



(10) **DE 20 2012 002 974 U1** 2012.09.13

(12)

## Gebrauchsmusterschrift

(21) Aktenzeichen: **20 2012 002 974.6**  
(22) Anmeldetag: **22.03.2012**  
(47) Eintragungstag: **23.07.2012**  
(43) Bekanntmachungstag im Patentblatt: **13.09.2012**

(51) Int Cl.: **F28D 1/03 (2012.01)**  
**F28D 21/00 (2012.01)**  
**H05K 7/20 (2012.01)**  
**G06F 1/20 (2012.01)**  
**H01L 23/34 (2012.01)**

(30) Unionspriorität:  
**61/512,379**      **27.07.2011**    **US**  
**13/401,618**      **21.02.2012**    **US**

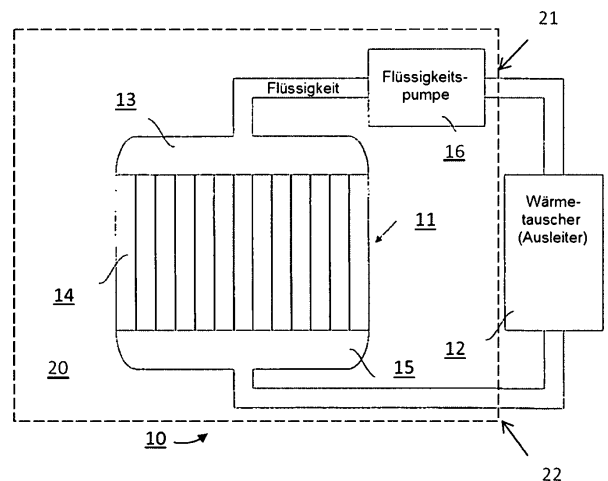
(74) Name und Wohnsitz des Vertreters:  
**Lang, Johannes, Dipl.-Ing., 81679, München, DE**

(73) Name und Wohnsitz des Inhabers:  
**Coolit Systems Inc., Calgary, Alberta, CA**

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

(54) Bezeichnung: **Fluid-Wärmetauschsysteme**

(57) Hauptanspruch: Wärmetauschersystem, das Folgendes umfasst:  
einen Kühlkörper, der eine Mehrzahl an nebeneinander angeordneten Lamellen aufweist, die eine entsprechende Mehrzahl an Mikrokanälen zwischen angrenzenden Lamellen definieren, wobei eine versenkte Nut quer im Verhältnis zu den Lamellen verläuft;  
einen Verteilerkörper, der wenigstens teilweise eine Öffnung, die allgemein über der Nut liegt, definiert.



**Beschreibung****KURZDARSTELLUNG****VERWANDTE ANMELDUNGEN**

**[0001]** Diese Anmeldung beansprucht den Nutzen von und Priorität gegenüber der anhängigen US-Patentanmeldung Nr. 13/401,618, angemeldet am 21. Februar 2012; der anhängigen vorläufigen US-Patentanmeldung Nr. 61/512,379, angemeldet am 27. Juli 2011; der anhängigen US-Patentanmeldung Nr. 12/189,476, angemeldet am 11. August 2008, und der vorläufigen US-Patentanmeldung Nr. 60/954,987, angemeldet am 9. August 2007, wobei die Anmeldungen alle durch Bezugnahme für alle Zwecke in ihrer Gesamtheit eingeschlossen sind.

**ALLGEMEINER STAND DER TECHNIK**

**[0002]** Die hierin offenbarten Neuerungen und die dazugehörigen Inhalte (zusammen bezeichnet als die „Offenbarung“) betreffen allgemein Fluid-Wärmetauschersysteme. Einige Systeme sind zu Beispielszwecken in Bezug auf elektronische Kühlanwendungen beschrieben, wenngleich die offenbarten Neuerungen in einer Vielzahl von anderen Anwendungen verwendet werden können.

**[0003]** Fluid-Wärmetauscher werden verwendet, um elektronische und andere Geräte zu kühlen, indem Wärmeenergie von ihnen angenommen und abgeführt wird.

**[0004]** Fluid-Wärmetauscher dienen dazu, über ein durch sie hindurch fließendes Fluid von einer Wärmequelle an sie abgegebene Wärmeenergie abzuführen.

**[0005]** Obwohl bereits viele Fluid-Wärmetauschersysteme vorgeschlagen wurden, besteht weiterhin ein Bedarf an Wärmetauschersystemen, die konfiguriert sind, um eine verbesserte Wärmeleistung bereitzustellen.

**[0006]** Zudem und insbesondere besteht ein Bedarf an Systemen, die für bestehende und sich entwickelnde kleine Formfaktoren ausgelegt sind. So besteht zum Beispiel weiterhin ein Bedarf an Niedrigprofil-Wärmetauscheranordnungen (z. B. integrierten Kühlkörper- und Pumpenanordnungen), die eine vertikale Komponentenhöhe von ungefähr 27 mm, zum Beispiel zwischen ungefähr 24 mm und ungefähr 27,5 mm oder weniger, aufweisen. Außerdem besteht weiterhin ein Bedarf an integrierten Komponenten und Systemen, die eine geringere Anzahl an Fluidverbindungen aufweisen. Des Weiteren besteht ein Bedarf an Fließwechsellern mit geringem Druckverlust in integrierten Wärmetauscherkomponenten.

**[0007]** Die hierin offenbarten Neuerungen lösen zahlreiche Probleme im Stand der Technik und erfüllen sowohl die vorgenannten als auch andere Anforderungen. Die hierin offenbarten Neuerungen betreffen allgemein Fluid-Wärmetauschersysteme und insbesondere, jedoch nicht ausschließlich, Ansätze zur Integrierung von Komponenten in derartigen Systemen. Zum Beispiel sind einige Neuerungen auf Niedrigprofil-Pumpengehäuse ausgerichtet. Andere Neuerungen zielen auf Kühlkörperausführungen ab, die verbesserte Leistung in den Bereichen Wärmeübertragung und/oder Druckverlust bieten. Wiederum andere Neuerungen sind auf Ansätze ausgerichtet, Systemkomponenten zu eliminieren, während ihre jeweiligen Funktionen beibehalten werden.

**[0008]** Gemäß einem umfassenden Aspekt der hierin offenbarten Neuerungen ist ein Fluid-Wärmetauscher bereitgestellt, der Folgendes umfasst: eine Wärmespreizerplatte, die einen vorgesehenen Kontaktbereich mit einer wärmeerzeugenden Komponente beinhaltet; eine Mehrzahl an Mikrokanälen zum Leiten von Wärmeübertragung-Fluid über die Wärmespreizerplatte, wobei die Mehrzahl an Mikrokanälen jeweils ein erstes Ende und ein gegenüberliegendes zweites Ende aufweist und jeder der Mehrzahl an Mikrokanälen im Wesentlichen parallel mit jedem anderen Mikrokanal verläuft und jeder der Mehrzahl an Mikrokanälen einen fortlaufenden Kanalfießpfad zwischen seinem ersten Ende und seinem gegenüberliegenden Ende aufweist; eine Fluid-Einlassöffnung für die Mehrzahl an Mikrokanälen, die zwischen den ersten und den gegenüberliegenden Enden der Mikrokanäle positioniert ist, eine erste Fluid-Auslassöffnung von der Mehrzahl an Mikrokanälen an jedem der ersten Enden der Mikrokanäle; und eine gegenüberliegende Fluid-Auslassöffnung von der Mehrzahl an Mikrokanälen an jedem der gegenüberliegenden Enden der Mikrokanäle, wobei die Fluid-Einlassöffnung und die erste und die gegenüberliegende Fluid-Auslassöffnung gewährleisten, dass jeder Strom an Wärmeübertragung-Fluid, der in die Mehrzahl an Mikrokanälen fließt, von der Fluid-Einlassöffnung aus entlang der gesamten Länge jedes der Mehrzahl an Mikrokanälen in zwei Richtungen nach außen fließt.

**[0009]** Gemäß einem weiteren umfassenden Aspekt der hierin offenbarten Neuerungen ist ein Verfahren zum Kühlen einer wärmeerzeugenden Komponente offenbart, das Folgendes umfasst: das Bereitstellen eines Fluid-Wärmetauschers, der Folgendes beinhaltet: eine Wärmespreizerplatte; eine Mehrzahl an Mikrokanälen zur Leitung von Wärmeübertragungs-Fluid über die Wärmespreizerplatte, wobei die Mehrzahl an Mikrokanälen jeweils ein erstes Ende und ein gegenüberliegendes zweites Ende aufweist und jeder von der Mehrzahl an Mikrokanälen im Wesentlichen parallel mit jedem anderen Mikrokanal verläuft

und jeder der Mehrzahl an Mikrokanälen einen fortlaufenden Kanalfießpfad zwischen dem ersten Ende und dem gegenüberliegenden Ende aufweist; eine Fluid-Einlassöffnung für die Mehrzahl an Mikrokanälen, die zwischen den ersten und den gegenüberliegenden Enden der Mikrokanäle positioniert ist, eine erste Fluid-Auslassöffnung von der Mehrzahl an Mikrokanälen an jedem der ersten Enden der Mikrokanäle; und eine gegenüberliegende Fluid-Auslassöffnung von der Mehrzahl an Mikrokanälen an jedem der gegenüberliegenden Enden der Mikrokanäle; das Befestigen der Wärmespreizerplatte auf der wärmeerzeugenden Komponente, wodurch ein Kontaktbereich mit der wärmeerzeugenden Komponente erzeugt wird, in dem die wärmeerzeugende Komponente die Wärmespreizerplatte berührt; das Einleiten eines Stroms an Wärmetauscher-Fluid in den Fluid-Wärmetauscher; das Drängen des Stroms an Wärmetauscher-Fluid durch die Fluid-Einlassöffnung in die Mehrzahl an Mikrokanälen, zunächst zu einem zwischen den Enden des Mikrokanals gelegenen Mikrokanalbereich; und das Umleiten des Stroms an Wärmetauscher-Fluid in eine Mehrzahl an Unterströmen, die jeweils vom anderen weg fließen, wobei ein erster von der Mehrzahl an Unterströmen vom Fluid-Einlass in Richtung des ersten Fluid-Auslasses fließt und ein zweiter von der Mehrzahl an Unterströmen vom Fluid-Einlass in Richtung des gegenüberliegenden Fluid-Auslasses fließt.

**[0010]** Gemäß einem anderen umfassenden Aspekt der offenbarten Neuerungen sind Wärmetauschersysteme offenbart.

**[0011]** Einige der beschriebenen Wärmetauschersysteme weisen einen Kühlkörper mit einer Mehrzahl an nebeneinander angeordneten Lamellen, die eine entsprechende Mehrzahl an Mikrokanälen zwischen angrenzenden Lamellen definieren, und einer im Verhältnis zu den Lamellen quer verlaufenden, zurückgesetzten Nut auf. Ein Verteilerkörper definiert wenigstens teilweise eine Öffnung, die allgemein über der Nut liegt.

**[0012]** Der Verteilerkörper und die Nut können zusammen einen Abschnitt eines Einlassverteilers definieren. Der Einlassverteiler kann konfiguriert sein, um jeden der Mikrokanäle hydraulisch parallel mit wenigstens einem anderen der Mikrokanäle zu verbinden.

**[0013]** Der Kühlkörper kann einen Wärmespreizer aufweisen, wobei sich jede der Lamellen vom Wärmespreizer aus fortsetzt. In manchen Kühlkörperausführungsformen können die Lamellen und der Wärmespreizer baulich eine Einheit bilden. Jede der Lamellen definiert eine entsprechende distale Kante, die in einem Abstand vom Wärmespreizer angeordnet ist, und die Nut kann von der jeweiligen Mehrzahl an distalen Kanten zurückgesetzt angeordnet sein. In

manchen Kühlkörperausführungsformen ist ein tiefster Punkt der zurückgesetzten Nut in einem Abstand vom Wärmespreizer angeordnet. In anderen Kühlkörperausführungsformen ist ein tiefster Punkt der zurückgesetzten Nut im Wesentlichen mit dem Wärmespreizer koextensiv. Wie nachstehend beschrieben, kann jede der jeweiligen distalen Kanten einen entsprechenden zurückgesetzten Abschnitt und somit die zurückgesetzte Nut definieren.

**[0014]** In manchen Ausführungsformen umfasst die zurückgesetzte Nut eine erste Nut, die angrenzend an ein erstes Ende der Lamellen positioniert ist, und eine zweite Nut, die angrenzend an ein zweites, gegenüberliegendes Ende der Lamellen positioniert ist. So können zum Beispiel die erste Nut und die zweite Nut jeweilige Abschnitte eines Auslassverteilers definieren.

**[0015]** Das Querschnittprofil der zurückgesetzten Nut kann jede beliebige einer Vielzahl an Formen aufweisen. In manchen Kühlkörperausführungsformen umfasst ein Querschnittprofil der zurückgesetzten Nut zum Beispiel eine oder mehrere Formen aus der Gruppe bestehend aus einer V-förmigen Einkerbung, einem Halbkreis, einer Parabel, einer Hyperbel und einer Einkerbung, die wenigstens eine im Wesentlichen gerade Kante aufweist.

**[0016]** In manchen Kühlkörperausführungsformen beträgt ein Verhältnis einer repräsentativen Höhe der Mehrzahl an Lamellen zu einer repräsentativen Tiefe der Nut zwischen ungefähr 10:1 und ungefähr 10:7. Das Verhältnis der repräsentativen Höhe zur repräsentativen Tiefe kann zum Beispiel zwischen ungefähr 3:1 und ungefähr 2:1 betragen.

**[0017]** Die Öffnung im Verteilerkörper kann einen zurückgesetzten Bereich und einen Durchbruch, der vom zurückgesetzten Bereich durch den Verteilerkörper hindurch reicht, aufweisen. In manchen Fällen handelt es sich bei dem zurückgesetzten Bereich im Verteilerkörper um einen sich verjüngenden zurückgesetzten Bereich, der wenigstens eine Querschnittabmessung aufweist, die mit zunehmender Tiefe des zurückgesetzten Bereichs abnimmt. Eine Neigung der zurückgesetzten, an den Verteilerkörper angrenzenden Nut kann im Wesentlichen eine Fortsetzung einer Neigung des an die Nut angrenzenden, zurückgesetzten Bereichs im Verteilerkörper sein. Der zurückgesetzte Bereich, der Durchbruch und die Nut können zusammen einen Fließwechsel mit einer charakteristischen Längenskala von zwischen ungefähr 150% und ungefähr 200% der entsprechenden charakteristischen Längenskala des Durchbruchs definieren.

**[0018]** In manchen Wärmetauschersystemen des hierin beschriebenen Typs kann der Einlassverteiler konfiguriert sein, um einen Strom eines Fluids zu je-

dem der Mikrokanäle in einer im Verhältnis zu einer Längsachse der jeweiligen Mikrokanäle quer verlaufenden Richtung zu leiten. Manche Wärmetauschersysteme weisen einen Körper auf, der eine Einlasskammer definiert. Die Einlasskammer und der Einlassverteiler können zusammen konfiguriert sein, um einen Fluidstrom in einer allgemein quer zu den Lamellen verlaufenden Richtung zu leiten. Zum Beispiel kann der Einlassverteiler konfiguriert sein, um einen Prallstrom des Fluids zu jedem der Mikrokanäle zu leiten.

**[0019]** In manchen Kühlkörperausführungsformen definiert jede der Lamellen der Mehrzahl an Lamellen eine zugehörige abgeschrägte, distale Kante.

**[0020]** Manche Wärmetauschersysteme weisen außerdem einen einheitlich gebildeten Körper auf, der eine erste Seite und eine zweite Seite, die gegenüber der ersten Seite positioniert ist, definiert. Ein Abschnitt der Einlasskammer und ein Abschnitt des Einlassverteilers können jeweils von der ersten Seite zurückgesetzt angeordnet sein. Eine Aussparung in der zweiten Seite kann eine Pumpenspirale definieren und der von der ersten Seite zurückgesetzte Abschnitt der Einlasskammer kann angrenzend an die Pumpenspirale positioniert sein. Bei der die Pumpenspirale definierenden Aussparung kann es sich um eine im Wesentlichen zylindrisch geformte Aussparung mit einer Längsachse, die im Wesentlichen senkrecht zu der zweiten Seite verläuft, handeln. Der einheitliche Körper kann eine Öffnung definieren, die allgemein tangential zu der zylindrisch geformten Aussparung verläuft und die Pumpenspirale hydraulisch mit der Einlasskammer verbindet.

**[0021]** Der Körper kann angrenzend an die Einlassverteileraussparung einen zweiten zurückgesetzten Bereich und eine Wandung, die den zweiten zurückgesetzten Bereich von der Einlassverteileraussparung trennt, definieren. Der Verteilerkörper kann konfiguriert sein, um die Einlassverteileraussparung zu überbrücken und derart den Körper zu greifen, dass der Verteilerkörper einen Abschnitt des zweiten zurückgesetzten Bereichs einnimmt, um somit einen Auslassverteiler zu definieren, der allgemein über einem jeweiligen Abschnitt jedes der Mikrokanäle liegt. Die jeweiligen Abschnitte der Mehrzahl an Mikrokanälen können in einem Abstand vom Einlassverteiler angeordnet sein.

**[0022]** Gemäß einem weiteren umfassenden Aspekt der offenbarten Neuerung weisen einige beschriebene Wärmetauschersysteme einen Kühlkörper mit einer Mehrzahl an nebeneinander angeordneten Lamellen auf, die eine entsprechende Mehrzahl an Mikrokanälen zwischen angrenzenden Lamellen definieren. Jede der Lamellen kann eine jeweilige abgeschrägte, distale Kante definieren. Ein Verteilerkörper kann über wenigstens einem Abschnitt jeder der

abgeschrägten, distalen Kanten liegen und eine Öffnung definieren, die konfiguriert ist, um einen Fluidstrom in einer quer zu den Mikrokanälen verlaufenden Richtung zu den Mikrokanälen zu leiten.

**[0023]** Ein Abstand zwischen einer jeweiligen abgeschrägten, distalen Kante und dem Wärmespreizer kann eine Höhe der jeweiligen Lamelle definieren. Jede jeweilige Lamelle kann ein erstes Ende und ein zweites Ende definieren und längs in einer Spannrichtung im Verhältnis zum Wärmespreizer zwischen dem ersten und dem zweiten Ende verlaufen. Die jeweilige Lamellenhöhe einer oder mehrerer der Mehrzahl an Lamellen kann entlang der Spannrichtung variieren. Der Verteilerkörper kann einen nachgiebigen Abschnitt aufweisen, der gegen wenigstens einen Abschnitt jeder der distalen Kanten drückt. Die Variation in der Lamellenhöhe entlang der Spannrichtung kann zum Beispiel eine nicht lineare Kontur der jeweiligen distalen Kante definieren und der nachgiebige Abschnitt des Verteilerkörpers kann sich allgemein an die nicht lineare Kontur anpassen.

