

(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
1. November 2007 (01.11.2007)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2007/121925 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
F28D 1/06 (2006.01) *H05K 7/20* (2006.01)
F28F 3/12 (2006.01)

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (*nur für US*): **HOFMANN, Wilfried**
[DE/DE]; Martiusstrasse 5, 80802 München (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2007/003444

(74) **Anwalt: VON BÜLOW, Tam**; Rotbuchenstrasse 6, 81547 München (DE).

(22) Internationales Anmeldedatum:
19. April 2007 (19.04.2007)

(81) **Bestimmungsstaaten** (*soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart*): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, 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, 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.

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2006 018 709.1 20. April 2006 (20.04.2006) DE
10 2006 035 552.0 27. Juli 2006 (27.07.2006) DE

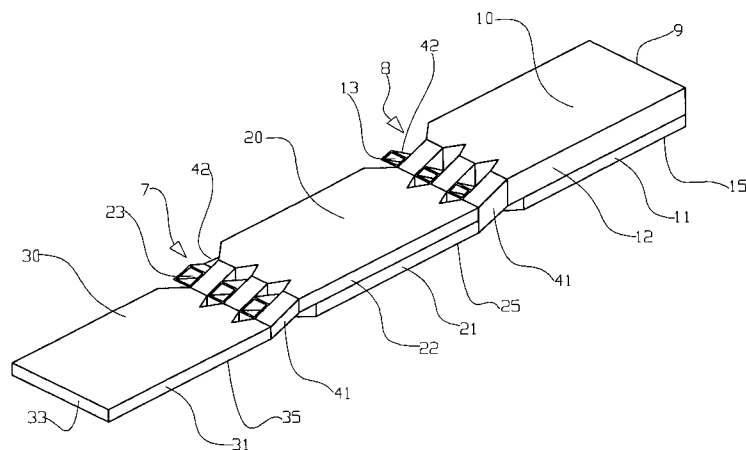
(84) **Bestimmungsstaaten** (*soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart*): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU,

(71) **Anmelder** (*für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US*): **NFT NANOFILTERTECHNIK GESELLSCHAFT MIT BESCHRÄNKTER HAF-TUNG** [DE/DE]; Marienbaderpl. 18, 61348 Bad Homburg v.d.H. (DE).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: MULTISTAGE HEAT EXCHANGING DUCT COMPRISING A PARALLEL CONDUIT

(54) Bezeichnung: MEHRSTUFIGER WÄRMETAUSCHKANAL MIT PARALLEL ANGEORDNETEM LEITKANAL



(57) **Abstract:** Disclosed is a heat exchanger comprising a heat exchanging duct (11, 21, 31) which is provided with an inlet (9) and an outlet (33) for a medium (14, 24, 34) that penetrates the heat exchanging duct. Said heat exchanger has at least two stages (10, 20, 30) which are arranged one behind another in the direction of flow of the medium and are equipped with one respective heat exchanging duct (11, 21, 31). The first stage encompasses at least one conduit (12) that is disposed parallel to the heat exchanging duct (11). The heat exchanging duct (11, 21, 31) is equipped with at least one outlet (13, 23, 33) at the end of the respective stage (10, 20, 30) while the conduit (12, 22) of the respective stage is connected to the heat exchanging duct (21, 31) of the following stage (20, 30) such that unused heat transferring medium which has a greater difference in temperature relative to the temperature of the respective heat exchanging duct is fed to the individual stages, thus allowing for good heat transfer capacity even when the flow paths are relatively long.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2007/121925 A1



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, MT, 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: Der Wärmetauscher mit einem Wärmetauschkanal (11, 21, 31), der einen Einlaß (9) und einen Auslaß (33) für ein den Wärmetauschkanal durchströmendes Medium (14, 24, 34) aufweist, hat mindestens zwei in Strömungsrichtung des Mediums hintereinander angeordnete Stufen (10, 20, 30), mit je einem Wärmetauschkanal (11, 21, 31). Die erste Stufe hat mindestens einen parallel zum Wärmetauschkanal (11) angeordneten Leitkanal (12). Der Wärmeleitkanal (11, 21, 31) hat am Ende der jeweiligen Stufe (10, 20, 30) mindestens einen Auslaß (13, 23, 33), und der Leitkanal (12, 22) der jeweiligen Stufe ist mit dem Wärmetauschkanal (21, 31) der nächst folgenden Stufe (20, 30) verbunden. Hierdurch wird den einzelnen Stufen jeweils unverbrauchtes Wärmeübertragungsmedium zugeführt, das in Bezug auf die Temperatur des jeweiligen Wärmetauschkanales eine höhere Temperaturdifferenz hat. Dadurch kann auch bei relativ langen Strömungswegen eine gute Wärmeübertragungsleistung realisiert werden.

MEHRSTUFIGER WÄRMETAUSCHKANAL MIT PARALLEL ANGEORDNETEM LEITKANAL

5

Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf einen Wärmetauscher gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruches 1.

10

Ein solcher Wärmetauscher ist beispielsweise aus der DE 10 2004 030 675 A1 bekannt. Dort wird zur Kühlung elektronischer Bauelemente, die in einem Schaltschrank untergebracht sind, zusammen mit einer Wand des Schaltschranks ein Kanal gebildet, der von einem Medium, wie z.B. Luft, durchströmt wird. Der Kanal hat einen Einlaß für kühle Luft und einen Auslaß für erwärmte Luft. An einer Kanalwand sind Kühlelemente angebracht, die für einen besseren Wärmeübergang von der Wand an die vorbeiströmende Luft sorgen sollen.

15

20

Wärmetauscher mit hintereinander angeordneten Stufen, wobei jede Stufe jeweils mit frischem Medium beschickt wird, sind aus der US 2004/0256092 A1 und US 2002/0000311 A1 bekannt.

25

Allgemein ist der Wärmefluß WF einer überströmten Fläche A proportional der Temperaturdifferenz ΔT zwischen Fluid und Oberfläche und der Oberfläche A. Als Proportionalitätskonstante α wird der Wärmeübertragungskoeffizient in [W/m² * K] gewählt, so daß gilt:

30

$$WF = \alpha * A * \Delta T$$

35

Der Wärmeübertragungskoeffizient α wird durch Materialkonstanten sowie ggf. die erwähnten Kühlelemente beeinflusst, die beispielsweise für eine Verwirbelung sorgen.

BESTÄTIGUNGSKOPIE

Aus obiger Gleichung ist ersichtlich, daß die Kühlleistung proportional der Temperaturdifferenz ΔT ist. Je länger der Strömungsweg des Kühlfluides ist, desto mehr erwärmt es sich, so daß die Temperaturdifferenz längs des Strömungsweges abnimmt und somit auch die Kühlleistung.

Es sei darauf hingewiesen, daß analoge Verhältnisse selbstverständlich auch für Erwärmung gelten, wenn beispielsweise ein heißes Medium Wärme an einen anderen Gegenstand, wie z.B. eine Platte abgeben soll. Wenn im folgenden von Kühlung oder Kühlleistung gesprochen wird, so gilt dies analog selbstverständlich auch für Heizung bzw. Heizleistung.

