ausdehnung der jeweiligen Scheibe, wodurch eine verbesserte Überdeckung der Fluidströme in den unterschiedlichen, durch die Scheiben gebildeten, als Strömungskanäle dienenden Hohlräumen erreicht wird.

[0013] Vorteilhafterweise werden dadurch die Strömungswiderstände auf der stark durchströmten Seite erhöht und auf der gegenüberliegenden weniger stark durchströmten Seite erniedrigt. Dies führt dazu, dass eine homogenere Verteilung der Stoffströme über die Scheibe erreicht wird. Aufgrund dieser homogenen Verteilung wird eine bessere Überdeckung der Stoffströme in zueinander benachbarten Hohlräumen erreicht, was zu einer höheren Leistungsdichte des Stapelscheiben-Wärmetauschers führt.

[0014] In einer Weiterbildung sind die zwei benachbart übereinander liegenden Scheiben in einem Winkel zwischen 0° bis 5°, dabei bevorzugt zwischen 0,1° und 2°, zueinander geneigt. Durch diese Schiefstellung wird der Strömungswiderstand am vorteilhaftesten verändert und eine kontinuierliche Verteilung des Fluids realisiert.

[0015] In einer Weiterbildung ist eine erste Scheibe waagerecht positioniert, während eine benachbarte zweite Scheibe zur ersten Scheibe geneigt ist. Da bei dieser Ausbildung des Stapelscheiben-Wärmetauschers nur jede zweite Scheibe geneigt positioniert werden muss, vereinfacht sich die Montage.

[0016] In einer Variante sind die beiden benachbart übereinander liegenden Scheiben in Richtung einer Hauptströmung und/oder in Richtung einer Nebenströmung geneigt. Diese Neigung kann einfach in Abhängigkeit davon festgelegt werden, ob die Scheiben linear oder diagonal durchströmt werden. Dadurch wird der Strömungswiderstand des zu kühlenden Mediums bzw. des Kühlmittels in gewünschter Art und Weise verändert. Besonders vorteilhaft ist es, wenn die Neigung der Scheiben zueinander derart gestaltet ist, dass die durch die Neigung resultierende Veränderung des Strömungswiderstandes zu einer homogeneren Verteilung des Stoffstromes über die Fläche der Scheiben führt.

[0017] Alternativ weisen die Scheiben eine Wellung auf, wobei die Ausprägung der Wellung vorzugsweise über die Ausdehnung der Scheibe variiert. Durch die Einbringung dieser Wellung werden die Strömungswiderstände lokal über unterschiedliche Wellenlängen des strömenden Mediums beeinflusst.

[0018] Vorteilhafterweise vergrößert sich die Ausprägung der Wellung in eine vorgegebene Richtung der Scheiben. Dadurch nimmt die Wellenlänge des fließenden Mediums zu, wodurch der Strömungswiderstand verringert wird. Insbesondere kann die Wellung dabei eine sich ändernde Wellenlänge aufweisen. Die Wellenlänge kann sich dabei beispielsweise verkürzen oder verlängern. Durch die Einbringung der Wellung werden die Strömungswiderstände lokal über die unterschiedlichen Wellenlängen der den Hohlraum begrenzenden Kontur der Scheibe beeinflusst. Die Wellenlänge der Kontur der Scheiben wird dabei, im Falle eines vollständig mit einem Medium gefüllten Hohlraumes, auch dem Medium aufgezwängt. Die Bereiche des Hohlraumes, welche durch eine Kontur mit einer großen Wellenlänge begrenzt sind, erzeugen einen geringen Strömungswiderstand, während die Bereiche des Hohlraumes, welche durch eine Kontur mit einer kleinen Wellenlänge begrenzt sind, einen großen Strömungswiderstand erzeugen.

[0019] In einer Variante ist die Ausprägung der Wellung über eine Fläche der Scheibe alternierend ausgebildet. Eine solche Gestaltung empfiehlt sich insbesondere für die Erzeugung einer kontinuierlichen Strömung bei diagonal durchströmten Scheiben, wo die Strömungswiderstände unterschiedlicher Größe über die Fläche der Scheibe verteilt sind.

[0020] In einer weiteren Alternative weist wenigstens eine Scheibe mindestens ein Amplitudenbeeinflussungselement zur Veränderung der Amplitude des durch die als Hohlräume ausgebildeten Strömungskanäle strömenden zu kühlenden Mediums bzw. des Kühlmittels auf. Durch unterschiedliche Amplituden können die Strömungswiderstände im Hohlraum ebenfalls verändert werden, wodurch eine kontinuierliche Fluidverteilung im Hohlraum erreicht und eine bessere Überdeckung der Flüssigkeitsströme realisiert wird.

[0021] In einer Ausgestaltung weist die Wellung eine sich ändernde Amplitude auf, die sich vergrößert oder verringert. Durch die Änderung der Amplitude wird zwischen den Scheiben zumindest eine schiefe Ebene erzeugt. Eine schiefe Ebene korreliert dabei jeweils mit einem Bereich zunehmender oder abnehmender Amplitude. Über diese schiefe Ebene kann eine vorteilhafte Verteilung des Stoffstromes erreicht werden. Vorteilhafterweise wird die schiefe Ebene in Abhängigkeit davon festgelegt, ob die Hohlräume zwischen den Scheiben linear oder diagonal durchströmt werden. Dadurch wird der Strömungswiderstand, der dem Stoffstrom entgegengesetzt wird, derart verändert, dass eine vorteilhaftere Strö-

mung entsteht.

[0022] Auch kann es vorteilhaft sein, wenn sich der Strömungswiderstand in einem Hohlraum quer zu einer Strömungsrichtung eines Stoffstromes in diesem Hohlraum erstreckt.

