

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
14. Juni 2007 (14.06.2007)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2007/065705 A1**

(51) Internationale Patentklassifikation:  
**H01L 23/473** (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2006/011849

(22) Internationales Anmeldedatum:  
8. Dezember 2006 (08.12.2006)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
10 2005 058 780.1  
9. Dezember 2005 (09.12.2005) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme  
von US): **FORSCHUNGSZENTRUM KARLSRUHE  
GMBH** [DE/DE]; Weberstr. 5, 76133 Karlsruhe (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **SCHUBERT, Klaus**  
[DE/DE]; Geigersbergstr. 54, 76227 Karlsruhe (DE).

**BRANDNER, Jürgen** [DE/DE]; Konrad-Adenauer-Str.  
49, 69207 Sandhausen (DE). **SCHYGULLA, Ulrich**  
[DE/DE]; Am Pfarrgarten 15, 76646 Bruchsal (DE).  
**ANURJEW, Eugen** [DE/DE]; Schneidemühlerstr. 12f,  
76139 Karlsruhe (DE). **HANSJOSTEN, Edgar** [DE/DE];  
Neureuter Hauptstr. 152, 76149 Karlsruhe (DE).

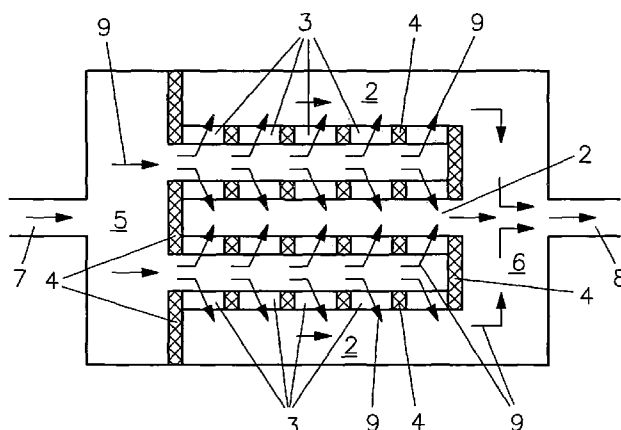
(74) Gemeinsamer Vertreter: **FORSCHUNGSZENTRUM  
KARLSRUHE GMBH**; Stabsabteilung Patente und  
Lizenzen, Postfach 3640, 76021 Karlsruhe (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für  
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,  
AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,  
CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI,  
GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS,  
JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS,  
LT, LU, LV, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MY,  
MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS,  
RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN,  
TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: MICRO-HEAT EXCHANGER AND THE USE THEREOF AS A FLUID COOLER FOR ELECTRONIC COMPONENTS

(54) Bezeichnung: MIKROWÄRMEÜBERTRÄGER SOWIE DIE VERWENDUNG DESSELBEN ALS FLUIDKÜHLER FÜR ELEKTRONISCHE BAUTEILE



(57) Abstract: The invention relates to a micro-heat exchanger for the exchange of surface-specific heat quantities, said heat exchanger comprising a heat exchanging region, an admission channel structure (1), and a derivation channel structure (2), with respectively associated distribution volumes (5, 6) and an inlet and an outlet (7, 8) for at least one heat exchanging medium in the microheat exchanger, in addition to a number of passages (3) as the only connection for a heat exchanging medium between the supply channel structure and the derivation channel structure. The aim of the invention is to provide a fluidic micro-heat exchanger for the exchange of high surface-specific heat quantities, which is characterised by a low flow resistance for a fluidic tempering medium. To this end, a microheat exchanger is provided, wherein the supply channel structure and derivation channel structure for the heat exchanging medium are intertwined in an alternating sequence, the passages are arranged close to the heat exchanging region, and the supply channel structure, the derivation channel structure, and the passages extend over the entire heat exchanging region.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2007/065705 A1



(84) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Veröffentlicht:**

- mit internationalem Recherchenbericht
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

---

(57) **Zusammenfassung:** Mikrowärmeüberträger zur Übertragung von hohen flächenspezifischen Wärmemengen, umfassend einen Wärmeübertragungsbereich, je einer Zuleitungskanalstruktur (1) und je einer Ableitungskanalstruktur (2) mit jeweils zugehörigen Verteilungsvolumina (5, 6) und Zu- und Ablauf (7, 8) jeweils für mindestens ein Wärmeüberträgermedium im Mikrowärmeüberträger sowie eine Anzahl von Passagen (3) als einzige Verbindung für je ein Wärmeüberträgermedium jeweils zwischen Zu- und Ableitungskanalstruktur. Aufgabe ist es, einen fluidischen Mikrowärmeüberträger zur Übertragung von hohen flächenspezifischen Wärmemengen vorzuschlagen, der sich durch einen geringen Durchströmungswiderstand für ein fluidisches Temperiermedium auszeichnet. Die Aufgabe wird durch einen Mikrowärmeüberträger gelöst, bei dem die Zu- und Ableitungskanalstrukturen je Wärmeübertragungsmedium in abwechselnder Reihenfolge ineinander verschlungen angeordnet sind, die Passagen nahe dem Wärmeübertragungsbereich angeordnet sind und Zuleitungskanalstruktur, Ableitungskanalstrukturen sowie die Passagen sich über den gesamten Wärmeübertragungsbereich erstrecken.

## **Mikrowärmeüberträger sowie die Verwendung desselben als Fluidkühler für elektronische Bauteile**

Die Erfindung betrifft einen Mikrowärmeüberträger zur Übertragung von hohen flächenspezifischen Wärmemengen gemäß des ersten sowie die Verwendung desselben als Fluidkühler für ein elektronisches Bauteil gemäß des siebten Patentanspruchs.

Bei technischen Prozessen treten oftmals verlustleistungsabhängige Wärmemengen auf, die durch geeignete Kühlmittel zuverlässig abzuführen sind. Die Ableitung der Wärmemenge erfolgt üblicherweise über Wärme leitende Festkörper und / oder fluidischen Kühlmittelflüssen wie z.B. einer Luft- Öl- oder Wasserkühlung.

Größere spezifische Verlustwärmemengen fallen beispielsweise in der Mikroelektronik, Mikroverfahrenstechnik oder anderen mikrotechnischen Systemen an. Dabei sorgt auch eine immer weiter fortschreitende Miniaturisierung bei gleichzeitiger Leistungserhöhung von elektronischen Komponenten wie Prozessoren eine erhebliche Zunahme der spezifischen Leistungsfähigkeit und damit auch der mit dieser verbundenen spezifischen Verlustleistung. In Folge dessen müssen mit diesem spezifischen Verlustleistungsanstieg auch die Mittel für eine zuverlässige Wärmeabfuhr oder Kühlung verbessert oder weiterentwickelt werden.

Bekannte Kühlmittel für die Mikroelektronik umfassen meist Kühlkörper, die mit dem zu kühlenden elektronischen Bauteil direkt verbunden sind und über eine Kühlrippung die aufgenommene Wärmemenge an ein anströmendes Fluid, vorzugsweise Luft weitergibt. Die Kühlkörper erfassen die abzuleitende Wärmemenge aufgrund ihrer guten Wärmeleitfähigkeit und einer relativ großen Wärmekapazität integral und gleichen somit lokal auftretende Temperaturschwankungen in einem gewissen Maße aus.

Bekannte Kühlmittel für die Mikroverfahrenstechnik umfassen z.B. fluidische Mikrowärmetauscher wie Mikrokreuzstrom- oder

Gegenstromwärmetauscher mit einer Vielzahl von parallel geschalteten Fluidkanälen. Diese weisen oftmals eine Mikrostrukturierung der Fluidkanäle auf, was aufgrund der dadurch entstandenen großen spezifischen Wärmeübertragungsfläche einerseits und der kurzen zu überbrückenden Wärmeübertragungswege eine hohe spezifische Wärmeübertragungsrate erwarten lässt. Jedoch weisen derartige Systeme prinzipbedingt größere Temperaturunterschiede über die Fluidkanallängen und damit eine ungleichmäßig inhomogene Wärmeabfuhr auf, welche durch verunreinigungsbedingte Verstopfung einzelner Fluidkanäle noch verstärkt wird. Oftmals zeichnen sich derartige mikrostrukturierte Wärmetauscher durch einen hohen Durchströmungswiderstand und damit einem hohen Druckabfall im Kühlmedium beim Durchtritt durch die Mikrokanäle aus, und zwar in besonders starker Abhängigkeit zum Verstopfungsgrad der einzelnen Kanäle.

Übersteigt eine abzugebende spezifische Wärmemenge verbunden mit einer zunehmenden Miniaturisierung und Leistungsfähigkeit zudem eine bestimmte Größe, stoßen bekannte Konzepte schnell an ihre physikalischen Grenzen.

Ausgehend davon liegt die **Aufgabe der Erfindung** darin, einen fluidischen Mikrowärmeüberträger zur Übertragung von hohen flächenspezifischen Wärmemengen vorzuschlagen, der die Einschränkungen und Nachteile der vorgenannten Systeme nicht aufweist und sich in besonderer Weise durch einen geringen Durchströmungswiderstand für ein fluidisches Temperiermedium auszeichnet. Vorzugsweise weist die Erfindung zudem eine über einen vorgegebenen Wärmeübertragungsbereich gleich bleibende spezifische Wärmemengenableitung bei einem über die Fläche gleich bleibenden Temperaturniveau andererseits auf.

Ferner liegt eine Aufgabe der Erfindung darin, einen Fluidkühler für ein elektronisches Bauteil vorzuschlagen.

