

(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

18. Februar 2016 (18.02.2016)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer

WO 2016/023912 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

F28D 21/00 (2006.01) F28D 1/053 (2006.01)

F28F 1/02 (2006.01) B01D 63/06 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2015/068487

(22) Internationales Anmeldedatum:

11. August 2015 (11.08.2015)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:

10 2014 215 908.3

11. August 2014 (11.08.2014)

DE

(71) Anmelder: MAHLE INTERNATIONAL GMBH
[DE/DE]; Pragstraße 26-46, 70376 Stuttgart (DE).

(72) Erfinder: NEUMEISTER, Dirk; Ottendorfer Str. 21,
70374 Stuttgart (DE). FELDHAUS, Georg; Pflaumweg 7,
70374 Stuttgart (DE).

(74) Anwalt: GRAUEL, Andreas; Grauel IP
Patentanwaltskanzlei, Presselstr. 10, 70191 Stuttgart (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,

AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW,
BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM,
DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR,
KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG,
MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM,
PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC,
SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN,
TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST,
SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG,
KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH,
CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE,
IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO,
RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM,
GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

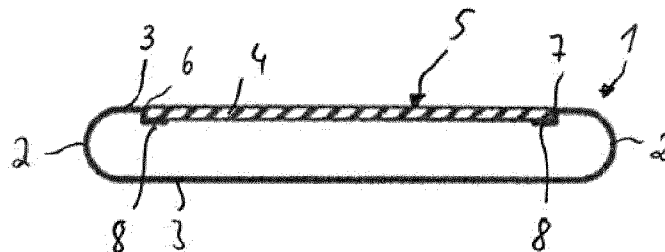
Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz
3)

(54) Title: HEAT EXCHANGER AND TUBE

(54) Bezeichnung : WÄRMEÜBERTRAGER UND ROHR

Fig. 1



(57) Abstract: The invention relates to a heat exchanger, particularly for cooling a fluid, comprising a plurality of tubes (1, 20, 30) through which a fluid can flow, an end face of each tube terminating in a collector chamber, said collector chambers being fluidically interconnected by means of the tubes (1, 20, 30) and at least one of said tubes (1, 20, 30) comprising at least one wall section formed from a selectively-permeable membrane (4, 24, 34). The invention also relates to a tube for a heat exchanger.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft einen Wärmeübertrager, insbesondere zur Kühlung eines Fluids, mit einer Mehrzahl von Rohren (1, 20, 30), welche von einem Fluid durchströmbar sind und endseitig jeweils in einem Sammelkasten münden, wobei die Sammelkästen durch die Rohre (1, 20, 30) miteinander in Fluidkommunikation stehen, wobei zumindest eines der Rohre (1, 20, 30) zumindest einen Wandabschnitt aufweist, welcher durch eine selektiv permeable Membran (4, 24 34) gebildet ist. Außerdem betrifft die Erfindung ein Rohr für einen Wärmeübertrager.



WO 2016/023912 A1

Wärmeübertrager und Rohr

Beschreibung

10

Technisches Gebiet

Die Erfindung betrifft einen Wärmeübertrager, insbesondere zur Kühlung eines Fluids, mit einer Mehrzahl von Rohren, welche von einem Fluid durchströmbar sind und
15 endseitig jeweils in einem Sammelkasten münden, wobei die Sammelkästen durch die Rohre miteinander in Fluidkommunikation stehen. Außerdem betrifft die Erfindung ein Rohr für einen Wärmeübertrager.

20

Stand der Technik

In Fahrzeugen werden Wärmeübertrager eingesetzt, um die im Betrieb entstehende Abwärme abzuführen. Da die benötigte Kühlleistung in modernen Kraftfahrzeugen
25 und insbesondere in elektromotorisch angetriebenen Fahrzeugen weiter steigt, sind Wärmeübertrager mit höheren Kühlleistungen nötig.

Ein erhöhter Kühlleistungsbedarf besteht unter anderem auch bei Brennstoffzellensystemen, welche während des Betriebes große Wärmemengen erzeugen. Um einen
30 stabilen und sicheren Betrieb zu gewährleisten, muss die entstehende Wärme abgeführt werden.

5 Zur Erhöhung der Kühlleistung von Wärmeübertragern sind im Stand der Technik Vorrichtungen bekannt, welche permeable Wandabschnitte aufweisen, um das Über-
treten eines Fluids von dem Kühlmittelkreislauf an die Außenfläche des Wärmeüber-
tragers zu ermöglichen. Dort kann das übergetretene Fluid verdampfen, wodurch die
Kühlleistung des Wärmeübertragers insgesamt erhöht wird.

10

Die DE 10 2006 048 178 B4 zeigt ein Verdunstungskühlsystem für ein Brennstoffzel-
lensystem. Im Verdunstungskühlsystem ist ein konventioneller Kühler integriert, wel-
cher einen selektiv permeablen Wandabschnitt aufweist, durch welchen im Kühlmittel
enthaltenes Wasser hindurchtreten kann und an der Außenfläche des Kühlers ver-
15 dunsten kann.

Die DE 39 39 867 A1 zeigt eine Composite-Membran zur Abtrennung von Wasser
aus einem Fluid mittels Pervaporation. Die Membran erlaubt den Durchtritt von Was-
ser, während andere Bestandteile des Fluids zurückgehalten werden.

20

Nachteilig an den Vorrichtungen im Stand der Technik ist, dass die Herstellung und
der Aufbau von Wärmeübertragern mit permeablen Wandabschnitten nicht ausrei-
chend offenbart ist und insbesondere die aus der Temperaturempfindlichkeit der
permeablen Membran resultierenden Schwierigkeiten bei der Herstellung nicht aus-
25 reichend berücksichtigt sind.