[0023] Weiterhin ist es zu bevorzugen, wenn die Zuflüsse und/oder Abflüsse eines ersten Stoffstromes, welcher durch einen ersten Hohlraum strömt, auf einer ersten Längsseite einer den ersten Hohlraum begrenzenden Scheibe angeordnet sind und die Zuflüsse und/oder Abflüsse eines zweiten Stoffstromes, welcher in einem zum ersten Hohlraum benachbarten zweiten Hohlraum strömt, auf einer der ersten Längsseite gegenüberliegenden zweiten Längsseite angeordnet sind.

[0024] Auch ist es zweckmäßig, wenn der Zufluss und der Abfluss einer Scheibe sich diagonal gegenüber in den Eckbereichen einer Scheibe angeordnet sind.

[0025] In einer vorteilhaften Ausführung der Erfindung kann es vorgesehen sein, dass die Wellung eine sich ändernde Wellenlänge aufweist, die sich kontinuierlich verkürzt oder verlängert.

[0026] Weiterhin ist es vorteilhaft, wenn die Wellung eine konstante Wellenlänge und/oder eine konstante Amplitude aufweist.

[0027] Ein alternatives Ausführungsbeispiel sieht vor, dass die Querschnittsform der Wellung in Längsrichtung kontinuierlich von einem sinusförmigen Kurvenverlauf in einen rechteckförmigen Kurvenverlauf übergeht oder umgekehrt.

[0028] Auch ist es vorteilhaft, wenn der Strömungswiderstand durch einen Prägevorgang erzeugbar ist.

[0029] Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen sind durch die nachfolgende Figurenbeschreibung und durch die Unteransprüche beschrieben.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0030] Nachstehend wird die Erfindung auf der Grundlage zumindest eines Ausführungsbeispiels anhand der Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 ein erstes Ausführungsbeispiel für einen Stapelscheiben-Wärmetauscher nach dem Stand der Technik,

Fig. 2 eine schematische Darstellung der Strömungsführung bei einem Stapelscheiben-Wärmetauscher nach Fig. 1,

Fig. 3 ein erstes Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Wärmetauschers,

Fig. 4a und 4b Darstellung der Strömungswiderstände bei linear bzw. diagonal durchströmten Scheiben,

Fig. 5 Prinzipdarstellung des ersten Ausführungsbeispiels des erfindungsgemäßen Wärmetauschers, wobei die einzelnen Scheiben in einem Winkel α zueinander geneigt sind,

Fig. 6 perspektivische Darstellung eines Schnittes des ersten Ausführungsbeispiels des erfindungsgemäßen Wärmetauschers, wobei die Scheiben eine Wellung aufweisen,

Fig. 7 ein Ausführungsbeispiel für eine Scheibenwellung, und

Fig. 8 ein erstes Ausführungsbeispiel für eine Geometrie der Stapelscheiben mit verbesserter Fluidführung.

Bevorzugte Ausführung der Erfindung

[0031] Die Figur 3 zeigt ein erstes Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Stapelscheiben-Wärmetauschers 100, beispielsweise einen Chiller. Dabei sind drei Scheiben 1 bis 3 perspektivisch dargestellt, die auf einem Boden 15 zu einem Stapelscheibenblock 20 übereinander gestapelt sind. Die Scheibe 1 weist ebenso wie die Scheiben 2 bzw. 3 eine rechteckige Grundplatte 16 mit zwei halbkreisförmigen Enden 17, 18 auf. Nach außen hin ist die Scheibe 1 durch einen umlaufenden, hochgebogenen Rand 19 abgeschlossen. In den halbkreisförmigen Enden 17, 18 der Scheibe 1 ist jeweils eine erste Durchgangsöffnung 10, 11 ausgespart. Die ersten Durchgangsöffnungen 10, 11 stellen jeweils einen Anschluss für den ersten Stoffstrom, beispielsweise ein zu kühlendes Medium in Form von Ladeluft eines nicht weiter dargestellten Verbrennungsmotors eines Kraftfahrzeuges dar, durch die der erste Stoffstrom in einen Hohlraum ein- bzw. austritt, der von den Scheiben 1 und 2 begrenzt wird und zwischen den Enden 17, 18 verläuft. Unterhalb der ersten Durchgangsöffnungen 10, 11 ist je eine zweite Durchgangsöffnung angeordnet, welche die Anschlüsse 12, 13 für den zweiten Stoffstrom, beispielsweise ein kühlendes Mittel, wie Wasser oder ein Wassergemisch bilden. Der erste und der zweite Stoffstrom strömen dabei durch jeweils einen, von zwei übereinander liegenden Scheiben 1, 2, 3 gebildeten, als Strömungskanal dienenden Hohlraum im Gegenstrom, wie es im Zusammenhang mit Figur 1 erläutert wurde. Der den ersten Stoffstrom führende Hohlraum und der den zweiten Stoffstrom führende Hohlraum sind dabei alternierend angeordnet.

[0032] Auf der Scheibe 1, 2, 3 mit dem zumindest einen Strömungswiderstand R durchströmt der jeweilige Stoffstrom auf der Wärmeübertragungsfläche zwischen den Durchgangsöffnungen 10. 11, welche als Zufluss und Abfluss dieser Scheibe 1, 2, 3 ausgebildet sind, ein Strömungsfeld. Der Strömungswiderstand R kann dabei

an jeder Stelle des Strömungsfeldes einen anderen Wert annehmen.