Die Aufgabe wird mit einem Mikrowärmeüberträger gemäß des ersten sowie einer Verwendung gemäß des siebten Patentanspruchs

gelöst. Die auf diesen rückbezogenen Unteransprüche geben vorteilhafte Ausgestaltungen des Mikrowärmeüberträgers wieder.

Der Mikrowärmeüberträger umfasst den vorgenannten Wärmeübertragungsbereich, je einer Zuleitungskanalstruktur und je einer Ableitungskanalstruktur jeweils für mindestens ein Wärmeüberträgermedium im Mikrowärmeüberträger sowie eine Anzahl von Passagen als einzige Verbindung für je ein Wärmeüberträgermedium jeweils zwischen Zu- und Ableitungskanalstruktur.

Der Wärmeübertragungsbereich umfasst im Rahmen der Erfindung alternativ zu einer Wärmeübertragungskomponente zwischen der Wärmeenergiequelle und dem vorgenannten Wärmeübertragungsmedium vorzugsweise eine Wärmeübertragungsfläche, weiter bevorzugt eine Wärmeübertragungsaußenfläche des Mikrowärmeüberträgers zum Anbinden einer zu temperierenden Komponente mit der vorgenannten Wärmeenergiequelle. Die Anbindung kann durch eine kraftschlüssige, formschlüssige oder stoffschlüssige Verbindung geschehen, wobei der Wärmeübergang bei kraftschlüssige und formschlüssige Verbindungen durch ein Wärmeankopplungsmedium wie eine Wärmeleitfluid oder Wärmeleitpaste verbesserbar ist. Eine stoffschlüssige Verbindung wird beispielsweise durch eine Verlötung oder Verklebung im Rahmen eines Materialverbunds ausgeführt und ähnelt damit, sofern die Wärmeleitfähigkeiten und Wärmekapazitäten der eingesetzten Materialien aufeinander abgestimmt sind, der vorgenannten Ausführung mit einer einstückigen Wärmeübertragungskomponente.

Ein wesentliches Merkmal der Erfindung betrifft Anordnung der Zu- und Ableitungskanalstrukturen je Wärmeübertragungsmedium sowie der Passagen zueinander. Die vorgenannten Kanalstrukturen sind in abwechselnder Reihenfolge ineinander verschlungen und weisen trennende Wandungen auf, die von den Passagen überbrückt werden. Die trennenden Wandungen erstrecken sich wie die Kanalstrukturen bevorzugt über den gesamten Wärmeübertragungsreich, wobei die Passagen in großer Anzahl parallel geschaltet möglichst weit in den Wärmeübertragungsbereich hineingeleitet

werden. Vorzugweise weisen die trennenden Wandungen eine möglichst große Länge auf, wobei die Passagen sich über die gesamte Länge verteilen. Vorzugweise weist die trennende Wandung auch über die gesamte Länge, in der sie von Passagen überbrückt wird, eine gleich bleibende Stärke auf. Ebenso vorteilhaft wie vorzugsweise weisen alle Passagen gleiche Abmessungen hinsichtlich Querschnitt, Länge und relativer Anordnung zum Wärmeübertragungsbereich auf.

Ein erster Vorteil dieser Gestaltung liegt darin, dass durch eine hohe Verzweigung des Wärmüberträgermediumflusses in den Kanalstrukturen und eine weitere, d.h. noch höhere Verzweigung des Wärmüberträgermediumflusses in den Passagen die für eine Wärmeübertragung zur Verfügung stehende spezifische Fläche signifikant erhöht wird, wobei das Maximum der möglichen Wärmeübertragung in den Passagen möglich ist. Da die Passagen sich zudem in den Wärmeübertragungsbereich exponieren, und zwar in gleicher Weise über den gesamten Wärmeübertragungsbereich, erfolgt konsequenter Weise ein Wärmeübergang überwiegend in den Passagen in vorteilhafter Weise praktisch gleichmäßig über den gesamten Wärmeübertragungsbereich. Zusätzliche Massen für einen Temperatúrausgleich im Wärmeübertragungsbereich, die nicht nur die Wärmeübertragungswege zum oder von dem Wärmüberträgermedium und die Verlustleistungen nachteilig vergrößern würden sondern auch die baulichen Abmessungen des Mikrowärmeüberträgers erhöhen, sind somit nicht oder nur in einem wesentlich geringeren Maße erforderlich.

Ein zweiter Vorteil dieser weiten Auffächerung des Wärmüberträgermediumflusses in eine Vielzahl von vorzugsweise in Vergleich zu den Querschnittsabmessungen kurzen Passagen liegt im geringen Durchflusswiderstand eines Fluids im Mikrowärmeüberträger. Vorzugsweise weisen die Passagen und die Kanalstrukturen in Summa einen größeren Querschnitt als die Zu- und Ableitungen des Mikrowärmetauschers auf, wobei die Passagenquerschnitte in Summa weiter bevorzugt die aufsummierten Kanalquerschnitte von Zuleitung oder Ableitung übersteigen. Weiter bevorzugt übersteigt

die Länge ein jeder Passagen keinesfalls dessen fünffache, weiter bevorzugt dessen zweifache maximalen Querschnittsabmessung. Wesentlich ist jedoch, dass die Passagen in ihren Abmessungen so gestaltet sind, dass sich eine hydrodynamisch und thermisch nicht ausgebildete Anlaufströmung einstellt. Diese dreidimensionale örtlich nicht ausgebildete Anlaufströmung besitzt in diesem Bereich einen Strömungsvektor mit einer zusätzlichen Komponente senkrecht zur wärmeübertragenden Wandung, was den Wärmeübergang zwischen Wandung und Fluid lokal erhöht. Der Durchströmwiderstand bleibt in diesem Bereich durch die Abmessung der Passagen gering. Findet dabei in den Zu- und Ableitungskanälen überwiegend eine laminare Strömung statt, wird konzentriert der Wärmeübergang in vorteilhafter Weise noch stärker auf die Bereiche der Passagen.

Die Abmessungen des Mikrowärmeüberträgers richten sich im Wesentlichen nach dem Einsatzzweck, wobei sie sich vorzugsweise an die geometrischen Abmessungen der zu kühlenden Komponenten wie z.B. einen adaptierten Mikroreaktor oder ein elektronisches Bauteil anpassen, wobei die Feinheit der Kanalstrukturen, Fluidführungen, Passagen und Wandungen sich durch den Einsatzzweck und die zu übertragenden spezifische Wärmemenge bestimmt. Die Spanne von Größe und Feinheit werden in praxi primär durch die Herstellungsverfahren begrenzt, wobei der Durchfluss durch das Wärmeübertragungsfluid stets gewährleistet werden muss. Beispielsweise dürfen minimale Verunreinigungen oder Inhomogenitäten im Fluid nicht zu Verstopfungen in den Fluidführungen führen (mögliche Begrenzung der Feinheit nach unten). Je nach geometrischer Größe, Feinheit, Material und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen kommen bei der Herstellung der Strukturen im Mikrowärmeüberträger mechanische spangebende oder prägende, erosive (z.B. elektrisch, thermisch oder mechanisch) oder chemisch ätzende Herstellungsverfahren, aber auch Spritzgussverfahren, Abscheidungsverfahren (z.B. Galvanisch), bekannte Mikrostrukturierungsverfahren oder eine Kombination aus den vorgenannten Verfahren in Frage.

Es liegt auch die Verwendung einer oder mehrerer der vorgenannten Mikrowärmeüberträger zur Temperierung von chemische Reaktionen z.B. in einem Mikroreaktor oder von physikalischen oder elektronischen Vorgängen z.B. in einer elektronischen Schaltung, einer Lichtquelle (z.B. Glühlampe, Entladungsvorgänge etc.) oder in einer Abschirmung bei einer Wärme- oder Kältequelle (Schutzschild ohne Temperierung der Quelle selbst) im Rahmen der Erfindung. Der Mikrowärmeüberträger wird dabei je nach Anwendung von außen an einer oder an mehreren oder an allen Seiten einer entsprechenden Vorrichtung zur Durchführung der vorgenannten Vorgänge angesetzt oder ist in dieser Vorrichtung integriert, wobei der jeweilige Wärmeübertragungsbereich mit den Passagen im Mikrowärmeüberträger nicht nur einseitig, sondern auch beidseitig an eine Kanalstruktur angebunden werden kann.