**[0024]** Eine zurückgesetzte Nut kann im Verhältnis zu den Lamellen quer verlaufen und die Öffnung kann allgemein über der Nut liegen. Jede der jeweiligen distalen Kanten kann einen entsprechenden zurückgesetzten Abschnitt und somit die zurückgesetzte Nut definieren.

**[0025]** Ein Verhältnis einer repräsentativen Höhe der Mehrzahl an Lamellen zu einer repräsentativen Tiefe der Nut kann zwischen ungefähr 10:1 und ungefähr 10:7 betragen. Das Verhältnis der repräsentativen Höhe zu der repräsentativen Tiefe kann zum Beispiel zwischen ungefähr 3:1 und ungefähr 2:1 betragen.

**[0026]** Gemäß einem anderen umfassenden Aspekt der offenbarten Neuerungen sind einheitliche Konstruktionen beschrieben. Eine einheitliche Konstruktion kann zum Beispiel eine erste Seite, eine zweite Seite, die gegenüber der ersten Seite positioniert ist, und eine im Wesentlichen ununterbrochene Umfassungswandung, die sich zwischen der ersten Seite und der zweiten Seite erstreckt, aufweisen. Ein Boden kann allgemein die erste Seite von der zweiten Seite trennen. Die erste Seite kann eine im Wesentlichen zylindrisch geformte Aussparung definieren und die zweite Seite kann eine Aussparung mit einem Bereich, der radial auswärts von der durch die erste Seite definierten, im Wesentlichen zylindrisch geformten Aussparung positioniert ist, definieren.

**[0027]** In manchen Fällen kann die einheitliche Konstruktion einen Durchbruch definieren, der sich zwischen der im Wesentlichen zylindrisch geformten Aussparung und dem radial auswärts von der im Wesentlichen zylindrisch geformten Aussparung positio-

nierten Abschnitt der Aussparung in der zweiten Seite erstreckt.

**[0028]** Die Umfassungswandung kann eine oder mehrere Umfassungsaussparung(en) definieren. Die Konstruktion kann einen Durchbruch im Boden definieren, der sich zwischen einer der Umfassungsaussparungen und der im Wesentlichen zylindrisch geformten Aussparung erstreckt. Die Konstruktion kann einen Durchbruch definieren, der zwischen einer der Umfassungsaussparungen und der von der zweiten Seite definierten Aussparung verläuft. Die Konstruktion kann einen Durchbruch definieren, der sich zwischen einer der Umfassungsaussparungen und dem radial auswärts von der im Wesentlichen zylindrisch geformten Aussparung positionierten Abschnitt der Aussparung in der zweiten Seite erstreckt.

**[0029]** Die eine oder mehreren Umfassungsaussparung(en) kann/können eine erste Umfassungsaussparung und eine zweite Umfassungsaussparung beinhalten. Die Konstruktion kann einen Durchbruch definieren, der von der zweiten Umfassungsaussparung zu der durch die zweite Seite definierten Aussparung verläuft. Die Umfassungswandung kann außerdem eine dritte Umfassungsaussparung definieren und die Konstruktion kann einen Durchbruch definieren, der von der dritten Umfassungsaussparung zum radial auswärts von der im Wesentlichen zylindrisch geformten Aussparung positionierten Abschnitt der Aussparung in der zweiten Seite verläuft.

**[0030]** Manche Ausführungsformen der Konstruktion definieren allgemein ein Gehäuse. Die im Wesentlichen zylindrisch geformte Aussparung kann eine Pumpenspirale definieren und die Aussparung in der zweiten Seite kann eine Kammer definieren. Die Kammer kann eine Kühlkörpereinlasskammer sein, die durch den radial auswärts von der im Wesentlichen zylindrisch geformten Aussparung positionierten Abschnitt der Aussparung in der zweiten Seite definiert ist. Die Aussparung in der zweiten Seite kann einen Abschnitt eines Kühlkörpereinlassverteilers, einen Abschnitt eines Kühlkörperauslassverteilers und einen Abschnitt eines Kühlkörperauslassverteilers definieren.

**[0031]** Es versteht sich, dass für Fachleute aus der nachstehenden ausführlichen Beschreibung, in der zur Veranschaulichung zahlreiche Ausführungsformen dargestellt und beschrieben sind, weitere innovative Aspekte leichter ersichtlich sein werden. Wie sich zeigen wird, sind andere und unterschiedliche Ausführungsformen möglich und einige Einzelheiten können auf verschiedene Weisen modifiziert werden, ohne dabei vom Geist und Umfang der hierin offenbarten Grundsätze abzuweichen.

**[0032]** Demnach sind die Zeichnungen und die ausführliche Beschreibung als beispielhaft und nicht als einschränkend anzusehen.

#### KURZDARSTELLUNG DER ZEICHNUNGEN

**[0033]** Außer wenn dies ausdrücklich anders angegeben ist, zeigen die beigefügten Zeichnungen Aspekte der hierin beschriebenen, innovativen Erfindung. Unter Bezugnahme auf die Zeichnungen, in denen gleiche Referenzziffern durch die verschiedenen Ansichten hindurch ähnliche Bauteile kennzeichnen, sind verschiedene Aspekte der hierin offenbarten Grundsätze im Detail als Beispiele und nicht einschränkend in den Zeichnungen dargestellt. Es zeigen:

**[0034]** [Fig. 1](#) einen Fluidkreislauf, der konfiguriert ist, um Wärme mit einem zirkulierbaren Arbeitsfluid von einem Bereich auf einen anderen zu übertragen.

**[0035]** [Fig. 2](#) eine Draufsicht eines Fluid-Wärmetauschers, wobei eine Oberabdeckung weggeschnitten ist, um eine Sicht auf die inneren Komponenten zu ermöglichen;

**[0036]** [Fig. 3](#) einen Querschnitt entlang Linie I-I aus [Fig. 2](#);

**[0037]** [Fig. 4](#) einen Querschnitt entlang Linie II-II aus [Fig. 3](#);

**[0038]** [Fig. 5](#) eine perspektivische Explosionsansicht eines anderen Fluid-Wärmetauschers;

**[0039]** [Fig. 6](#) eine Draufsicht des Fluid-Wärmetauschers aus [Fig. 5](#) in zusammengebautem Zustand, wobei seine Oberabdeckung entfernt ist;

**[0040]** [Fig. 7](#) eine Explosionsansicht einer Ausführungsform einer integrierten Pumpen- und Wärmetauscheranordnung;

**[0041]** [Fig. 8](#) eine isometrische Ansicht der explodierten Untergruppe des in [Fig. 7](#) dargestellten integrierten Gehäuse- und Pumpenlaufrads;

**[0042]** [Fig. 9](#) eine teilweise Querschnittansicht von oberhalb des in [Fig. 7](#) und [Fig. 8](#) dargestellten integrierten Gehäuses;

**[0043]** [Fig. 10](#) eine isometrische Ansicht von unterhalb des in [Fig. 7](#), [Fig. 8](#) und [Fig. 9](#) dargestellten integrierten Gehäuses mit einem als gestrichelte Linie dargestellten Fließpfad eines Fluids;

**[0044]** [Fig. 11](#) eine Explosionsansicht einer Untergruppe, die den Kühlkörper, das integrierte Gehäuse und den Verteilereinsatz aus [Fig. 7](#) umfasst;

[0045] [Fig. 12](#) eine isometrische Ansicht von oberhalb des in [Fig. 7](#) und [Fig. 11](#) dargestellten Einsatzes;

[0046] [Fig. 13](#) eine isometrische Ansicht eines in [Fig. 7](#) dargestellten Kühlkörpers;

[0047] [Fig. 13A](#) eine vergrößerte Ansicht eines Abschnitts des in [Fig. 13](#) dargestellten Kühlkörpers;

[0048] [Fig. 14](#) eine isometrische Ansicht einer anderen Ausführungsform eines in [Fig. 7](#) dargestellten Kühlkörpers;

[0049] [Fig. 14A](#) eine vergrößerte Ansicht eines Abschnitts des in [Fig. 14](#) dargestellten Kühlkörpers;

[0050] [Fig. 15](#) eine typische Querschnittsansicht eines in [Fig. 7](#) dargestellten Kühlkörpers, z. B. entlang Querschnittlinie 15-15 in [Fig. 13](#) oder in [Fig. 14](#);

[0051] [Fig. 16](#) ein Beispiel für abgeschrägte Lamellen;

[0052] [Fig. 17](#) ein Beispiel für stumpfe Lamellen;

[0053] [Fig. 18A](#) eine Querschnittsansicht eines Kühlkörpers mit einer V-förmigen, quer verlaufenden Nut in seinen Lamellen entlang Querschnittlinie 18-18 aus [Fig. 14](#);

[0054] [Fig. 18B](#) eine Querschnittsansicht eines Kühlkörpers mit einer allgemein parabelförmigen, quer verlaufenden Nut in seinen Lamellen entlang Querschnittlinie 18-18 aus [Fig. 14](#);

[0055] [Fig. 19](#) eine Querschnittsansicht eines in [Fig. 18A](#) dargestellten Kühlkörpers, wobei der in [Fig. 12](#) dargestellte Verteilereinsatz über den Lamellen des Kühlkörpers liegt;

[0056] [Fig. 19A](#) eine Querschnittsansicht eines in [Fig. 18A](#) dargestellten Kühlkörpers, wobei der in [Fig. 12](#) dargestellte Verteilereinsatz über den Lamellen des Kühlkörpers liegt;

[0057] [Fig. 19B](#) eine weitere Querschnittsansicht eines Kühlkörpers, der eine quer verlaufende Nut definiert, wobei der in [Fig. 12](#) dargestellte Verteilereinsatz über den Lamellen des Kühlkörpers liegt.

#### AUSFÜHRLICHE BESCHREIBUNG

[0058] Nachstehend sind die zahlreichen innovativen Grundsätze in Bezug auf Wärmetauschersysteme durch Bezugnahme auf spezifische Beispiele erläutert. Es können jedoch eine oder mehrere der offenbarten Grundsätze in verschiedenen Systemkonfigurationen integriert werden, um jede beliebige einer Vielzahl von entsprechenden Systemeigenschaften zu erreichen. Die nachstehende ausführliche

Beschreibung dient in Verbindung mit den beigefügten Zeichnungen als eine Beschreibung verschiedener Ausführungsformen und dient nicht dazu, die einzigen vom Erfinder in Erwägung gezogenen Ausführungsformen zu repräsentieren. Die ausführliche Beschreibung beinhaltet spezifische Einzelheiten zur Bereitstellung einer umfassenden Erläuterung der hierin offenbarten Grundsätze. Für Fachleute ist jedoch nach Betrachtung dieser Offenbarung ersichtlich, dass eine oder mehrere der geschützten Erfindungen auch ohne eine oder mehrere der dargestellten Einzelheiten umgesetzt werden kann/können.

[0059] Mit anderen Worten, in Bezug auf bestimmte Konfigurationen, Anwendungen oder Verwendungszwecke beschriebene Systeme sind lediglich Beispiele für Systeme, die einen oder mehrere der hierin offenbarten innovativen Grundsätze integrieren und sie dienen dazu, einen oder mehrere innovative Aspekte der offenbarten Grundsätze zu verdeutlichen. Demnach können Wärmetauschersysteme, die Eigenschaften aufweisen, die sich von den hierin beschriebenen spezifischen Beispielen unterscheiden, einen oder mehrere innovative Grundsatz/-sätze verkörpern und in nicht ausführlich hierin beschriebenen Anwendungen verwendet werden, zum Beispiel zur Übertragung von Wärme auf oder von Komponenten in Rechenzentren, Laserkomponenten, lichtemittierenden Dioden, chemischen Reaktionen, Solarzellen, Solarkollektoren, elektronischen Komponenten, Leistungselektronik, Optoelektronik (z. B. in Schaltern) und einer Vielzahl an industriellen, militärischen Geräten und Verbrauchergeräten, die bekannt sind oder hiernach entwickelt werden. Dementsprechend fallen derartige alternative Ausführungsformen ebenfalls in den Umfang dieser Offenbarung.

#### FLUIDKREISLAUF

[0060] Die schematische Darstellung in [Fig. 1](#) zeigt verschiedene Funktionsmerkmale, die für die offenbarten Fluid-basierten Wärmetauschersysteme üblich sind. Der Fluidkreislauf **10** weist zum Beispiel einen ersten Wärmetauscher **11** auf, der konfiguriert ist, um Wärme von einer Wärmequelle (in [Fig. 1](#) nicht dargestellt) zu absorbieren, und ein zweiter Wärmetauscher **12** ist konfiguriert, um Wärme vom Kreislauf **10** abzuführen. Wie in [Fig. 1](#) gekennzeichnet, kann ein Arbeitsfluid oder ein Kühlmittel zwischen den Wärmetauschern **11**, **12** zirkulieren, um die vom Arbeitsfluid im ersten Wärmetauscher absorbierte Energie zum zweiten Wärmetauscher **12** zu leiten, wo die Energie aus der Flüssigkeit abgegeben werden kann. Einer oder beide der Wärmetauscher **11**, **12** kann/können ein Mikrokanalwärmetauscher sein.

[0061] Wie sie hierin verwendet wird, bezieht sich die Bezeichnung „Mikrokanal“ auf eine Fluidleitung oder einen -kanal, die/der wenigstens eine Hauptabmessung (z. B. eine Kanalbreite) aufweist, die weni-

ger als ungefähr 1 mm beträgt, wie zum Beispiel ungefähr 0,1 mm oder mehrere zehntel Millimeter.

**[0062]** Wie sie hierin verwendet wird, bezieht sich die Bezeichnung „Fluid“ auf ein Fluid (z. B. ein Gas, eine Flüssigkeit, eine Mischung aus einem flüssigen Zustand und einem gasförmigen Zustand usw.). Zwei Bereiche, die miteinander in „Fluidverbindung“ stehen, sind demnach derart miteinander verbunden, dass ein Fluid als Reaktion auf einen Druckunterschied zwischen den Bereichen von einem der Bereiche in den anderen Bereich fließen kann.

**[0063]** Wie sie hierin verwendet werden, sind die Bezeichnungen „Arbeitsfluid“ und „Kühlmittel“ austauschbar. Obwohl zahlreiche Formulierungen von Arbeitsfluiden möglich sind, beinhalten übliche Formulierungen destilliertes Wasser, Äthylen, Glykol, Propylenglykol und Mischungen daraus.

**[0064]** Wie sie hierin verwendet werden, sind die Bezeichnungen „Kühlkörper“ und „Wärmetauscher“ austauschbar und beziehen sich auf ein Gerät, das konfiguriert ist, um Energie durch Konvektionswärmeaustausch (d. h. eine Mischung aus Konduktion und Advektion) auf oder von einem Fluid abzuführen.

**[0065]** Mit erneuter Bezugnahme auf [Fig. 1](#) fließt das Arbeitsfluid üblicherweise in einen ersten Verteiler **13** (in manchen Fällen nachdem es durch eine Einlasskammer geflossen ist, die in [Fig. 1](#) zur Vereinfachung der Darstellung weggelassen wurde). Von Verteiler **13** aus kann das Fluid unter einer Mehrzahl an Fluidleitungen **14** aufgeteilt werden, die konfiguriert sind, um Wärme von einer Wärmeübertragungsoberfläche, z. B. einer Wandung des Wärmetauschers **11**, auf das Arbeitsfluid zu übertragen. In manchen Ausführungsformen, wie in den nachstehend beschriebenen Beispielen, sind die Fluidleitungen **14** als Mikrokanäle und die Wandungen als hervorstehende Wärmeübertragungsoberflächen oder Lamellen konfiguriert.

**[0066]** Während der Kreislauf **10** betrieben wird, leitet (z. B. diffundiert) Energie von den Wandungen des ersten Wärmetauschers in angrenzende Fluidpartikel in den Leitungen **14** und die angrenzenden Fluidpartikel werden von der Wandung weggeströmt oder geleitet und tragen die von den Wandungen absorbierte Energie mit sich. Die weggeströmten Partikel werden durch andere, üblicherweise kühlere Fluidpartikel, ersetzt, die schneller Energie von den Wandungen absorbieren (z. B. aufgrund ihrer ungewöhnlich niedrigen Temperatur). Eine derartige Kombination aus Konduktion und Advektion (d. h. Konvektion) bietet einen effizienten Ansatz zum Kühlen von Geräten mit einem relativ hohen Wärmestrom, wie zum Beispiel elektronischen Geräten.

**[0067]** Nachdem es durch die Mehrzahl an Leitungen **14** im ersten Wärmetauscher **11** geflossen ist, sammelt sich das erwärmte Arbeitsfluid in einem Auslassverteiler **15** und fließt durch einen zweiten Wärmetauscher **12**, wobei es die vom ersten Wärmetauscher **11** absorbierte Energie mit sich trägt. Wenn das erwärmte Fluid durch den zweiten Wärmetauscher **12** läuft, wird Energie durch Konvektionsprozesse, die den oben beschriebenen ähneln, vom Fluid abgegeben (z. B. an ein anderes Arbeitsfluid, wie zum Beispiel Luft oder die Wasserversorgung eines Gebäudes). Vom zweiten Wärmetauscher aus fließt das abgekühlte Arbeitsfluid durch eine Pumpe **16** und zurück zum ersten Wärmetauscher **11**.

**[0068]** Der in [Fig. 1](#) dargestellte, gestrichelte Kasten zeigt an, dass verschiedene funktionelle Komponenten des Kreislaufs **10** in einer einzigen Untergruppe integriert sein können. Die Untergruppe **20** beinhaltet zum Beispiel die Pumpe **16**, die Verteiler **13**, **15** und die Leitungen **14** sowie zum Beispiel Leitungen zwischen der Pumpe und dem Verteiler **13**. Ein Einlass **21** und ein Auslass **22** verbinden die Untergruppe **20** operativ mit dem zweiten Wärmetauscher **12**. Eine Arbeitsausführungsform einer derartigen Untergruppe **20** ist nachstehend in Verbindung mit [Fig. 7](#) ff. beschrieben.

**[0069]** Jedes der hierin beschriebenen innovativen Merkmale kann entweder einzeln oder in Kombination in Verbindung mit dem ersten Wärmetauscher **11**, dem zweiten Wärmetauscher **12** oder beiden integriert sein.