[0033] In den Figuren 4a und 4b sind beispielhaft Aufteilungen eines Strömungsfeldes in unterschiedliche Flächensegmente dargestellt. In Figur 4a sind durch die unterschiedlichen Strömungswiderstände R gekennzeichnete Flächensegmente bei einer linear durchströmten Scheibe 1 verdeutlicht. Alle Strömungswiderstände sind unterschiedlich, d.h. $R_1 \neq R_2 \neq R_3 \neq R_4 \neq R_5$, wobei beispielsweise $R_1 < R_2 > R_3 > R_4 > R_5$ sein kann. Strömungswiderstände R bei einer diagonal durchströmten Scheibe 1 sind in Figur 4b dargestellt, wobei die Hauptströmungsrichtung den größten Widerstand R_2 aufweist, während der oberhalb von R_2 liegende Widerstand R_1 genauso wie der unterhalb von R_2 liegende Strömungswiderstand R_3 kleiner sind als der Strömungswiderstand R_2. Auf Grund der vorgeschlagenen Lösung wird der Stoffstrom nicht auf dem kürzesten Wege (Pfeil P3), sondern auf dem gepunkteten Wege (Pfeil P4) zwischen den beiden Durchgangöffnungen 10, 11 geführt, wodurch eine besserer Wärmeaustausch zwischen den beiden Stoffströmen hervorgerufen wird.

[0034] Die gezeigte Aufteilung des Strömungsfeldes in Flächensegmente ist eine starke Vereinfachung der tatsächlichen Verhältnisse entlang der überströmten Fläche einer Scheibe 1. In einer tatsächlichen Anwendung ist vielmehr von einer fließenden Veränderung des Strömungswiderstandes entlang der Fläche der Scheibe 1 auszugehen. Eine Aufteilung in einzelne Flächensegmente dient der besseren Beschreibbarkeit und Darstellbarkeit.

[0035] Wie aus Figur 5 ersichtlich, in welcher eine Prinzipdarstellung des Stapelscheiben-Wärmetauschers 100 dargestellt ist, sind die Flächen der drei benachbart übereinander gelagerten Scheiben 1, 2, 3 zueinander geneigt gelagert. Die Scheiben 1 und 3 sind dabei waagerecht positioniert, während die dazwischen angeordnete Scheibe 2 eine Schrägstellung aufweist. Dabei weisen die Scheiben 1 und 2 bzw. 2 und 3 zueinander einen Neigungswinkel α auf, der in einem Bereich von $0° < \alpha < 5°$, dabei vorzugsweise in einem Bereich von $0{,}1° < \alpha < 2°$, liegt. Der Neigungswinkel α zwischen den Scheiben 1 und 2 ist dabei in die entgegengesetzte Richtung verlaufend ausgebildet als bei den Scheiben 2 und 3. Die Neigung ist um eine Mittelachse vorgesehen und kann sowohl in Richtung der Hauptströmung oder in Richtung von Nebenströmungen oder anderen Ausrichtungen von benachbarten Scheiben 1, 2, 3 eingestellt werden. Über eine gegenläufige Neigung der Scheiben 1 und 2 zueinander bzw. der Scheiben 2 und 3 zueinander kann erreicht werden, dass die Stoffströme, welche durch die jeweiligen Hohlräume zwischen den Scheiben strömen, besonders vorteilhaft zueinander geführt werden.

[0036] Wenn die Scheiben 1, 2, 3 analog der Figur 4a gestaltet sind und die Zu- bzw. Abflüsse in den Hohlraum, welcher zwischen den Scheiben 2 und 3 ausgebildet ist, an der rechten Seite des Stapelscheiben-Wärmetauschers 100 angeordnet sind und gleichzeitig die Zu- bzw. Abflüsse in den Hohlraum, welcher zwischen den Scheiben 1 und 2 gebildet ist, auf der linken Seite des Stapelscheiben-Wärmetauschers 100 angeordnet sind, kann eine Gleichverteilung des jeweiligen Stoffstromes in dem jeweiligen Hohlraum erreicht werden. Diese Gleichverteilung führt insbesondere zu einem vorteilhaften Wärmeübergang zwischen den beiden Stoffströmen.

[0037] Figur 6 zeigt eine perspektivische Darstellung der Ausführungsform des Stapelscheiben-Wärmetauschers 100, aus welcher ersichtlich ist, dass die Scheiben 2, 3 gewellt ausgebildet sind. Trotz dieser welligen Ausbildung der Scheiben 2, 3 sind diese Scheiben 2, 3, wie im Zusammenhang mit Figur 5 erläutert, zueinander geneigt, so dass die Scheiben 2, 3 auf der linken Seite einen Abstand a aufweisen, während auf der entgegengesetzten rechten Seite der Scheiben 2, 3 ein Abstand b realisiert ist, wobei der Abstand a größer als der Abstand b ist. Durch eine solche Gestaltung wird die Verteilung des ersten bzw. des zweiten Stoffstromes in dem jeweiligen Hohlraum, welcher von zwei benachbarten gegenüber liegenden Scheiben 2, 3 gebildet wird, verbessert, was zu einer besseren Überdeckung der Stoffströme und somit zu einem besseren Wärmeaustausch zwischen diesen führt. Durch diese Gestaltung wird auf der Seite der Ein- bzw. Ausströmung die Amplitude der Wellung 14 verkleinert, was durch den Abstand b hervorgerufen wird, der einen größeren Strömungswiderstand hervorruft. Auf der entgegengesetzten Seite ist der Abstand a größer als der Abstand b, wodurch die Amplitude vergrößert wird, was einen kleineren Strömungswiderstand nach sich zieht. Aufgrund der verbesserten Überdeckung der Stoffströme ist eine höhere Leistungsdichte des Stapelscheiben-Wärmetauschers 100 gegeben.