Die Erfindung wird wie folgt mit Ausführungsbeispielen anhand von Figuren näher erläutert. Es zeigen

**Fig.1a und b** eine prinzipielle Anordnung der Zu- und Ableitungskanalstrukturen sowie der Passagen einer ersten Ausführungsform in perspektivischer Darstellung und in einer Aufsicht,

**Fig.2a und b** eine prinzipielle Anordnung der Zu- und Ableitungskanalstrukturen sowie der Passagen einer zweiten Ausführungsform in perspektivischer Darstellung und in einer Aufsicht,

**Fig.3a bis c** Ansichten der Komponenten eines Mikrowärmeüberträgers gemäß der ersten Ausführungsform,

**Fig.4a und b** zwei Schnittdarstellungen des in Fig. 3 dargestellten Mikrowärmeüberträgers orthogonal zu den Zu- und Ableitungskanalstrukturen,



**Fig.5** eine Schnittdarstellung entsprechend **Fig.4a** und **b** einer alternativen konstruktiven Gestaltung,

**Fig.6** eine Schnittdarstellung entsprechend **Fig.4a** und **b** einer alternativen konstruktiven Gestaltung für den Einsatz als Fluidkühler für elektronische Bauteile auf einer Leiterplatte,

**Fig.7a bis d** Aufsichten der strukturierten Folien eines Mikro-wärmeüberträgers gemäß einer zweiten Ausführungsform sowie

**Fig.8** eine Schnittdarstellungen der in **Fig.7 a bis d** dargestellten Ausführungsform.

Beispielhafte Anordnungen der der Zuleitungskanalstrukturen 1, Ableitungskanalstrukturen 2 sowie der Passagen 3 über die trennenden Wandungen 4 sind in **Fig.1a** und **b** prinzipiell dargestellt. Die beiden Kanalstrukturen 1 und 2 sind im Beispiel in abwechselnder Reihenfolge durch sich abwechselnde parallele Kanäle gebildet, die in einer Ebene angeordnet von jeweils einem Verteilungsvolumen 5 und 6 für den Zulauf 7 bzw. Ablauf 8 ausgehen. Die trennenden Wandungen sind in der dargestellten Anordnung über die gesamte Wandungslänge ungefähr gleichdick, wobei die überbrückenden Passagen zur Erzielung gleicher oder ähnlicher Strömungsverhältnisse in allen Passagen möglichst identische Abmessungen aufweisen und nur in die Kanalstrukturen und nicht in die Verteilungsvolumina ausmünden. Die Durchströmungsrichtungen 9 des Wärmeübertragungsmediums durch die Anordnung sind durch eine Anzahl Pfeile wiedergegeben.

Andere Anordnungen, wie z.B. meander- oder spiralförmig ineinander verschlungene Kanalstrukturen sind grundsätzlich denkbar, müssen jedoch ebenfalls den vorgenannten Auslegungskriterien hinsichtlich einer vorzugsweise einzustellenden laminaren Fluidströmung in den Kanalstrukturen 1 und 2 und einer vorteilhaften turbulenten Strömung in den Passagen 4 genügen.

**Fig.2a und b** repräsentiert eine zweite Ausführungsform in denselben Ansichten und Bezugszeichen wie **Fig.1a und b**. Im Gegensatz zu der ersten Ausführungsform durchströmt ein Wärmeübertragungsmedium nicht nur eine, sondern hintereinander mehrere Passagen 4, wozu die vorgenannten Kanalstrukturen 1 und 2 durch fluiddichte Barrieren 10 in Teilabschnitte 16 unterteilt sind. Das Wärmeübertragungsmedium wechselt bei der Durchströmung der Anordnung mehrfach zwischen den vorgenannten Teilabschnitten der Kanalstrukturen 1 und 2 hin und her, wobei bei jeder Passage eine Wärmemenge abgeben oder aufgenommen wird. Dabei ist es unerheblich und in jeden Fall im Rahmen dieser Erfindung, ob die Zuleitungskanalstruktur 1 und die Ableitungskanalstruktur 2 wie in **Fig.2a** nur durch eine Barriere 10 fluchtend zueinander im selben Kanal angeordnet ist, während der benachbarte Kanal mit den Teilabschnitten beidseitig verschlossen ist und nur über die Passagen 3 mit den vorgenannten Zu- und Ableitungskanalstrukturen 1 und 2 verbunden sind oder wie in **Fig.2b** dargestellt, die Anordnung der Zu- und Ableitungskanalstrukturen 1 bzw. 2 wie in **Fig.1a und b** oder auch in **Fig.3a und b** entsprechend alternierend angeordnet sind. Bei der in **Fig.2a** gezeigten Variante nimmt ein Teil der Barrieren 10 die Funktion der trennenden Wandungen 4 ein. In jedem Fall ändert sich auch mit jeder Passagendurchströmung die Temperatur im Wärmeübertragungsmedium. Im Gegensatz zu der ersten Ausführungsform, bei der alle Passagen eine möglichst gleiche Temperatur aufweisen sollen, liegt das Ziel der zweiten Ausführungsform in einem möglichst hohen thermischen Wirkungsgrad bei gleichzeitig hoher flächenspezifischer Leistung und geringem Durchströmungswiderstand.

In **Fig. 1a und b** sowie **2a und b** sind die Wärmeübertragungsbe-  
reiche, die sich einseitig oder beidseitig zu den dargestellten  
Anordnungen anschließen, nicht weiter dargestellt.

Insbesondere in **Fig. 1a und b** sowie **2a und b** sind die vorzugs-  
weise angestrebten Proportionen der Passagen 3 wiedergegeben.  
Die Passagenlänge entspricht der Überbrückungsstrecke (Dicke)

der Wandungen 4. Der Passagenquerschnitt ist so bemessen, dass einerseits ein möglichst geringer Strömungswiderstand auftritt, andererseits ein möglichst hoher Wärmeübergang direkt und nicht über zusätzliche Elemente wie seitliche Querschnittsbegrenzungen oder Kühlrippen indirekt an die angrenzenden Wärmeübertragungsbereiche 13 (vgl. z.B. Fig.4a) ermöglicht wird. Folglich ist der Querschnitt der Passagen absolut möglichst groß gewählt. Außerdem ist das Verhältnis von Breite/Höhe des Querschnitts zugunsten einer möglichst großen Wärmeübertragungsfläche direkt zu den sich eben erstreckenden Wärmeübertragungsbereichen möglichst groß, d.h. über 1, vorzugsweise über 3, weiter bevorzugt über 5. Die Passagen werden, wie in Fig.1a und 2a dargestellt, durch Stege (auf den Wandungen 4 zwischen den Passagen 3 aufgesetzt) begrenzt. Diese wirken wie Abstandshalter zu den in Fig.1a und 2a nicht dargestellten Wärmeübertragungsbereichen und entsprechen in ihrer Höhe denen der Passagenquerschnitte. Sie dienen als seitliche Begrenzungen der Passagen und stellen grundsätzlich eine Strömungsbarriere dar. Folglich sind diese Stege in ihren lateralen Ausdehnungen möglichst schmal gehalten und weisen bevorzugt maximal 50% der Breite der angrenzenden Passagen auf. Durch das angestrebte große Verhältnis von Breite/Höhe der Passagen erfolgt der Wärmeübergang überwiegend direkt in die Wärmeübertragungsbereiche, während über die seitlichen Flächen der Stege nur eine geringe Übertragung von Wärme erfolgt. Folglich sind die Stege nicht als Kühlrippen konzipiert, die den überwiegenden Anteil der übertragenen Wärmemenge aufnimmt und dann über den Kühlrippenfuß, d.h. indirekt mit einem Umweg an die Wärmeübertragungsbereiche 13 (vgl. z.B. Fig.4a) weitergibt. Folglich spielen die Stege anders als bei Kühlrippen keine nennenswerte Rolle bei der Wärmeübertragung und können somit auch aus einem schlecht wärmeleitenden Material bestehen.

Die vorgenannte, im Vergleich zum Querschnitt kleine Länge der Vielzahl von Passagen ist einer Parallelschaltung einer Vielzahl von Einlaufströmungen. Bei Einlaufströmungen bildet sich

mit zunehmendem Strömungsweg ein stationärer Strömungszustand mit wärmeisolierender Grenzschicht aus, d.h. mit zunehmender Länge einer Passage nimmt die Wärmeübertragungseffizienz ab, aber auch der Strömungswiderstand zu. Durch eine kurze Länge erhält man folglich gleichermaßen bevorzugt eine hohen Wärmeübergang und einen geringen Strömungswiderstand. Die Verweilzeit der Wärmeübertragungsflüssigkeit sowie die Graetz-Zahl sind sehr klein, was zu einer Erhöhung der Nusselt-Zahl führt. Durch diese Parallelschaltung der Passagen und die kurze Passagenlänge ist der Druckverlust gering. Typische Abmessungen der Passagen sind z.B. 0,05 bis 0,2, vorzugsweise 0,1 bis 0,15 mm für die Höhe, 0,5 bis 1,5 mm, vorzugsweise 0,8 bis 1,0 mm für die Passagenbreite sowie 0,3 bis 1,0 mm, vorzugsweise 0,5 bis 0,6 mm für die Passagenlänge bzw. die Dicke der Wandungen 4.

**Fig.3a und b** geben die Komponenten eines Mikrowärmeüberträgers mit Anordnungen gemäß der ersten Ausführungsform wieder. Der Mikrowärmeüberträger umfasst die in **Fig.3a** dargestellte Trägerplatte 11 mit den vorgenannten Zu- und Ableitungskanalstrukturen 1 bzw. 2, der trennenden Wandung 4 sowie den Verteilungsvolumina 5 und 6 als eingearbeitete Vertiefungen sowie dem Zu- und Ablauf 7 bzw. 8 als Durchbrüche. Außerdem ist auf der Trägerplatte um die vorgenannten Vertiefungen eine Umlaufrille 14 zur Aufnahme eines Klebstoffes und/oder Dichtmittel 15 zu einer aufliegenden Deckfolie 12 (vgl. **Fig.4a und b**) vorgesehen. Die Passagen 3 sind dagegen als orthogonal zu den Kanalstrukturen 1 und 2 ausgerichtete Rillen in der Deckfolie 12 eingearbeitet (z.B. mechanisch), wobei deren Erstreckungsbereich den vorgenannten Wärmeübertragungsbereich 13 bildet. Der korrespondierende Querschnitt orthogonal durch die Kanalstrukturen 1 und 2 und auf der Höhe der Passagen 3 ist in **Fig.4a** dargestellt.