Darstellung der Erfindung, Aufgabe, Lösung, Vorteile

Daher ist es die Aufgabe der vorliegenden Erfindung einen Wärmeübertrager zu
30 schaffen, welcher gegenüber dem Stand der Technik verbessert ist und einfach und
kostengünstig herzustellen ist. Außerdem ist es die Aufgabe der Erfindung ein dies-
bezügliches Rohr zu schaffen.

Die Aufgabe hinsichtlich des Wärmeübertragers wird durch einen Wärmeübertrager
35 mit den Merkmalen von Anspruch 1 gelöst.

- 5 Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung betrifft einen Wärmeübertrager, insbesondere zur Kühlung eines Fluids, mit einer Mehrzahl von Rohren, welche von einem Fluid durchströmbar sind und endseitig jeweils in einem Sammelkasten münden, wobei die Sammelkästen durch die Rohre miteinander in Fluidkommunikation stehen, wobei zumindest eines der Rohre zumindest einen Wandabschnitt aufweist, welcher durch
10 eine selektiv permeable Membran ausgebildet ist.

Dadurch wird ein Wärmeübertrager geschaffen, welcher zusätzlich zur Kühlleistung, welche aus dem Wärmeübergang an der Außenfläche an die Luft resultiert, eine Kühlleistung erzeugt, welche durch das Verdampfen von Wasser an der Außenfläche
15 erzeugt wird. Der Wärmeübertrager kann vorteilhafterweise unter Zuhilfenahme eines Herstellverfahrens geschaffen werden, welches keine Prozesstemperaturen oberhalb einer für die selektiv permeable Membran kritischen Grenze benötigt.

Dabei können auch alle Rohre zumindest einen bzw. vorzugsweise genau einen
20 Wandabschnitt aufweisen, welcher durch eine selektiv permeable Membran ausgebildet ist.

Ein durch eine selektiv permeable Membran gebildeter Wandabschnitt eines Rohres ist besonders vorteilhaft, da die Rohre regelmäßig Teil des Wärmeübertragerblocks
25 sind, welcher von einem Kühlfluid umströmt wird. Insbesondere bei Wärmeübertragern in Rohr-Rippe Bauweise ist dies der Fall. Am Wärmeübertragerblock treten regelmäßig hohe Temperaturen auf, welche das Verdampfen an der Außenfläche des Wärmeübertragerblocks begünstigen. Auch weist der Wärmeübertragerblock regelmäßig eine große Oberfläche auf, wodurch die Verdampfung ebenfalls begünstigt
30 wird.

Auch ist es zu bevorzugen, wenn die selektiv permeable Membran mit dem jeweiligen Rohr verbunden ist, wie insbesondere verklebt ist. Alternativ kann die Membran aber auch anderweitig verbunden sein, wie verschweißt etc. Das Verkleben der selektiv permeablen Membran mit dem Rohr ist besonders vorteilhaft, da die selektiv permeablen Membranen empfindlich gegenüber hohen Temperaturen sind, wie sie
35

- 5 beispielsweise beim Löten oder Schweißen entstehen. Falls die selektiv permeable Membran zu hohen Temperaturen ausgesetzt wird, kann es zu einer dauerhaften Schädigung der selektiv permeablen Membran kommen, wodurch die Funktion der selektiv permeablen Membran gestört wird. Eine Verklebung ist weiterhin vorteilhaft, da dadurch auf einfache Weise eine fluiddichte Verbindung zwischen dem Rohr und
10 der selektiv permeablen Membran erzeugt werden kann.

Eine selektiv permeable Membran ist besonders dadurch gekennzeichnet, dass sie für bestimmte Fluide in einer Richtung durchlässig ist, während sie für andere Fluide undurchlässig ist. Insbesondere eine für Wasser durchlässige selektiv permeable
15 Membran ist vorteilhaft. Das im Wärmeübertrager zirkulierende Fluid weist bei Kühlmittelkühlern regelmäßig einen Wasseranteil auf, welcher durch die selektiv permeable Membran nach außen dringen kann, und an der Außenfläche des Wärmeübertragers verdampfen kann, wodurch bei gleichbleibendem Bauraumbedarf eine zusätzliche Kühlleistung erzeugt wird.

20 Weiterhin ist es zu bevorzugen, wenn die Rohre endseitig in Rohrböden aufgenommen sind, und zwischen den Rohren Rippenelemente angeordnet sind, wobei an jedem der Rohrböden ein Deckel angeordnet ist, welcher mit dem jeweiligen Rohrboden einen Sammelkasten ausbildet, wobei die Rohre, die Rohrböden, die Deckel
25 und die Rippenelemente miteinander verklebt sind.

Aufgrund der Temperaturempfindlichkeit der selektiv permeablen Membran ist es besonders vorteilhaft, wenn alle Elemente des Wärmeübertragers durch den Einsatz von Klebemitteln miteinander verbunden werden. Ein Fügen der Elemente des Wärmeübertragers in einem Lötöfen, wie es bei konventionellen Wärmeübertragern der
30 Fall ist, würde zu einer Beschädigung der selektiv permeablen Membran führen. Geeignete selektiv permeable Membranen, wie sie im Stand der Technik bekannt sind, sind für Temperaturen bis ungefähr 120° Celsius geeignet.

35 Der Wärmeübertrager ist bevorzugt in einer Rohr-Rippen Bauweise aufgebaut, wobei die Rohre endseitig jeweils in Rohrböden aufgenommen sind. In alternativen Ausge-

5 staltungen können aber auch rohrbodenfreie Wärmeübertrager Verwendung finden, solange die Verbindung der einzelnen den Wärmeübertrager bildenden Komponenten miteinander durch Kleben erzeugt wird.

