

SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT  
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(11) CH 721 283 A1

(51) Int. Cl.: F28F 1/14 (2006.01)  
B22F 7/04 (2006.01)

Patentanmeldung für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(12) PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: 001243/2023

(22) Anmeldedatum: 10.11.2023

(43) Anmeldung veröffentlicht: 15.05.2025

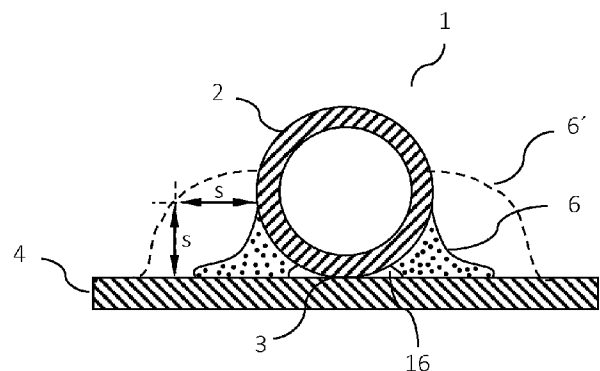
(71) Anmelder:  
kst AG, Schnabelsbergstrasse 25  
8840 Einsiedeln (CH)

(72) Erfinder:  
Marco Wick, 6064 Kerns (CH)  
Beat Schönbachler, 8630 Rüti (CH)  
Remo Müller, 8752 Näfels (CH)

(74) Vertreter:  
Troesch Scheidegger Werner AG, Patent- und  
Markenanwälte, Schwäntenmos 14  
8126 Zumikon (CH)

(54) Verfahren zur Herstellung eines Wärmetauschelements sowie Wärmeaustauschelement für einen Wärmetauscher

(57) Verfahren zur Herstellung eines Wärmeaustauschelements 1 für Wärmetauscher, wobei ein Rohr 2 zunächst auf eine Seite einer oder mehrerer Platten 4 abgelegt und zumindest vorläufig fixiert wird, dadurch gekennzeichnet, dass das Rohr 2 und die dem Rohr 2 zugewandte Seite der Platte 4 anschliessend zumindest entlang eines Abschnitts einer zwischen Rohr 2 und Platte 4 gebildeten Kontaktlinie oder Kontaktfläche, oder zumindest entlang eines Abschnitts einer das Rohr 2 aufnehmenden Positioniernut der Platte 4 mittels eines metallische Partikel umfassenden Sprühverfahrens so beschichtet wird, dass eine durchgehende an Rohr 2 und Platte 4 haftende Beschichtung 6 entsteht wodurch eine Verbindung zwischen Rohr 2 und Platte 4 gebildet wird.



## Beschreibung

### Gebiet der Erfindung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren aus dem technischen Umfeld der Klimatechnik, insbesondere der Raumklimatechnik und dort auf die in vielen Wärmetauschern eingesetzten Wärmetauschelementen, denen beim Wärmeaustausch zwischen einem flüssigen Wärmeaustauschmedium, üblicherweise ein im Kreislauf geführtes wässriges Medium oder Wasser, und einer oder mehreren Wärmeaustauschplatten eine entscheidende Rolle zukommt.

[0002] Des Weiteren betrifft das technische Gebiet der Erfindung thermische Spritzverfahren zu denen neben dem Lichtbogen-, Flamm- und Plasmaspritzen unter anderem auch das Kaltgasspritzen zählt.

### Technischer Hintergrund

[0003] Für Wärmeaustauschelemente, die üblicherweise zumindest eine thermisch möglichst gut leitende Platte/Rohrverbindung umfassen, sind verschiedene dauerhafte und bezüglich der thermischen Effektivität und Verfahrenskosten sehr unterschiedliche Verbindungstechniken bekannt.

[0004] So ist beispielsweise aus der EP3121548B1 ein Wärmeaustauschelement mit einem mäandrierendem Rohr bekannt, bei dem das Rohr mittels einer Klebe- und/oder einer Lötverbindung mit einem Plattenelement verbunden wird. Aus der EP3121549B1 ist ein Wärmeaustauschelement bekannt, bei dem das Rohr mittels einer Schweissverbindung mit dem Plattenelement verbunden ist.

[0005] Derartige Verbindungsverfahren können zwar eine gute thermische Verbindung zwischen Platte und Rohr herstellen, müssen jedoch möglichst grossflächig, bspw. in oder entlang einer in der Platte vorgesehen Positioniernut angebracht werden, was je nach Verfahren aufwendig sein kann. Ausserdem kann es durch lokale Erhitzung des Materials zu einem starken Verzug kommen, was eine nachträgliche thermische Behandlung notwendig macht.

[0006] Thermischen Spritzverfahren im Folgenden auch synonym als thermische Sprühverfahren bezeichnet sind aus dem Stand der Technik zum Aufbringen korrosions- und/oder verschleissbeständiger Schichten bekannt. Solche Spritzschichten sind mehr oder minder porös und besitzen durch den schichtweisen Auftrag einen anisotropen, lagenförmigen Aufbau. Häufig mit einer durch die Partikelgrösse des zerstäubten Materials bedingten grobkörnigen Struktur. Diese Grundeigenschaften lassen sich in einem gewissen Bereich variieren und können, je nach Anwendungsfall, angepasst werden. Die höchsten Porositätswerte entstehen beim Flamm- und Lichtbogenspritzen mit einer Porosität von 3 bis 10%; beim HVOF-Spritzen hingegen werden ähnlich wie auch beim Kaltgasspritzen sehr dichte Schichten mit einer Porosität unter 0,5 % hergestellt. Typische Plasmaspritzschichten weisen einen Porenanteil von ca. 1 bis 2 % auf.