Vorzugsweise sind die Trägerplatte 11 aus einem schlechten und die Deckfolie 12 aus einem guten Wärmeleitermaterial hergestellt. Diese Materialwahl hat den Vorteil, dass die Wärmeübertragung zielgerichtet in den Passagen erfolgt, während sie in

den Kanalstrukturen möglichst unterbunden wird. Vorzugweise wird zwischen Trägerplatte und Deckfolie zusätzlich eine Wärmedämmfolie mit Durchbrüchen deckungsgleich mit den Passagen eingelegt, wobei diese ebenso zur Verschweißung der Trägerplatte zur Deckfolie heranziehbar ist. Grundsätzlich ist bei der vorgenannten Materialpaarung aber mit einem unterschiedlichen thermischen Ausdehnungsverhalten und einer damit verbundenen Neigung zu Scherspannungen oder Relativbewegungen zu rechnen, was eine dauerhafte Verschweißung erschwert oder die vorgenannte zusätzliche Umlaufrille 14 für eine Verklebung oder Aneinanderpressung erforderlich macht. Alternativ kann gegen ein seitliches Verrutschen auf der Deckfolie auch ein in die Umlaufrille 14 eingreifender formschlüssiger Grad vorgesehen sein, der in einer weiteren Ausführungsvariante auch als Presssitz für die Fügung von Trägerplatte und Deckfolie konzipierbar ist.

**Fig.4b** gibt einen Wärmeübertragungsbereich 13 mit beidseitiger Anordnung von zwei der vorgenannten Wärmeübertrager wieder. Sie eignet sich insbesondere als Gegenstrom-Wärmetauscher in Verbindung mit der vorgenannten zweiten Ausführungsform (vgl. **Fig.2a und b**).

**Fig.5** zeigt dagegen einen Querschnitt entsprechend der **Fig.4a** einer weiteren Ausführungsform. Hierbei wird auf die vorgenannte Umlaufrille und dem Dichtmittel zugunsten einer kompakteren Bauausführung verzichtet. Trägerplatte 11 und Deckfolie 12 bestehen vorzugsweise aus gleichen oder miteinander thermisch verbindbare Materialien, vorzugsweise einem Metall, einer Metalllegierung oder einem Kunststoff und werden vorzugsweise mit einem Diffusionsschweißverfahren fluiddicht miteinander verbunden. Zur Vermeidung von größeren Scherspannungen an der Trennfuge 18 wurde im Rahmen diese Ausführungsbeispiels der unstrukturierte Bodenbereich 17 der Trägerplatte 11 möglichst dünn und damit elastisch nachgiebig gestaltet. Vorzugsweise übersteigt dabei die Höhe der Wandungen 4 und damit die Tiefe der Kanal-

strukturen 1 und 2 die Stärke des Bodenbereichs, vorzugsweise um das doppelte. Die in Fig.5 nicht weiter dargestellten Zu- und Abläufe müssen dabei nicht wie bei den in Fig.3 und 4 dargestellten Ausführungsbeispielen den Bodenbereich durchdringen, sondern können beispielsweise auch stirnseitig durch die Trägerplatte 11 oder durch die Deckfolie 12 in den Mikrowärmeüberträger einmünden.

Eine Schnittdarstellung entsprechend Fig.4a und b und 5 einer alternativen konstruktiven Gestaltung für den Einsatz als Fluidkühler für elektronische Bauteile auf einer Leiterplatte zeigt Fig.6. Der dargestellte Mikrowärmeüberträger weist im Gegensatz zu allen vorgenannten Ausführungsbeispielen nur durchbrochen strukturierte oder unstrukturierte Platten oder Folien auf. Die Trägerplatte 11 wird durch eine bis auf die Durchbrüche für den Zu- und Ablauf 7 bzw. 8 unstrukturierte Bodenplatte 19 (entsprechend dem Bodenbereich) und einer aufgesetzten, im Bereich der Zuleitungskanalstrukturen 1, Ableitungskanalstrukturen 2 sowie der Verteilungsvolumen 5 und 6 für den Zulauf 7 bzw. Ablauf 8 durchbrochenen Strukturplatte 20 zusammengesetzt. Ebenso setzt sich die Deckfolie 12 aus einer unstrukturierten Wärmeleitfolie 21 und einer im Bereich der Passagen durchbrochenen Strukturfolie 22 zusammen. Die Anordnung der Durchbrüche in der Strukturfolie und der Strukturplatte folgt den vorgenannten Gestaltungsgrundsätzen für die Fluidführungen (Kanalstrukturen mit Wandungen, Passagen, Verteilungsvolumina etc.) bei den vorgenannten Ausführungsbeispielen und sind beispielhaft in den Fig.3a und b wiedergegeben. Auch hier eignet sich z.B. ein Diffusionsschweißen als probates Fügeverfahren für den Schichtaufbau des Mikrowärmeüberträgers.

Für einen Einsatz als Fluidkühler für elektronische Bauteile ist der in Fig.6 dargestellte Mikrowärmeüberträger auf eine Platine 23 aufgesetzt, wobei die Zu- und Ableitung 7 bzw. 8 durch die Platine hindurchragen. Es ist aber auch möglich, die Zu- und Ableitung durch dafür vorgesehene Kanäle in einer Mul-

tilayer-Platine zu integrieren. Das elektronische Bauteil 24 selbst umfasst eine elektronische Schaltung 25 wie z.B. einen Prozessor, der die abzuführende Wärmemenge produziert und direkt auf die Wärmeleitfolie 21 aufgesetzt ist. Das elektronische Bauteil umfasst ferner ein Gehäuse 26 und elektrische Kontaktlitze 27 zum Anschluss der Schaltung an Leiterbahnen auf der Platine.

**Fig.7a bis d und 8** zeigen eine zweite Ausführungsform des Mikrowärmeüberträgers. Wesentlich ist dabei, dass sich die Zuleitungskanalstruktur 1 und die Ableitungskanalstruktur 2 mit jeweils zugehörigen Verteilungsvolumina 5, 6 über mindesten zwei, im Ausführungsbeispiel drei Ebenen erstrecken. Wie bei den vorgenannten Ausführungsvarianten ist der Wärmeübertragungsbereich 13 und die Passagen 3 in der Deckfolie 12 integriert (vgl. Draufsicht **Fig.7d** und Schnittdarstellung **Fig.8** oben). Die Gestaltung und die Wirkung der Passagen sowie der für effektive Wärmeübertragung dünne Wärmeübertragungsbereich wurden ebenso nach den vorgenannten Kriterien konzipiert. Ebenso wie bei den vorgenannten Ausführungsbeispielen befindet sich unter der Deckfolie eine Folie 29 mit der Zuleitungskanalstruktur 1 und die Ableitungskanalstruktur 2, umfassend eine Vielzahl von parallel zueinander angeordneten Kanälen (vgl. **Fig.7c**). Die Zu- und Ableitungskanalstrukturen sind als Kanäle in abwechselnder Reihenfolge ineinander verschlungen. Die Passagen 3 in der Deckfolie 12 und die Zuleitungskanalstruktur 1 und die Ableitungskanalstruktur 2 in der Folie 29 liegen bevorzugt orthogonal zueinander ausgerichtet mit ihren jeweiligen offenen Kanalstrukturen aufeinander (vgl. **Fig.7c und d und 8**).

Im Gegensatz zu den vorgenannten Ausführungen sind die Verteilungsvolumina 5 und 6 für den Zulauf 7 bzw. den Ablauf 8 nicht in einer Ebene seitlich der Kanalstrukturen 1 und 2 angeordnet, sondern in mindestens einer separaten Ebene unterhalb der Ebene mit den Kanalstrukturen 1 und 2. Sie bestehen wie die Kanalstrukturen bevorzugt aus in je eine Folie 29 je Ebene eingear-

beiteten Kanälen. Die Kanäle pro Ebene, d.h. auch pro Folie sind - wie in **Fig.7a bis c und 8** wiedergegeben - bevorzugt parallel zueinander und vorzugsweise in abwechselnder Reihenfolge bezüglich ihrer Zugehörigkeit zum Zulauf bzw. Ablauf angeordnet. Alle Kanalstrukturen in den Folien weisen Verbindungsöffnungen **28**, d.h. Durchbrüche durch die Folien **29** im Bodenbereich der Kanäle auf, die die jeweiligen Verteilungsvolumina selektiv nur mit den jeweiligen darunter liegenden Verteilungsvolumina mit der jeweils gleichen Zugehörigkeit zum Zulauf **7** bzw. Ablauf **8** verbinden. Ein Wärmeübertragungsmedium, z.B. Wasser oder Öl durchströmt folglich nach Passieren des Zulaufs zwingend alle Ebenen und tritt nach Durchtritt der Passagen **3** in die Kanalfaktionen mit Zugehörigkeit zum Ablauf ein. In diesen erfolgt eine Weiterleitung wieder durch alle Ebenen in umgekehrter Reihenfolge zum Ablauf **8** (vgl. **Fig.8**). Der Strömungsverlauf vom Zulauf über die Verteilungsvolumina (Zulauf) **5** (mit Durchtritt durch die Verbindungsöffnungen **28**), Zuleitungskanalstruktur **1**, Passagen **3** bis hin zu den Ableitungskanalstrukturen **2** ist in **Fig.8** beispielhaft mit einem sich verzweigenden Pfeil wiedergegeben.