10 Besonders vorteilhaft ist es, wenn die selektiv permeable Membran auf eine Stützstruktur aufgebracht ist, wobei die Stützstruktur und/oder die selektiv permeable Membran mit dem Rohr verbunden ist, wie insbesondere verklebt sind.

15 Um die selektiv permeable Membran unempfindlich gegenüber den Drücken im Inneren des Wärmeübertragers zu machen und insbesondere unempfindlich gegenüber den Druckschwankungen im Wärmeübertrager, kann die selektiv permeable Membran bevorzugt auf eine fluiddurchlässige Stützstruktur aufgebracht werden bevor sie mit dem Rohr verklebt wird. Eine Stützstruktur kann beispielsweise durch ein gitterartiges Element gebildet sein. Je nach Ausführungsform kann die Stützstruktur und/oder die selektiv permeable Membran mit dem Rohr direkt verklebt sein.

20 Darüber hinaus ist es vorteilhaft, wenn das Rohr zumindest eine Aussparung aufweist, wobei die Ränder der Aussparung durch L-förmige ins Rohrinne gerichtete Aufnahmebereiche gebildet sind, in welche die selektiv permeable Membran und/oder die Stützstruktur einlegbar ist.

25 Die Aufnahmebereiche sind besonders vorteilhaft, da sie eine einfache Montage der selektiv permeablen Membran und/oder der Stützstruktur am Rohr erlauben. Die ins Rohrinne gerichteten L-förmigen Aufnahmebereiche ermöglichen es, dass die eingesetzte selektiv permeable Membran bündig mit der Außenfläche des Rohres abschließt, was insbesondere hinsichtlich einer optimalen Umströmung der Rohre vorteilhaft ist.

30 Auch ist es vorteilhaft, wenn die selektiv permeable Membran einen Fluidtransport aus dem Rohr nach außen ermöglicht.

35

- 5 Um eine zusätzliche Kühlleistung infolge der Verdampfung an der Außenfläche des Wärmeübertragers zu erreichen, ist ein Wassertransport von innen nach außen besonders vorteilhaft. In die umgekehrte Richtung ist die selektiv permeable Membran vorzugsweise undurchlässig, um eine Verschmutzung des Kühlmittels im Wärmeübertrager zu vermeiden.
- 10 Auch ist es zu bevorzugen, wenn das Rohr im Inneren Stege aufweist, wobei die Stege zwei sich gegenüberliegende Wandungen des Rohres miteinander verbinden.
- Durch zusätzliche Stege zwischen den Innenflächen des Rohres kann das Rohr
- 15 stabiler gestaltet werden. Insbesondere die im Wärmeübertrager entstehenden Druckschwankungen des Kühlmittels können so besser kompensiert werden.
- Weiterhin ist es besonders zweckmäßig, wenn die Stege einteilig mit den Wandungen des Rohres ausgebildet sind und/oder mit den Innenwandungen des Rohres
- 20 verklebt sind. Um den Einsatz von Lötverfahren oder Schweißverfahren zu vermeiden, ist es besonders vorteilhaft, wenn die Stege mit den Innenwandungen verklebt werden.
- Weiterhin ist es zweckmäßig, wenn das Rohr an zwei sich gegenüberliegenden
- 25 Wandungen jeweils zumindest eine durch eine selektiv permeable Membran überdeckte Aussparung aufweist.
- Abhängig von der Gestaltung des Rohres können auch mehrere Außenflächen Aussparungen aufweisen, die von einer selektiv permeablen Membran überdeckt wer-
- 30 den. Dies ist besonders vorteilhaft, um eine möglichst große Fläche zu erzeugen, welche einen Fluidübertritt an die Außenfläche des Wärmeübertragers zulässt. Auf diese Weise kann die zusätzliche Kühlleistung bei gleichbleibendem Bauraumbedarf besonders groß werden.
- 35 Die Aufgabe hinsichtlich des Rohrs wird durch ein Rohr mit den Merkmalen von Anspruch 11 gelöst.

5

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung betrifft ein Rohr für einen erfindungsgemäßen Wärmeübertrager, wobei das Rohr einen Wandabschnitt aufweist, welcher durch eine selektiv permeable Membran gebildet ist.

- 10 Ein Rohr mit einem Wandabschnitt, welcher durch eine selektiv permeable Membran gebildet ist, ist besonders vorteilhaft, um den Übertritt eines Fluids, welches durch das Rohr strömt, an die Außenfläche zu ermöglichen. Dort kann durch eine Verdampfung des an die Außenfläche getretenen Fluids eine zusätzliche Kühlleistung erzeugt werden. Ein solches Rohr kann bevorzugt in Wärmeübertragern unterschied-
- 15 licher Bauform eingesetzt werden.

Auch ist es zweckmäßig, wenn das Rohr durch Biegen aus einem Bandmaterial erzeugt ist. Dies ist besonders vorteilhaft, da neben den Außenflächen des Rohres auch Stege im Inneren auf einfache Weise durch das Biegen des Blechbandes, welches das Grundmaterial für das Rohr bildet, ausgeformt werden können. Auch die L-

20 förmigen Aufnahmebereiche können auf diese Weise einfach ausgebildet werden, wodurch insgesamt eine kostengünstige schnelle Herstellung des Rohres ermöglicht wird.