[0038] In einer alternativen Ausführungsform werden die Strömungswiderstände R im Hohlraum über unterschiedliche Amplituden des durch den Hohlraum strömenden ersten bzw. zweiten Stoffstromes beeinflusst. Hierzu sind nicht weiter dargestellte Amplitudenbeeinflussungselemente an der Scheibe 1, 2, 3 angeordnet. Durch kleine Amplituden werden die Strömungswiderstände lokal erhöht, während die Strömungswiderstände durch größere Amplituden lokal reduziert werden.

[0039] Durch Änderung der Wellenlänge λ (welche teilweise auch als Raffung bezeichnet wird), die durch die Wellung 14 der Scheiben 1, 2, 3 vorgegeben wird, kann der Strömungswiderstand R ebenfalls beeinflusst werde. Eine große Wellenlänge entspricht dabei einem geringen Strömungswiderstand R, während aus einer kleinen Wellenlänge λ ein größerer Widerstand R resultiert (Figur 7).

[0040] In Figur 8 ist ein Schnitt durch eine gewellte Scheibe 2 dargestellt. Die Ausprägung der Wellung 14 in Richtung des Pfeiles P3 nimmt auf dieser Scheibe 2 zu. Das heißt, dass die Radien der ausgeführten Wellung 14 kontinuierlich größer werden, woraus sich unterschiedliche Wellenlängen $\lambda_1 \neq \lambda_2 \neq \lambda_3 \neq \lambda_4 \neq \lambda_5$ für die Stoffströme ergeben. Durch solche unterschiedliche Wellenlängen $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \lambda_4, \lambda_5$ wird der Strömungswiderstand der Stoffströme im Hohlraum beeinflusst. Durch

eine abwechselnde Änderung der Ausprägung der Wellung 14 schwankt der jeweilige Stoffstrom zwischen einer kurzer und einer längerer Wellenlänge λ, was zu einer kontinuierlichen Verteilung über der Scheibe 2 führt.

[0041] Es besteht aber auch die Möglichkeit die Wellenlänge λ in der Art und Weise variabel zu gestalten, dass die Wellung 14 zwischen den als Zufluss und Abfluss ausgebildeten Durchgangsöffnungen 10, 11 kleiner gewählt ist. Die Wellenlänge λ der Wellung vergrößert sich dann fächerartig ausgehend von den Durchgangsöffnungen 10, 11 in Richtung Randbereich des Scheibe 2, wodurch ebenfalls eine bessere Verteilung der Stoffströme und somit ein verbesserter Wärmeaustausch erzielt wird. Mehrere vorgegebene Wellungen 14 breiten sich dabei von dem ersten Randbereich, der zwischen den Durchgangsöffnungen 10, 11 der Scheibe 2 angeordnet ist, zu einem zweiten Randbereich, der auf der dem ersten Randbereich gegenüberliegenden Seite angeordnet ist, aus. Dies ist insbesondere immer dann möglich, wenn die Durchgangsöffnungen 10, 11 des ersten Stoffstromes auf einer ersten Längsseite der Scheibe 2 und die Durchgangsöffnungen 12, 13 des zweiten Stoffstromes auf der, der ersten Längsseite gegenüberliegenden Längsseite angeordnet sind.

[0042] Aufgrund der lokalen Beeinflussung der Strömungswiderstände R verbessert sich der Wärmeübergang in einem solchen Stapeischeiben-Wärmetauscher 100, was bei gleicher Leistung zu einem Verzicht von Scheiben 1, 2, 3 führt. Daraus resultiert eine Reduzierung der Teilekosten genauso wie eine Gewichtsreduzierung. Gleichzeitig wird das Bauraumvolumen des Stapelscheiben-Wärmetauschers 100 verringert. Durch die verbesserte Homogenität der Fluidströmung ist eine besserte Leistungsskalierung durch Auswahl der entsprechenden Anzahl an Scheiben 1, 2, 3 möglich.

[0043] Die Amplituden, die Wellenlänge, die Abstände der Scheiben zueinander oder die Neigung der Scheiben zueinander können in alternativen Ausführungen auch von den hier gezeigten abweichen. Insbesondere kann es vorgesehen sein, dass mehrere Bereiche vorgesehen sind, in denen die oben genannten Parameter jeweils zunehmen oder abnehmen. Es sind daher beispielsweise auch Ausführungen vorsehbar, die zuerst eine zunehmende Wellenlänge aufweisen und darauffolgend eine abnehmende Wellenlänge. Insbesondere sind die beschriebenen Parameter auch beliebig kombinierbar.

[0044] Die hier gezeigten Ausführungsbeispiele haben beispielhaften Charakter und sind untereinander kombinierbar.

Patentansprüche

1. Stapelscheiben-Wärmetauscher, umfassend mehrere aufeinander gestapelte und miteinander verbundene längliche Scheiben (1, 2, 3), die einen Hohlraum zur Durchführung eines zu kühlenden Mediums in Längsrichtung der Scheiben (1, 2, 3) aufweisen und einen weiteren Hohlraum zum Durchführen eines Kühlmittels begrenzen, wobei Zu- und Abflüsse (10, 11; 12, 13) für das zu kühlende Medium und das Kühlmittel vorhanden sind, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens jede zweite Scheibe (1, 2, 3) einen Strömungswiderstand des zu kühlenden Mediums und/oder des Kühlmittels verändernd positioniert und/oder geformt ist.

2. Stapelscheiben-Wärmetauscher nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwei benachbart übereinanderliegende Scheiben (1, 2, 3) unparallel zueinander ausgerichtet sind.