Ein Merkmal dieser Ausführungsform betrifft das Layout der Kanäle in den Ebenen. Die Kanäle kreuzen sich bevorzugt senkrecht (vgl. **Fig.7a bis c**) mit den Kanälen der jeweils benachbarten Ebene, die Folien bzw. Ebenen mit jeder Ebene in Richtung des Wärmeübertragungsbereichs (**13**) eine zunehmende Anzahl von vorzugsweise immer feiner werdenden Kanälen umfassen. In jeder Ebene sind die Kanäle in abwechselnder Reihenfolge vorzugsweise parallel zueinander angeordnet (vgl. **Fig.7a bis c**) und jeweils über die Verbindungsöffnungen **28** zu den jeweiligen Kanälen der Zuleitungskanalstruktur bzw. Ableitungskanalstruktur verbunden.

Die erste der Folien **29** sowie die auf diese aufgebrachte Deckfolie **12** umfassen die eigentlichen Wärmeübertragungsstruktur, während die restlichen, darunter liegenden Folien **29** die Verteilungsvolumina umfassen. Die Folien sind vorzugsweise aus



einem für das Kühlungsmedium wie Wasser korrosionsbeständigem Metall (z.B. VA-Stahl, Messing etc.) gefertigt und werden über ein Diffusionsschweißverfahren miteinander verbunden.

Der besondere Vorteil dieser zweiten Ausführungsform liegt in der guten Skalierbarkeit der Bauform. Der Zu und Ablauf des Mikrowärmetauschers wird mit jeder Ebene verzweigt, d.h. durch ein Hinzufügen oder Weglassen lassen sich praktisch beliebige Verzweigungen mit feinen Verzweigungsabstufungen realisieren.

Durch die sehr kurzen Wärmeübertragungswege vom Kühlmedium in den Passagen durch den Wärmeübertragungsbereich 13 an die zu kühlende Komponente ohne einen Umweg über weitere Komponenten wie z.B. Kühlrippen besteht ein besonderer Vorteil aller Varianten des Mikrowärmeüberträgers gemäß dieser Erfindung darin, dass das Material im Wärmübertragungsbereich nicht zwingend eine sehr gute Wärmeleitfähigkeit aufweisen muss und daher zugunsten einer höheren Korrosionsbeständigkeit und damit der Lebensdauer wählbar ist. Grundsätzlich erstreckt sich dadurch das Materialaspektrum für den Mikrowärmetauscher nicht nur auf korrosionsbeständige Metalle, sondern auch andere Werkstoffe wie Gläser, Kunststoffe oder Keramiken.

**Bezugzeichenliste**

- 1 Zuleitungskanalstruktur
- 2 Ableitungskanalstruktur
- 3 Passage
- 4 trennenden Wandung
- 5 Verteilungsvolumen Zulauf
- 6 Verteilungsvolumen Ablauf
- 7 Zulauf
- 8 Ablauf
- 9 Durchströmungsrichtung
- 10 Barriere
- 11 Trägerplatte
- 12 Deckfolie
- 13 Wärmeübertragungsbereich
- 14 Umlaufrille
- 15 Dichtmittel
- 16 Teilabschnitt
- 17 Bodenbereich
- 18 Trennfuge
- 19 Bodenplatte
- 20 Strukturplatte
- 21 Wärmeleitfolie
- 22 Strukturfolie
- 23 Platine
- 24 Elektronisches Bauteil
- 25 Elektronische Schaltung
- 26 Gehäuse
- 27 Kontaktileitze
- 28 Verbindungsöffnung
- 29 Folie

**Patentansprüche:**

1. Mikrowärmeüberträger zur Übertragung von hohen flächenspezifischen Wärmemengen, umfassend
  - a) einen Wärmeübertragungsbereich (13),
  - b) je einer Zuleitungskanalstruktur (1) und je einer Ableitungskanalstruktur (2) mit jeweils zugehörigen Verteilungsvolumina (5, 6) und Zu- und Ablauf (7, 8) jeweils für mindestens ein Wärmeüberträgermedium im Mikrowärmeüberträger sowie
  - c) eine Anzahl von Passagen (3) als einzige Verbindung für je ein Wärmeüberträgermedium jeweils zwischen Zu- und Ableitungskanalstruktur,wobei
  - d) die Zu- und Ableitungskanalstrukturen je Wärmeübertragungsmedium in abwechselnder Reihenfolge ineinander verschlungen angeordnet sind,
  - e) die Passagen nahe dem Wärmeübertragungsbereich angeordnet sind und
  - f) Zuleitungskanalstruktur, Ableitungskanalstrukturen sowie die Passagen sich über den gesamten Wärmeübertragungsbereich erstrecken.
2. Mikrowärmeüberträger nach Anspruch 1, umfassend nur eine Zu- und eine Ableitungskanalstruktur (1, 2) für nur ein Wärmeübertragungsmedium, wobei der Wärmeübertragungsbereich (13) durch eine Wärmeübertragungsaußenfläche gebildet wird.
3. Mikrowärmeüberträger nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Zu- und Ableitungskanalstruktur (1, 2) durch Barrieren (10) in Teilabschnitte (16) unterteilt ist, wobei jeder Teilabschnitt mit mindestens zwei benachbarten Teilabschnitten über jeweils mindestens einer Passage (3) verbunden ist.
4. Mikrowärmeüberträger nach einem der vorgenannten Ansprüche, wobei die Zu- und Ableitungskanalstruktur (1, 2) mit je ei-

nem Verteilungsvolumen (5, 6) je Wärmeübertragungsmedium jeweils durch eine ebene kammförmige Kanalstruktur bilden, wobei die Kammstrukturen gegeneinander auf einer gemeinsamen Ebene angeordnet sind und die Kanäle von Zu- und Ableitungskanalstruktur (1, 2) in abwechselnder Reihenfolge parallel zueinander angeordnet sind.

5. Mikrowärmeüberträger nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei die Zuleitungskanalstruktur (1) und die Ableitungskanalstruktur (2) mit jeweils zugehörigen Verteilungsvolumina (5, 6) durch Kanalgruppen mit eindeutiger Zugehörigkeit zum Zulauf (7) bzw. Ablauf (8) in mehreren Ebenen angeordnet sind.
6. Mikrowärmeüberträger nach Anspruch 5, wobei die Kanalgruppen in jeder Ebene in Richtung des Wärmeübertragungsreichs (13) eine zunehmende Anzahl von Kanälen umfassen, die je Ebene in abwechselnder Reihenfolge parallel zueinander angeordnet sind und jeweils Verbindungsöffnungen (28) zu den jeweiligen Kanalgruppen mit gleicher Zugehörigkeit zum Zulauf bzw. Ablauf in den benachbarten Ebenen verbunden sind.
7. Mikrowärmeüberträger nach Anspruch 5 oder 6, wobei die Ebenen jeweils durch Platten oder Folien (29) mit einseitig eingearbeiteten Kanalgruppen und Durchbrüchen als Verbindungsöffnungen (28) in den Kanälen gebildet werden.
8. Mikrowärmeüberträger nach einem der vorgenannten Ansprüche, wobei die die Zu- und Ableitungskanalstruktur je Wärmeübertragungsmedium als rillenförmige Vertiefungen einseitig in eine Trägerplatte (11) eingearbeitet sind und durch eine Deckfolie (12) dichtend abgedeckt ist, wobei die Passagen (3) als Rillenstrukturen in die Deckfolie eingearbeitet auf den rillenförmigen Vertiefungen angeordnet sind sowie die

Deckfolie den Wärmeübertragungsbereich umfasst.

9. Mikrowärmeüberträger nach Anspruch 8, wobei die Rillenstrukturen orthogonal zu den rillenförmigen Vertiefungen angeordnet sind.
10. Verwendung eines Mikrowärmeüberträgers nach einem der vor-  
genannten Ansprüche für einen Fluidkühler für ein mit dem  
Wärmeübertragungsbereich (13) verbundenes elektronisches  
Bauteil.