- 25 Darüber hinaus ist es zu bevorzugen, wenn das Rohr durch ein Extrusionsverfahren erzeugt ist. Ein Extrusionsverfahren kann vorteilhaft sein, um das Rohrprofil in hoher Geschwindigkeit in großen Mengen herstellen zu können. Je nach Ausgestaltung der verwendeten Matrize kann das Rohrprofil einfach angepasst werden und es können neben den Außenwandungen auch die im Inneren liegenden Stege und die L-
- 30 förmigen Aufnahmebereiche erzeugt werden. Die Aussparungen für die selektiv permeablen Membranen können ebenfalls bereits im Extrusionsverfahren erzeugt werden oder nachträglich eingebracht werden.

Vorteilhafte Weiterbildungen der vorliegenden Erfindung sind in den Unteransprü-

35 chen und in der nachfolgenden Figurenbeschreibung beschrieben.

5

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

Im Folgenden wird die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die Zeichnungen detailliert erläutert. In den Zeichnungen zeigen:

10

Figur 1 einen Querschnitt durch ein Rohr, welches als Flachrohr ausgebildet ist und in einer der Breitseiten eine Aussparung aufweist, welche durch eine selektiv permeable Membran überdeckt ist,

15

Figur 2 eine perspektivische Ansicht eines Rohres gemäß Figur 1,

Figur 3 einen Querschnitt durch ein Rohr gemäß Figur 1, wobei zusätzlich im Inneren des Rohres Stege ausgebildet sind, welche die beiden sich gegenüberliegenden Breitseiten miteinander verbinden,

20

Figur 4 einen Querschnitt durch ein alternativ ausgestaltetes Rohr, wobei ein zusätzlicher Steg im Inneren des Rohres durch einen eingefalteten Bereich in der unteren Breitseite gebildet ist,

25

Figur 5 einen Querschnitt durch eine weitere alternative Ausführungsform eines Rohres, wobei alle Stege im Inneren des Rohres jeweils durch einen eingefalteten Bereich in der unteren Breitseite gebildet sind,

30

Figur 6 einen Querschnitt durch ein mittels eines Extrusionsverfahrens erzeugtes Rohr, wobei die Stege im Inneren einteilig mit dem Rohr ausgebildet sind, und

35

Figur 7 einen Querschnitt durch eine alternative Ausführungsform eines Rohres, wobei an beiden Breitseiten selektiv permeable Membranen angeordnet sind und zusätzlich zu den Stegen, welche die

5 Breitseiten miteinander verbinden auch ein Steg zwischen den
Schmalseiten des Rohres ausgebildet ist.

Bevorzugte Ausführung der Erfindung

10 Die Figur 1 zeigt einen Querschnitt durch ein Rohr 1. Das Rohr 1 weist zwei sich ge-
genüberliegende Schmalseiten 2 auf und zwei sich gegenüberliegende Breitseiten 3.
Die Schmalseiten 2 sind abgerundet. Das Rohr 1 ist aus einem Blechband durch
Biegen hergestellt. Hierzu sind die freien Endbereiche des Blechbandes umgebogen,
15 wodurch die untere Breitseite 3 und die beiden Schmalseiten 2 ausgebildet werden.
Die obere Breitseite ist im Wesentlichen durch eine Membran 4 gebildet, welche in
eine Aussparung 5 eingelegt ist.

20 Die links und rechts liegenden Ränder 6, 7 der Aussparung 5 sind durch die freien
Endbereiche des Blechbandes gebildet, welche zur Erzeugung des Rohres umgebo-
gen worden sind. Die Ränder 6, 7 bilden jeweils einen L-förmigen Aufnahmebereich
8 aus, welcher ins Rohrinne hineintragt. In diese L-förmigen Aufnahmebereiche 8
wird die Membran 4 eingelegt und mit dem Rohr 1 verklebt. Die selektiv permeable
25 Membran 4 kann sich entlang der gesamten Länge des Rohres 1 erstrecken oder
auch nur über einen oder mehrere Teilbereiche. Die Länge des Rohres 1 wird in Fi-
gur 1 entlang einer Flächennormalen auf der Zeichnungsebene gemessen.

30 Die selektiv permeable Membran 4 kann zusätzlich auf eine Stützstruktur aufge-
bracht sein, welche die Festigkeit und Stabilität der selektiv permeablen Membran 4
erhöht. Durch die Stützstruktur, welche in Figur 1 nicht gezeigt ist, kann insbesonde-
re die Druckfestigkeit der Membran 4 erhöht werden, um eine ausreichende Druck-
festigkeit des Rohres 1 auch im Bereich der Membran 4 zu gewährleisten. Die
Membran 4 schließt bündig mit der Außenfläche des Rohres 1 ab.

35 Die Figur 2 zeigt eine perspektivische Ansicht des Rohres 1, wie es in Figur 1 gezeigt
wurde. Die Figur 2 zeigt eine Teilansicht des Rohres 1. Die selektiv permeable

5 Membran 4 bildet den größten Teil der nach oben gerichteten Breitseite 3 des Rohres 1. In alternativen Ausführungsformen kann die selektiv permeable Membran auch weniger breit ausgebildet sein oder eine geringere Länge aufweisen. Die Breite des Rohres 1 beziehungsweise der Membran 4 wird von einer zur anderen Schmalseite 2 gemessen, während die Länge in einer Richtung parallel zu den Schmalseiten 2 ge-
10 messen wird.