#### BEISPIEL EINES WÄRMETAUSCHERS

**[0070]** Mit Bezugnahme auf [Fig. 2](#) bis [Fig. 4](#) ist ein Fluid-Wärmeaustauscher **100** dargestellt. Der Fluid-Wärmetauscher **100** beinhaltet eine Wärmespreizerplatte **102**, eine Anordnung an Fluid-Mikrokanälen **103**, die zwischen Wandungen **110** definiert sind, einen Fluid-Einlassdurchlass **104** und einen Fluid-Auslassdurchlass **106**. Ein Gehäuse **109** bildet gemeinsam mit der Wärmespreizerplatte **102** eine Außenbegrenzung des Kühlkörpers und definiert Fluidstromdurchlässe **104**, **106**.

**[0071]** Wie in [Fig. 3](#) und [Fig. 4](#) dargestellt, ist der Wärmetauscher **100** während des Betriebs mit einer Wärmequelle **107** verbunden, zum Beispiel einem elektronischen Gerät, einschließlich einem Mikrochip oder einen Festkörperschaltkreis, wobei diese Aufzählung nicht abschließend ist. Der Wärmetauscher kann über ein dazwischen angeordnetes Wärmeleitmaterial thermisch mit der Wärmequelle verbunden sein, entweder indem eine direkte Verbindung mit der Oberfläche der Wärmequelle besteht oder indem die Wärmequelle und wenigstens die Wärmespreizerplatte **102** des Fluid-Wärmetauschers als ein Bauteil ausgebildet sind. Der Wärmetauscher **100** kann ver-

schiedenen Formen und Gestalten annehmen, aber die Wärmespreizerplatte **102** ist so ausgebildet, dass sie Wärmeenergie von der Wärmequelle **107** aufnimmt. Die Wärmespreizerplatte **102** beinhaltet einen vorgesehenen Kontaktbereich **102b** mit einer wärmeerzeugenden Komponente, der an einer bekannten Position auf ihr positioniert ist. In der dargestellten Ausführungsform beinhaltet die Wärmespreizerplatte **102** eine Ausbuchtung im Bereich **102b**, die die Positionierung der Wärmespreizerplatte im Verhältnis zu der Wärmequelle kontrolliert, wobei eine derartige Ausbuchtung jedoch nicht zwingend eingeschlossen sein muss. Die Wärmespreizerplatte **102** kann, falls gewünscht, ein Bauteil aus leitfähigerem Material beinhalten, um die Wärmeübertragung zu erleichtern oder zu steuern. In jedem Fall ist die Wärmespreizerplatte so ausgebildet, dass sie über eine Wärmequelle in einem Bereich **102b**, der üblicherweise im Verhältnis zu den Kanten der Wärmespreizerplatte mittig angeordnet ist, passt und thermal mit dieser in Verbindung steht.

**[0072]** Mikrokanäle **103** sind ausgebildet, um den Strom an Wärmetauscher-Fluid aufzunehmen und ein Durchfließen zu ermöglichen, sodass das Fluid sich entlang der Wärmespreizerplatte **102** und den Wandungen **110** bewegen kann und Wärmeenergie von ihnen aufnehmen und abführen kann. In der dargestellten Ausführungsform sind Mikrokanäle **103** durch Wandungen **110** definiert, die thermisch mit der Wärmespreizerplatte verbunden sind, um Wärmeenergie von ihnen aufzunehmen. Die Wärmespreizerplatte **102** kann zum Beispiel eine nach innen gerichtete, obere Oberfläche **102a** beinhalten und eine Mehrzahl an Mikrokanalwandungen **110** kann von ihr aus nach oben hervorragen, wobei der zwischen der oberen Oberfläche **102a** und den Mikrokanalwandungen **110** definierte Kanalbereich Fluid kanalisiert oder leitet, um einen Fluid-Fließpfad zu erzeugen. Der Kanalbereich kann offen oder mit wärmeleitfähigem, porösem Material, wie Metall oder Silikonschaum, Sintermetall usw. gefüllt sein. Wärmeleitfähige, poröse Materialien ermöglichen ein Fließen durch die Kanäle, erzeugen jedoch einen gewundenen Fließpfad.

**[0073]** Die Oberfläche **102a** und die Mikrokanalwandungen **110** ermöglichen, dass das Fluid, Wärmeenergie von der Wärmespreizerplatte aufnehmen kann, um die mit der Wärmespreizerplatte verbundene Wärmequelle zu kühlen. Die obere Oberfläche **102a** und die Wandungen **110** weisen eine hohe Wärmeleitfähigkeit auf, um eine Wärmeübertragung von der Wärmequelle **107** an durch die Kanäle **103** fließendes Fluid zu ermöglichen. Die die Kanäle **103** bildenden Oberflächen können glatt oder von fester Beschaffenheit sein, mit einer porösen Struktur, wie Sintermetall und/oder Metall oder Silikonschaum, oder angeraut, zum Beispiel mit Mulden und/oder Kämmen, die dazu dienen, Fluid zu sammeln oder von einer bestimmten Stelle abzuweisen oder um aus-

gewählte Fluid-Fließeigenschaften zu erzeugen. Gegenüberliegende Mikrokanalwandungen **110** können, wie dargestellt, parallel angeordnet oder anderweitig ausgebildet sein, vorausgesetzt das Fluid kann entlang eines Fluid-Pfads zwischen den Mikrokanalwandungen **110** fließen. Für Fachleute ist ersichtlich, dass die Mikrokanäle **110** alternativ in jeder beliebigen anderen, geeigneten Konfiguration konfiguriert sein können, abhängig von zahlreichen Faktoren, wie gewünschtem Fließen, Wärmeaustausch usw. Zum Beispiel können zwischen Abschnitten der Mikrokanalwandungen **110** Nuten ausgebildet sein. Allgemein können Abmessungen und Eigenschaften der Mikrokanalwandungen **110** wünschenswert sein, die den Druckabfall oder -unterschied von durch die zwischen ihnen ausgebildeten Kanäle **103** fließendem Fluid vermindern oder möglicherweise minimieren.

**[0074]** Die Mikrokanalwandungen **110** können eine Breitenabmessung im Bereich von 20 Mikron bis 1 Millimeter und eine Höhenabmessung im Bereich von 100 Mikron bis fünf Millimeter aufweisen, abhängig von der Leistung der Wärmequelle **107**, dem gewünschten Kühleffekt usw. Die Mikrokanalwandungen **110** können eine Längenabmessung in Bereichen zwischen 100 Mikron und mehreren Zentimetern aufweisen, abhängig von den Abmessungen und der Wärmestromdichte der Wärmequelle. In einer Ausführungsform reichen die Wandungen **110** der Abmessungen über die gesamte Länge (was auch eine Breite sein kann) der Wärmespreizerplatte vollständig durch den Bereich **102b** hindurch. Hierbei handelt es sich um beispielhafte Abmessungen und selbstverständlich sind andere Mikrokanalwandungsabmessungen ebenfalls möglich. Die Mikrokanalwandungen **110** können durch eine Trennabmessung im Bereich von 20 Mikron bis zu 1 Millimeter in einem Abstand voneinander angeordnet sein, abhängig von der Leistung der Wärmequelle **107**, wengleich auch andere Trennabmessungen in Betracht gezogen werden.

**[0075]** Alternativ können andere mikroporöse Kanal konfigurierungen anstatt oder in Verbindung mit Mikrokanälen eingesetzt werden, wie zum Beispiel Reihen von Säulen, Lamellen oder Wellen usw., die sich von der oberen Oberfläche der Wärmespreizerplatte aus nach oben erstrecken, oder durch einen Schaum oder eine Sinteroberfläche ausgebildete, gewundene Kanäle.

**[0076]** Der Fluid-Wärmetauscher **100** beinhaltet ferner einen Fluid-Einlassdurchlass **104**, der in der dargestellten Ausführungsform einen Anschluss **111** beinhaltet, der sich durch die Gehäuseöffnung zu einem Fächerkrümmer **112** hin und danach zu einer Fluid-Einlassöffnung **114** in die mikroporösen Fluid-Kanäle **103** öffnet.

## FLUID-AUFTEILUNG

[0077] Der Anschluss und der Fächerkrümmer können auf verschiedene Arten und in verschiedenen Konfigurationen ausgebildet sein. Der Anschluss **111** kann zum Beispiel je nach Wunsch wie dargestellt oben, an der Seite oder an Endabschnitten des Wärmetauschers positioniert sein. Anschluss **111** und Fächerkrümmer **112** weisen allgemein einen größeren Querschnittsbereich auf als die Öffnung **114**, sodass ein Massenstrom an Fluid im Wesentlichen ohne Widerstand an die Öffnung **114** weitergeleitet werden kann.

[0078] Wenngleich nur eine einzige Fluid-Einlassöffnung **114** dargestellt ist, können eine oder mehrere Fluid-Einlassöffnung(en) vorhanden sein, die eine Verbindung vom Fächerkrümmer zu den Fluid-Mikrokanälen **103** bereitstellt/bereitstellen.

[0079] Die Fluid-Einlassöffnung **114** kann sich zu den Mikrokanälen **103** gegenüber von der Wärmespreizerplatte hin öffnen, sodass durch die Öffnung fließendes Fluid zwischen den Wandungen **110** zur Oberfläche **102a** fließen kann, bevor es entlang einer Axiallänge von Kanälen, die parallel zur Achse  $x$  verlaufen, weitergeleitet wird. Da die Wärmespreizerplatte in den meisten Ausführungen als gemäß der Definition durch die Schwerkraft unterste Komponente des Wärmetauschers **100** positioniert ist, können die Fluid-Einlassöffnungen **114** als oberhalb der Mikrokanäle **103** befindlich beschrieben werden, sodass das Fluid durch die Öffnung **114** nach unten in die Kanäle in einer Richtung senkrecht im Verhältnis zu der Ebene der Oberfläche **102a** und in Richtung der Oberfläche **102a** fließen kann und dann die Richtung wechselt, um entlang der Länge der Kanäle **103** im Wesentlichen parallel zu der Oberfläche **102a** und der Achse  $x$  zu fließen. Dieser Richtungswechsel wird durch einen Prallstrahl des Fluids gegen die Oberfläche **102a** bewirkt.

[0080] Die Fluid-Einlassöffnung **114** kann angrenzend an den bekannten vorgesehenen Kontaktbereich **102b** mit der wärmeerzeugenden Komponente positioniert sein, da dieser Bereich der Wärmespreizerplatte größeren Einflüssen von Wärmeenergie ausgesetzt sein kann als andere Bereiche auf der Platte **102**. Die Positionierung der Fluid-Einlassöffnung angrenzend an den Bereich **102b** dient dazu, frisches wärmetauschendes Fluid zuerst und direkt zum heißesten Bereich des Wärmetauschers zu führen. Die Position, Anordnung und/oder Abmessungen der Öffnung **114** können unter Einbeziehung der Position des Bereichs **102b** bestimmt werden, wobei die Öffnung **114** angrenzend an, zum Beispiel senkrecht entgegengesetzt zu dem oder entsprechend der üblichen Befestigungskonfiguration oberhalb des vorgesehenen Kontaktbereich(s) **102b** mit der wärmeerzeugenden Komponente auf der Wär-

meplatte platziert werden kann. Das Zuführen von frischem Fluid zuerst zu dem Bereich, der direkt mit der zu kühlenden, wärmeerzeugenden Komponente in Verbindung steht, dient dazu, am Kontaktbereich sowie an entfernt vom Kontaktbereich gelegenen Bereichen der Wärmespreizerplatte eine gleichmäßige Temperatur zu erzeugen.

[0081] In der dargestellten Ausführungsform ist die Öffnung **114** so positioniert, dass ihr geometrischer Mittelpunkt über dem Mittelpunkt, zum Beispiel dem geometrischen Mittelpunkt, des Bereichs **102b** ausgerichtet ist. Es ist anzumerken, dass die Herstellung und die Montage vereinfacht werden können, indem angedacht wird, dass die Kühlkörperspreizerplatte so montiert oder gar ausgebildet ist, dass die wärmeerzeugende Komponente im Verhältnis zu den Umfangkanten der Platte im Wesentlichen mittig auf der Platte positioniert ist und die Öffnung **114** kann ebenfalls mit ihrem geometrischen Mittelpunkt im Wesentlichen mittig im Verhältnis zu den Umfangkanten der Wärmespreizerplatte positioniert sein. Auf diese Weise können die geometrischen Mittelpunkte jeder der Öffnung **114**, der Wärmespreizerplatte und der wärmeerzeugenden Komponente alle im Wesentlichen ausgerichtet sein, wie in Punkt C.

[0082] Die Öffnung **114** kann über jeden beliebigen Kanal **103** durch den das Wärmetauscher-Fluid fließen soll, hinaus verlaufen. Die Öffnungen **114** können in verschiedenen Formen ausgebildet sein, einschließlich zum Beispiel mit verschiedenen Formen, verschiedenen Breiten, geraden oder gekrümmten Kanten (auf gleicher Ebene oder im Schnitt), um wie gewünscht Fluid-Fließeigenschaften, offene Bereiche usw. bereitzustellen.

[0083] Der Wärmetauscher **100** beinhaltet ferner einen Fluid-Auslassdurchlass **106**, der in der dargestellten Ausführungsform eine oder mehrere Fluid-Auslassöffnungen **124** von den mikroporösen Fluid-Kanälen **103**, einen Fächerkrümmer **126** und einen Auslassanschluss **128** vom Gehäuse beinhaltet. Wenngleich zwei Fluid-Auslassöffnungen **124** dargestellt sind, können eine oder mehrere Fluid-Auslassöffnung(en) vorhanden sein, die eine Verbindung vom Fächerkrümmer zu den Fluid-Mikrokanälen **103** bereitstellt/bereitstellen.

[0084] Der Anschluss und der Fächerkrümmer können auf verschiedene Arten und in verschiedenen Konfigurationen ausgebildet sein. Der Anschluss **128** kann zum Beispiel je nach Wunsch wie dargestellt oben, an der Seite oder an Endabschnitten des Wärmetauschers positioniert sein.

[0085] Die Fluid-Auslassöffnungen **124** können am Ende der Mikrokanäle **103** positioniert sein. Alternativ oder zusätzlich können die Fluid-Auslassöffnungen **124** wie dargestellt eine Öffnung gegenüber der

Wärmespreizerplatte **102** bilden, sodass das durch die Kanäle fließende Fluid axial entlang der Länge der Kanäle zwischen den Wandungen **110** entlang fließt und dann die Richtung wechselt, um weg von der Oberfläche **102a** aus dem Zwischenraum der Wandungen **110** heraus und dann durch Öffnungen **124** heraus zu fließen. Da die Wärmespreizerplatte in den meisten Ausführungen als gemäß der Definition durch die Schwerkraft unterste Komponente des Wärmetauschers **100** positioniert ist, sind die Fluid-Auslassöffnungen **124** allgemein oberhalb der Mikrokanäle **103** positioniert, sodass das Fluid von den Kanälen nach oben durch die Öffnungen **124** fließen kann.

**[0086]** Die Fluid-Auslassöffnungen **124** können in einem Abstand von den Fluid-Einlassöffnungen **114** angeordnet sein, sodass das Fluid durch wenigstens einen Abschnitt der Länge der Kanäle **103**, in denen der Wärmetausch stattfindet, fließen muss, bevor es durch die Mikrokanäle nach außen fließt. Allgemein können die Fluid-Auslassöffnungen **124** in einem Abstand vom bekannten vorgesehenen Kontaktbereich **102b** mit der wärmeerzeugenden Komponente angeordnet sein.

**[0087]** In der dargestellten Ausführungsform, in der angedacht ist, dass der Wärmetauscher **100** derart installiert ist, dass die Wärmequelle **107** im Verhältnis zu den Umfangkanten der Wärmespreizerplatte **102**, und damit den Enden **103a** der Kanäle, allgemein mittig positioniert ist, können die Öffnungen **124** an den oder angrenzend an die Kanalenden **103a** positioniert sein.

**[0088]** Wenigstens eine Öffnung **124** ragt über jeden beliebigen Kanal **103**, durch den das Wärmetauscher-Fluid fließen soll, hinaus. Die Öffnungen **124** können in verschiedenen Formen ausgebildet sein, einschließlich zum Beispiel verschiedenen Formen, verschiedenen Breiten, geraden oder gekrümmten Kanten (auf gleicher Ebene oder im Schnitt), um wie gewünscht Fluid-Fließeigenschaften, offene Bereiche usw. bereitzustellen.

**[0089]** Die Fluid-Einlassöffnung **114** kann entfernt von den Enden der Mikrokanäle, zum Beispiel entlang einer Länge eines Mikrokanals zwischen seinen Enden geöffnet sein. Auf diese Weise wird Fluid in einen Mittelbereich eines fortlaufenden Kanals **103** eingeleitet, statt das Fluid an einem Ende eines Kanals einzuleiten und es so die gesamte Länge des Kanals entlang fließen zu lassen. In der dargestellten Ausführungsform ist angedacht, dass der Wärmetauscher **100** mit der Wärmequelle **107** im Verhältnis zu den Umfangkanten der Wärmespreizerplatte **102** allgemein mittig positioniert befestigt wird. Somit ist die Öffnung **114** in der dargestellten Ausführungsform im Verhältnis zu den Kanten der Wärmeplatte **102** allgemein mittig positioniert. Da die Kanäle

in der dargestellten Ausführungsform im Wesentlichen fortlaufend entlang der Länge der Wärmeplatte zwischen gegenüberliegenden Seitenumfassungskanten der Platte verlaufen, ist die Öffnung **114** allgemein mittig zwischen den Enden **103a** jedes Kanals geöffnet. Zum Beispiel kann die Öffnung **114** in den mittleren 50% des Wärmetauschers oder möglicherweise in den mittleren 20% des Wärmetauschers positioniert sein. Das Zuführen von frischem Fluid zum Mittelbereich, in dem die wärmeerzeugende Komponente direkt mit der Wärmespreizerplatte in Verbindung steht, bevor es durch die verbleibenden Längen der Kanäle fließt, dient dazu, im Bereich **102b** sowie in an die vorgesehene Befestigungsposition angrenzenden Bereichen in der Wärmespreizerplatte eine gleichmäßige Temperatur zu erzeugen. Das Einleiten von Fluid in einen Bereich entlang eines Mittelbereichs der Mikrokanäle, nach dem sich der Strom in zwei Unterströme spaltet, um vom Einlass nach außen in Richtung von zwei Auslässen zu fließen, von denen beide jeweils an den Enden der Kanäle positioniert sind, verringert den Druckabfall des Fluid, das entlang der Kanäle fließt, im Vergleich zu dem Druckabfall, der erzeugt werden würde, wenn das Fluid die gesamte Länge jedes Kanals entlang fließen würde. Das Aufteilen des Fluidstroms, sodass schätzungsweise nur eine Hälfte des Masseneinlassstroms entlang jedes beliebigen Bereichs der Mikrokanäle fließen kann, erzeugt weniger Rückdruck und weniger Fließwiderstand, ermöglicht schnelleren Fluidstrom durch die Kanäle und verringert die Pumpenkraft, die erforderlich ist, um das Fluid durch den Wärmetauscher zu bewegen.