3. Stapelscheiben-Wärmetauscher nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Scheiben (1, 2, 3) um eine Achse zueinander geneigt sind, wobei vorzugsweise ein erster Abstand an einem ersten Ende der übereinander liegenden Scheiben (1, 2, 3) größer ist als ein zweiter Abstand an einem zweiten Ende der übereinander liegenden Scheiben (1, 2, 3).

4. Stapelscheiben-Wärmetauscher nach Anspruch 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zwei benachbart übereinanderliegenden Scheiben (1, 2, 3) in einem Winkel (α) zwischen 0° bis 5°, dabei vorzugsweise zwischen 0,1° und 2°, zueinander geneigt sind.

5. Stapelscheiben-Wärmetauscher nach Anspruch 2, 3 oder 4 **dadurch gekennzeichnet, dass** eine erste Scheibe (1, 3) waagerecht positioniert ist, während die benachbarte zweite Scheibe (2) zur ersten Scheibe (1, 3) geneigt ist.

6. Stapelscheiben-Wärmetauscher nach Anspruch 3, 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die beiden benachbart übereinanderliegenden Scheiben (1, 2, 3) in Richtung einer Hauptströmung und/oder in Richtung einer Nebenströmung geneigt sind.

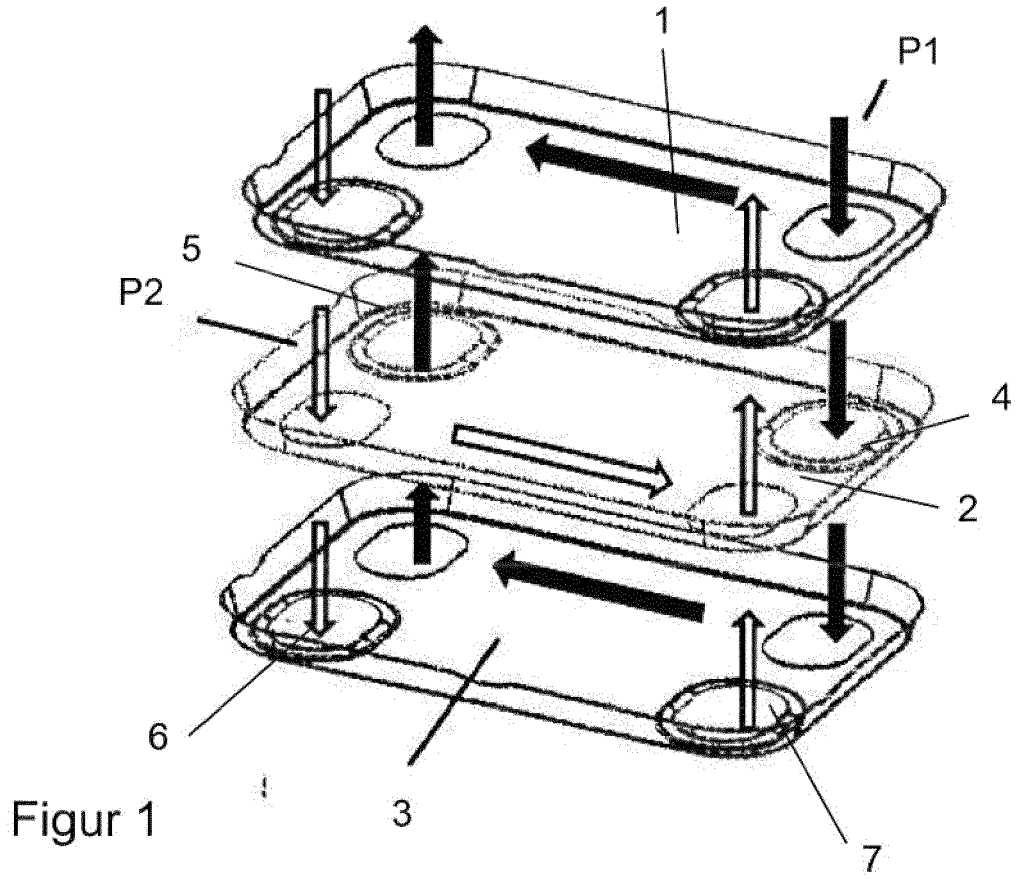
7. Stapelscheiben-Wärmetauscher nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Scheiben (1, 2, 3) eine Wellung (14) aufweisen, wobei die Ausprägung der Wellung (14) vorzugsweise variiert.

8. Stapelscheiben-Wärmetauscher nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich die Ausprägung der Wellung in eine vorgegebene Richtung der Scheiben vergrößert.

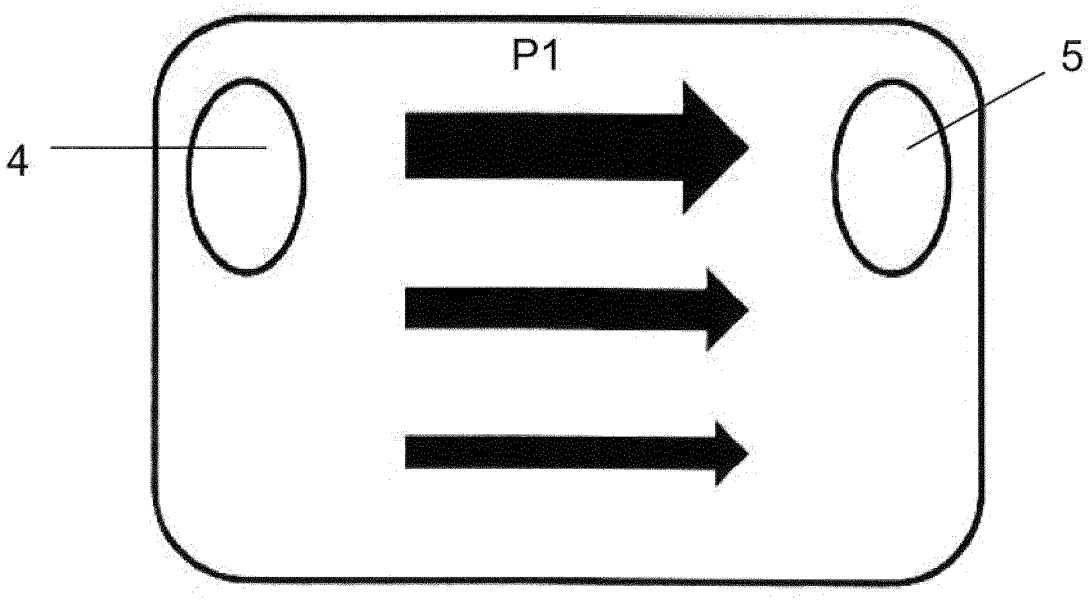
9. Stapelscheiben-Wärmetauscher nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ausprägung der Wellung (14) über eine Fläche der Scheibe (1, 2, 3) alternierend ausgebildet ist.