Fig. 1a

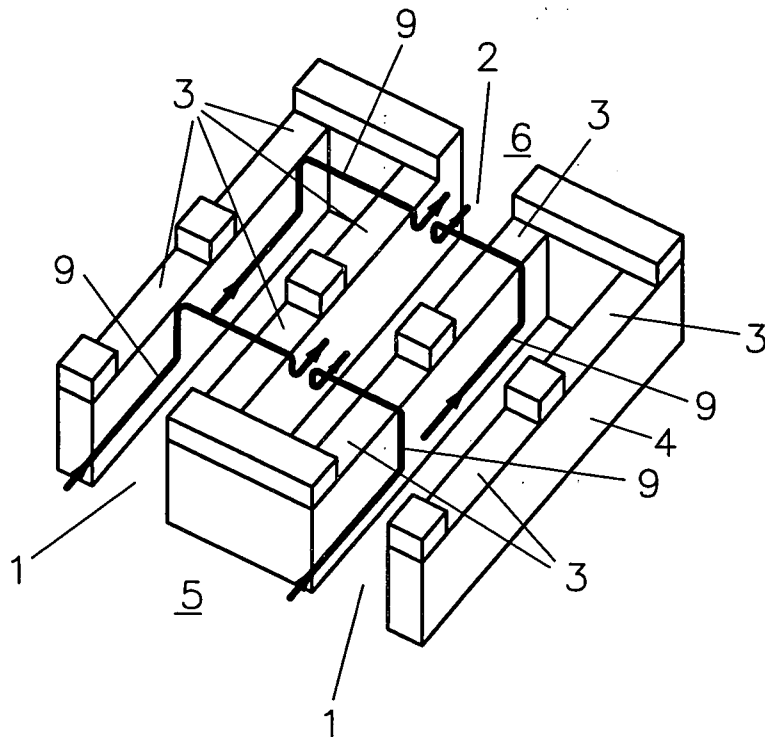


Fig. 1b

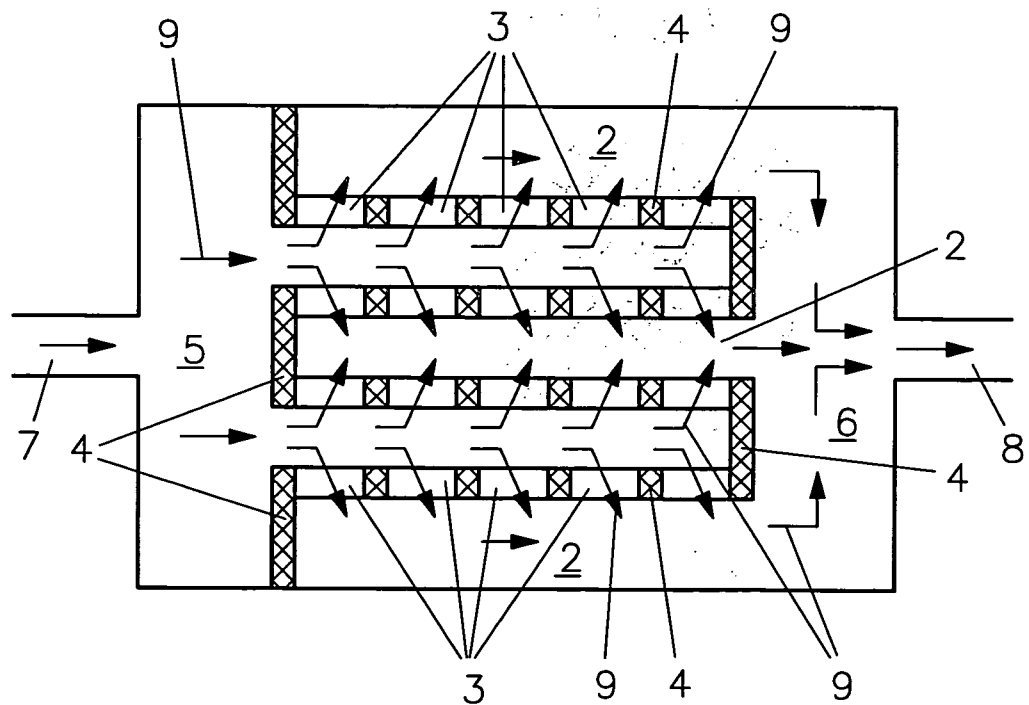


Fig. 2a

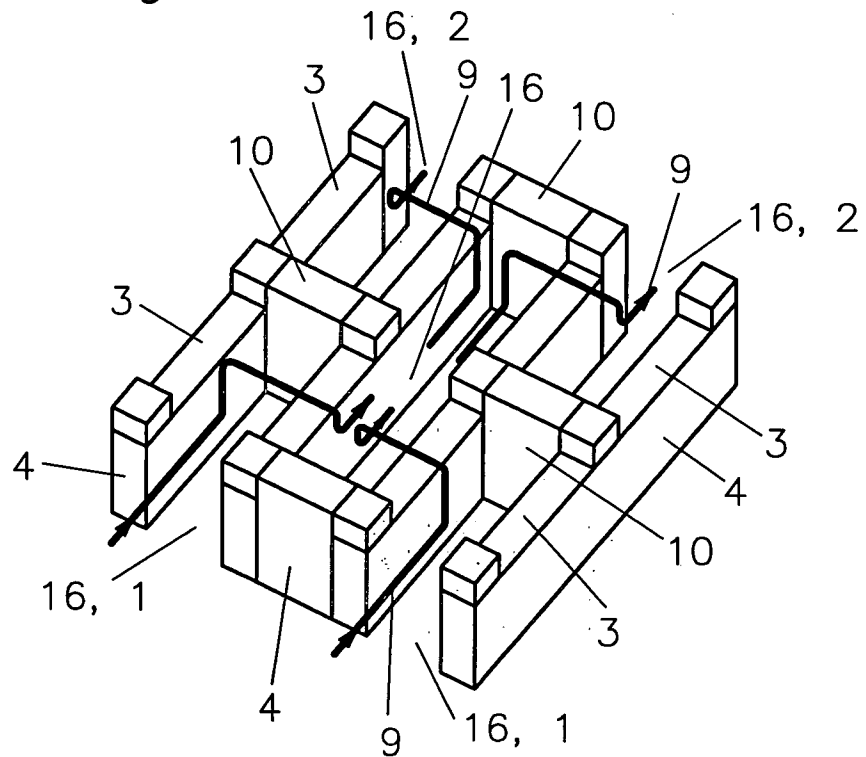


Fig. 2b

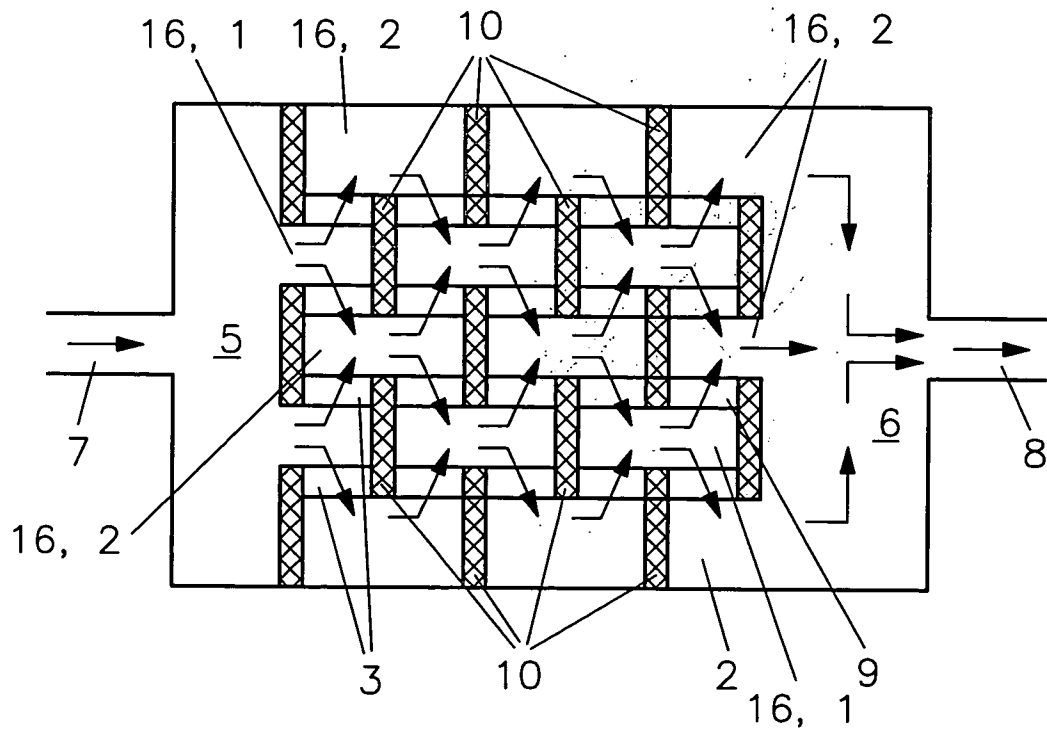


Fig. 3a

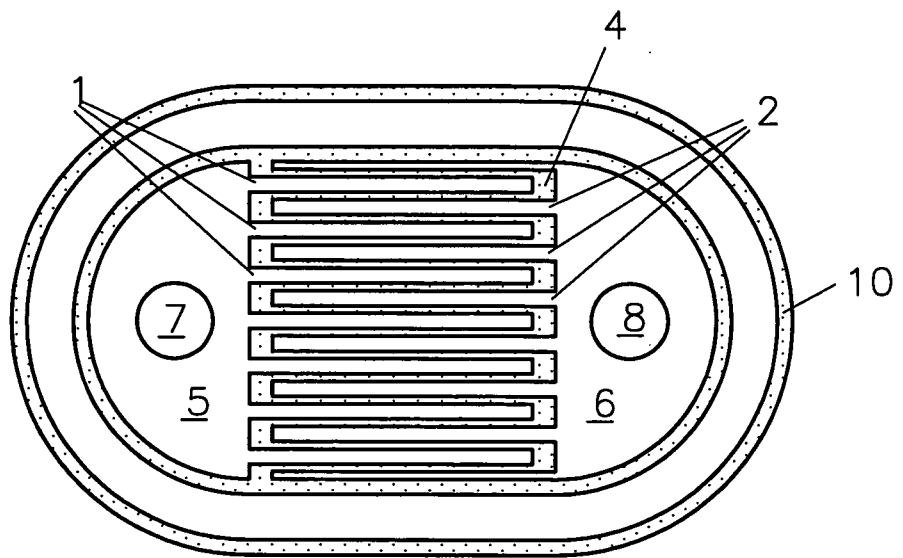