**[0090]** Im Betrieb ist die Wärmespreizerplatte **102** im Bereich **102b** in Wärmekommunikation mit der Wärmequelle **107** positioniert. Von der Wärmequelle **107** erzeugte Wärme wird nach oben durch die Wärmespreizerplatte **102** zur Oberfläche **102a** und zu den Wandungen **110** geleitet. Wärmetauschendes Fluid, dargestellt durch den Pfeil F, fließt durch den Anschluss **111** in den Fluid-Wärmetauscher hinein, in den Fächerkrümmer **112** und durch die Öffnung **114**. Das wärmetauschende Fluid fließt anschließend nach unten zwischen die Wandungen **110** in die Kanäle **103**, wo das Fluid Wärmeenergie von den Wandungen **110** und der Oberfläche **102a** aufnimmt. Nachdem es nach unten in die Kanäle geflossen ist, prallt das wärmetauschende Fluid gegen die Oberfläche **102a**, um in Richtung der Enden **103a** der Kanäle zu den Auslassöffnungen **124** weitergeleitet zu werden. Dadurch wird das Fluid in der dargestellten Ausführungsform allgemein in zwei Unterströme aufgeteilt, die sich weg voneinander und weg vom Einlass **114** in Richtung der Öffnungen **124** an den Enden der Mikrokanäle bewegen. Durch die Kanäle fließendes Fluid wird erwärmt, insbesondere wenn es über den Bereich fließt, der direkt mit der Wärmequelle in Kontakt steht, wie es in der dargestellten Ausführungsform im Mittelbereich der Wärmesprei-

zerplatte der Fall ist. Erwärmtes Fluid fließt durch die Öffnungen **124** in den Fächerkrümmer und danach durch den Anschluss **128**. Das erwärmte Fluid zirkuliert durch einen Kühlkörper, indem es seine Wärmeenergie abgibt, bevor es zurück zum Anschluss **111** zirkuliert.

**[0091]** Die individuelle und relative Positionierung und Abmessung der Öffnungen **114** und **124** kann es dem Fluid ermöglichen, durch die wärmetauschenden Kanäle **103** zu fließen und im Vergleich zu anderen Positionierungen und Abmessungen gleichzeitig den Druckabfall, der erzeugt wird, wenn Fluid durch den Wärmetauscher **100** fließt, zu verringern. In der dargestellten Ausführungsform ist der Mittelbereich **124a** der Auslassöffnungen **124** beispielsweise mit Bogenkanten ausgestattet, um im Vergleich zu den an den Kanten befindlichen Kanälen an den mittig angeordneten Kanälen einen vergrößerten Auslassbereich bereitzustellen. Diese Formgebung sorgt dafür, dass die Auslassöffnungen von einigen im Verhältnis zu den Seiten des Wärmetauschers mittig positionierten Kanälen **103** größer sind als die Auslassöffnungen von anderen Kanälen, die näher an den Kanten liegen. Dadurch wird sichergestellt, dass durch die mittig angeordneten Kanäle fließendes Fluid auf weniger Widerstand trifft, wodurch das Fließen entlang des mittleren Befestigungsbereichs **102b** auf der Wärmespreizerplatte **102** erleichtert wird.

**[0092]** Eine Dichtung **130** trennt den Fluid-Einlassdurchlass **104** vom Fluid-Auslassdurchlass **106**, sodass das Fluid an der Oberfläche **102a** der Wärmespreizerplatte vorbei durch die mikroporösen Kanäle **103** fließen muss.

#### HERSTELLUNGSVERFAHREN

**[0093]** Mit Bezugnahme auf [Fig. 5](#) und [Fig. 6](#) ist ein nützliches Verfahren zur Herstellung eines Fluid-Wärmetauschers beschrieben. Eine Wärmespreizerplatte **202** kann bereitgestellt sein, die aufgrund ihrer Dicke wenigstens über einen Mittelbereich davon wärmeleitende Eigenschaften aufweist.

**[0094]** Auf der Oberfläche der Wärmespreizerplatte können, zum Beispiel durch Hinzufügen von Formwandungen durch Auftragen oder Entfernen von Material auf die/von der Oberfläche der Wärmeplatte, Mikrokanäle ausgebildet sein. In einer Ausführungsform werden die Formwandungen **210** durch einen Schleifvorgang gebildet.

**[0095]** Über den Wandungen **210** kann eine Platte **240** angebracht werden, um die Kanäle über die Obergrenzen der Wandungen **210** hinweg abzuschließen. Abschnitte der Platte **240** werden entfernt, um im fertigen Wärmetauscher Einlass- und Auslassöffnungen **214** bzw. **224** zu erzeugen. Laschen **242** können eingesetzt werden, um bei der Positionierung

und Montage der Platte **240** zu helfen, wobei die Laschen **242** über die äußersten Wandungen nach unten gebogen sind.

**[0096]** Eine Dichtung **230** kann als Teil der Platte **240** oder separat installiert werden.

**[0097]** Nachdem die Platte **240** und die Dichtung **230** positioniert sind, kann eine Oberabdeckung **244** auf der Anordnung installiert werden. Die Oberabdeckung **244** kann Seitenwandungen beinhalten, die nach unten zu einer Position angrenzend an die Wärmespreizerplatte hervorragen. Die Bauteile können während ihres Aufbaus oder nachträglich durch allgemeine Fixierungstechniken verbunden werden. Dadurch werden die Bauteile miteinander verbunden, sodass, wenn der Fluidkreislauf wie oben hierin beschrieben aufgebaut wird, eine verkürzte Zirkulation von der Einlassleitung zur Auslassleitung im Wesentlichen vermieden wird, wobei das Fluid von der Öffnung **214** durch die von den Wandungen **210** definierten Kanäle zu den Öffnungen **224** fließt.

#### SYSTEMINTEGRATION

**[0098]** Mit Bezugnahme auf [Fig. 7](#) ist an dieser Stelle ein funktionstüchtiges Beispiel einer integrierten Untergruppe **20** ([Fig. 1](#)) beschrieben. Die dargestellte Untergruppe **300** umfasst eine Pumpe **310** (z. B. **312** und **313**, ohne den Sicherheitsmechanismus **302**) und einen Wärmetauscher **320** sowie ein Gehäuse **330** mit integrierten Fluidleitungen, die dazwischen verlaufen. Die Untergruppe **300** dient lediglich als Beispiel eines Ansatzes zur Integrierung mehrerer Elemente des in [Fig. 1](#) dargestellten Fluidkreislaufs **10** (z. B. die Pumpe **16** und der erste Wärmetauscher **11**, einschließlich des Einlassverteilers **13**, der Fluiddurchlässe **14**, des Auslassverteilers **15**) in einem einzigen Element, wobei gleichzeitig die jeweiligen Funktionen der unterschiedlichen Elemente erhalten bleiben. Das dargestellte Gehäuse **330** ist konfiguriert, um ein Arbeitsfluid von einem Einlassanschluss **331** zu einer Pumpenspirale **311**, von der Pumpenspirale zu einem Einlass **321** ([Fig. 11](#)) des Wärmetauschers **320** und von einem Auslass **322** ([Fig. 11](#)) des Wärmetauschers zu einem Auslassanschluss **332** zu leiten.

**[0099]** Das Pumpenlaufrad **312** kann in der Pumpenspirale **311** aufgenommen sein. Das Pumpenlaufrad kann auf herkömmliche Weise drehend von einem elektrischen Motor **313** angetrieben werden. Eine Abdeckung **301** kann über dem Motor **313** angeordnet und mit dem Gehäuse **330** verbunden sein, um der Untergruppe **300** ein fertiges Erscheinungsbild zu verleihen, das zum Beispiel zur Verwendung in Verbraucherelektronik geeignet ist.

**[0100]** Die Seite **333** des Gehäuses **330**, die gegenüber der Pumpenspirale **311** positioniert ist, kann ei-

nen Einsatz **334** und den Wärmetauscher **320** aufnehmen. Eine Dichtung (z. B. ein O-Ring) **323** kann zwischen dem Gehäuse **330** und dem Wärmetauscher **320** positioniert sein, um ein Auslaufen des Arbeitsfluids von der Schnittstelle zwischen dem Wärmetauscher **320** und dem Gehäuse **330** zu verringern und/oder zu eliminieren.

**[0101]** Der Wärmetauscher **320** definiert eine unterste Seite der Anordnung **300** sowie eine Oberfläche, die konfiguriert ist, um eine Wärmeverbindung mit einem integrierten Schaltkreispaket (nicht dargestellt) bereitzustellen. Ein Sicherungsmechanismus **302** kann die Anordnung mechanisch mit einem Untergrund, wie einer gedruckten Leiterplatte, auf der das integrierte Schaltkreispaket befestigt ist, verbinden.

**[0102]** Wie im Fall der in **Fig. 1** dargestellten Untergruppe **20** können eine Fluidleitung oder ein Fluidverbinder eine Fluidverbindung zwischen einem Auslassanschluss eines entfernt positionierten Wärmetauschers und dem Einlassanschluss **331** des Gehäuses **330** bereitstellen. Gleichermaßen können eine Fluidleitung oder ein anderer Fluidverbinder eine Fluidverbindung zwischen dem Auslassanschluss **332** des Gehäuses **330** und einem Einlassanschluss des entfernt positionierten Wärmetauschers bereitstellen. In einer Kühlanwendung übertragen die jeweiligen Fluidleitungen Fluid mit einer relativ höheren Temperatur vom Auslassanschluss **332** zum entfernten Wärmetauscher und Fluid mit einer relativ niedrigeren Temperatur vom entfernten Wärmetauscher zum Einlassanschluss **331**.

#### INTEGRIERTES GEHÄUSE

**[0103]** Eine Ausführungsform eines einheitlichen Gehäuses **330** ist nun durch Bezugnahme auf **Fig. 7**, **Fig. 8**, **Fig. 9**, **Fig. 10** und **Fig. 11** beschrieben. Das dargestellte Gehäuse **330** weist eine erste Seite **340**, eine zweite Seite **333**, die gegenüber der ersten Seite positioniert ist, und eine im Wesentlichen ununterbrochene Umfassungswandung **348** zwischen der ersten Seite und der zweiten Seite auf. Ein Boden oder eine untere Wandung **341** (**Fig. 9**) trennt allgemein die erste Seite von der zweiten Seite. Die gegenüberliegende erste Seite **340** und die zweite Seite **333** definieren jeweils zurückgesetzte Merkmale, die, wenn sie mit den entsprechenden Komponenten kombiniert werden, integrierte Fluidleitungen und Kammern definieren, die verwendet werden können, um ein Arbeitsfluid mit einem kleinen Formfaktor (z. B. mit einem Volumen von einer maximalen vertikalen Abmessung von weniger als ungefähr 1,5 Zoll, wie zum Beispiel zwischen ungefähr 0,75 Zoll und ungefähr 1,4 Zoll) zu leiten.

**[0104]** Zum Beispiel weist das Gehäuse einen Einlassanschluss **331**, eine Pumpenspirale **311**, eine

Einlasskammer **335** (**Fig. 10**), einen Einlassverteilerabschnitt **336**, der der Einlasskammer entspricht, einen Auslassverteilerabschnitt **337**, eine Austoss- (oder Auslass-)kammer **338**, die dem Auslassverteilerabschnitt entspricht, und einen Auslassanschluss **332** auf, die miteinander in Fluidverbindung stehen.

**[0105]** **Fig. 8** und **Fig. 9** zeigen, dass die Umfassungswandung einen zurückgesetzten Einlassanschluss **331** definiert. Die erste Seite **340** des Gehäuses **330** definiert eine im Wesentlichen zylindrisch geformte Einbuchtung, welche die Pumpenspirale **311** bildet, und ein Boden der zurückgesetzten Spirale **311** wird durch eine im Wesentlichen kreisförmige untere Wandung **341** definiert. Ein Durchbruch **342** in der unteren Wandung bildet den Einlass zur Pumpenspirale vom Einlassanschluss, wobei zwischen dem Einlassanschluss **331** und dem Einlass **342** zur Pumpenspirale **311** eine Einlassleitung **343** verläuft, die eine Fluidverbindung zwischen der Pumpenspirale und dem Einlassanschluss herstellt.

**[0106]** Die gegenüberliegende (z. B. eine zweite) Seite **333** des Gehäuses **330** definiert einen zweiten zurückgesetzten Bereich **350**, der eine Einlass- (z. B. einen ersten)-kammer **335** und den Einlassverteilerabschnitt **336** definiert. Eine Öffnung **344** reicht durch eine gemeinsame Wandung **345** hindurch, welche die Einlasskammer **335** von der Pumpenspirale **311** (in **Fig. 10** nicht dargestellt) trennt und so eine Fluidverbindung zwischen der Pumpenspirale und dem ersten Zwischenraum herstellt. In manchen Ausführungsformen verläuft die Öffnung **344** tangential zu der zylindrisch geformten Pumpenspirale **311**.

**[0107]** Ein Füllanschluss **349** kann durch die Umfassungswandung **348** hindurch und zur Einlasskammer **335** reichen, wodurch ein montiertes System nach dem Abschluss der Montage mit einem Arbeitsfluid befüllt werden kann. Nach dem Befüllen kann ein Stöpsel (nicht dargestellt) in den Füllanschluss **349** eingeführt werden, um ihn zu versiegeln.

**[0108]** Wie in **Fig. 10** dargestellt, kann eine Tiefe des Einlassverteilers **336** von einem relativ tieferen Bereich angrenzend an die Einlasskammer **335** zu einem relativ flacheren Bereich in einem Abstand vom Einlasskammer verjüngt sein. Wie in **Fig. 11** dargestellt und nachstehend ausführlicher beschrieben, kann ein Verteilereinsatz **334** angrenzend an, z. B. wie in **Fig. 7** dargestellt „überlagernd“, die geneigte Vertiefung des Verteilerbereichs **336** positioniert sein, wodurch wenigstens teilweise ein Einlassverteiler zum Kühlkörper **320** gebildet wird, der einen verjüngten Querschnittbereich entlang einer Fließrichtung aufweist. Der verjüngte Verteiler kann eine im Wesentlichen gleichmäßige Massenstromrate an Arbeitsfluid auf eine Mehrzahl an Kanälen im Kühlkörper **320** verteilen.

[0109] Die zweite Seite **333** des Gehäuses **330** kann einen dritten zurückgesetzten Bereich **351** (Fig. 10) definieren, der jeweilige Abschnitte eines Auslassverteilers **337** (Fig. 11) definiert. Wie nachstehend ausführlicher beschrieben, kann der dritte zurückgesetzte Bereich **351** einen Abschnitt des Wärmetauschers **320** überlagern und dadurch ein aus den Mikrokanälen austretendes Arbeitsfluid aufnehmen.

[0110] Ein vierter zurückgesetzter Bereich **352** (Fig. 10) kann wenigstens teilweise einen Auslasszwischenraum **338** definieren. Die dritte Vertiefung **351** und die vierte Vertiefung **352** können miteinander in Fluidverbindung stehen und durch eine Wandung **346** vom zweiten zurückgesetzten Bereich **350** abgetrennt sein. Eine Öffnung **347** (Fig. 9) kann zwischen dem Auslasszwischenraum **338** und dem Auslassanschluss **332** verlaufen.

[0111] Ein Verteilergehäuse oder integriertes Gehäuse, wie es oben beschrieben ist, kann eine einheitliche Konstruktion aufweisen, die zum Beispiel durch Spritzgusstechnik, eine maschinelle Verarbeitungstechnik oder andere geeignete bekannte oder hiernach entwickelte Prozesse gebildet sein kann. Außerdem kann jedes beliebige geeignete Material in der Herstellung des Gehäuses verwendet werden, vorausgesetzt das Material ist mit anderen Komponenten der Untergruppe **300** und dem Arbeitsfluid kompatibel. Zum Beispiel beinhalten herkömmliche Materialien, aus denen ein Spritzgussgehäuse gebildet werden kann Polyphenylensulfid (allgemein als „PPS“ bezeichnet), Polytetrafluorethylen (allgemein als „PTFE“ oder mit dem Handelsnamen TEFLON des Unternehmens DuPont bezeichnet) und Acrylnitril-Butadien-Styrol (allgemein als „ABS“ bezeichnet).

[0112] Obwohl das oben beschriebene Gehäuse eine einheitliche Konstruktion aufweist, können andere Ausführungsformen des Gehäuses **330** eine Anordnung von Unterkomponenten umfassen. Nichtsdestotrotz weist eine einheitliche Konstruktion in der Regel weniger trennbare Verbindungen auf, aus denen ein Arbeitsfluid auslaufen könnte.

#### VERTEILEREINSATZ

[0113] Wie oben beschrieben und in Fig. 7 und Fig. 11 dargestellt, kann ein Einsatz **334** zwischen dem Wärmetauscher **320** und dem Gehäuse **330** positioniert sein. Zusätzlich kann der Einsatz **334** eine Kontur haben, die allgemein der Konfigurierung von einem oder mehreren der zurückgesetzten Bereiche **350**, **351**, **352** in der zweiten Seite **333** des Gehäuses **330** entspricht. Wenn der Einsatz **334** mit dem Gehäuse **330** verbunden wird, können die zurückgesetzten Bereiche **350**, **351** und **352** in Kombination mit dem konturierten Einsatz **334** mehrere Leitungen oder Fluidverbinder, die für das Leiten eines Arbeitsfluids geeignet sind, definieren, um eine Fluidverbin-

dung zwischen dem Wärmetauscher **320**, der Pumpenspirale **311** und dem Auslassanschluss **332** herzustellen.

[0114] Der Einsatz **334** kann zum Beispiel eine Öffnung definieren, die durch den Körper **360** verläuft und allgemein den durch das Gehäuse **330** definierten, verjüngten Verteilerabschnitt **336** überlagert. Die Öffnung kann einen zurückgesetzten Bereich **365** und einen Durchbruch **361** beinhalten. Der zurückgesetzte Bereich **365** und die verjüngte Vertiefung **336** im Gehäuse definieren zusammen eine Kammer des Einlassverteilers. Wie nachstehend beschrieben, kann der Verteiler Arbeitsfluid unter den verschiedenen Mikrokanälen im Kühlkörper aufteilen.