Figur 3 zeigt einen Querschnitt durch ein Rohr 1, wie es bereits in den Figuren 1 und 2 gezeigt wurde. Zusätzlich weist das Rohr 1 im Inneren zwei Stege 9 auf, welche zwischen den Breitseiten 3 beziehungsweise der unteren Breitseite 3 und der selektiv permeablen Membran 4 verlaufen.
15

Die Stege 9 sind jeweils durch die freien Endbereiche des Blechbandes gebildet, welche zur Bildung des Rohres 1 umgebogen worden sind. Durch eine Biegung um 90 Grad nach unten aus der oberen Breitseite 3 an jedem der freien Endbereiche und eine anschließende Biegung um 90 Grad nach links beziehungsweise nach rechts sind die L-förmigen Aufnahmebereiche 8 ausgebildet. Durch ein erneutes Umbiegen der freien Endbereiche um 90 Grad nach unten sind die Stege 9 ausgebildet. Die Stege 9 weisen abschließend einen Fußbereich 10 auf, welcher wiederum durch ein Umbiegen um 90 Grad nach links beziehungsweise nach rechts ausgebildet ist und auf der Innenseite der unteren Breitseite 3 aufsitzt.
25

Die Stege 9 sind mit ihrem jeweiligen Fußbereich 10 jeweils an der Innenseite der unteren Breitseite 3 festgeklebt. Das Rohr 1 und die Stege 9 sind einteilig ausgebildet wobei sowohl die Breitseiten 3, die Schmalseiten 2, die L-förmigen Aufnahmebereiche 8 und die Stege 9 mit ihren Fußbereichen 10 durch Biegungen der freien Endbereiche des Blechbandes erzeugt sind. Die Stege 9 erhöhen die Stabilität des Rohres 1. Zusätzlich bilden die Stege mehrere Kammern 11 im Inneren des Rohres 1 aus, welche sich entlang der Hauptdurchströmungsrichtung des Rohres 1 erstrecken.
30

35 In alternativen Ausführungsformen können die Stege auch nachträglich in das ausgeformte Rohr eingelegt werden und mit dem Rohr verklebt werden.

5

Figur 4 zeigt eine weitere alternative Ausgestaltung eines Rohres 1, wie es in den vorausgegangenen Figuren 1 bis 3 bereits gezeigt wurde. Zusätzlich zu den Stegen 9 ist in Figur 4 ein weiterer Steg 12 ausgebildet. Der Steg 12 ist an der unteren Breitseite 3 ausgebildet und mittig im Rohr 1 platziert.

10

Der Steg 12 ist durch eine Biegung des Blechbandes um 90 Grad nach oben aus der Ebenen der unteren Breitseite 3 heraus, eine anschließende Biegung des Blechbandes um 180 Grad nach unten und eine abschließende Biegung des Blechbandes um 90 Grad zurück in die Ebene der unteren Breitseite 3 erzeugt. Der Steg 12 ist daher auch einteilig mit dem restlichen Rohr 1 ausgebildet und nur durch Biegungen des Blechbandes, welches als Grundmaterial für das Rohr 1 fungiert, erzeugt. Der Steg 12 stützt sich an der selektiv permeablen Membran 4 beziehungsweise an der Stützstruktur unterhalb der selektiv permeablen Membran 4 ab. Der Steg 12 ist doppelwandig ausgebildet.

20

Das Rohr 1 ist in dem Ausführungsbeispiel der Figur 4 in vier Kammern 13 unterteilt, welche sich entlang der Hauptdurchströmungsrichtung des Rohres 1 erstrecken.

25

Die Figur 5 zeigt eine weitere alternative Ausführungsform des Rohres 1. Im Unterschied zu den vorausgegangenen Ausführungsformen der Figuren 3 und 4 weist das Rohr 1 drei Stege 14 auf, welche jeweils analog dem Steg 12 der Figur 4 aus der unteren Breitseite 3 durch Materialdopplungen infolge von Biegungen erzeugt worden sind. Die Stege 14 sind über die Breite des Rohres 1 verteilt. Alle drei Stege 14 stützen die untere Breitseite 3 gegenüber der Membran 4 beziehungsweise gegenüber der Stützstruktur unterhalb der selektiv permeablen Membran 4 ab.

30

Die freien Endbereiche des Blechbandes sind in Figur 5 analog der Figur 1 zu L-förmigen Aufnahmebereichen 8 ausgeformt. Die beiden äußeren Stege 14 grenzen mit ihrem oberen Endbereich direkt an die L-förmigen Aufnahmebereiche 8 an. In alternativen Ausgestaltungen kann auch eine abweichende Anzahl von Stegen vor-

35

5 gesehen werden. Auch können die Stege in einer abweichenden Anordnung innerhalb des Rohres vorgesehen werden.

Das Rohr 1 der Figur 5 ist durch die Stege 14 in vier Kammern 15 unterteilt. Wie auch in den vorangegangenen Figuren 3 und 4 sind die Stege 14 mit den Innenflächen des Rohres 1 beziehungsweise mit der Stützstruktur oder der selektiv permeablen Membran 4 verklebt.

Figur 6 zeigt einen Querschnitt durch ein Rohr 20. Das Rohr 20 ist durch ein Extrusionsverfahren erzeugt. Das Rohr 20 weist zwei sich gegenüberliegende Schmalseiten 21 und zwei sich gegenüberliegende Breitseiten 22 auf. In der oberen Breitseite 22 ist eine Aussparung 23 angeordnet, in welche eine selektiv permeable Membran 24 eingelegt ist. Wie auch in den vorangegangenen Figuren ist die selektiv permeable Membran 24 auf einer nicht gezeigten Stützstruktur aufgebracht, welcher die Stabilität der selektiv permeablen Membran 24 erhöht.

20 Die Aussparung 23 ist durch L-förmige Aufnahmebereiche 25 seitlich begrenzt, in welche die selektiv permeable Membran 24 eingelegt ist. Im Bereich der L-förmigen Aufnahmebereiche 25 ist die selektiv permeable Membran 24 mit dem Rohr 20 verklebt.