Wie bei dem eingangs genannten Stand der Technik gezeigt, sind oftmals langgestreckte Flächen zu kühlen bzw. zu erwärmen, wobei sich das Problem der abnehmenden Kühlleistung mit zunehmender Länge stellt.

Eine Möglichkeit zur Lösung des Problems liegt darin, die Strömungsgeschwindigkeit des Fluides und damit den Volumenstrom des Fluides zu erhöhen. Dies bedingt aber größer dimensionierte Fördereinrichtungen für das Fluid, also beispielsweise größer dimensionierte Gebläse, was wiederum höhere Antriebsleistungen und damit meist höheren Stromverbrauch bedingt sowie einen vergrößerten Platzbedarf und schließlich auch eine höhere Geräuschentwicklung.

Aufgabe der Erfindung ist es daher, den Wärmetauscher der eingangs genannten Art dahingehend zu verbessern, daß er auch bei größeren zu kühlenden oder zu erwärmenden Flächen eine gute Leistung bringt und gleichzeitig geringen Platzbedarf erfordert.

Diese Aufgabe wird durch die im Patentanspruch 1 angegebenen Merkmale gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung sind den Unteransprüchen zu entnehmen.

Das Grundprinzip der Erfindung liegt darin, den Wärmetauscher aus mindestens zwei oder mehreren hintereinander angeordneten Stufen zu realisieren, wobei jeder Stufe "frisches" Medium zugeführt wird, während das "verbrauchte" Medium am Ende der Stufe abgeführt wird.

Jede der Stufen, mit Ausnahme der letzten, hat somit einen Wärmetauschkanal und einen dazu parallel verlaufenden Leitkanal für "frisches" Fluid, das in der entsprechenden Stufe nicht am Wärmetausch teilnimmt. Am Ende jeder Stufe wird das Fluid des Wärmetauschkanals durch Auslaßöffnungen abgeführt und "frisches" Fluid des Leitkanals dem Wärmetauschkanal der nächsten Stufe zugeführt sowie ggf. einem weiteren Leitkanal der nächsten Stufe. Quer zur Strömungsrichtung des Fluides gesehen kreuzen sich somit die Fluidströmungen von verbrauchtem und frischem Fluid, wobei selbstverständlich durch hier "Kreuzstromelemente" genannte Führungskanäle diese beiden Strömungen getrennt sind.

Die einzelnen Stufen können modular aufgebaut sein, so daß theoretisch beliebig viele Elemente hintereinander angeordnet werden können.

Vorzugsweise liegen alle Wärmetauschkanäle der einzelnen Stufen in einer Ebene, so daß sich ein einfacher geometrischer Aufbau ergibt, bei dem der Wärmetauschkanal und der Leitkanal jeweils quaderförmig sind. Diese Kanäle haben auch einen geringen Strömungswiderstand, so daß auch mit klein dimensionierten Fördereinrichtungen, wie z.B. Gebläsen, beachtliche Volumenströme und damit auch Wärmeströme realisiert werden können. Nach einer Weiterbildung der Erfindung ist der Auslaß des Wärmetauschkanals der jeweiligen Stufe so ausgestaltet, daß mindestens ein Leitbleich das Fluid in Richtung zu mindestens einer Seitenwand des Wärmeleitkanals umlenkt, wobei die entsprechende Seitenwand dort eine Auslaßöffnung aufweist. Vorzugsweise sind an den beiden Seitenwänden des jeweiligen Wärmetauschkanals solche

Auslaßöffnungen vorhanden, wobei nach einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung die Summe der Querschnitte der Auslaßöffnungen dem Querschnitt des Wärmetauschkanales entspricht.

5

Der Wärmetauscher nach der Erfindung hat auch einen geringen Platzbedarf, insbesondere durch seine geringe Höhe in der Ebene senkrecht zur Strömungsrichtung und erlaubt daher auch die Verwendung auf beiden Seiten einer Oberfläche, wie z.B. einer zu kühlenden Wand eines Schaltschranks. Gleichwohl hat der Wärmetauscher nach der Erfindung nur einen Fluideinlaß. Das anströmende Fluid wird somit in jeder Stufe in mindestens zwei Teilströme aufgeteilt, die jeweils verschiedenen Kanälen zugeführt werden. Nach thermischer Wechselwirkung zwischen dem Fluid und einer Oberfläche, die zu kühlen oder zu erwärmen ist, wird dieses Fluid abgeführt, ohne mit anderen Teilströmen des Fluids in Wechselwirkung zu treten.

10

15

20

25

Die thermische Wechselwirkung zwischen Fluid und Oberfläche findet jeweils an den separat angeströmten Abschnitten der Oberfläche im Wärmetauschkanal statt, wobei vorzugsweise Maßnahmen zur Verbesserung der Wärmeübertragung eingesetzt werden, wie z.B. aufgerauhte Oberflächen, Kühlrippen oder Mikrorippen gemäß DE 102 33 736 B3 oder ähnliches.

30

Die genannten Kreuzstromelemente haben die Funktion, das Fluid den entsprechenden Oberflächenabschnitten des Wärmetauschkanales bzw. des Leitkanales zuzuleiten bzw. von diesen abzuleiten.

35

Im folgenden wird die Erfindung anhand eines Ausführungsbeispiels im Zusammenhang mit der Zeichnung ausführlicher erläutert. Es zeigt:

Fig. 1 einen schematischen Querschnitt eines dreistufigen Wärmetauschers nach einem Ausführungsbeispiel

- der Erfindung;
- Fig. 2 eine schematische Draufsicht des Wärmetauschers der Fig. 1;
- Fig. 3 eine perspektivische Ansicht schräg von oben auf den Wärmetauscher der Figuren 1 und 2;
- Fig. 4 eine schematische Seitenansicht eines Wärmetauschers ähnlich Fig. 1, jedoch nach einer anderen Variante der Erfindung.
- Fig. 5 eine perspektivische, geschnittene Ansicht schräg von oben eines Wärmetauschers nach einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung;
- Fig. 6 eine perspektivische Ansicht schräg von unten auf den Wärmetauscher der Fig. 5; und
- Fig. 7 eine Ansicht der Unterseite des Wärmetauschers der Figuren 5 und 6.
- Gleiche Bezugszeichen in den einzelnen Figuren bezeichnen gleiche bzw. funktionell einander entsprechende Teile. Weiter sei darauf hingewiesen, daß die Beschreibung eines dreistufigen Wärmetauschers nicht beschränkend ist. Es müssen lediglich mindestens zwei Stufen vorhanden sein, während nach oben keine Begrenzung besteht.
- Fig. 1 zeigt eine schematische Seitenansicht des Wärmetauschers, der hier drei Stufen 10, 20 und 30 hat. Die erste Stufe 10 hat einen Wärmetauschkanal 11, durch den ein Fluid, wie z.B. Luft, fließen kann, und zwar mit einem ersten Teilstrom 14, der durch einen Pfeil angedeutet ist. Der Wärmetauschkanal 11 hat eine Wärmeübertragungswand 15, die mit dem Teilstrom 14 in wärmeübertragender Wechselwirkung steht, wobei diese Wand 15 noch Mittel an ihrer Innenseite aufweisen kann, die die Wärmeübertragung verbessern, wie z.B. Kühlrippen, Aufrauungen oder Mikrorippen gemäß DE 102 33 736 B3.