[0115] Der Körper **360** des Einsatzes **334** kann in ein oder mehrere Merkmale des Gehäuses **330** greifen. So kann der Körper **360** zum Beispiel eine Mehrzahl an in Abständen angeordneten Bauteilen **362a**, **b**, **c**, **d** und eine muldenförmige Vertiefung **363** definieren, die quer im Verhältnis zum Durchbruch **361** verläuft. Die muldenförmige Vertiefung **363** kann zwischen den Bauteilen **362a**, **c** und zwischen den Bauteilen **362b**, **d** verlaufen. Wenn der Einsatz **334** mit dem Gehäuse **330** zusammengebaut ist, sind die Bauteile **362a**, **b**, **c**, **d** in entsprechenden Abschnitten des zweiten zurückgesetzten Bereichs **351** positioniert und eine entsprechende Erhöhung **339** (Fig. 10) ist in der muldenförmigen Vertiefung **363** positioniert. Durch Überbrücken von durch das Gehäuse definierten Merkmalen ist der Einsatz konfiguriert, den Durchbruch **361** mit dem verjüngten Verteilerbereich **336** in einer allgemein wiederholbaren Weise auszurichten.

[0116] Der Einsatz **360** definiert außerdem eine konturierte Lasche **364**, die konfiguriert ist, um über der zurückgesetzten Einlasskammer **335** zu liegen. Zusätzlich drückt eine Flanke **366** im zweiten zurückgesetzten Bereich **365** des Einsatzes gegen die Wandung **346** (Fig. 10), wodurch eine Dichtung, welche den Einlassverteiler vom Auslassverteiler und dem Auslasszwischenraum trennt, bereitgestellt wird.

[0117] In einer betriebsfähigen Ausführungsform ist der zurückgesetzte Bereich **365** (Fig. 19) verjüngt und weist wenigstens eine Querschnittabmessung auf, die mit zunehmender Tiefe der Vertiefung abnimmt. Wie nachstehend ausführlicher beschrieben ist, können die Vertiefung **365** und der Durchbruch **361** im Betrieb allgemein über einer Nut **325** (Fig. 19) in den Kühlkörperlamellen liegen. In manchen Fällen kann eine Neigung einer Wandung, die eine verjüngte Vertiefung **365** angrenzend an den Durchbruch definiert, an eine Neigung der zurückgesetzten Nut **325** angrenzend an das distale Ende der Kühlkörperlamellen angepasst werden (z. B. können sie diesen entsprechen oder alternativ gleich sein), wodurch ein

relativ glatter und fortlaufender Fließwechsel bereitgestellt wird.

[0118] Der Einsatz kann eine oder mehrere (z. B. ein Paar) allgemein nachgiebige flache Oberflächen **367** aufweisen, die die Öffnung **361** (Fig. 11) seitlich erfassen. Wie in Fig. 19 dargestellt, können die Oberflächen **367** allgemein jeweilige Abschnitte des Wärmetauschers **320** überlagern (z. B. die distalen Enden **401** der Kühlkörperlamellen **400** (Fig. 16 und Fig. 17)), welche eine obere Fließgrenze der zwischen angrenzenden Lamellen verlaufenden Mikrokanäle definieren, ähnlich der in Fig. 5 und Fig. 6 dargestellten Platte **240**. Die nachgiebigen Oberflächen **367** können gegen die jeweiligen distalen Enden drücken und sich an Variationen der Höhe in der Mehrzahl an Lamellen und innerhalb einer beliebigen Lamelle (z. B. einer Lamelle mit einer nicht linearen Längskontur aufgrund von Variationen in der Lamellenhöhe  $h_2$  (Fig. 18A und Fig. 18B)) anpassen. Die nachgiebigen Oberflächen **367** können den Bedarf an sekundären Maschinenoperationen vermindern oder eliminieren, die verwendet werden, um die jeweiligen distalen Enden der Lamellen allgemein komplanar und zum Beispiel mit einer festen Platte kompatibel zu machen. Außerdem können die nachgiebigen Oberflächen **367**, die gegen die distalen Enden **401** der Lamellen **400** (**400'**) drücken, eine Dichtung mit den Lamellen bilden und ein Arbeitsfluid daran hindern, die durch die angrenzenden Lamellen definierten Kanäle zu umgehen.

[0119] Der Einsatzkörper **360** kann zum Beispiel unter Verwendung einer Spritzgusstechnik, einer maschinellen Verarbeitungstechnik oder anderer geeigneter bekannter oder hiernach entwickelter Prozesse gebildet werden. In einer betriebsfähigen Ausführungsform ist der Körper **360** aus einem konformen Polymermaterial gebildet, das sich allgemein an angrenzende Oberflächen anpasst und diese abdichtet. Jedes beliebige geeignete Material kann verwendet werden, um den Einsatzkörper **360** zu bilden, vorausgesetzt, das ausgewählte Material ist mit anderen Komponenten der Untergruppe **300** und dem Arbeitsfluid kompatibel. Übliche Materialien, aus denen der Einsatzkörper gebildet sein kann, beinhalten zum Beispiel Silikon oder ein anderes, geeignetes nachgiebiges Material.

#### FLIESSVERTEILUNG

[0120] An dieser Stelle ist der Strom eines Arbeitsfluids durch die integrierte Anordnung **300** beschrieben. Von einem entfernt positionierten Wärmetauscher (nicht dargestellt) fließt ein Arbeitsfluid in den Einlassanschluss **331** und in den Kanal **343**, der zwischen dem Einlassanschluss und dem Einlass **342** der Pumpenspirale **311** verläuft. Ein Boden **341** der Pumpenspirale definiert eine Wandung, die den Kanal **343** von der Pumpenspirale trennt. Vom Kanal

**343** fließt das Arbeitsfluid durch den Durchbruch **342** und in die Spirale **311**. Ein Laufrad **312**, das in der Pumpenspirale **311** positioniert ist, dreht sich und erhöht eine Druckhöhe im Arbeitsfluid bevor das Fluid von der Pumpenspirale durch die Öffnung **344** und in die Einlasskammer **335** fließt.

[0121] Wie durch die Pfeile in Fig. 10 dargestellt, kann das Arbeitsfluid von der Einlasskammer **335** und in eine zwischen dem zweiten zurückgesetzten Bereich **365** im Einsatz **334** und dem Einlassverteilerabschnitt **336** des Gehäuses definierte Kammer fließen. Von der Kammer fließt das Arbeitsfluid durch den Durchbruch **361**.

[0122] Wie oben in Verbindung mit Fig. 2, Fig. 3 und Fig. 4 beschrieben, kann der in Fig. 7, Fig. 11, Fig. 13 und Fig. 14 dargestellte Wärmetauscher einen Wärmeübertragungsbereich **324** umfassen, der eine Mehrzahl an Mikrokanalleitungen definiert. Der Durchbruch **361** kann den Wärmeübertragungsbereich **324** überlagern und der Fluss des Arbeitsfluids kann auf die Mehrzahl an Mikrokanalleitungen im Kühlkörper aufgeteilt werden. Wie im Fall der in Fig. 5 und Fig. 6 dargestellten Anordnung kann ein Arbeitsfluidstrom im Mikrokanal allgemein ein Prallstrahlstrom sein, der in einen ersten Abschnitt und einen zweiten Abschnitt aufgeteilt ist, die vom Aufprallbereich aus nach außen und allgemein in entgegengesetzte Richtungen fließen.

[0123] In der dargestellten Anordnung **300** (Fig. 7) nimmt der Einsatz **334** (z. B. die Bauteile **362a**, **b**, **c**, **d**) teilweise den dritten zurückgesetzten Bereich **351** ein, wodurch zwei der gegenüberliegenden Abschnitte des Bereichs unbesetzt bleiben und entgegengesetzte Auslassverteilerabschnitte **337** definieren, welche Endbereiche der Mikrokanäle überlagern und den an den Durchbruch **361** (Fig. 11) angrenzenden Mittelbereich flankieren. Der nach außen gerichtete Strom an Kühlmittel kann von den Mikrokanalleitungen in einen jeweiligen einen der Auslassverteilerabschnitte **337** geleitet werden. Von den Verteilerabschnitten **337** aus fließt das Arbeitsfluid in den Auslasszwischenraum **338** (Fig. 11) und durch die Leitung **347** zum Auslassanschluss **332**.

#### ZUSÄTZLICHE WÄRMETAUSCHER-KONFIGURIERUNGEN

[0124] Mit Bezugnahme auf Fig. 13, Fig. 13A, Fig. 14, Fig. 14A, Fig. 15, Fig. 16, Fig. 17, Fig. 18A und Fig. 18B und Fig. 19 sind zusätzliche Ausführungsformen von Kühlkörpern beschrieben. Wie bei dem in Fig. 2 bis Fig. 6 dargestellten Kühlkörper definieren die Kühlkörper **320**, **320'** aus Fig. 13 und Fig. 14 jeweilige Wärmeübertragungsbereiche **324**, **324'**, die eine Mehrzahl an nebeneinanderliegenden Lamellen (z. B. Lamellen **400**) aufweisen, welche eine entsprechende Mehrzahl an Mikrokanälen (z. B.

Mikrokanäle **404**, **404'**) zwischen angrenzenden Lamellen definieren.

[0125] Jede der Lamellen **400**, **400** ragt von einem Wärmespreizer oder einer Grundlage **326** zu einem jeweiligen distalen Ende **401**, **401'** hervor. Die flankierenden Nuten **322**, **322'** ([Fig. 13](#) und [Fig. 14](#)) können rechtwinklig im Verhältnis zu entgegengesetzten äußeren Enden der Mikrokanäle **404**, **404'** verlaufen, die einen Teil eines Auslassverteilers bilden. Wenn sie in der Anordnung **300** integriert sind, sind die Nuten **322**, **322'** allgemein angrenzend an gegenüberliegende Auslassverteilerabschnitte **337** positioniert.

[0126] [Fig. 15](#) zeigt eine typische Querschnittansicht der Kühlkörper **320**, **320'** entlang Linie 15-15 ([Fig. 13](#)) bzw. 15'-15' ([Fig. 14](#)). [Fig. 16](#) und [Fig. 17](#) zeigen alternative Lamellenkonfigurationen vom im Querschnitt aus [Fig. 15](#) dargestellten, umkreisten Abschnitt „A“ eines typischen Wärmeübertragungsbereichs.

[0127] Die distalen Enden der Lamellen können eine Vielzahl von Konfigurationen aufweisen, wie in [Fig. 16](#) und [Fig. 17](#) dargestellt ist. So sind die stumpfen distalen Enden **405'** zum Beispiel als relativ flach und allgemein komplanar dargestellt. Alternativ sind die distalen Enden **401** als abgeschrägt dargestellt, wodurch jede Lamelle **400a** eine vergleichbar kurze Endfläche und eine vergleichbar hohe Endfläche mit einer relativ scharfen Spitze **405** dazwischen aufweist.

[0128] Es wird davon ausgegangen, dass die durch die abgeschrägten distalen Enden **401** gebildete, relativ scharfe Spitze **405** den Wechsel einer Fließrichtung (z. B. eine 90-Grad-Krümmung) vom parallelen Verlauf mit der Grundlage **326** und rechtwinklig zu den Lamellen **400** in eine Richtung, die allgemein rechtwinklig zu der Grundlage **326** und allgemein parallel zu den Lamellen verläuft, vereinfachen kann. Demzufolge wird angenommen, dass Lamellen **400** mit durch abgeschrägte, distale Enden ausgebildeten scharfen Spitzen **405** Druckverluste im Arbeitsfluid verhindern können, wenn das Fluid vom Einlassverteiler **365** zu den Mikrokanälen **404** fließt, zum Beispiel im Vergleich zu Lamellen **400'**, die allgemein stumpfe distale Enden **405'** aufweisen. Es wird angenommen, dass die Positionierung der relativ größeren Endfläche einer beliebigen Lamelle stromaufwärts von der relativ kürzeren Endoberfläche derselben Lamelle (z. B. Platzieren der scharfen Spitze in einer stromaufwärts gelegenen Position im Verhältnis zu der jeweiligen Lamelle) eine größere Minderung des Druckverlusts bereitstellt, als wenn der Fluss die abgeschrägte Lamelle von einer entgegengesetzten Richtung trifft.

[0129] Die abgeschrägten distalen Enden **401** können unter Verwendung einer beliebigen geeigneten

Technik zum Abschrägen dünner Wandungen gebildet werden. Zum Beispiel können derartige Abschrägungen erzeugt werden, wenn die Lamellen **400** durch eine Abschleiftechnik gebildet werden. Auch andere, z. B. firmeneigene, Techniken können verwendet werden, um die Abschrägungen zu erzeugen. Zum Beispiel wird angenommen, dass die von Wolverine Tube, Inc. verwendete Lamellenbildungstechnik genutzt werden kann, um Mikrokanal-Kühlkörper zu erzeugen, die abgeschrägte Lamellen aufweisen. Es wird jedoch auch davon ausgegangen, dass die jeweiligen distalen Enden derartiger „roher“ Lamellen unter Umständen nicht komplanar sind (abgesehen von einem zurückgesetzten Bereich, der einen Abschnitt einer Quernut bildet). Durch die Integrierung des nachgiebigen Einsatzes **334**, der gegen ungleichmäßige Lamellen drückt und eine Dichtung mit ihnen bilden kann, können sekundäre Maschinenoperationen, welche die scharfen Spitzen **405** abstumpfen würden, eliminiert werden, wodurch Kosten eingespart und die Leistung verbessert wird. Das Beibehalten scharfer Spitzen **405** und das Bilden einer Dichtung mit dem Verteilereinsatz kann Druckverluste im Kühlmittel verringern, während weiterhin Auslaufen zwischen angrenzenden Mikrokanälen **404** verringert oder eliminiert wird, das ansonsten durch Lücken, die andernfalls zwischen „rohen“ Lamellen und z. B. einer allgemein ebenflächigen, festen Platte entstehen würden, auftreten würde.

[0130] Wie in [Fig. 14](#) dargestellt, kann eine Quernut **325** quer im Verhältnis zu den Lamellen **400** verlaufen. Wie oben angemerkt, kann der Durchbruch **361** im Verteilereinsatz **334** allgemein die Nut **325** überlagern, wodurch ein Fließwechsel definiert wird, der jeden der Mikrokanäle **404** parallel hydraulisch mit wenigstens einem anderen der Mikrokanäle verbindet.

[0131] [Fig. 19](#) zeigt eine Querschnittansicht eines Beispiels eines derartigen Fließwechsels. Der durch den Einsatzkörper **360** definierte, zurückgesetzte Bereich **365** und die zurückgesetzte Nut **325** definieren zusammen eine erheblich größere charakteristische Länge, z. B. Hydraulikdurchmesser, als der Durchbruch **361** dies allein tut. Zum Beispiel können der zurückgesetzte Bereich **365**, die Öffnung **361** und die Nut **325** zusammen einen Fließwechsel mit einem hydraulischen Durchmesser von zwischen ungefähr 150% und ungefähr 200% des entsprechenden hydraulischen Durchmessers des Durchlasses **361** allein definieren, was einen wesentlich geringeren Druckverlustkoeffizienten für den montierten Fließwechsel bereitstellen kann.

[0132] Das Erhöhen der charakteristischen Längenskala des Übergangs vom Einlassverteiler zu den Mikrokanälen des Kühlkörpers **320** kann Druckverluste in einem durch den Übergang fließenden Fluid verringern und die Fließrate des Fluids im Zusammenhang mit der Pumpenleistung erhöhen. Die durch einen

geringeren Druckverlustkoeffizienten bedingt erhöhte Fluidfließrate kann örtliche Wärmeübertragungsraten von den Lamellen im Vergleich zu einer Konfigurierung, in der der Durchbruch **361** eine Reihe an gleichmäßig hohen Lamellen überlagert, verbessern. Die Kombination der verjüngten Vertiefung **365** und der Kühlkörpernut **325** (z. B. in [Fig. 19A](#)) ermöglicht es dem Arbeitsfluid, in einem Bereich angrenzend an den Durchbruch **361** relativ tiefer in die Mikrokanäle vorzudringen, als es das Fluid andernfalls ohne die Nut (z. B. im Fall einer Reihe von gleichmäßig hohen Lamellen, wie in [Fig. 19A](#)) könnte.

**[0133]** Die Nut **325** kann durch Definieren einer entsprechenden Vertiefung in jeder der Mehrzahl an Lamellen **400** gebildet werden. Die Mehrzahl an zurückgesetzten Bereichen kann so gegenübergestellt sein, dass sie die Nut **325** definiert.

**[0134]** In [Fig. 18A](#) und [Fig. 18B](#) ist der tiefste Punkt jeder zurückgesetzten Nut **325a**, **325b** in einem Abstand  $h_1$  vom Wärmespreizer **326** angeordnet. In anderen Ausführungsformen ist der tiefste Punkt der zurückgesetzten Nut **325** im Wesentlichen flächengleich mit dem Wärmespreizer **326** (d. h.  $h_1 \leq 0$ ). In manchen Ausführungsformen kann ein Verhältnis einer repräsentativen Höhe  $h_2$  der Lamellen zum Abstand  $h_1$  zwischen ungefähr 10:1 und ungefähr 10:7 betragen, zum Beispiel zwischen ungefähr 3:1 und ungefähr 2:1.

**[0135]** Wenngleich in [Fig. 18A](#) eine V-förmige Einkerbung dargestellt ist und in [Fig. 18B](#) eine allgemein parabelförmige Vertiefung dargestellt ist, sind andere Konfigurierungen zurückgesetzter Nuten möglich. Zum Beispiel kann die Nut eine allgemein hyperbelförmige Querschnittform oder einen Querschnitt mit wenigstens einer im Wesentlichen geraden Kante (z. B. einer L-förmigen Vertiefung, einer abgeflachten V-förmigen Nut, wie in [Fig. 19B](#)) aufweisen. Wie oben angemerkt, kann eine Neigung der Nut **325** angrenzend an den Verteilerkörper im Wesentlichen eine Fortsetzung einer Neigung einer Wandung sein, welche den zurückgesetzten Bereich **365** im Verteilerkörper **360** angrenzend an die Nut definiert, wenn die integrierte Anordnung **300** montiert ist. Eine derartige fortlaufende Neigung kann allgemein geringere übergangsbedingte Druckverluste bereitstellen als dies in Übergängen mit einer Diskontinuität in der Wandungsneigung (z. B. zwischen der Vertiefung im Einsatz und der Nut) der Fall ist.