10. Stapelscheiben-Wärmetauscher nach mindestens

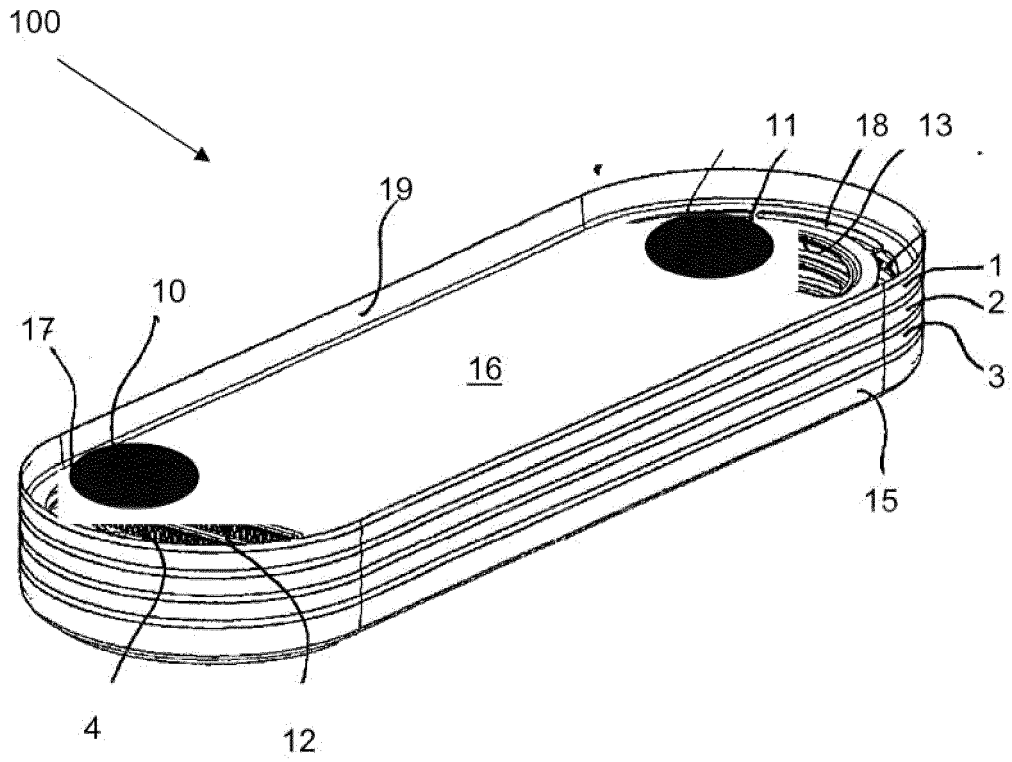
einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens eine Scheibe (1, 2, 3) mindestens ein Amplitudenbeeinflussungselement zur Veränderung der Amplitude des durch die Hohlräume fließenden zu kühlenden Mediums bzw. des Kühlmittels aufweist.