25 Im Inneren des Rohres 20 sind mehrere Stege 26 angeordnet, welche T-förmig ausgebildet sind und von der unteren Breitseite 22 hin zur oberen Breitseite 22 beziehungsweise der selektiv permeablen Membran 24 verlaufen. Der parallel zu den Breitseiten 22 verlaufende Abschnitt der Stege 26 liegt an der selektiv permeablen Membran 24 beziehungsweise an den L-förmigen Aufnahmebereichen 25 an. An den Kontaktstellen zwischen den Stegen 26 und der selektiv permeablen Membran 24 beziehungsweise der oberen Breitseite 22 sind die Stege 26 mit dem Rohr 20 verklebt. Im Rohr 20 werden durch die Stege 26 sechs Kammern 27 ausgebildet, welche sich entlang der Hauptdurchströmungsrichtung erstrecken.

35

- 5 Die Stege 26 sind einteilig mit dem Rohr 20 ausgeführt und bereits während des Extrusionsverfahrens in das Rohr 20 eingeformt. In alternativen Ausführungsformen können die Anzahl, die Positionierung und die Formgebung der Stege variieren.

Figur 7 zeigt ein weiteres Rohr 30, welches durch ein Extrusionsverfahren erzeugt
10 ist. Das Rohr 30 weist zwei sich gegenüberliegende Schmalseiten 31 und zwei sich gegenüberliegende Breitseiten 32 auf. Sowohl in der oberen Breitseite 32 als auch in der unteren Breitseite 32 ist jeweils eine Aussparung 33 angeordnet, welche jeweils durch eine selektiv permeable Membran 34 überdeckt ist. Die Ränder beider Aussparungen 33 sind durch nach innen gerichtete L-förmige Aufnahmebereiche 35 ausge-
15 bildet, in welche die selektiv permeable Membran 34 eingelegt werden kann und mit dem Rohr 30 verklebt werden kann.

Im Rohr 30 ist eine Mehrzahl von Stegen 36, 37 ausgebildet. Die Stege 36 verlaufen von der unteren Breitseite 32 zur oberen Breitseite, während der Steg 37 von der
20 linken Schmalseite 31 zur rechten Schmalseite 31 verläuft. Der quer verlaufende Steg 37 unterteilt das Innenvolumen des Rohres 30 in eine obere Hälfte und eine untere Hälfte. Die Stege 36 sind in Form von Doppel-T-Trägern ausgebildet und liegen oben und unten jeweils an den selektiv permeablen Membranen 34 beziehungsweise der nicht gezeigten Stützstruktur an. Die beiden äußeren Stege 36 gren-
25 zen jeweils direkt an die L-förmigen Aufnahmebereiche 35 an. Die Stege 36 schneiden den quer verlaufenden Steg 37. Die Stege 36, 37 sind zusammen mit den Außenwandungen des Rohres 30 einteilig ausgebildet und in einem gemeinsamen Extrusionsverfahren erzeugt.

- 30 Durch die Stege 36 und den Steg 37 ist das Innenvolumen des Rohres 30 in zwölf Kammern 38 unterteilt, welche sich entlang der Hauptdurchströmungsrichtung des Rohres 30 erstrecken.

In alternativen Ausführungsformen können auch die Rohre der Figuren 1 bis 6 je-
35 weils mehrere selektiv permeable Membranen aufweisen. Vorzugsweise sind die selektiv permeablen Membranen jeweils an den Breitseiten angeordnet, um die selektiv

- 5 permeablen Membranen möglichst großflächig gestalten zu können. Je größer die selektiv permeablen Membranen ausgebildet sind, umso mehr Wasser kann durch die selektiv permeablen Membranen hindurchtreten und an der Außenfläche der Rohre verdampfen, wodurch eine zusätzliche Kühlleistung erzeugt wird.
- 10 Es ist außerdem möglich, die Stege im Inneren der Rohre durch Einsätze auszubilden, welche entlang der Hauptdurchströmungsrichtung der Rohre in diese eingesetzt werden und mit den Innenseiten der Rohre verklebt werden. Flachrohre können dabei auch vollständig durch die Biegung eines Blechbandes erzeugt werden. Vorteilhaft ist dabei, dass die Rohre unabhängig von ihrer Herstellungsmethode eine Aus-
- 15 sparung an einer der Außenflächen aufweisen, welche von einer selektiv permeablen Membran überdeckt werden kann. Die Innenseite der selektiv permeablen Membran kommt direkt mit dem durch die Rohre strömenden Fluid in Kontakt, um einen Übertritt des Fluids beziehungsweise des Wasseranteils des Fluids zu ermöglichen.
- 20 Die in den Figuren 1 bis 7 gezeigten Ausführungsbeispiele weisen insbesondere hinsichtlich der Gestaltung der Rohre und der Gestaltung und Anordnung der Stege keinen beschränkenden Charakter auf.