#### ANDERE BEISPIELHAFTE AUSFÜHRUNGSFORMEN

**[0136]** Die oben beschriebenen Beispiele betreffen allgemein Fluid-Wärmetauschersysteme, die konfiguriert sind, um eine oder mehrere elektronische Komponente(n), wie integrierte Schaltkreise, zu kühlen. Nichtsdestotrotz werden in Verbindung mit be-

liebigen entsprechenden Veränderungen der Konfigurierung des offenbarten Geräts auch andere Anwendungen für die offenbarten Wärmetauschersysteme in Betracht gezogen. Durch Umsetzen der hierin offenbarten Grundsätze ist es möglich, eine große Vielfalt an System bereitzustellen, die konfiguriert sind, um Wärme unter Verwendung eines Fluidkreislaufs zu übertragen. Zum Beispiel können offenbarte System verwendet werden, um Wärme an oder von Komponenten von Rechenzentren, Laserkomponenten, lichtemittierenden Dioden, chemischen Reaktionen, Solarzellen, Solarkollektoren und einer Vielzahl bekannter und hiernach entwickelter anderer industrieller, militärischer Geräte und Verbrauchergeräte zu übertragen.

**[0137]** Anweisungen und Verweise (z. B. oben, unten, obere, untere, links, rechts, hinten, vorne usw.) können verwendet werden, um die Beschreibung der Zeichnungen zu vereinfachen, sind jedoch nicht gedacht, als einschränkend ausgelegt zu werden. Zum Beispiel können bestimmte Bezeichnungen, wie „oben“, „unten“, „obere“, „untere“, „horizontal“, „vertikal“, „links“, „rechts“ und dergleichen, verwendet werden. Derartige Bezeichnungen werden, falls zutreffend, verwendet, um die Beschreibung deutlich zu machen, wenn sich in der Beschreibung auf Verhältnisse, insbesondere in Bezug auf die dargestellten Ausführungsformen bezogen wird. Derartige Bezeichnungen sollen jedoch keine absoluten Verhältnisse, Positionen und/oder Ausrichtungen angeben. Zum Beispiel kann in Bezug auf ein Objekt eine „obere“ Oberfläche zu einer „unteren“ Oberfläche werden, indem das Objekt einfach umgedreht wird. Nichtsdestotrotz ist es immer noch dieselbe Oberfläche und das Objekt bleibt dasselbe. Wie es hierin verwendet werden, bedeutet „und/oder“ sowohl „und“ oder „oder“ als auch „und“ und „oder“. Ferner sind alle hierin aufgeführten patent- und nicht patentbezogenen Literaturangaben hiermit in ihrer Gesamtheit für alle Zwecke eingeschlossen.

**[0138]** Die oben in Verbindung mit jedem beliebigen bestimmten Beispiel beschriebenen Grundsätze können mit den hierin in Verbindung mit jedem einen oder mehreren beliebigen der anderen Beispiele beschriebenen Grundsätzen kombiniert werden. Demnach ist diese ausführliche Beschreibung nicht als einschränkend auszulegen und nach Betrachten dieser Offenbarung ist für Fachleute ersichtlich, dass eine große Vielzahl an Fluid-Wärmetauschersystemen anhand der zahlreichen hierin beschriebenen Konzepte abgeleitet werden kann. Ferner ist für Fachleute ersichtlich, dass die hierin offenbarten, beispielhaften Ausführungsformen an zahlreiche Konfigurierungen angepasst werden können, ohne dabei von den offenbarten Grundsätzen abzuweichen.

**[0139]** Die obige Beschreibung der offenbarten Ausführungsformen ist bereitgestellt, um es Fachleuten

zu ermöglichen, die offenbarten Erfindungen herzustellen oder zu nutzen. Für Fachleute sind zahlreiche Modifikationen dieser Ausführungsformen ersichtlich und die hierin definierten allgemeinen Grundsätze können auf andere Ausführungsformen angewendet werden, ohne dabei vom Geiste oder Umfang dieser Offenbarung abzuweichen. Demnach sollen die beanspruchten Erfindungen nicht auf die hierin dargestellten Ausführungsformen beschränkt sein, sondern sollen den gesamten Umfang entsprechend dem Wortlaut der Ansprüche erhalten, wobei eine Bezugnahme auf ein Element im Singular, wie durch Verwendung des Artikels „ein“, „einer“ oder „eine“, nicht „ein/er/e und nur ein“ heißen soll, außer dies ist ausdrücklich so angegeben, sondern vielmehr „ein/er/e oder mehr“. Alle strukturellen und funktionellen Entsprechungen der Elemente der zahlreichen in der Offenbarung beschriebenen Ausführungsformen, die bekannt sind oder später Fachleuten bekannt sein werden, sind durch die Elemente der Ansprüche eingeschlossen. Ferner soll keine hierin offenbarte Angabe als im öffentlichen Interesse ausgelegt werden, unabhängig davon, ob eine derartige Offenbarung explizit in den Ansprüchen aufgeführt ist. Kein Element der Ansprüche soll gemäß den Richtlinien nach 35 USC 112, Paragraph sechs ausgelegt werden, außer das Element ist explizit unter Verwendung der Formulierung „Mittel für“ oder „Schritt für“ aufgeführt.

**[0140]** Angesichts der zahlreichen möglichen Ausführungsformen, auf die die offenbarten Grundsätze angewendet werden können, ist demnach ersichtlich, dass die oben beschriebenen Ausführungsform lediglich Beispiele darstellen und in ihrem Umfang nicht als einschränkend auszulegen sind. Ich behalte mir demnach alle Rechte auf die hierin offenbarten Inhalte vor, einschließlich des Rechts, alles was in den Umfang und Geist der nachstehenden Ansprüche fällt sowie alle Aspekte aller hierin dargestellten oder beschriebenen Neuerungen zu beanspruchen.

### Schutzansprüche

1. Wärmetauschersystem, das Folgendes umfasst: einen Kühlkörper, der eine Mehrzahl an nebeneinander angeordneten Lamellen aufweist, die eine entsprechende Mehrzahl an Mikrokanälen zwischen angrenzenden Lamellen definieren, wobei eine versenkte Nut quer im Verhältnis zu den Lamellen verläuft;

einen Verteilerkörper, der wenigstens teilweise eine Öffnung, die allgemein über der Nut liegt, definiert.

2. Wärmetauschersystem nach Anspruch 1, wobei der Verteilerkörper und die Nut zusammen einen Abschnitt eines Einlassverteilers definieren, der konfiguriert ist, um jeden der Mikrokanäle parallel hydraulisch mit wenigstens einem anderen der Mikrokanäle zu verbinden.

3. Wärmetauschersystem nach Anspruch 1, wobei der Kühlkörper einen Wärmespreizer umfasst, jede der Lamellen sich vom Wärmespreizer aus fortsetzt und eine jeweilige distale Kante, die in einem Abstand vom Wärmespreizer angeordnet ist, definiert und die Nut von der jeweiligen Mehrzahl an distalen Kanten zurückgesetzt angeordnet ist.

4. Wärmetauschersystem nach Anspruch 3, wobei ein tiefster Punkt der zurückgesetzten Nut in einem Abstand vom Wärmespreizer angeordnet ist.

5. Wärmetauschersystem nach Anspruch 3, wobei der tiefste Punkt der zurückgesetzten Nut im Wesentlichen koextensiv mit dem Wärmespreizer ist.

6. Wärmetauschersystem nach Anspruch 3, wobei der Wärmespreizer und die Lamellen eine einheitliche Konstruktion bilden.

7. Wärmetauschersystem nach Anspruch 3, wobei jede der jeweiligen distalen Kanten einen zugehörigen zurückgesetzten Abschnitt definiert, wodurch die zurückgesetzte Nut definiert wird.

8. Wärmetauschersystem nach Anspruch 1, wobei die Nut eine erste Nut, die angrenzend an ein erstes Ende der Lamellen positioniert ist, und eine zweite Nut, die angrenzend an ein zweites, gegenüberliegendes Ende der Lamellen positioniert ist, umfasst, wobei die erste Nut und die zweite Nut jeweilige Abschnitte eines Auslassverteilers definieren.

9. Wärmetauschersystem nach Anspruch 1, wobei ein Querschnittprofil der zurückgesetzten Nut eine oder mehrere Formen aus der Gruppe bestehend aus einer V-förmigen Einkerbung, einem Halbkreis, einer Parabel, einer Hyperbel und einer Einkerbung, die wenigstens eine im Wesentlichen gerade Kante aufweist, umfasst.

10. Wärmetauschersystem nach Anspruch 7, wobei ein Querschnittprofil jedes jeweiligen zurückgesetzten Abschnitts eine oder mehrere Formen aus der Gruppe bestehend aus einer V-förmigen Einkerbung, einem Halbkreis, einer Parabel, einer Hyperbel und einer Einkerbung, die wenigstens eine im Wesentlichen gerade Kante aufweist, umfasst.

11. Wärmetauschersystem nach Anspruch 3, wobei ein Verhältnis einer repräsentativen Höhe der Mehrzahl an Lamellen zu einer repräsentativen Tiefe der Nut zwischen ungefähr 10:1 und ungefähr 10:7 beträgt.

12. Wärmetauschersystem nach Anspruch 11, wobei ein Verhältnis einer repräsentativen Höhe zu einer repräsentativen Tiefe zwischen ungefähr 3:1 und ungefähr 2:1 beträgt.

13. Wärmetauschersystem nach Anspruch 1, wobei die Öffnung im Verteilerkörper einen zurückgesetzten Bereich und einen Durchbruch, der vom zurückgesetzten Bereich durch den Verteilerkörper hindurch reicht, aufweist.

14. Wärmetauschersystem nach Anspruch 13, wobei der zurückgesetzte Bereich im Verteilerkörper ein sich verjüngender zurückgesetzter Bereich ist, der wenigstens eine Querschnittabmessung aufweist, die mit zunehmender Tiefe des zurückgesetzten Bereichs abnimmt.

15. Wärmetauschersystem nach Anspruch 13, wobei eine Neigung der an den Verteilerkörper angrenzenden Nut im Wesentlichen eine Fortsetzung einer Neigung des an die Nut angrenzenden, zurückgesetzten Bereichs im Verteilerkörper ist.

16. Wärmetauschersystem nach Anspruch 13, wobei der zurückgesetzte Bereich, der Durchbruch und die Nut zusammen einen Fließwechsel mit einer charakteristischen Längenskala von zwischen ungefähr 150% und ungefähr 200% der entsprechenden charakteristischen Längenskala des Durchbruchs definieren.

17. Wärmetauschersystem nach Anspruch 2, wobei der Einlassverteiler konfiguriert ist, um einen Strom eines Fluids in einer im Verhältnis zu einer Längsachse der jeweiligen Mikrokanäle quer verlaufenden Richtung zu jedem der Mikrokanäle zu leiten.

18. Wärmetauschersystem nach Anspruch 1, wobei jede der Lamellen der Mehrzahl an Lamellen eine entsprechende abgeschrägte distale Kante definiert.

19. Wärmetauschersystem nach Anspruch 2, das ferner einen Körper umfasst, der eine Einlasskammer definiert, wobei die Einlasskammer und der Einlassverteiler zusammen konfiguriert sind, um einen Fluidstrom in einer allgemein quer zu den Lamellen verlaufenden Richtung zu leiten.

20. Wärmetauschersystem nach Anspruch 19, wobei der Einlassverteiler konfiguriert ist, um einen Prallstrahlfluss des Fluids zu jedem der Mikrokanäle zu leiten.

21. Wärmetauschersystem nach Anspruch 20, wobei jede der Lamellen der Mehrzahl an Lamellen eine entsprechende abgeschrägte distale Kante definiert.

22. Wärmetauschersystem nach Anspruch 19, das ferner einen einheitlichen Körper umfasst, der eine erste Seite definiert, wobei ein Abschnitt der Einlasskammer und ein Abschnitt des Einlassverteilers jeweils von der ersten Seite zurückgesetzt angeordnet sind, wobei der einheitliche Körper eine zweite Seite definiert, die gegenüberliegend von der ersten Seite

angeordnet ist, und eine Aussparung von der zweiten Seite eine Pumpenspirale definiert, wobei der Abschnitt der Einlasskammer angrenzend an die Pumpenspirale positioniert ist.

23. Wärmetauschersystem nach Anspruch 22, wobei die die Pumpenspirale definierende Aussparung eine im Wesentlichen zylindrisch geformte Aussparung mit einer Längsachse, die im Wesentlichen senkrecht zu der zweiten Seite verläuft, ist und wobei der Körper eine Öffnung definiert, die allgemein tangential zu der zylindrisch geformten Aussparung verläuft und die Pumpenspirale hydraulisch mit der Einlasskammer verbindet.

24. Wärmetauschersystem nach Anspruch 19, wobei der Körper einen zweiten zurückgesetzten Bereich angrenzend an die Einlassverteileraussparung und eine Wandung, die den zweiten zurückgesetzten Bereich von der Einlassverteileraussparung trennt, definiert, wobei der Verteilerkörper konfiguriert ist, um die Einlassverteileraussparung zu überbrücken und den Körper derart zu greifen, dass der Verteilerkörper einen zweiten Abschnitt des zweiten zurückgesetzten Bereichs einnimmt, um somit einen Auslassverteiler zu definieren, der allgemein über einem jeweiligen Abschnitt jedes der Mikrokanäle liegt, wobei die jeweiligen Abschnitte der Mehrzahl an Mikrokanälen in einem Abstand von der/dem Einlassöffnung/-verteiler angeordnet sind.

25. Wärmetauschersystem, das Folgendes umfasst:

einen Kühlkörper, der eine Mehrzahl an nebeneinander angeordneten Lamellen aufweist, welche eine entsprechende Mehrzahl an Mikrokanälen zwischen angrenzenden Lamellen definieren, wobei jede der Lamellen eine jeweilige abgeschrägte, distale Kante definiert; und

einen Verteilerkörper, der über wenigstens einem Abschnitt jeder der abgeschrägten, distalen Kanten liegt und eine Öffnung definiert, die konfiguriert ist, um einen Fluidstrom in einer quer zu den Mikrokanälen verlaufenden Richtung zu den Mikrokanälen zu leiten.

26. Wärmetauschersystem nach Anspruch 25, wobei der Kühlkörper einen Wärmespreizer umfasst, jede der Lamellen sich vom Wärmespreizer aus fortsetzt und jede entsprechende abgeschrägte, distale Kante in einem Abstand vom Wärmespreizer angeordnet ist.

27. Wärmetauschersystem nach Anspruch 26, wobei der Wärmespreizer und die Lamellen eine einheitliche Konstruktion bilden.

28. Wärmetauschersystem nach Anspruch 26, wobei ein Abstand zwischen einer jeweiligen abgeschrägten distalen Kante und dem Wärmespreizer ei-

ne Höhe der jeweiligen Lamelle definiert, wobei jede jeweilige Lamelle ein erstes Ende und ein zweites Ende definiert und längs in einer Spannrichtung im Verhältnis zum Wärmespreizer zwischen dem ersten und dem zweiten Ende verläuft, wobei die Lamellenhöhe einer oder mehrerer der Mehrzahl an Lamellen entlang der Spannrichtung variiert.

29. Wärmetauschersystem nach Anspruch 28, wobei der Verteilerkörper einen nachgiebigen Abschnitt aufweist, der gegen wenigstens einen Abschnitt jeder der distalen Kanten drückt.

30. Wärmetauschersystem nach Anspruch 29, wobei die Variation der Lamellenhöhe entlang der Spannrichtung eine nicht lineare Kontur der jeweiligen distalen Kante definiert, wobei sich der nachgiebige Abschnitt des Verteilerkörpers allgemein der nicht linearen Kontur anpasst.

31. Wärmetauschersystem nach Anspruch 23, wobei eine zurückgesetzte Nut quer im Verhältnis zu den Lamellen verläuft und die Öffnung allgemein über der Nut liegt.

32. Wärmetauschersystem nach Anspruch 31, wobei jede der jeweiligen distalen Kanten einen zugehörigen zurückgesetzten Abschnitt definiert, wodurch die zurückgesetzte Nut definiert wird.

33. Wärmetauschersystem nach Anspruch 25, wobei ein Verhältnis einer repräsentativen Höhe der Mehrzahl an Lamellen zu einer repräsentativen Tiefe der Nut zwischen ungefähr 10:1 und ungefähr 10:7 beträgt.

34. Wärmetauschersystem nach Anspruch 33, wobei ein Verhältnis einer repräsentativen Höhe zu einer repräsentativen Tiefe zwischen ungefähr 3:1 und ungefähr 2:1 beträgt.

35. Wärmetauschersystem nach Anspruch 31, wobei die Öffnung im Verteilerkörper einen zurückgesetzten Bereich und einen Durchbruch, der vom zurückgesetzten Bereich durch den Verteilerkörper hindurch verläuft, aufweist, wobei der zurückgesetzte Bereich, der Durchbruch und die Nut zusammen einen Fließwechsel mit einer charakteristischen Längenskala von zwischen ungefähr 150% und ungefähr 200% der entsprechenden charakteristischen Längenskala des Durchbruchs definieren.

36. Wärmetauschersystem nach Anspruch 25, das ferner einen einheitlichen Körper umfasst, der eine erste Seite und eine zweite Seite gegenüber der ersten Seite aufweist, wobei der Körper einen Abschnitt einer Einlasskammer, die von der ersten Seite zurückgesetzt angeordnet ist, und einen Abschnitt eines Einlassverteilers, der von der ersten Seite zurückgesetzt angeordnet ist, definiert, wobei der Körper fer-

ner eine Pumpenspirale definiert, die von der zweiten Seite zurückgesetzt angeordnet ist, wobei der Abschnitt der Einlasskammer angrenzend an die Pumpenspirale positioniert ist.

37. Wärmetauschersystem nach Anspruch 36, wobei die die Pumpenspirale definierende Aussparung eine im Wesentlichen zylindrisch geformte Aussparung mit einer Längsachse, die im Wesentlichen senkrecht zu der zweiten Seite verläuft, ist und wobei der Körper eine Öffnung definiert, die allgemein tangential zu der zylindrisch geformten Aussparung verläuft und die Pumpenspirale hydraulisch mit dem von der ersten Seite zurückgesetzten Abschnitt der Einlasskammer verbindet.

38. Wärmetauschersystem nach Anspruch 36, wobei der Körper einen zweiten zurückgesetzten Bereich angrenzend an den zurückgesetzten Abschnitt des Einlassverteilers und eine Wand, die den dritten zurückgesetzten Bereich vom zurückgesetzten Abschnitt des Einlassverteilers trennt, definiert, wobei der Verteilerkörper konfiguriert ist, um den zurückgesetzten Abschnitt des Einlassverteilers zu überbrücken und den Körper derart zu greifen, dass der Verteilerkörper einen Abschnitt des dritten zurückgesetzten Bereichs einnimmt, um somit einen Auslassverteiler zu definieren, der allgemein über einem jeweiligen Abschnitt jedes der Mikrokanäle liegt, wobei die jeweiligen Abschnitte der Mehrzahl an Mikrokanälen in einem Abstand von der/dem Einlassöffnung/-verteiler angeordnet sind.