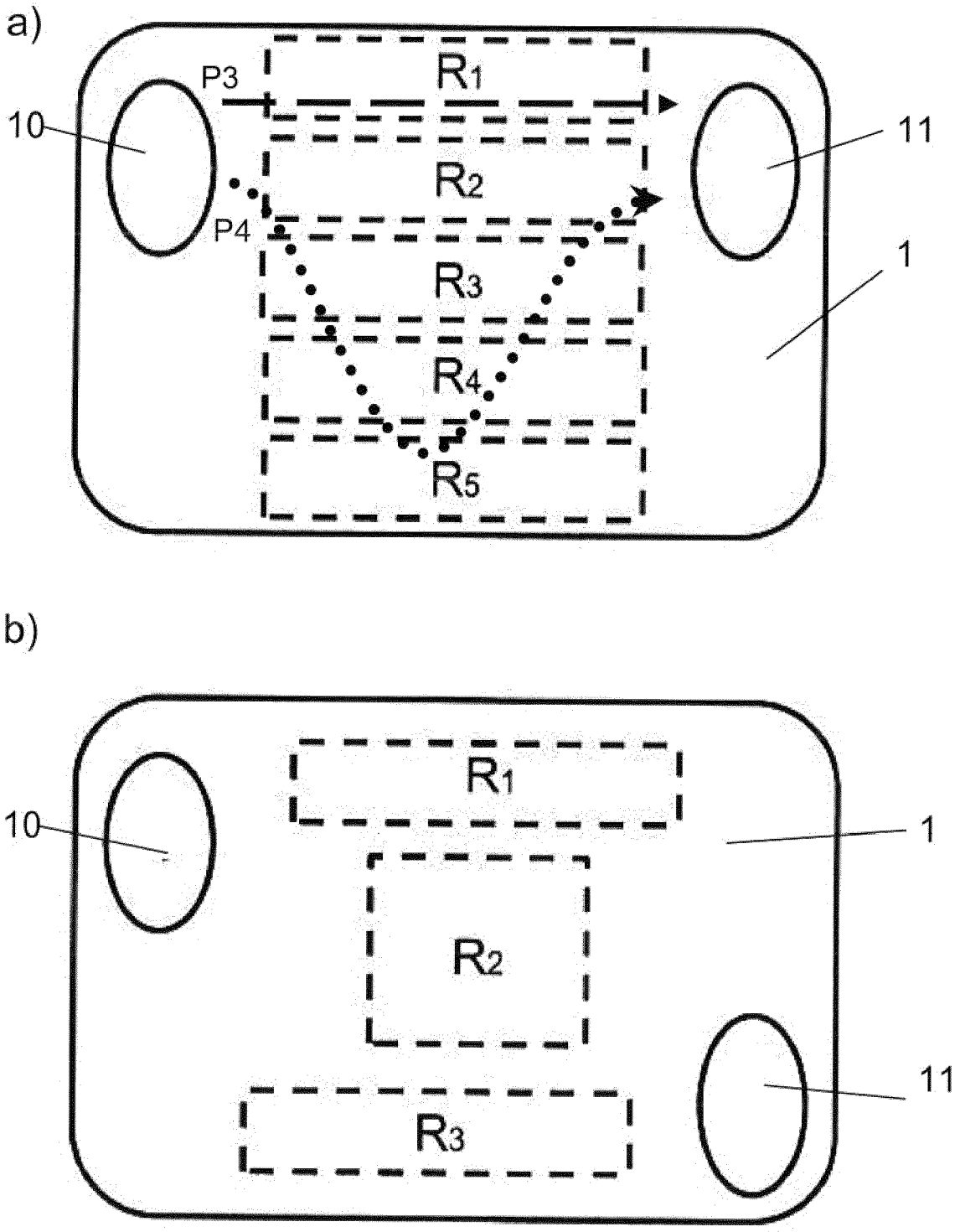
Figur 1



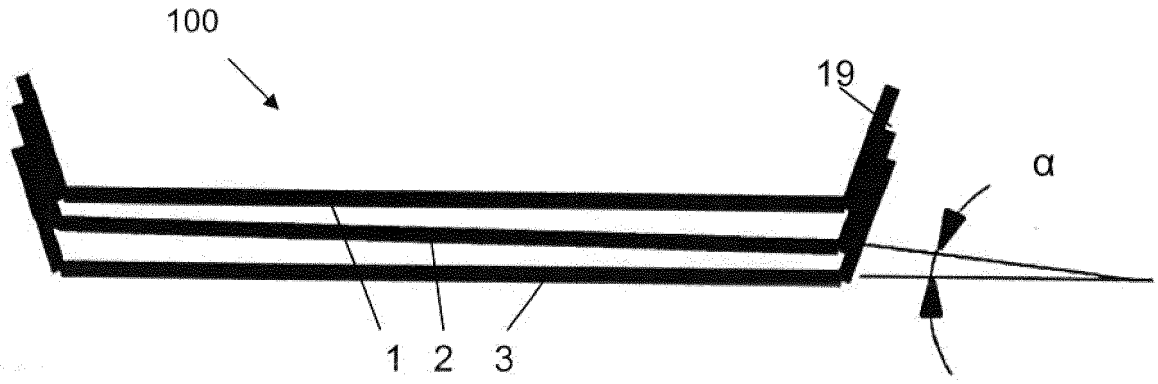
Figur 2



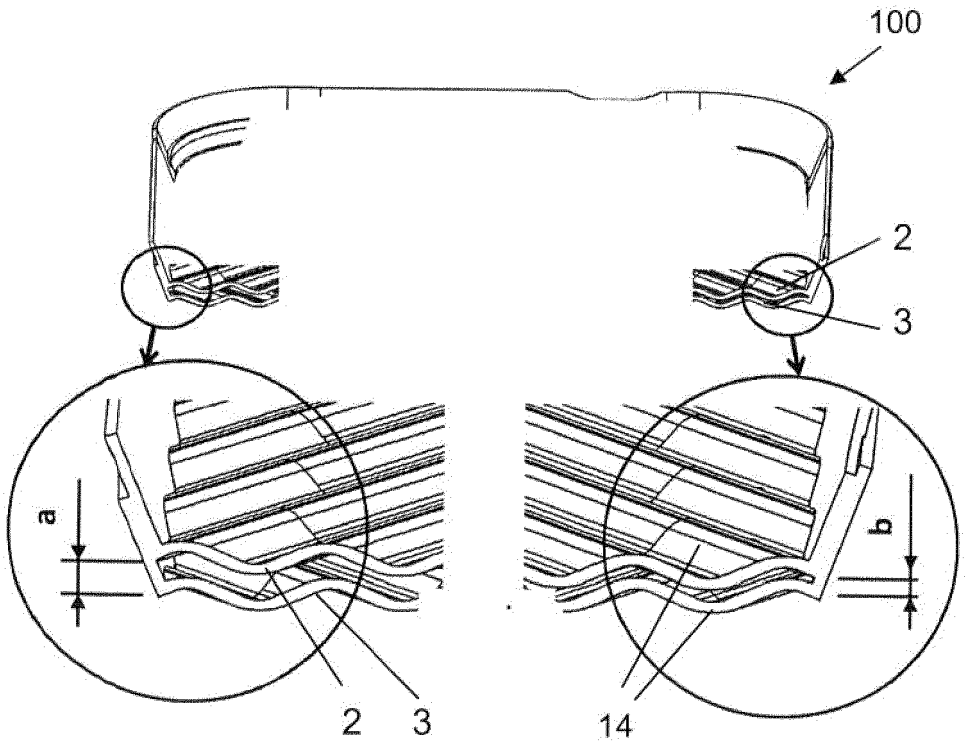
Figur 3



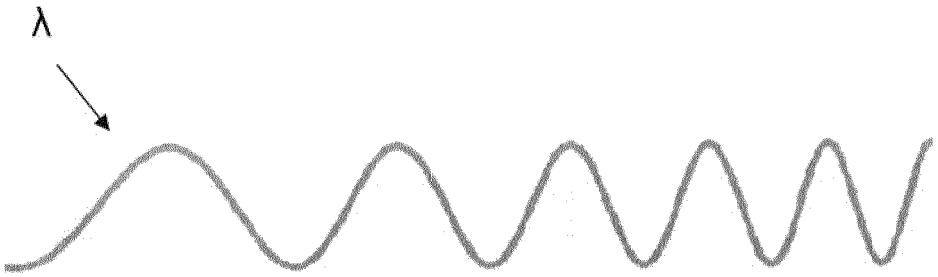
Figur 4



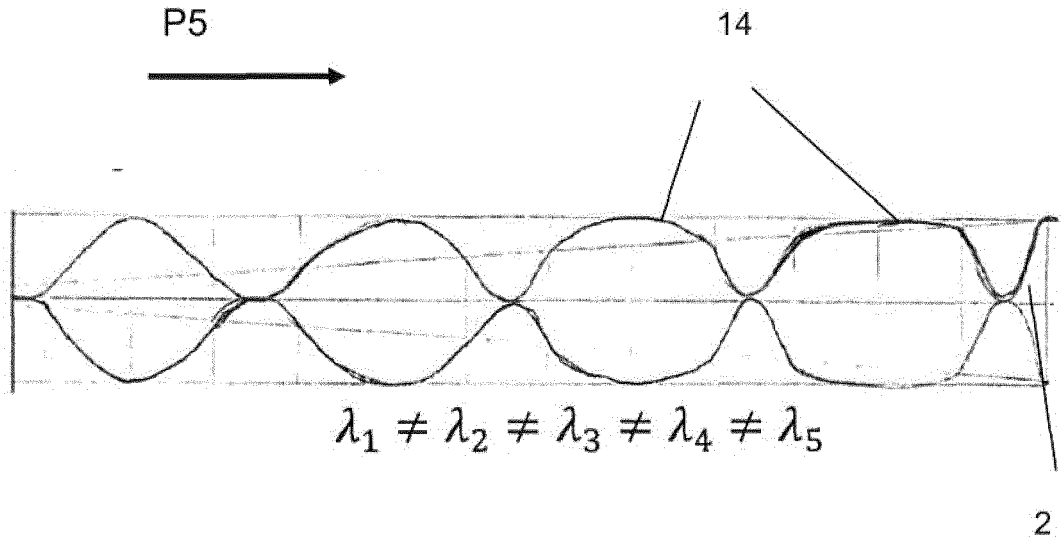
Figur 5



Figur 6



Figur 7



Figur 8

Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 14 16 4065

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE

Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	US 3 403 724 A (JANUSZ GUTKOWSKI) 1. Oktober 1968 (1968-10-01) * Abbildungen 2,4 *	1-10	INV. F28F3/04 F28F13/08 F28D9/00
X	EP 1 022 533 A1 (HONDA MOTOR CO LTD [JP]) 26. Juli 2000 (2000-07-26) * Abbildungen *	1-4,6-10	
X	US 2003/215679 A1 (REINKE MICHAEL J [US] ET AL) 20. November 2003 (2003-11-20) * Abbildungen *	1	
X	EP 2 299 228 A2 (MUNTERS CORP 24416 US [US]) 23. März 2011 (2011-03-23) * Abbildungen *	1	

RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)

F28F
F28D

Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt

Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer
München	27. Juni 2014	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 : nichtschriftliche Offenbarung
P : Zwischenliteratur

T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze
E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