Der Wärmetauschkanal 11 hat weiterhin eine Trennwand 16, die den Wärmetauschkanal 11 von einem darüberliegenden Leitkanal 12 abtrennt. Der Leitkanal 12 ist durch eine Deckwand 18 abgeschlossen. Die beiden Kanäle 11 und 12 sind seitlich durch gemeinsame Seitenwände 19 und 19a (vgl. Fig. 2) abgeschlossen. Beide Kanäle haben einen gemeinsamen Einlaß 9 für Fluid, das bereits am Einlaß 9 durch die Trennwand 16 in Teilströme aufgeteilt wird, nämlich den ersten Teilstrom 14, der durch den Wärmetauschkanal 11 fließt, und mindestens einen weiteren Teilstrom 24 und/oder 34, der durch den Leitkanal 12 fließt und somit nicht in wärmetauschender Wechselwirkung mit dem Wärmetauschkanal 11 bzw. der Wärmeübertragungswand 15 steht.

Am strömungsabwärtigen Ende der ersten Stufe 10 ist ein "Kreuzstromelement" 8 angeordnet, welches mit Leitblechen einerseits den Wärmetauschkanal 11 mit einem Auslaß 13 verbindet, über den der erste Teilstrom 14 zur Atmosphäre nach außen hin abgeführt werden kann und andererseits den Leitkanal 12 mit der zweiten Stufe 20 verbindet, so daß die Teilströme 24 und 34 der zweiten Stufe 20 zugeleitet werden. Die Teilströme 14 einerseits und 24 und 34 andererseits sind durch die Leitbleche voneinander getrennt und stehen in keiner wärmetauschenden Wechselwirkung miteinander.

Da der erste Teilstrom 14 in dem Wärmetauschkanal 11 in wärmetauschender Wechselwirkung stand, ist dessen Medium "verbraucht" und hat gegenüber der Wärmeübertragungswand 15 nur noch einen geringen Temperaturunterschied ΔT , während die Teilströme 24 und 34 noch "unverbrauchtes" Medium mit sich führen, das noch eine relativ große Temperaturdifferenz ΔT in Bezug auf die nächst folgenden Stufen 20 und 30 hat.

In Bezug auf die Darstellung der Fig. 1 wird also der erste Teilstrom 14 über die Öffnung des Auslasses 13 nach oben abgeleitet, während die Teilströme 24 und 34 schräg nach

unten geleitet werden, wo sie in der zweiten Stufe 20 durch eine dortige Trennwand 26 aufgeteilt werden. Die zweite Stufe 20 hat in analoger Weise einen Wärmetauschkanal 21 und einen Leitkanal 22. Der Teilstrom 24 fließt durch den
5 Wärmetauschkanal 21 und steht dort in wärmetauschender Wechselwirkung mit einer Wand 25, während im Leitkanal 22 der Teilstrom 34 in keiner wärmetauschenden Wechselwirkung mit der Wand 25 steht.

10 In analoger Weise ist am Ende der zweiten Stufe 20 wiederum ein Kreuzstromelement 7 angebracht, das über Leitbleche wiederum den Wärmetauschkanal 21 mit einer Öffnung 23 verbindet und den Leitkanal 22 mit einem Wärmetauschkanal 31
15 der dritten Stufe 30, die hier die letzte Stufe ist und daher keinen Leitkanal mehr benötigt, sondern nur noch eine Deckwand 36 und hier eine wärmetauschende Wand 35 hat. Am Auslaß 33 der dritten Stufe fließt dann das dort verbrauchte Medium mit dem Teilstrom 34 ab.

20 In Fig. 2 sind jeweils die Deckwände 18, 28 und 36 fortgelassen, so daß man bei den beiden ersten Stufen 10 und 20 in das Innere der Leitkanäle 12 und 22 und bei der dritten Stufe 30 in das Innere des Wärmetauschkanales 31 sieht. Man erkennt die Kreuzstromelemente 7 und 8, die in der
25 jeweils oberen Ebene der Leitkanäle 12 und 22 Leitbleche 40 haben, die in Überleitkanäle 41 münden, wobei diese Überleitkanäle, wie aus Fig. 1 zu erkennen ist, schräg nach unten geneigt sind. Im Übergangsbereich zwischen der ersten Stufe 10 und der zweiten Stufe 20 erkennt man auch
30 die Trennwand 26, an der die Teilströme 24 und 34 getrennt werden.

Weiter sind Leitbleche in gestrichelten Linien dargestellt. Es handelt sich dabei um Leitbleche der untersten Ebene
35 der jeweiligen Wärmetauschkanaäle, die die Fluidteilströme in aufwärts gerichtete Ableitkanäle 42 leiten, die zu den Auslässen 13 bzw. 23 führen.

Fig. 3 zeigt den Wärmetauscher der Fig. 1 und 2 in perspektivischer Ansicht schräg von vorne in geschlossener Stellung. Die einzelnen oben beschriebenen Kanäle sind hier gut zu erkennen.

5

In Fig. 1 sind die Wärmeübertragungswände 15, 25 und 35 als einstückig durchgehend dargestellt. Es ist aber auch möglich, wie in Fig. 3 dargestellt, diese Wände jeweils einzeln zu gestalten, so daß die Verbindung zwischen aufeinanderfolgenden Stufen jeweils nur über die Kreuzstromelemente 7 und 8 erfolgt.

10

Im Ausführungsbeispiel der Fig. 1 bis 3 hat der Wärmetauscher einen einzigen Einlaß 9 für das Fluid, jedoch drei in Strömungsrichtung hintereinander liegende Auslässe 13, 23 und 33 für die Teilströme 14, 24 und 34.

15

Für manche Anwendungsfälle ist es jedoch zweckmäßig, lediglich einen Einlaß und einen Auslaß zu haben.

20

Zu diesem Zweck ist bei der Variante der Fig. 4 die Deckwand 18 der ersten Stufe 10 über den gesamten Wärmetauscher hinweg verlängert, so daß sich für die zweite Stufe 20 oberhalb deren Leitkanal 22 noch ein weiterer Leitkanal 44 ergibt, in welchem der Teilstrom 14 abgeleitet wird, und sich am Ende der zweiten Stufe mit dem Teilstrom 24 vereinigt, so daß insgesamt nur ein Auslaß 33 vorhanden ist. Es ist klar, daß die Auslässe 13 und 23 des Ausführungsbeispieles der Fig. 1 in diesem Ausführungsbeispiel in den Leitkanal 44 münden.

25

30

Der Wärmetauscher nach der Erfindung besteht aus wenigen einfachen Grundelementen, die bausatzartig kombiniert werden können, um die Kapazität der Wärmeleistung an den jeweiligen Anwendungsfall anzupassen. Die einzelnen Stufen samt stromabwärtigem Kreuzstromelement können als Modul aufgebaut sein, wobei dann Module für eine erste, zweite, dritte, vierte

35

usw. Stufen hergestellt werden, die vorzugsweise über Steckverbindungen miteinander gekoppelt werden, wobei dann lediglich die einzelnen Stufen zusammengesteckt und ggf. noch zusätzlich verbunden werden, wie z.B. durch Kleben, Löten, 5 Schweißen oder sonstige bekannte Verbindungsarten. Die einzelnen Grundelemente bestehen aus dünnen Platten, die aus Metall oder Kunststoff bestehen können und die ineinander gesteckt und/oder miteinander verklebt werden können. Der Wärmetauscher hat daher auch ein geringes Gewicht und kann 10 ohne besonderen Aufwand mit einer zu kühlenden oder zu erwärmenden Oberfläche verbunden werden.