39. Einheitliche Konstruktion, die eine erste Seite, eine zweite Seite gegenüber der ersten Seite und eine im Wesentlichen ununterbrochene Umfassungswandung, die zwischen der ersten Seite und der zweiten Seite verläuft, und einen Boden, der allgemein die erste Seite von der zweiten Seite trennt, umfasst, wobei die erste Seite eine im Wesentlichen zylindrisch geformte Aussparung definiert und die zweite Seite eine Aussparung definiert, die einen Bereich aufweist, der radial auswärts von der im Wesentlichen zylindrisch geformten, in der ersten Seite definierten Aussparung positioniert ist.

40. Einheitliche Konstruktion nach Anspruch 39, die ferner einen Durchbruch definiert, der sich von der im Wesentlichen zylindrisch geformten Aussparung zu dem radial auswärts von der im Wesentlichen zylindrisch geformten Aussparung positionierten Abschnitt der Aussparung in der zweiten Seite erstreckt.

41. Einheitliche Konstruktion nach Anspruch 39, wobei die Umfassungswandung eine Umfassungsaussparung definiert und die Konstruktion einen Durchbruch im Boden definiert, der sich von der ersten Umfassungsaussparung zu der im Wesentlichen zylindrisch geformten Aussparung erstreckt.

42. Einheitliche Konstruktion nach Anspruch 39, wobei die Umfassungswandung eine Umfassungsaussparung definiert und die Konstruktion einen Durchbruch definiert, der sich von der Umfassungsaussparung zu der in der zweiten Seite definierten Aussparung erstreckt.

43. Einheitliche Konstruktion nach Anspruch 39, wobei die Umfassungswandung eine Umfassungsaussparung definiert und die Konstruktion einen Durchbruch definiert, der sich von der Umfassungsaussparung bis zu dem radial auswärts von der im Wesentlichen zylindrisch geformten Aussparung positionierten Abschnitt der Aussparung in der zweiten Seite erstreckt.

44. Einheitliche Konstruktion nach Anspruch 41, wobei die Umfassungsaussparung eine erste Umfassungsaussparung umfasst, wobei die Umfassungswandung eine zweite Umfassungsaussparung definiert und die Konstruktion einen Durchbruch definiert, der sich von der zweiten Umfassungsaussparung zu der durch die zweite Seite definierten Aussparung erstreckt.

45. Einheitliche Konstruktion nach Anspruch 44, wobei die Umfassungswandung eine dritte Umfassungsaussparung definiert und die Konstruktion einen Durchbruch definiert, der sich von der dritten Umfassungsaussparung zu dem radial auswärts von der im Wesentlichen zylindrisch geformten Aussparung positionierten Abschnitt der Aussparung in der zweiten Seite erstreckt.

46. Einheitliche Konstruktion nach Anspruch 39, wobei die Konstruktion ein Gehäuse umfasst, die im Wesentlichen zylindrisch geformte Aussparung eine Pumpenspirale umfasst und die Aussparung in der zweiten Seite eine Kammer umfasst.

47. Einheitliche Konstruktion nach Anspruch 46, wobei die Kammer eine Kühlkörpereinlasskammer umfasst, die von dem radial auswärts von der im Wesentlichen zylindrisch geformten Aussparung positionierten Abschnitt der Aussparung in der zweiten Seite definiert ist.

48. Einheitliche Konstruktion nach Anspruch 47, wobei die Aussparung in der zweiten Seite ferner einen Abschnitt eines Kühlkörpereinlassverteilers, einen Abschnitt eines Kühlkörperauslassverteilers und einen Abschnitt eines Kühlkörperauslassverteilers umfasst.

Es folgen 12 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

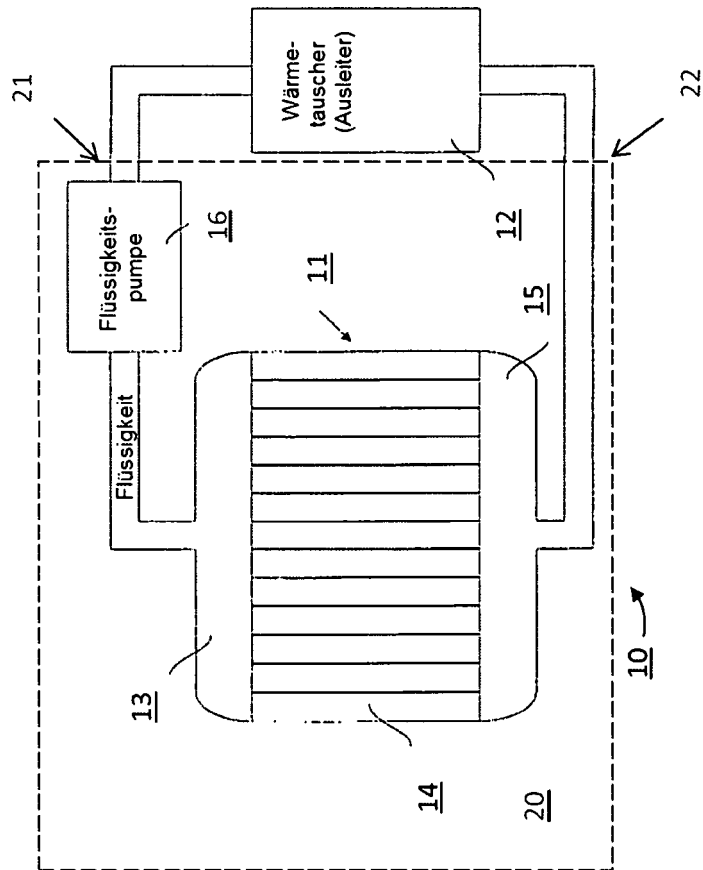
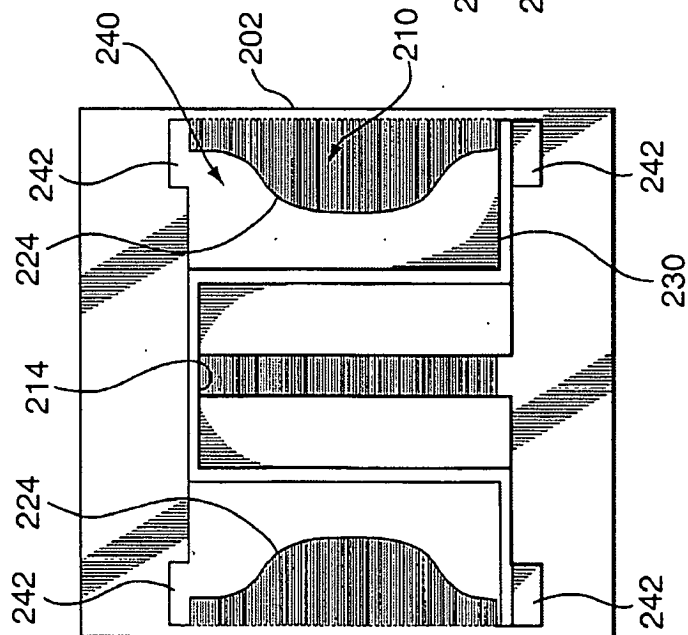
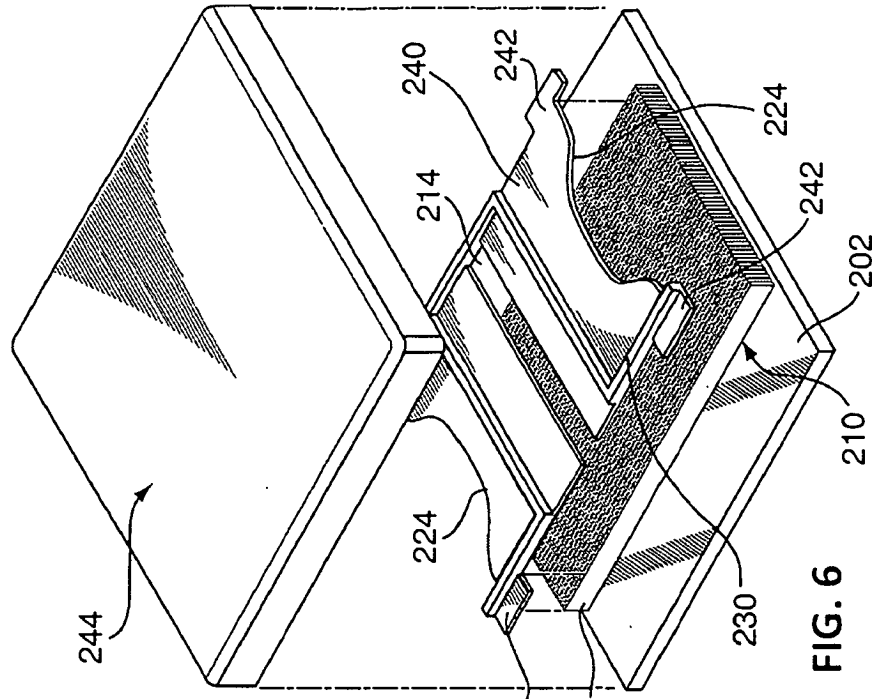