5

Patentansprüche

10

15

20

25

30

35

1. Wärmeübertrager mit einer Mehrzahl von Rohren (1, 20, 30), welche von einem Fluid durchströmbar sind und endseitig jeweils in einen Sammelkasten münden, wobei die Sammelkästen durch die Rohre (1, 20, 30) miteinander in Fluidkommunikation stehen, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest eines der Rohre (1, 20, 30) zumindest einen Wandabschnitt aufweist, welcher durch eine selektiv permeable Membran (4, 24 34) ausgebildet ist.
2. Wärmeübertrager nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** jedes Rohr (1, 20, 30) zumindest einen Wandabschnitt aufweist, welcher durch eine selektiv permeable Membran (4, 24 34) ausgebildet ist.
3. Wärmeübertrager nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die selektiv permeable Membran (4, 24, 34) mit dem jeweiligen Rohr (1, 20, 30) verbunden ist, wie insbesondere verklebt ist.
4. Wärmeübertrager nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Rohre endseitig in Öffnungen der Rohrböden aufgenommen sind, wobei zwischen den Rohren (1, 20, 30) Rippenelemente angeordnet sind, wobei an jedem der Rohrböden ein Deckel angeordnet ist, welcher mit dem jeweiligen Rohrboden einen Sammelkasten ausbildet, wobei die Rohre (1, 20, 30), die Rohrböden, die Deckel und die Rippenelemente miteinander verklebt oder verlötet sind.
5. Wärmeübertrager nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die selektiv permeable Membran (4, 24, 34) auf eine Stützstruktur aufgebracht ist, wobei die Stützstruktur und/oder die selektiv permeable Membran (4, 24, 34) mit dem Rohr (1, 20, 30) verklebt ist.
6. Wärmeübertrager nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Rohr (1, 20, 30) zumindest eine Aussparung (5, 23,

- 5 33) aufweist, wobei die Ränder (6, 7) der Aussparung (5, 23, 33) durch L-förmige ins Rohrinne gerichtete Aufnahmebereiche (8, 25, 35) gebildet sind, in welche die selektiv permeable Membran (4, 24, 34) und/oder die Stützstruktur einlegbar ist.
- 10 7. Wärmeübertrager nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die selektiv permeable Membran (4, 24, 34) einen Fluidtransport aus dem Rohr (1, 20, 30) nach außen ermöglicht.
- 15 8. Wärmeübertrager nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Rohr (1, 20, 30) im Inneren Stege (9, 12, 14, 26, 36, 37) aufweist, wobei die Stege (9, 12, 14, 26, 36, 37) zwei sich gegenüberliegende Wandungen des Rohres (1, 20, 30) miteinander verbinden.
- 20 9. Wärmeübertrager nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Stege (9, 12, 14, 26, 36, 37) einteilig mit den Wandungen des Rohres (1, 20, 30) ausgebildet sind und/oder mit den Innenwandungen des Rohres (1, 20, 30) verklebt sind.
- 25 10. Wärmeübertrager nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Rohr (30) an zwei sich gegenüberliegenden Wandungen jeweils zumindest eine durch eine selektiv permeable Membran (34) überdeckte Aussparung (33) aufweist.
- 30 11. Rohr (1, 20, 30) für einen Wärmeübertrager nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Rohr (1, 20, 30) zumindest einen Wandabschnitt aufweist, welcher durch eine selektiv permeable Membran (4, 24, 34) ausgebildet ist.
- 35 12. Rohr nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Rohr (1) durch Biegen aus einem Bandmaterial erzeugt ist.
13. Wärmeübertrager nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Rohr (20, 30) durch ein Extrusionsverfahren erzeugt ist.

1 / 1

Fig. 1

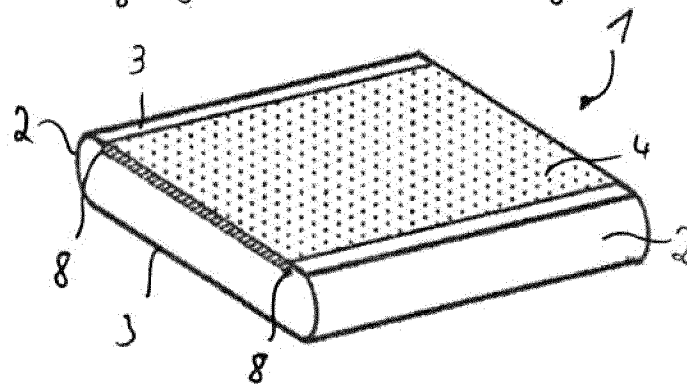
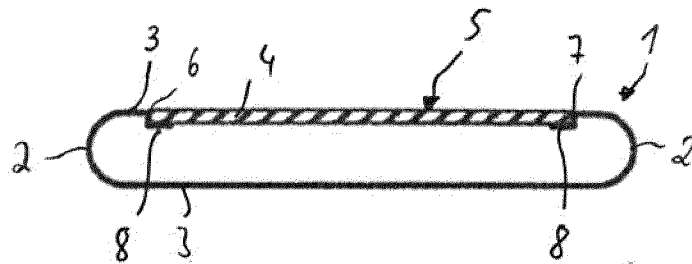