Generell ist es auch möglich, die Wärmeübertragungswand 15, 25 und 35 fortzulassen, so daß eine zu kühlende oder 15 zu erwärmende Fläche eines Gegenstandes die Unterseite des jeweiligen Wärmetauschkanales bildet. Selbstverständlich ist die Wärmeübertragungswand 15, 25 und 35 aus gut wärmeleitenden Material.

20 Je nach Anwendungsfall können die einzelnen Stufen 10, 20 bzw. 30 auch gebogen sein, um sich so an die Kontur eines zu kühlenden oder zu erwärmenden Gegenstandes anzupassen.

25 Die Figuren 5-7 zeigen ein zweites Ausführungsbeispiel.

Fig. 5 zeigt einen zu kühlenden oder zu erwärmenden Gegenstand 1 mit einer ebenen Oberfläche 2, auf den der Wärmetauscher 3 aufgesetzt ist. Der Wärmetauscher 3 hat hier ebenfalls drei Stufen 10, 20 und 30, die in Strömungsrichtung 30 eines wärmeübertragenden Mediums, wie z.B. Luft, hintereinander angeordnet sind. Jede der drei Stufen 10, 20 und 30 hat einen Wärmetauschkanal 11, 21 bzw. 31, der hier einerseits jeweils durch die ebene Oberfläche 2 des Gegenstandes 1, durch Seitenwände 4 und 5 (Fig. 6 und 7) 35 und je eine Trennwand 16, 26 bzw. 36 begrenzt ist, wobei die Trennwand 36 der letzten Stufe 30 die Funktion einer

Deckwand hat.

Der Wärmetauscher 3 ist so aufgebaut, daß das der jeweiligen Stufe 10, 20 bzw. 30 und damit den jeweiligen Wärmetauscherkanälen 11, 21 und 31 zugeführte Medium "frisches" und noch nicht "verbrauchtes" Medium ist, das vor Erreichen des jeweiligen Wärmetauschkanales noch an keinem Wärmetauschvorgang in einer vorhergehenden Stufe teilgenommen hat.

Der Wärmetauscher 3 hat einen gemeinsamen Einlaß 9 für das Medium, das bei dem hier gezeigten dreistufigen Wärmetauscher in drei Teilströme 14, 24 und 34 aufgeteilt wird, indem parallel zur Trennwand 16 des ersten Wärmetauschkanales 11 zwei weitere Wände 17 und 18 angeordnet sind, die zusammen mit den Seitenwänden 4 und 5 Leitkanäle 12 und 13 für die Teilströme 24 und 34 bilden, durch welche das Medium hindurchströmt, ohne an einem Wärmetauschervorgang des ersten Wärmetauschkanales 11 teilzunehmen.

Im ersten Wärmetauschkanal 11 ist ein Leitblech 40 angeordnet, das, wie am besten aus Fig. 7 zu erkennen ist, mit zwei bogenförmigen Schenkeln die in Strömungsrichtung hintere Seite des Wärmetauschkanales 11 begrenzt und den Teilstrom 14 zu Öffnungen 13 in den Seitenwänden 4 und 5 ableitet. Damit wird am stromabwärtigen Ende des ersten Wärmetauschkanales 11 das bis dahin verbrauchte Medium seitlich abgeführt, wobei durch kaminartige seitliche Ansätze 13' die Strömung auch nach oben, also senkrecht zur ebenen Oberfläche 2 umgeleitet werden kann, oder auch schräg nach oben. Die Querschnittsfläche der beiden seitlichen Öffnungen 13 entspricht im wesentlichen der Querschnittsfläche des Wärmetauschkanales 11, so daß das Medium mit dem Teilstrom 14 (Fig. 7) im wesentlichen unbehindert abfließen kann und somit der Strömungswiderstand sehr gering ist.

Der Leitkanal 12 der ersten Stufe steht mit dem Wärmetausch-

kanal 21 der zweiten Stufe 20 in Strömungsverbindung, indem die obere Wand 17 des Leitkanales 12 über eine schräge Wand 46 mit der Trennwand 26 des zweiten Wärmetauschkanales 21 verbunden ist. Damit strömt das unverbrauchte Medium mit dem Teilstrom 24 in die zweite Stufe 20 und nimmt dort am Wärmetausch teil. Die zweite Stufe 20 ist in gleicher Weise durch ein identisches Leitblech 29, das zu seitlichen Öffnungen 23 in den Wänden 4 und 5 führt, abgeschlossen, so daß am stromabwärtigen Ende der zweiten Stufe der Teilstrom 24 durch diese Öffnungen 23 abströmen kann, wobei auch hier die Summe der Querschnittsflächen der Öffnungen 25 der Querschnittsfläche des zweiten Wärmetauschkanales 21 entspricht.

Oberhalb des zweiten Wärmetauschkanales 21 ist wiederum ein Leitkanal 22 vorgesehen, der zwischen der Trennwand 26 und einer Deckwand 27 gebildet ist, die parallel zur Trennwand 26 verläuft. Die Deckwand 27 ist über eine schräg verlaufende Wand 43 mit der Wand 18 verbunden, so daß der Teilstrom 34 aus der ersten Stufe 10 und dem dortigen Leitkanal 13 in den Leitkanal 23 der zweiten Stufe 20 fließt und von dort wiederum über eine schräge Wand 47 in die dritte Stufe 30, die durch die Deckwand 36 und die beiden Seitenwände 4 und 5 gebildet wird. Am Ende der dritten Stufe 30 sind keine Leitbleche analog den Leitblechen 40 und 29 vorhanden. Vielmehr strömt das Medium mit dem Teilstrom 34 am stromabwärtigen Ende des dritten Wärmetauschkanales 31 durch eine Öffnung 33 ab. Will man die Abluft generell in der gleichen Richtung haben, so kann allerdings auch dort in analoger Weise ein Leitblech vorgesehen sein sowie seitliche Öffnungen analog den Öffnungen 15 und 25.

In Fig. 5 ist noch dargestellt, daß im Übergangsbereich vom vorhergehenden Leitkanal zu dem jeweiligen Wärmetauschkanal 21 bzw. 31 noch weitere Leitbleche 41 und 48 vorgesehen sind, die parallel zu den schrägen Blechen 43, 46 bzw.

47 verlaufen. Hierdurch wird eine gleichmäßige Strömung erreicht, und Verwirbelungen an der Leeseite der Leitbleche 40 bzw. 29 werden vermieden. Es sei darauf hingewiesen, daß diese Bleche 41 und 48 auch fortgelassen werden können, so daß das jeweilige Medium direkt stromabwärts der Leitbleche 40 und 29 in den Wärmeleitkanal der nächstfolgenden Stufe gelangen kann. Die Deckwände 16 und 26 enden dann stromabwärts jeweils schon an den Leitblechen 40 bzw. 29.