D : in der Anmeldung angeführtes Dokument
L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument

& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR. EP 14 16 4065

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.

27-06-2014

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 3403724 A	01-10-1968	GB 1126066 A	05-09-1968
		US 3403724 A	01-10-1968
EP 1022533 A1	26-07-2000	BR 9807516 A	21-03-2000
		CA 2279862 A1	30-07-1998
		CN 1244913 A	16-02-2000
		DE 69812671 D1	30-04-2003
		DE 69812671 T2	06-11-2003
		EP 1022533 A1	26-07-2000
		US 2002003036 A1	10-01-2002
		WO 9833030 A1	30-07-1998
US 2003215679 A1	20-11-2003	AU 2003237843 A1	02-12-2003
		BR 0309698 A	28-06-2005
		CN 1652851 A	10-08-2005
		EP 1504479 A2	09-02-2005
		JP 2005531105 A	13-10-2005
		MX PA04011192 A	14-02-2005
		US 2003215679 A1	20-11-2003
		WO 03098725 A2	27-11-2003
EP 2299228 A2	23-03-2011	CA 2712916 A1	26-02-2011
		CN 102003898 A	06-04-2011
		EP 2299228 A2	23-03-2011
		US 2011048687 A1	03-03-2011
		US 2012131796 A1	31-05-2012

EPO FORM P0461

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

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

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

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- EP 1843116 A2 **[0002]**