Fig. 3b

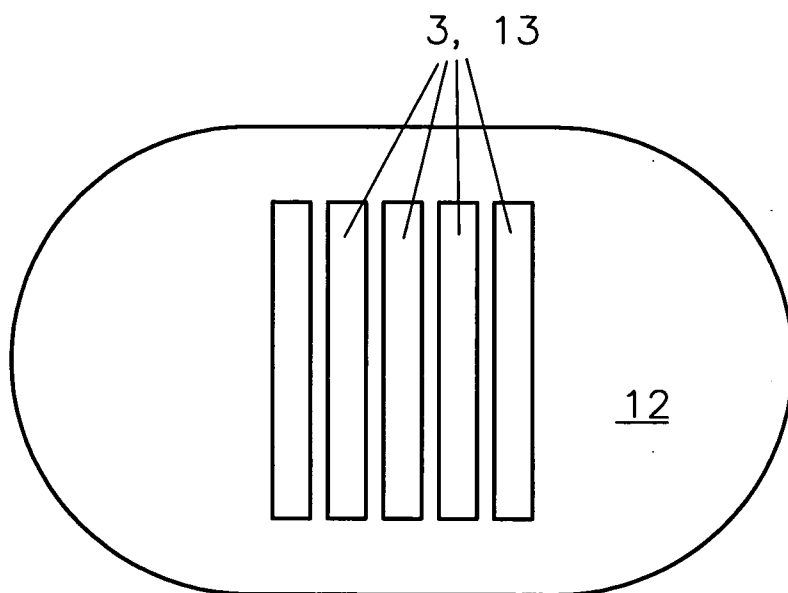




Fig. 4a

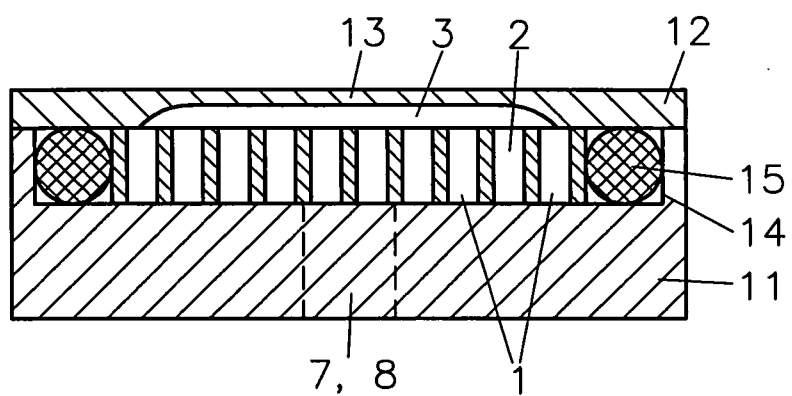


Fig. 4b

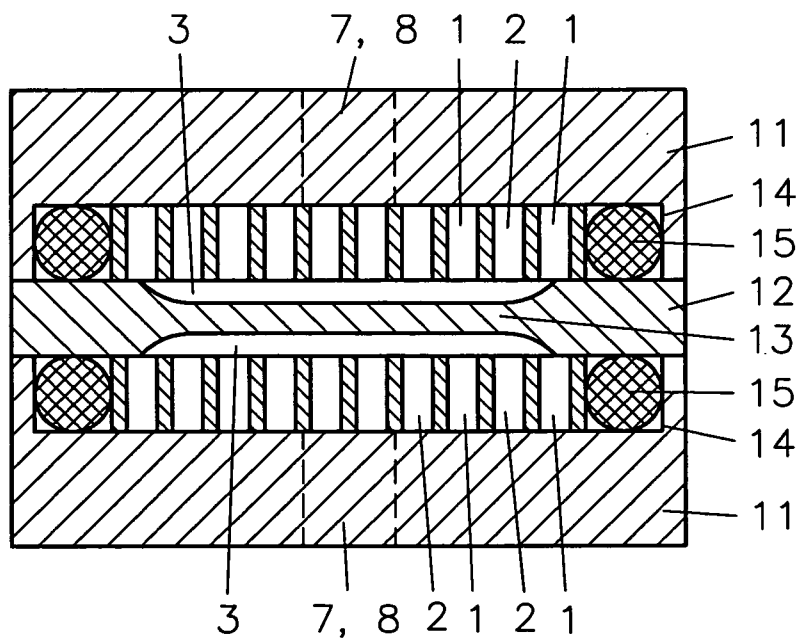


Fig. 5

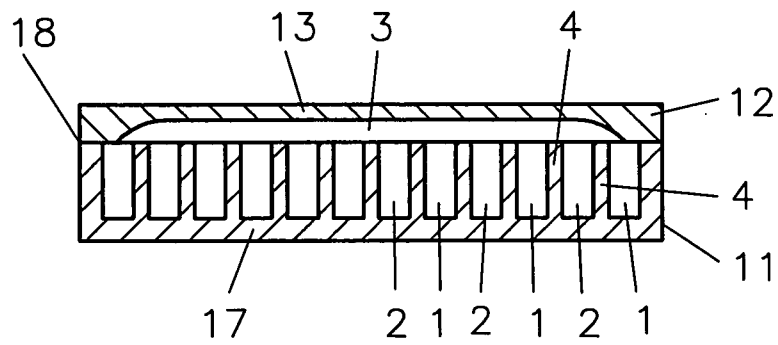
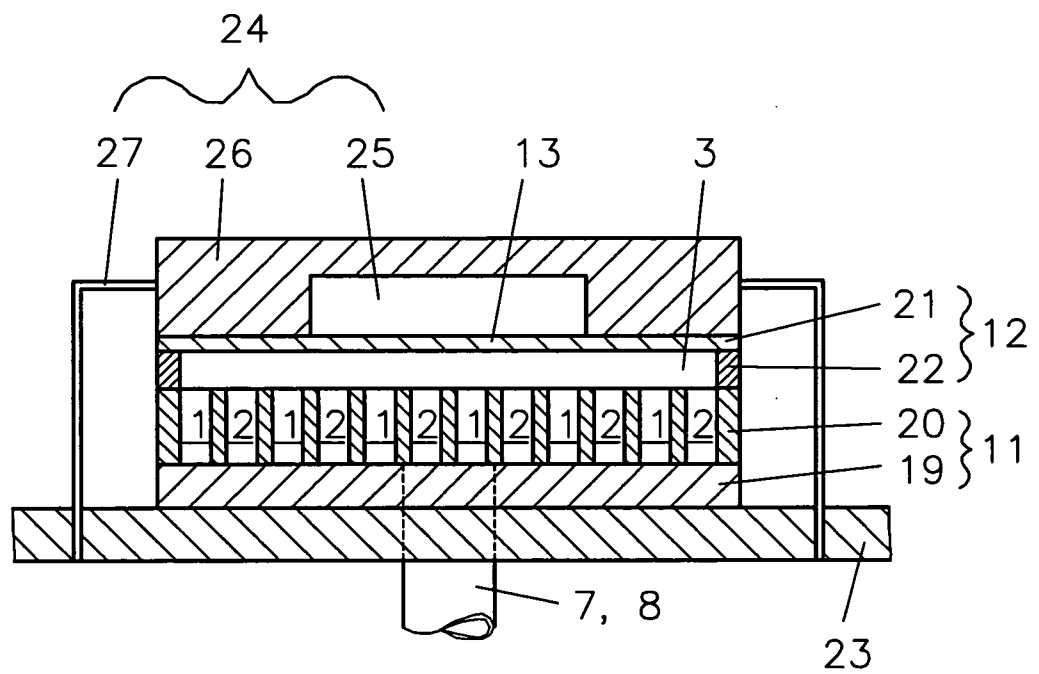