Wie am besten aus Fig. 7 zu erkennen, können die Teilströme 14 und 24 verbrauchten Mediums am stromabwärtigen Ende des jeweiligen Wärmetauschkanales entweder seitlich durch die Wände 4 und 5 parallel zur Oberfläche 2 (Fig. 5) des zu kühlenden Gegenstandes abgeführt werden, wie an den Öffnungen 23 in Fig. 7 dargestellt, oder sie können durch Leitkamme 13', die seitlich an die Öffnungen 13 angesetzt sind, umgeleitet werden, so daß das Medium senkrecht zur Oberfläche 2 abströmt.

Weiter sei darauf hingewiesen, daß die Form der Leitbleche 40 und 29 abgewandelt werden kann. Die bevorzugte Variante ist die Kreisbogenform, die am besten aus Fig. 7 zu erkennen ist mit zwei Kreisbögen, die in der Mitte des jeweiligen Wärmeleitkanales eine stromteilende Spitze bilden. Es können aber auch geradlinige, V-förmige Leitkanäle verwendet werden, die symmetrisch oder asymmetrisch angeordnet sind. Falls für bestimmte Anwendungsfälle eine Ableitung verbrauchten Mediums nur zu einer Seite hin gewünscht wird, kann auch nur eine seitliche Öffnung in einer der beiden Seitenwände 4 und 5 vorgesehen sein, wobei dann das entsprechende Leitblech schräg durch den gesamten Wärmetauschkanal verläuft. Weiter ist in Fig. 7 die Variante gezeigt, bei der das schräge Blech 48 der Fig. 5 fortgelassen ist, so daß das Medium von dem Leitkanal 23 auf der stromabwärtigen Seite des Leitbleches 29 direkt in den dritten Wärmetauschkanal gelangt.

13

Das Ausführungsbeispiel der Fig. 6 zeigt in perspektivischer Ansicht schräg von unten den Wärmetauscher nach der Erfindung, wobei hier beide seitliche Öffnungen 13 und 23 in die kaminartigen Ansätze 13' und 23' münden.

Patentansprüche

- 5 1. Wärmetauscher mit einem Wärmetauschkanal (11, 21, 31), der einen Einlaß (9) und einen Auslaß (33) für ein den Wärmetauschkanal durchströmendes Medium aufweist, dadurch gekennzeichnet,
daß der Wärmetauscher mindestens zwei in Strömungsrichtung des Mediums hintereinander angeordnete Stufen
10 (10, 20, 30) mit je einem Wärmetauschkanal (11, 21, 31) aufweist,
daß die erste Stufe (10) mindestens einen parallel zum Wärmetauschkanal (11) angeordneten Leitkanal (12)
15 aufweist,
daß der Wärmetauschkanal (11, 21) am Ende der jeweiligen Stufe (10, 20) mindestens einen Auslaß hat (13, 23), und
daß der Leitkanal (12, 22) der jeweiligen Stufe (10, 20) in Strömungsverbindung mit dem Wärmetauschkanal
20 (21, 31) der nächst folgenden Stufe (20, 30) steht.
2. Wärmetauscher nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,
daß die einzelnen Stufen (10, 20, 30) durch Kreuzstrom-
25 elemente (7, 8) so miteinander verbunden sind, daß getrennte Teilströme (14, 24, 34) des Mediums vorhanden sind.
3. Wärmetauscher nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet,
30 daß die Stufen (10, 20, 30) durch Steckverbindungen miteinander verbunden sind.
4. Wärmetauscher nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet,
35 daß die Wärmetauschkänäle (11, 21, 31) und die Leitkänäle (12, 22, 32) quaderförmig ausgebildet sind.

5. Wärmetauscher nach einem der Ansprüche 1, 2, 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß die einzelnen Stufen (10, 20, 30) miteinander verklebt sind.

5

6. Wärmetauscher nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Wärmetauscher aus Kunststoff oder Metall aufgebaut ist.

10

7. Wärmetauscher nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Wärmetauscher mehr als zwei Stufen (10, 20, 30) aufweist.

15

8. Wärmetauscher nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die einzelnen Stufen (10, 20, 30) modular aufgebaut sind.

20

9. Wärmetauscher nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß der Wärmetauscher eine alle Stufen (10, 20, 30) überdeckende Deckwand (18) aufweist, die einen weiteren Leitkanal (44) bildet, und daß die Auslässe (13, 23) aller Stufen (10, 20) mit Ausnahme der letzten Stufe (30) in diesen Leitkanal (44) münden.

25

10. Wärmetauscher nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens ein Wärmetauschkanal (11, 21) an seinem stromabwärtigen Ende ein Leitblech (40, 29) aufweist zur Ableitung des Mediums durch eine Öffnung (13, 23) in mindestens einer Seitenwand (4, 5) des jeweiligen Wärmeleitkanales (11, 21).

35

11. Wärmetauscher nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Querschnittsfläche der Öffnung bzw. Öffnungen

(13; 23) der Querschnittsfläche des zugeordneten Leitkanales (11, 21) entspricht.

- 5 12. Wärmetauscher nach Anspruch 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet,
daß das Leitblech (40, 29) zwei spitz aufeinanderzuweisende Schenkel aufweist.
- 10 13. Wärmetauscher nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet,
daß die Schenkel des Leitbleches (40, 29) bogenförmig gekrümmt sind.
- 15 14. Wärmetauscher nach einem der Ansprüche 10 bis 14,
dadurch gekennzeichnet,
daß das Leitblech (40, 29) in Draufsicht spiegelsymmetrisch zur Mitte des Wärmeleitkanales (11, 21) ist.
- 20 15. Wärmetauscher nach einem der Ansprüche 10 bis 14,
dadurch gekennzeichnet,
daß an die Öffnung (13, 23) ein kaminartiger Ansatz (13', 23') angeschlossen ist, welcher durch die Öffnung (13, 23) austretendes Medium derart umlenkt, daß es
25 mindestens eine Bewegungskomponente senkrecht zur Hauptströmungsrichtung durch den Wärmetauscher und senkrecht zur Austrittsrichtung aus der Öffnung (13, 23) aufweist.