FIG. 1





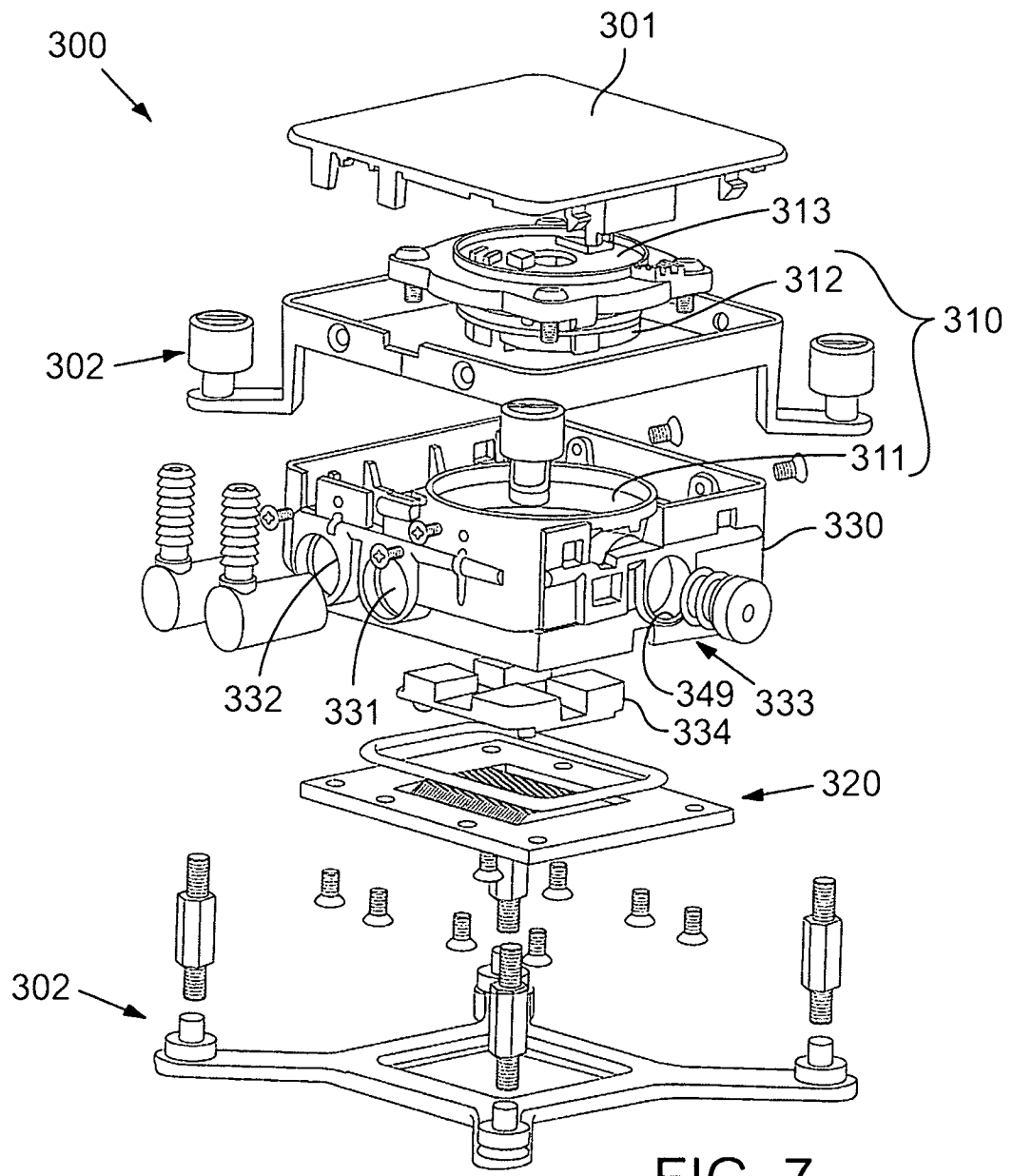


FIG. 7

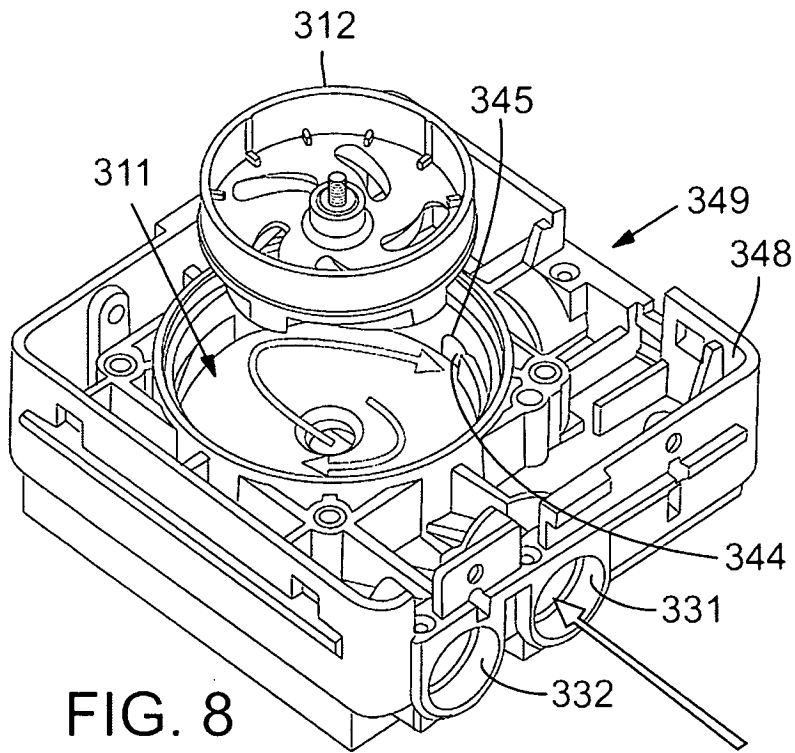


FIG. 8

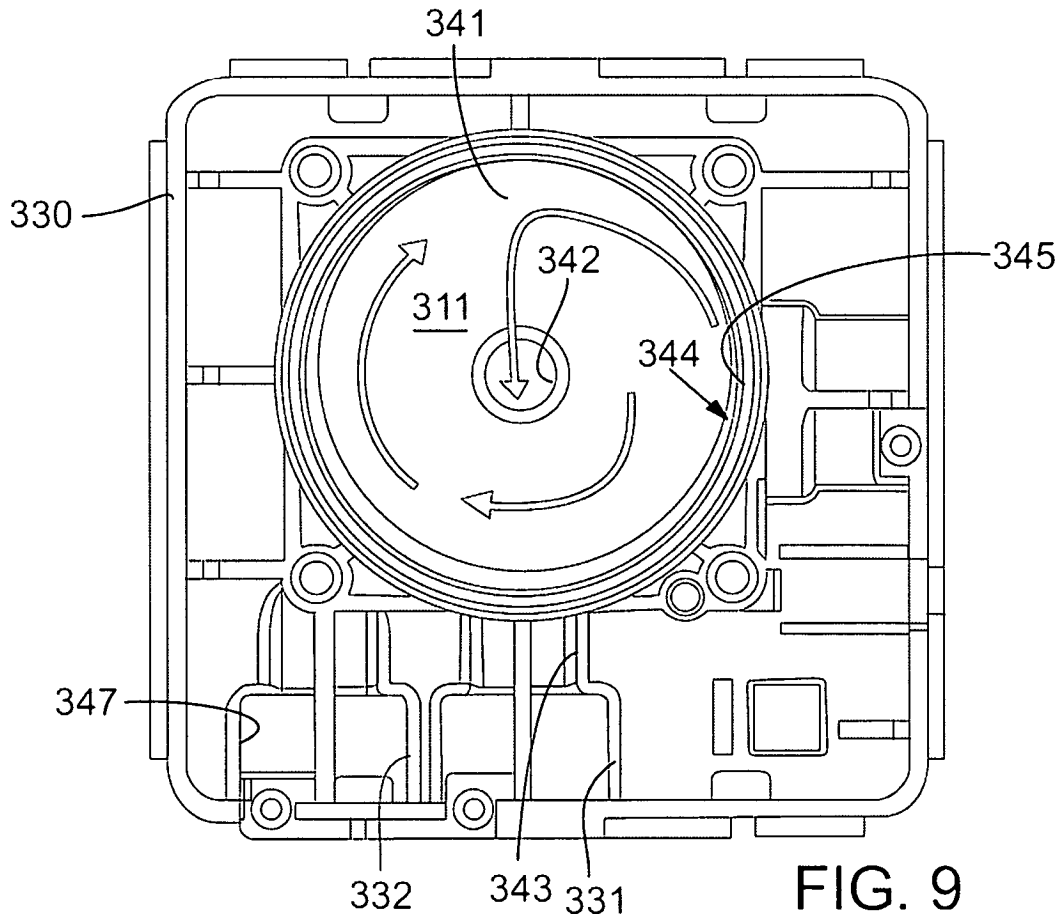


FIG. 9

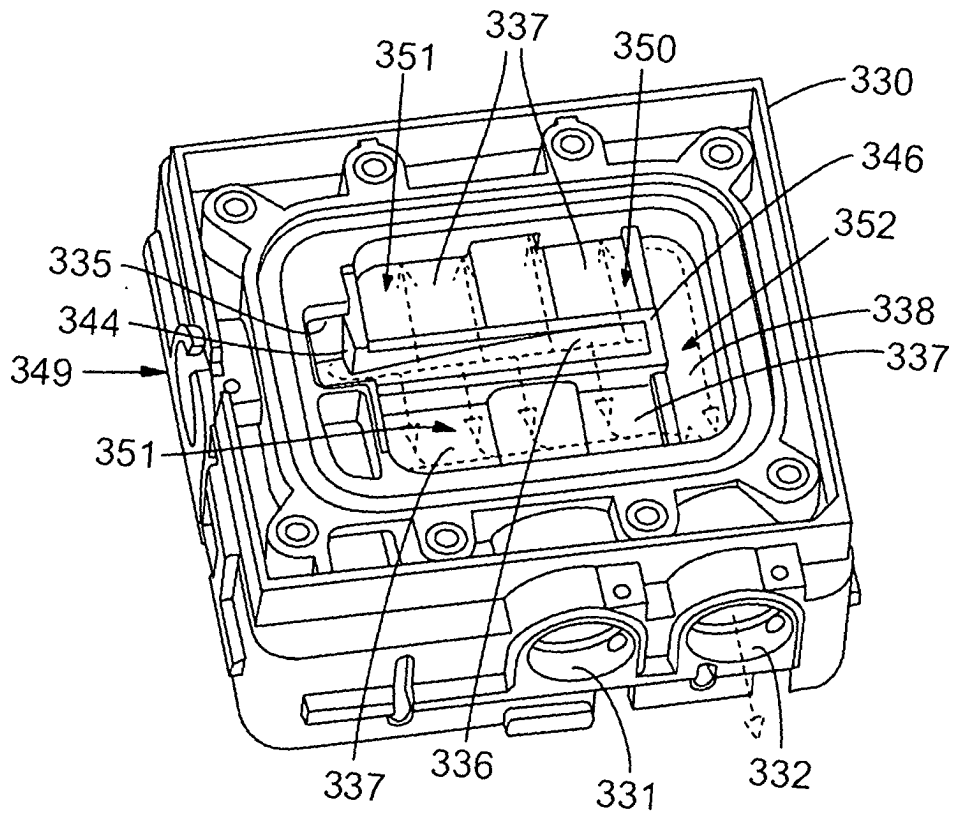


FIG. 10

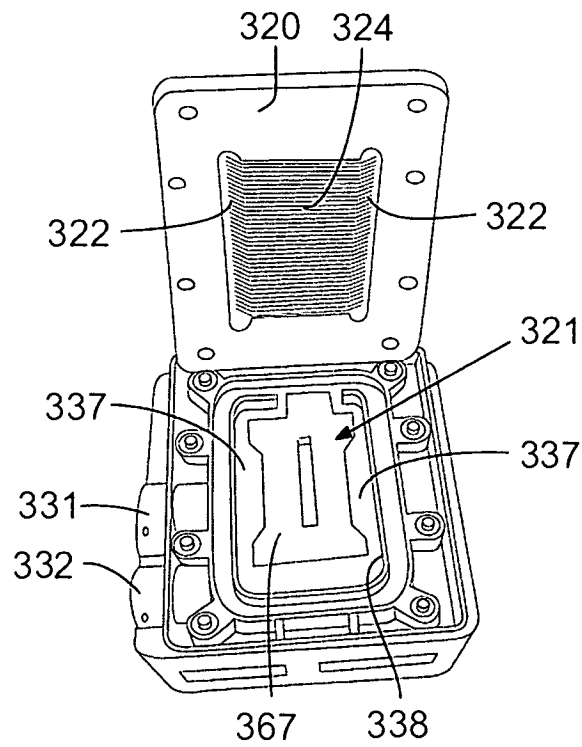


FIG. 11

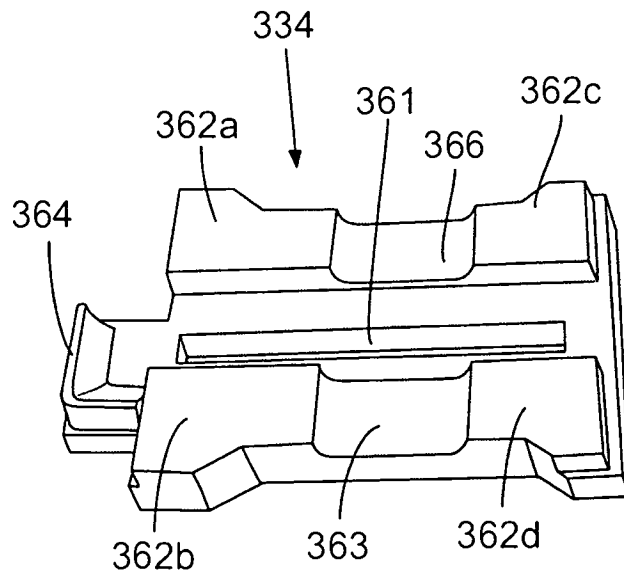


FIG. 12

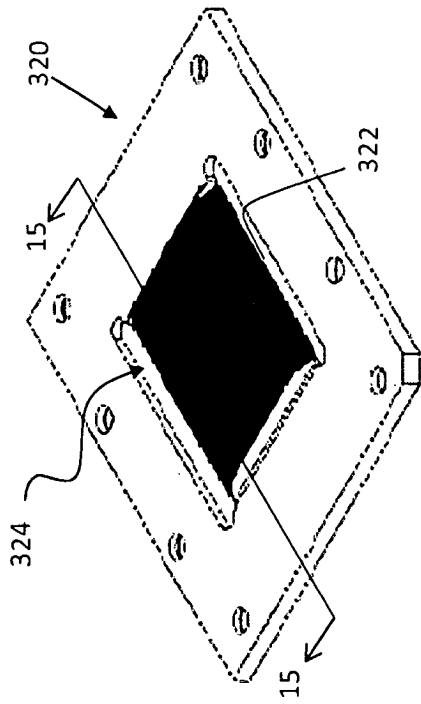


FIG. 13

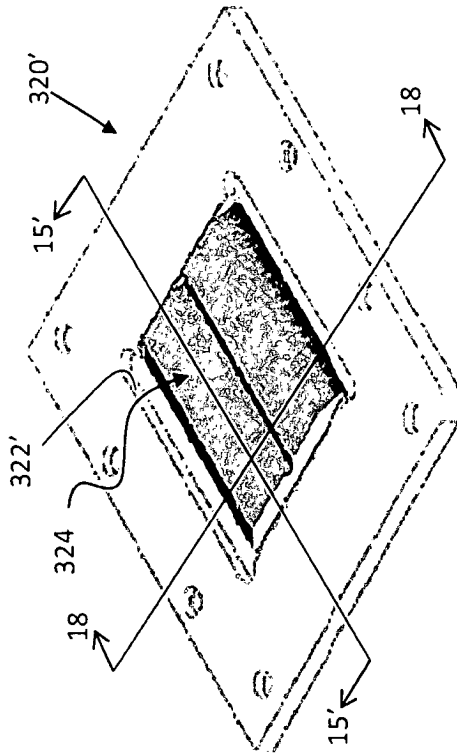


FIG. 14

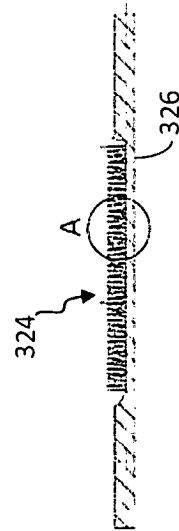


FIG. 15

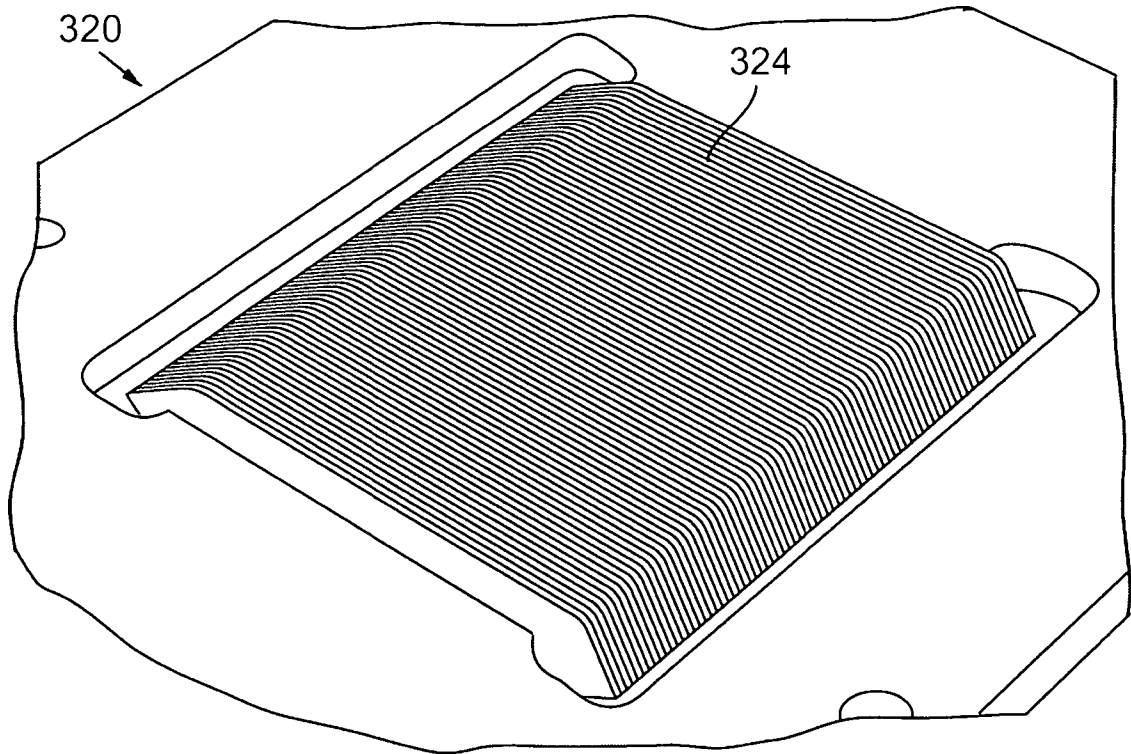


FIG. 13A

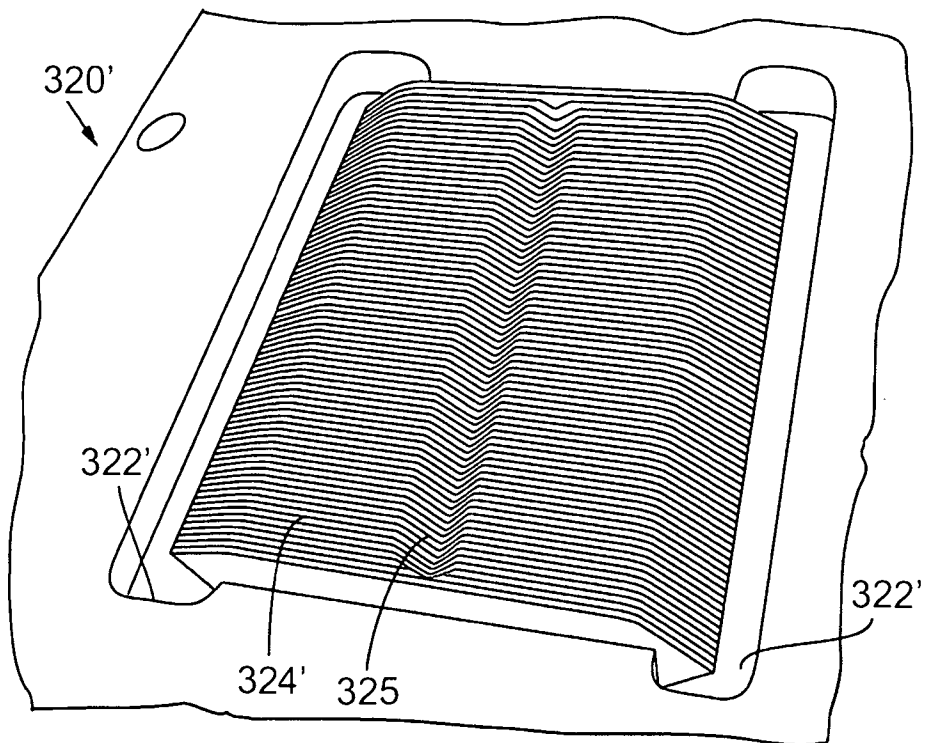


FIG. 14A

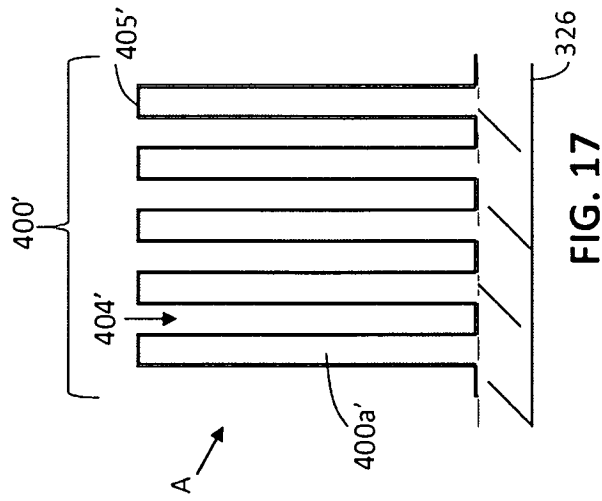


FIG. 17

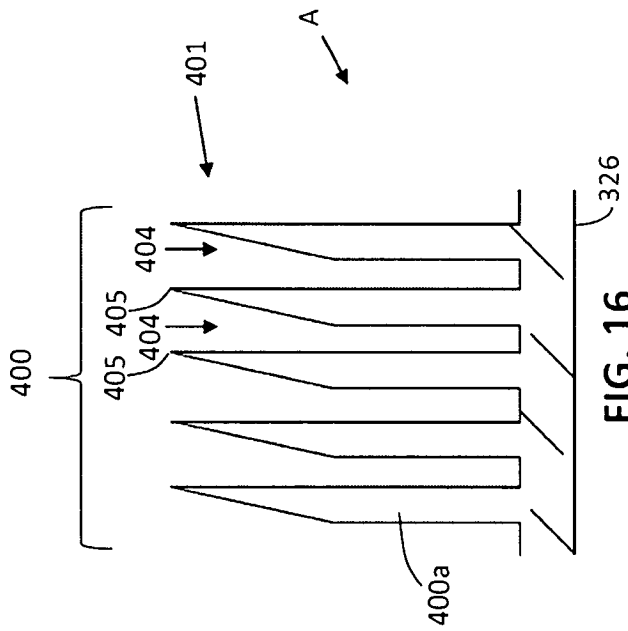


FIG. 16

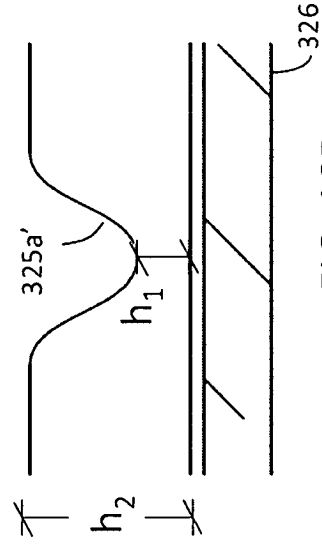


FIG. 18B

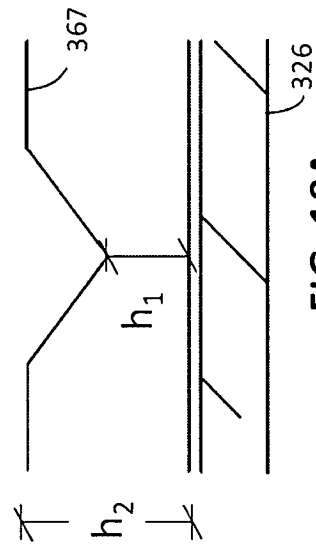


FIG. 18A

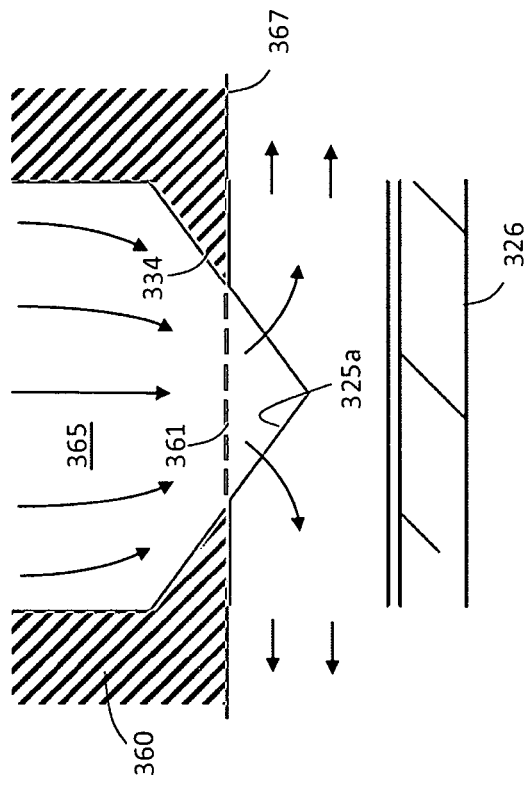


FIG. 19

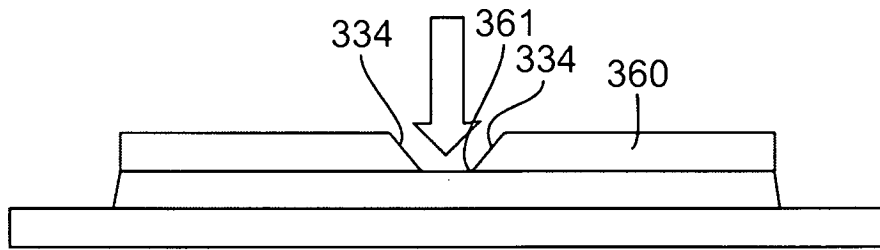


FIG. 19A

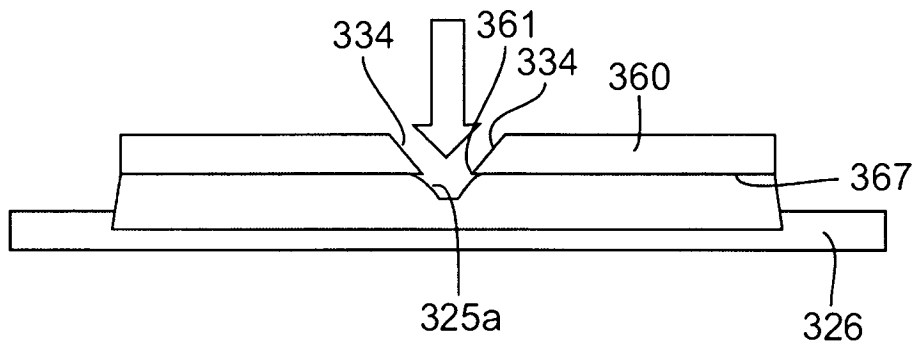


FIG. 19B