Fig. 6



6/7

Fig. 7

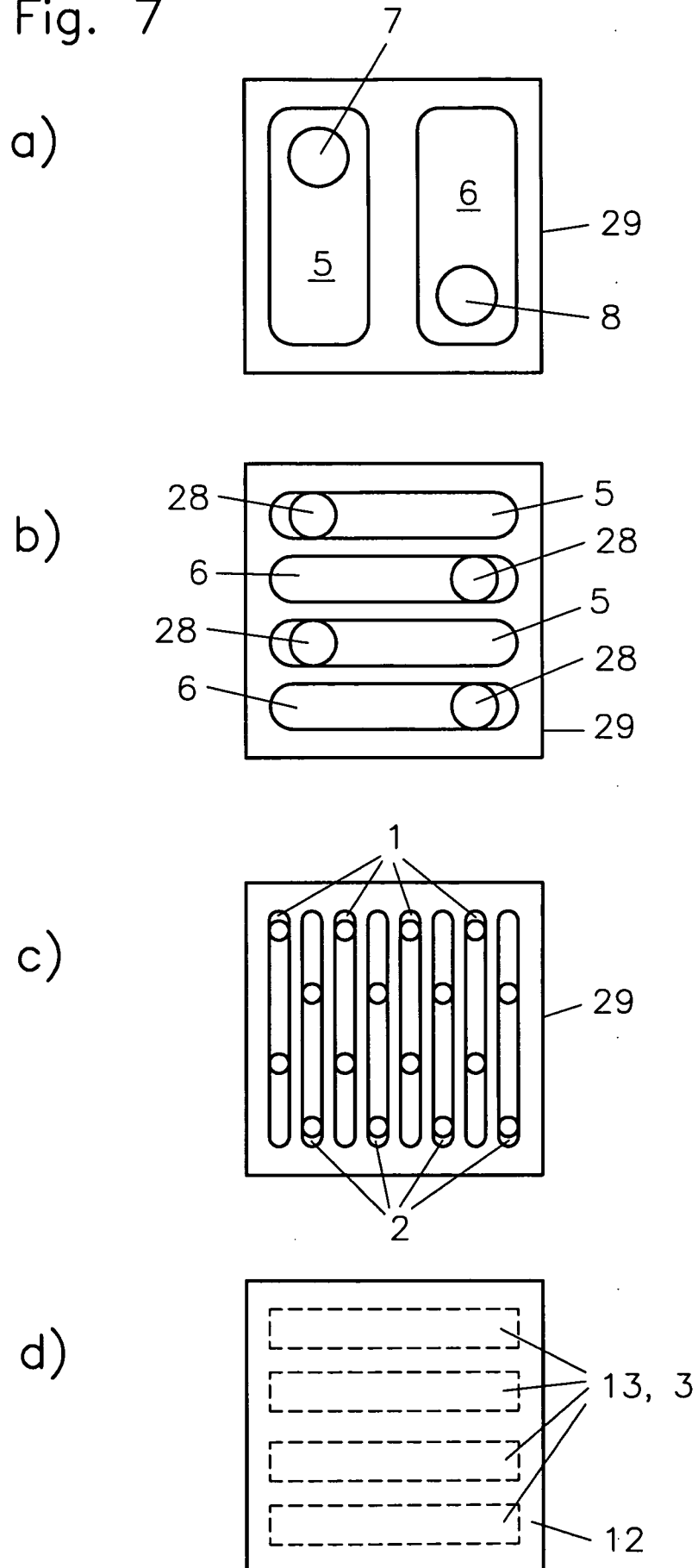
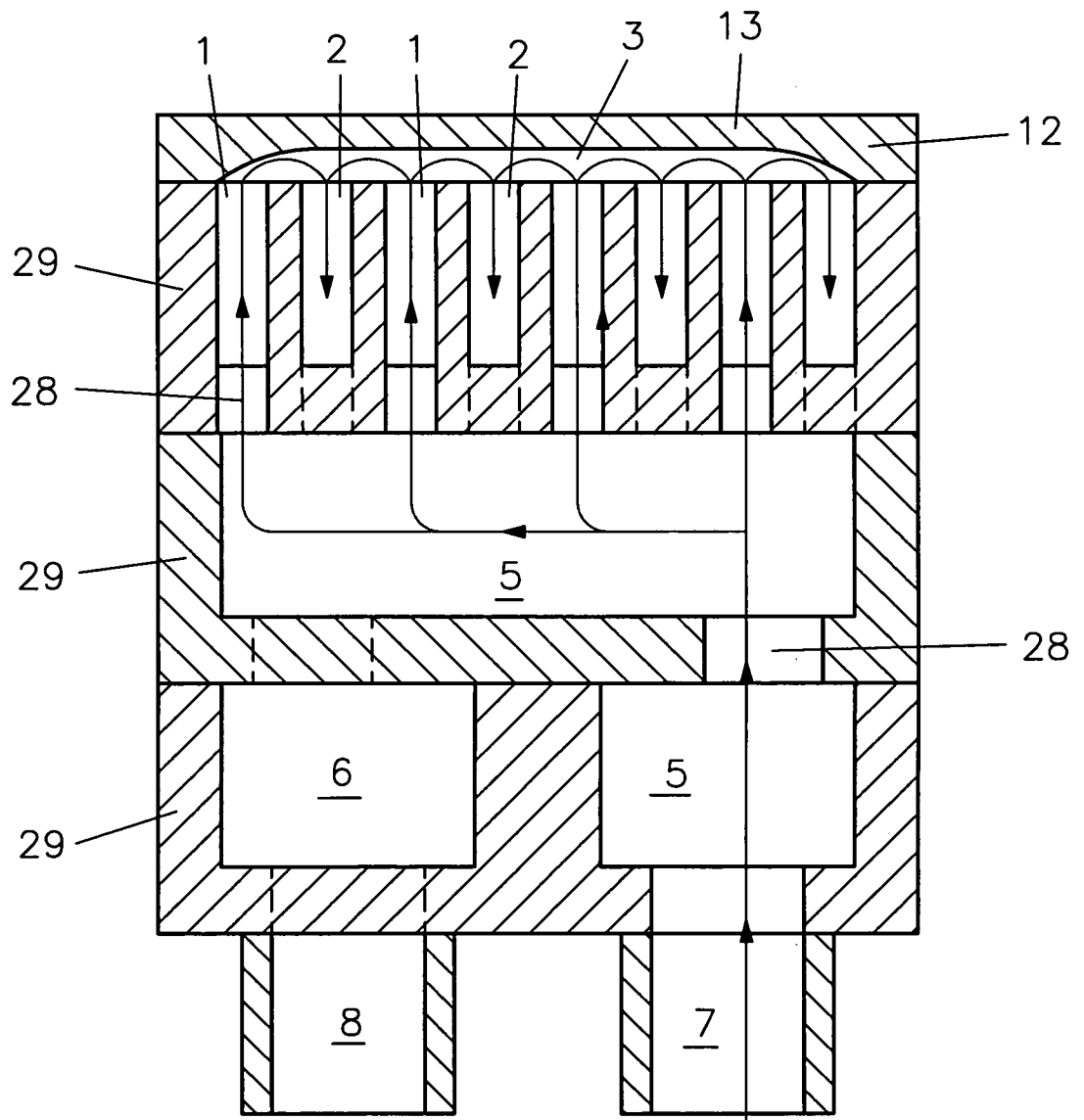


Fig. 8



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2006/011849

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. H01L23/473

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H01L H05K F28F G06F

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2004/182560 A1 (KENNY THOMAS [US] ET AL) 23 September 2004 (2004-09-23)	1-4,8-10
Y	paragraph [0036] - paragraph [0068]; figures 1-12	5-7
X	US 6 337 794 B1 (AGONAFER DEREJE [US] ET AL) 8 January 2002 (2002-01-08)	1,2,4,10
A	column 3, line 47 - column 8, line 65; figures 1-9	3,5-9
Y	DE 195 36 115 A1 (BEHR GMBH & CO [DE]) 3 April 1997 (1997-04-03)	5-7
A	column 4, line 16 - column 8, line 6; figures 1-4	1-4,8-10
	----- -/--	



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

\* Special categories of cited documents :

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- \* & \* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

16 April 2007

Date of mailing of the international search report

04/05/2007

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Krause, Joachim

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2006/011849

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 197 34 054 A1 (ADVANTEST CORP [JP]) 12 February 1998 (1998-02-12) column 3, line 38 - column 12, line 64; figures 1-11 -----	1-10
A	US 2002/075651 A1 (NEWTON CHARLES M [US] ET AL) 20 June 2002 (2002-06-20) paragraph [0022] - paragraph [0038]; figures 1-6 -----	1-10

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2006/011849

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2004182560	A1	23-09-2004	WO 2004083759 A2	30-09-2004
US 6337794	B1	08-01-2002	NONE	
DE 19536115	A1	03-04-1997	FR 2739440 A1	04-04-1997
			GB 2305721 A	16-04-1997
			JP 9089476 A	04-04-1997
			US 5927396 A	27-07-1999
DE 19734054	A1	12-02-1998	CN 1177903 A	01-04-1998
			GB 2316237 A	18-02-1998
			SG 72749 A1	23-05-2000
			US 6052284 A	18-04-2000
US 2002075651	A1	20-06-2002	AU 2606502 A	01-07-2002
			CN 1502130 A	02-06-2004
			EP 1362370 A2	19-11-2003
			JP 2005501392 T	13-01-2005
			WO 0250901 A2	27-06-2002

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
INV. H01L23/473

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

**B. RECHERCHIERTE GEBIETE**

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
H01L H05K F28F G06F

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data

**C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN**

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 2004/182560 A1 (KENNY THOMAS [US] ET AL) 23. September 2004 (2004-09-23)	1-4, 8-10
Y	Absatz [0036] - Absatz [0068]; Abbildungen 1-12	5-7
X	US 6 337 794 B1 (AGONAFER DEREJE [US] ET AL) 8. Januar 2002 (2002-01-08)	1, 2, 4, 10
A	Spalte 3, Zeile 47 - Spalte 8, Zeile 65; Abbildungen 1-9	3, 5-9
Y	DE 195 36 115 A1 (BEHR GMBH & CO [DE]) 3. April 1997 (1997-04-03)	5-7
A	Spalte 4, Zeile 16 - Spalte 8, Zeile 6; Abbildungen 1-4	1-4, 8-10
	----- -/--	

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen ☒ Siehe Anhang Patentfamilie

- |  |   |
|--|---|
| <p>* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :</p> <p>*A* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist</p> <p>*E* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist</p> <p>*L* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)</p> <p>*O* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht</p> <p>*P* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist</p> | <p>*T* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist</p> <p>*X* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden</p> <p>*Y* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist</p> <p>*G* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist</p> |
|--|---|

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

16. April 2007

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

04/05/2007

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Krause, Joachim



C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 197 34 054 A1 (ADVANTEST CORP [JP]) 12. Februar 1998 (1998-02-12) Spalte 3, Zeile 38 - Spalte 12, Zeile 64; Abbildungen 1-11 -----	1-10
A	US 2002/075651 A1 (NEWTON CHARLES M [US] ET AL) 20. Juni 2002 (2002-06-20) Absatz [0022] - Absatz [0038]; Abbildungen 1-6 -----	1-10

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2006/011849

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 2004182560	A1	23-09-2004	WO	2004083759 A2	30-09-2004
US 6337794	B1	08-01-2002	KEINE		
DE 19536115	A1	03-04-1997	FR	2739440 A1	04-04-1997
			GB	2305721 A	16-04-1997
			JP	9089476 A	04-04-1997
			US	5927396 A	27-07-1999
DE 19734054	A1	12-02-1998	CN	1177903 A	01-04-1998
			GB	2316237 A	18-02-1998
			SG	72749 A1	23-05-2000
			US	6052284 A	18-04-2000
US 2002075651	A1	20-06-2002	AU	2606502 A	01-07-2002
			CN	1502130 A	02-06-2004
			EP	1362370 A2	19-11-2003
			JP	2005501392 T	13-01-2005
			WO	0250901 A2	27-06-2002