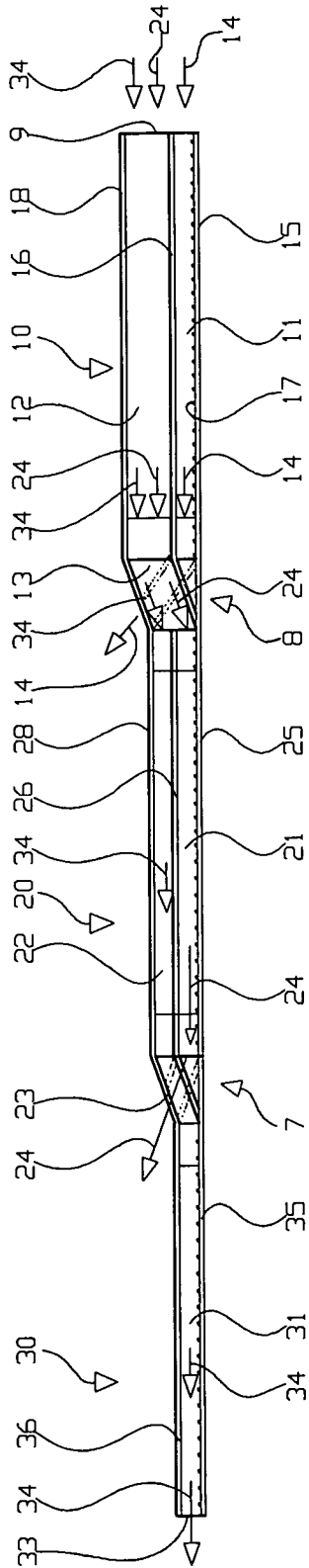


Fig. 1

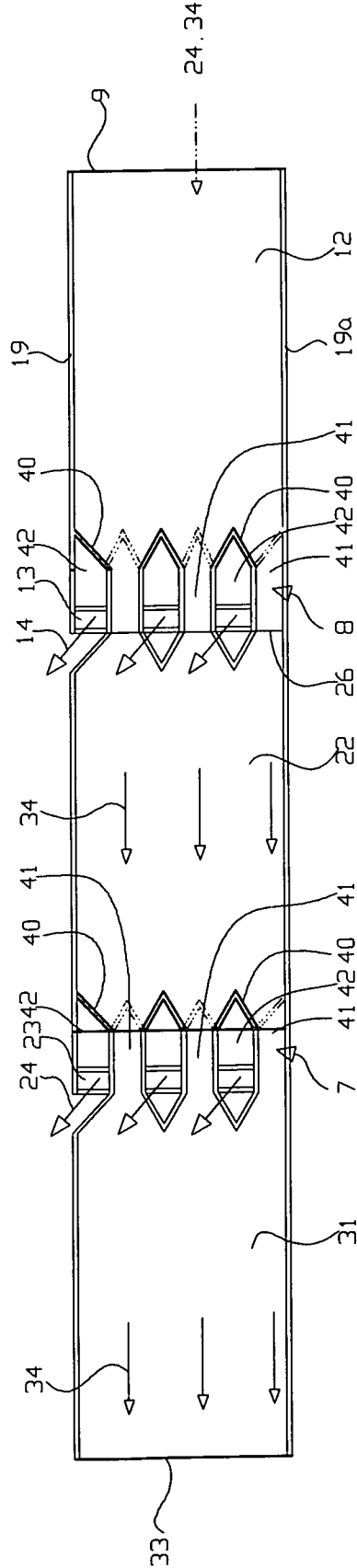
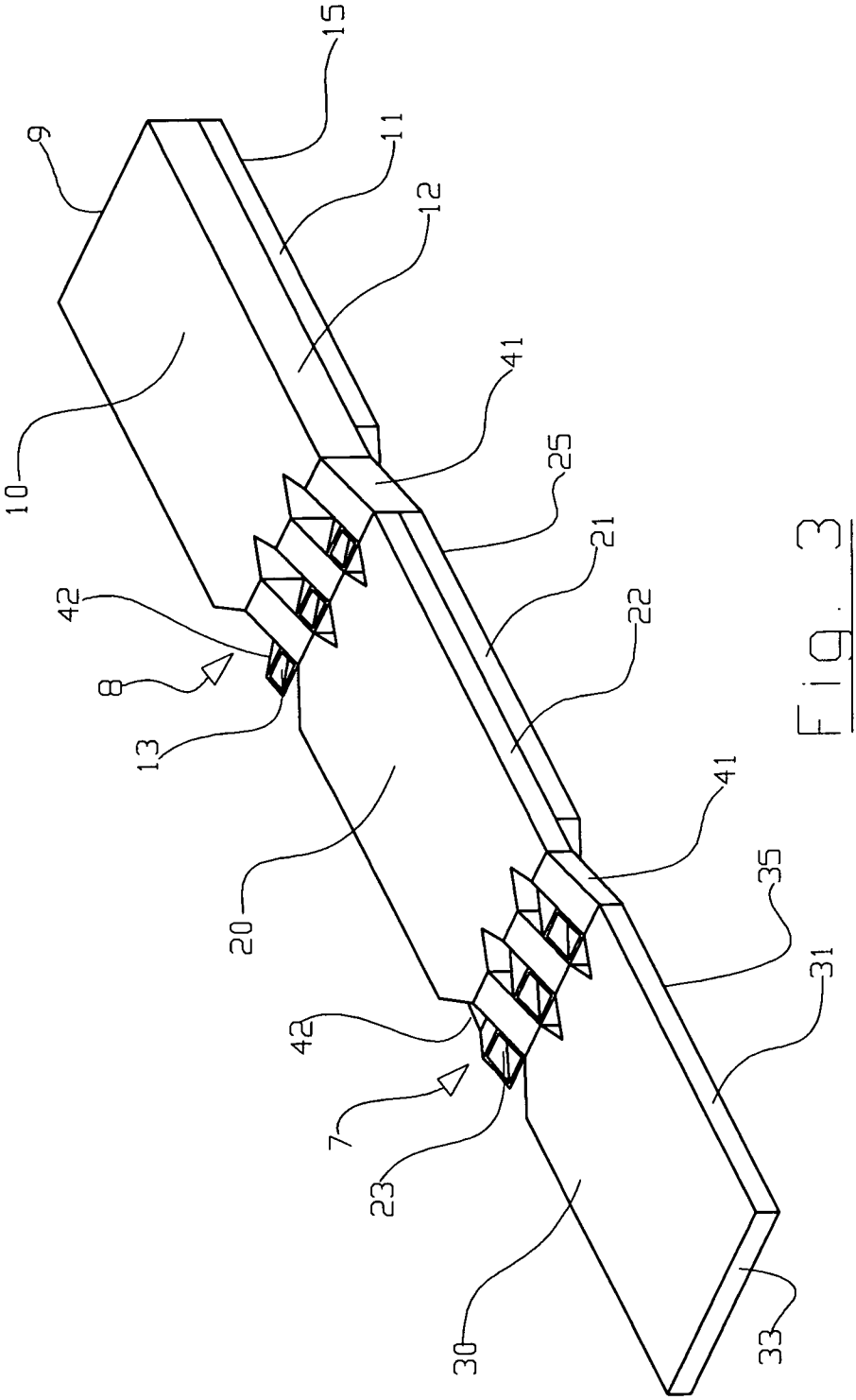