Fig. 2

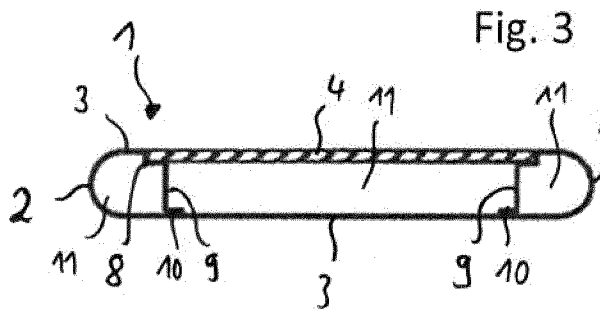


Fig. 3

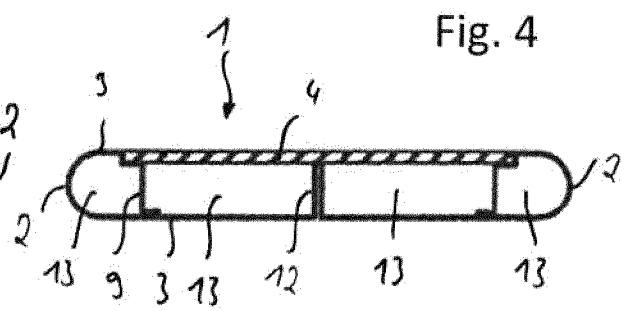


Fig. 4

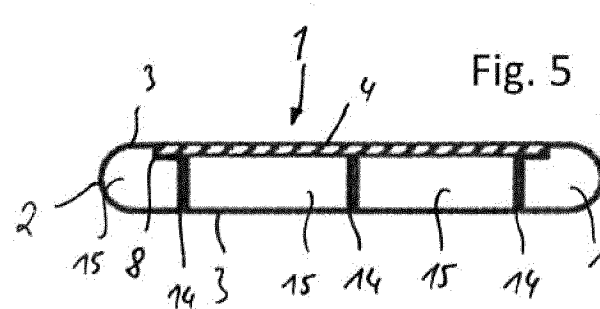


Fig. 5

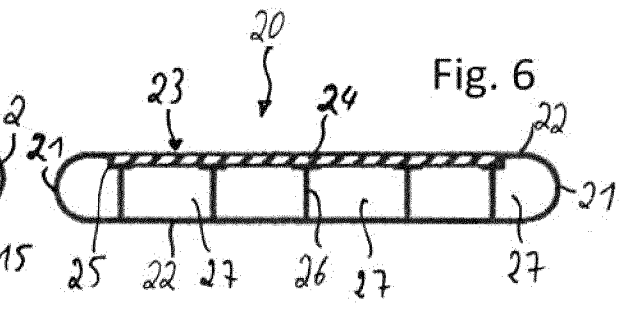


Fig. 6

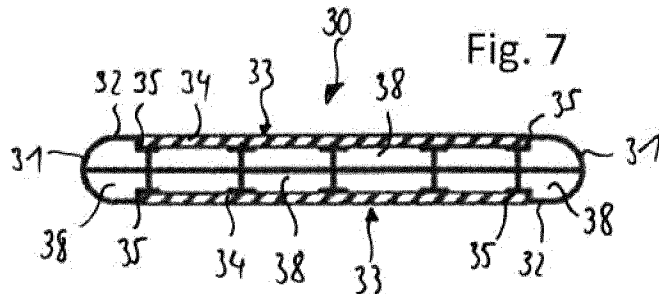


Fig. 7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2015/068487

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER INV. F28D21/00 F28F1/02 F28D1/053 B01D63/06 ADD.		
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 B01D		
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 practicable, 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	WO 2008/039779 A2 (DAIS ANALYTIC CORP [US]; EHRENBERG SCOTT G [US]; HUYNH HUNG [US]; JOHN) 3 April 2008 (2008-04-03) page 4, line 32 - line 34 page 8, line 14 - line 24 -----	1-5,7-13
A	WO 2013/038708 A1 (DAIKIN IND LTD [JP]; FUJITA NAOTOSHI; IKEGAMI SHUJI) 21 March 2013 (2013-03-21) the whole document -----	1-13
A	WO 2012/045717 A1 (COMMISSARIAT ENERGIE ATOMIQUE [FR]; MARIOTTO MATHIEU [FR]; COLASSON ST) 12 April 2012 (2012-04-12) the whole document -----	1-13
☐ 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 application or patent 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 15 October 2015	Date of mailing of the international search report 23/10/2015	
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer Bain, David	

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2015/068487

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 2008039779 A2	03-04-2008	US 2010031817 A1 WO 2008039779 A2	11-02-2010 03-04-2008
WO 2013038708 A1	21-03-2013	CN 103827588 A EP 2767769 A1 JP 5327371 B2 JP 2013076558 A US 2014374929 A1 WO 2013038708 A1	28-05-2014 20-08-2014 30-10-2013 25-04-2013 25-12-2014 21-03-2013
WO 2012045717 A1	12-04-2012	EP 2625467 A1 FR 2965897 A1 JP 2013542397 A KR 20140001200 A US 2013233514 A1 WO 2012045717 A1	14-08-2013 13-04-2012 21-11-2013 06-01-2014 12-09-2013 12-04-2012

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. F28D21/00 F28F1/02 F28D1/053 B01D63/06 ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) F28D F28F B01D		
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	WO 2008/039779 A2 (DAIS ANALYTIC CORP [US]; EHRENBERG SCOTT G [US]; HUYNH HUNG [US]; JOHN) 3. April 2008 (2008-04-03) Seite 4, Zeile 32 - Zeile 34 Seite 8, Zeile 14 - Zeile 24 -----	1-5,7-13
A	WO 2013/038708 A1 (DAIKIN IND LTD [JP]; FUJITA NAOTOSHI; IKEGAMI SHUJI) 21. März 2013 (2013-03-21) das ganze Dokument -----	1-13
A	WO 2012/045717 A1 (COMMISSARIAT ENERGIE ATOMIQUE [FR]; MARIOTTO MATHIEU [FR]; COLASSON ST) 12. April 2012 (2012-04-12) das ganze Dokument -----	1-13
☐ 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" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. 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 Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
15. Oktober 2015		23/10/2015
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter
		Bain, David

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2015/068487

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
WO 2008039779	A2	03-04-2008	US	2010031817 A1	11-02-2010
			WO	2008039779 A2	03-04-2008

WO 2013038708	A1	21-03-2013	CN	103827588 A	28-05-2014
			EP	2767769 A1	20-08-2014
			JP	5327371 B2	30-10-2013
			JP	2013076558 A	25-04-2013
			US	2014374929 A1	25-12-2014
			WO	2013038708 A1	21-03-2013

WO 2012045717	A1	12-04-2012	EP	2625467 A1	14-08-2013
			FR	2965897 A1	13-04-2012
			JP	2013542397 A	21-11-2013
			KR	20140001200 A	06-01-2014
			US	2013233514 A1	12-09-2013
			WO	2012045717 A1	12-04-2012