Fig. 2



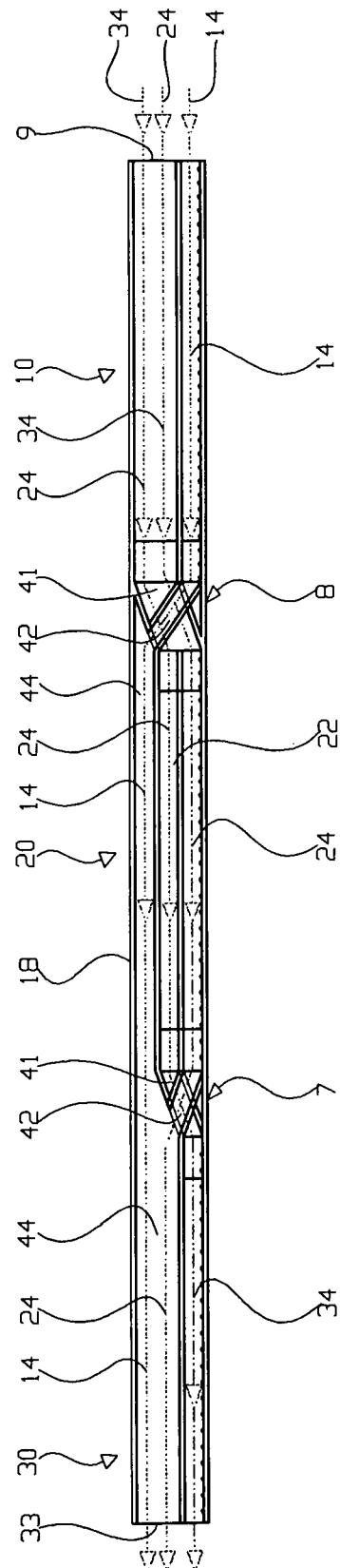


Fig. 4

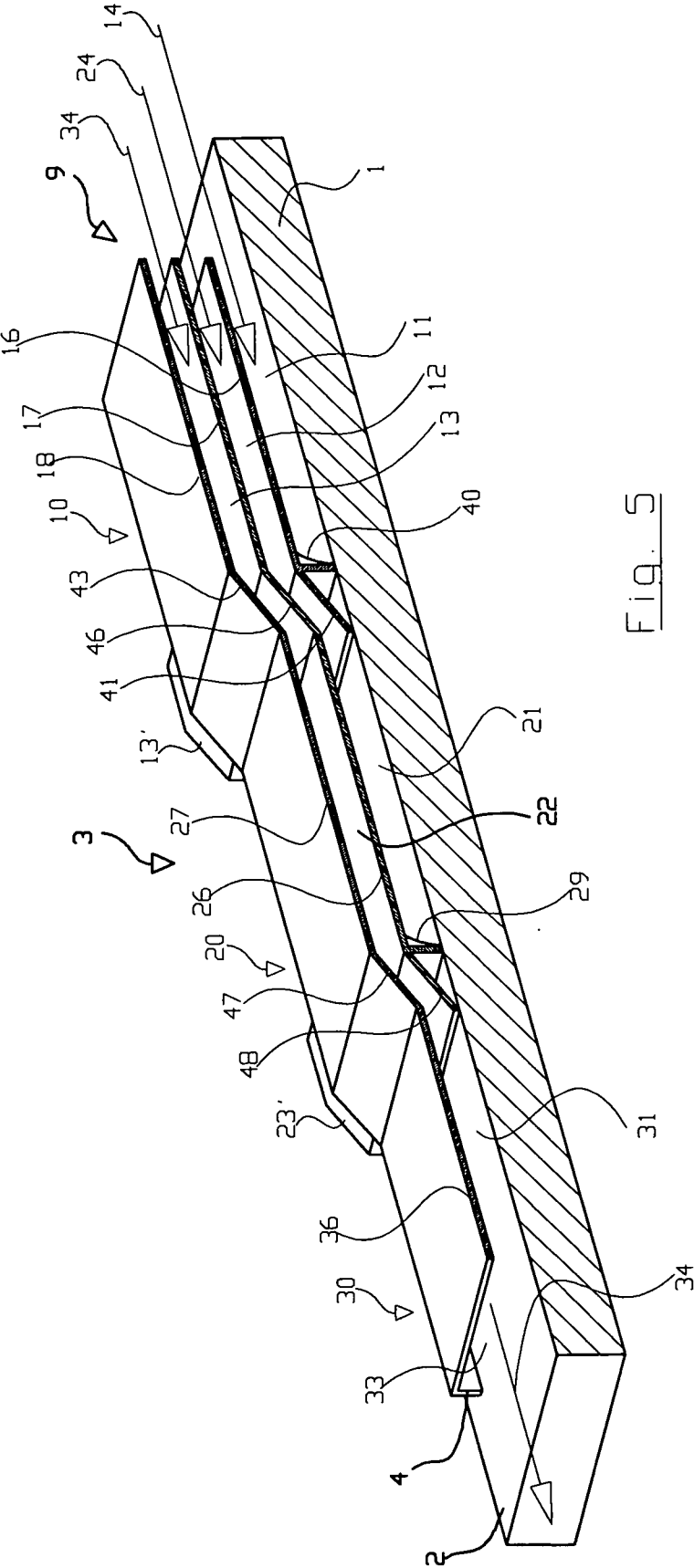
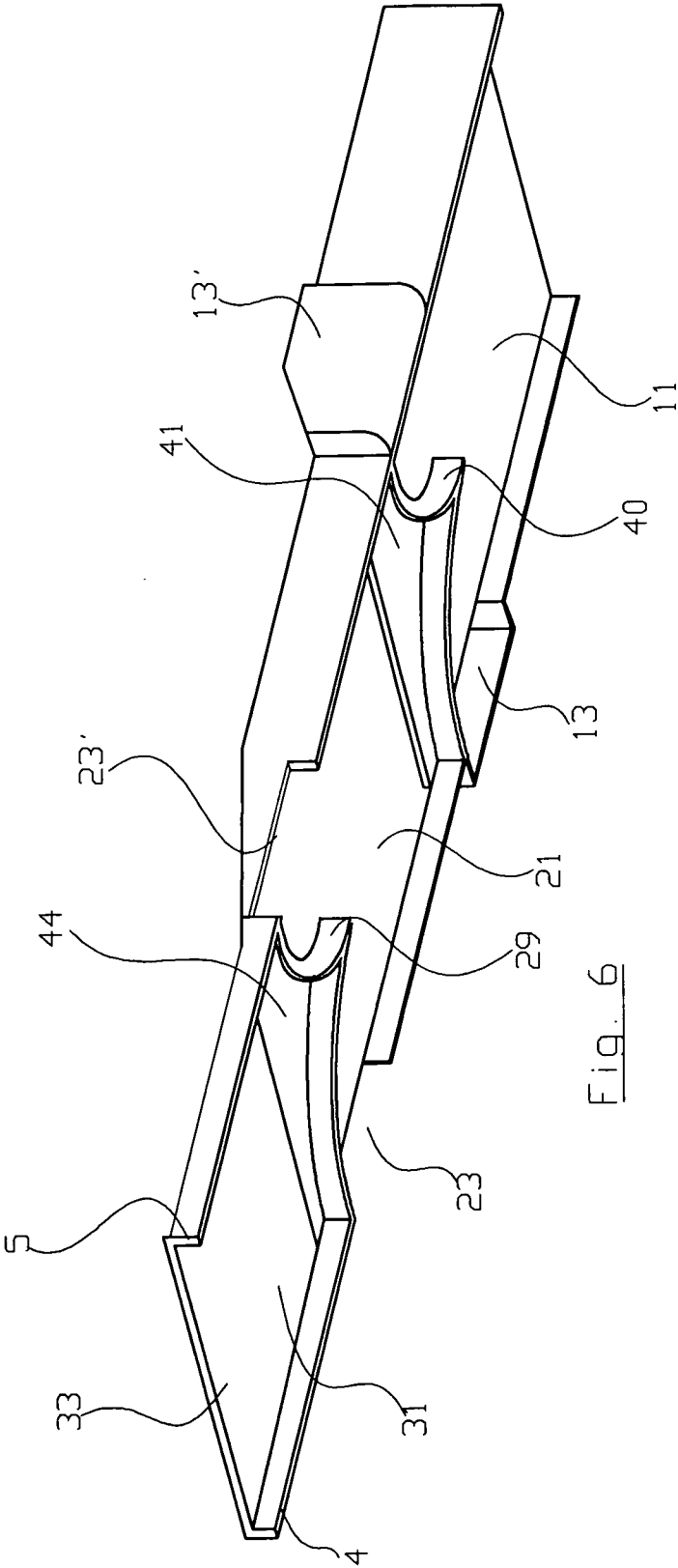


Fig. 5



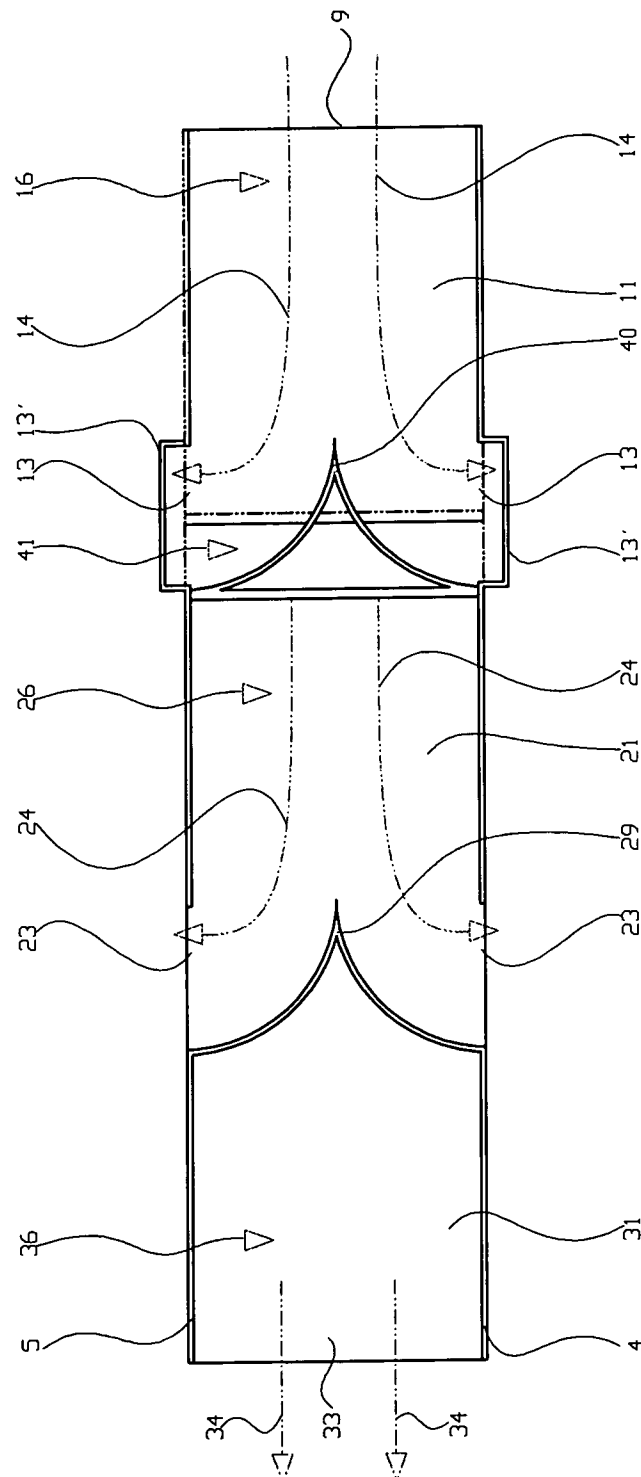


Fig. 7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2007/003444

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. F28D1/06 F28F3/12 H05K7/20

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)

F28D F28F H05K F24J

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 4 257 398 A (WATSON W KEITH R) 24 March 1981 (1981-03-24) the whole document -----	1,3-8,11
A	US 2005/286222 A1 (LUCERO CHRISTOPHER D [US] ET AL) 29 December 2005 (2005-12-29) the whole document -----	1,3-8
A	US 2004/100773 A1 (HOFFMAN MARK S [US] ET AL) 27 May 2004 (2004-05-27) paragraphs [0024] - [0046]; figures 5,7 -----	1,6,7,9
A	US 4 222 373 A (DAVIS MICHAEL A) 16 September 1980 (1980-09-16) the whole document -----	3,4,7,8
	-/--	

☒ 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.

G document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

22 August 2007

Date of mailing of the international search report

04/09/2007

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

Leclaire, Thomas

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2007/003444

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
P,A	EP 1 727 411 A (BRUECO SWISS AG [CH]) 29 November 2006 (2006-11-29) abstract; figure 1 -----	1
P,A	US 7 167 363 B1 (CUSHMAN JAMES [US] ET AL) 23 January 2007 (2007-01-23) column 4, line 62 - column 10, line 62; figures 1-6 -----	1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2007/003444

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 4257398	A	24-03-1981	NONE	
US 2005286222	A1	29-12-2005	CN 1973252 A EP 1782161 A1 KR 20070024637 A WO 2006011965 A1	30-05-2007 09-05-2007 02-03-2007 02-02-2006
US 2004100773	A1	27-05-2004	NONE	
US 4222373	A	16-09-1980	NONE	
EP 1727411	A	29-11-2006	NONE	
US 7167363	B1	23-01-2007	NONE	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2007/003444

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

INV. F28D1/06 F28F3/12 H05K7/20

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

F28D F28F H05K F24J

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

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 4 257 398 A (WATSON W KEITH R) 24. März 1981 (1981-03-24) das ganze Dokument -----	1,3-8,11
A	US 2005/286222 A1 (LUCERO CHRISTOPHER D [US] ET AL) 29. Dezember 2005 (2005-12-29) das ganze Dokument -----	1,3-8
A	US 2004/100773 A1 (HOFFMAN MARK S [US] ET AL) 27. Mai 2004 (2004-05-27) Absätze [0024] - [0046]; Abbildungen 5,7 -----	1,6,7,9
A	US 4 222 373 A (DAVIS MICHAEL A) 16. September 1980 (1980-09-16) das ganze Dokument ----- -/--	3,4,7,8

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

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

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)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

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

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

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

G Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

22. August 2007

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

04/09/2007

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

Leclaire, Thomas

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2007/003444

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
P,A	EP 1 727 411 A (BRUECO SWISS AG [CH]) 29. November 2006 (2006-11-29) Zusammenfassung; Abbildung 1 -----	1
P,A	US 7 167 363 B1 (CUSHMAN JAMES [US] ET AL) 23. Januar 2007 (2007-01-23) Spalte 4, Zeile 62 - Spalte 10, Zeile 62; Abbildungen 1-6 -----	1

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2007/003444

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 4257398	A	24-03-1981	KEINE
US 2005286222	A1	29-12-2005	CN 1973252 A 30-05-2007 EP 1782161 A1 09-05-2007 KR 20070024637 A 02-03-2007 WO 2006011965 A1 02-02-2006
US 2004100773	A1	27-05-2004	KEINE
US 4222373	A	16-09-1980	KEINE
EP 1727411	A	29-11-2006	KEINE
US 7167363	B1	23-01-2007	KEINE