### Offenbarung und Ausführungsformen

[0007] Die vorliegende Erfindung hat somit zum Ziel ein einfacheres und bezüglich der Kosten optimiertes Verbindungsverfahren für eine thermisch gut leitende Platten-/Rohrverbindung sowie ein damit hergestelltes Wärmeaustauschelement für die Klimatechnik zur Verfügung zu stellen. Das Verfahren soll sich auch insbesondere zur Automatisierung für die Fertigung grosser Stückzahlen eignen und dabei die oben geschilderten Nachteile des Standes der Technik weitgehend vermeiden.

[0008] Das Ziel der Erfindung wird entsprechend einem Verfahren gemäss dem unabhängigen Anspruch 1 sowie mit einem Wärmeaustauschelement gemäss dem unabhängigen Produktsanspruch 17 erreicht.

[0009] Im Folgenden werden verschiedene Ausführungsformen der Erfindung im Detail beschrieben.

[0010] In einer ersten Ausführungsform der Erfindung wird zur Herstellung eines Wärmeaustauschelements für Wärmetauscher, ein Rohr zunächst auf eine Seite einer oder mehrerer, beispielsweise auf einer Bearbeitungsebene liegender, Platten abgelegt und zumindest vorläufig fixiert. Im Folgenden wird dass das Rohr und die dem Rohr zugewandte Seite der Platte zumindest entlang eines Abschnitts einer zwischen Rohr und Platte gebildeten Kontaktlinie, entlang einer zwischen Rohr und Platte gebildeten Kontaktfläche oder entlang eines Abschnitts einer das Rohr aufnehmenden Positioniernut der Platte mittels eines metallische Partikel umfassenden Sprühverfahrens so beschichtet, dass eine durchgehende an Rohr und Platte haftende und somit beide gemeinsam überdeckende Beschichtung entsteht wodurch eine dauerhafte Verbindung zwischen Rohr und Platte gebildet wird. Das Fixieren des Rohrs auf der Platte kann durch ein Anpressen des Rohrs gegen die Platte oder vice versa (bspw. durch Anklemmen oder Anpressen des Rohrs / der Platte mittels einer Anklemm- oder Anpressvorrichtung) erfolgen. Alternativ oder zusätzlich können Platte und Rohr auch durch Ankleben und/oder Verlöten, oder durch Anbringen von Schweisspunkten fixiert werden, wobei Verkleben auf Grund des fehlenden Wärmeeintrags bevorzugt ist. Auch der Klebe-, Löt- bzw. Schweissvorgang können unter Anpressen der Teile gegeneinander vorgenommen werden. Für den anschliessenden Beschichtungsvorgang kann dann die mechanische Fixierung vorgängig entfernt oder belassen werden, bspw. wenn die mechanische Fixierung auch als Halterung für den Beschichtungsvorgang geeignet ausgeführt wird. Falls vorgesehen können Verkleben und insbesondere Verlöten mittels einzelner Klebe- bzw. Lötunkte vorgenommen werden, um beispielsweise den Wärmeeintrag während des Lötens möglichst gering zu halten. Die endgültige und mechanisch stabile Verbindung erfolgt dann durch das anschliessende überdeckende Beschichten mittels dem Sprühverfahren.

**[0011]** Die Beschichtung kann dabei vorteilhaft entlang beider Seiten der Kontaktlinie, der Kontaktfläche, bzw. entlang beider Seiten der Positioniernut, beispielsweise symmetrisch zur Rohrachse, aufgebracht werden. Die Beschichtung kann dabei beispielsweise zunächst durch mehrfaches rohrparalleles Abfahren der Sprühvorrichtung(en) mit auf dem Spalt zwischen Platte und Rohr gerichteten Sprühkopf begonnen werden, um in diesem Bereich eine dicke mehrlagige Schicht zu erzeugen. Der Sprühwinkel kann dabei konstant gehalten oder bspw. mit jedem Richtungswechsel leicht verändert werden, so dass abwechselnd auf der Platten- bzw. Rohrseite ein etwas steilerer Einfallswinkel des Partikelbeschusses und somit eine etwas stärker Schichtdicke erzeugt wird. Anschliessend kann die Beschichtung auch, bspw. zur Herstellung eines besonders guten Wärmeübergangs auf einen grösseren oder den gesamten Flächenbereich der dem Rohr zugewandten Plattenseite und/oder der freien Fläche des Rohrs erweitert werden. Die freie Fläche des Rohrs umfasst dabei alle nicht durch die Kontaktlinie(n), die Kontaktfläche oder Passung abgedeckten Bereiche. Insbesondere kann in dieser Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens, die mit jeder der zuvor beschriebenen oder noch zu beschreibenden Ausführungsformen des Verfahrens kombiniert werden kann, sofern dies nicht widersprüchlich ist, die Beschichtung zumindest in einem Teilbereich des Abschnitts das Rohr vollständig überdeckend, d.h. die zwei auf den entgegengesetzten Seiten der Kontaktlinie, der Kontaktfläche, bzw. der Positioniernut aufgetragenen Beschichtungen zu einer durchgehenden Beschichtung verbindend, aufgebracht werden.

**[0012]** Überraschenderweise hat sich herausgestellt, dass die entsprechend gespritzten Beschichtungen grundsätzlich, trotz der teils recht ausgeprägten Porosität und lagenförmigen Schichtaufbaus, sowohl eine gute Haftung als auch einen guten Wärmeübergang zwischen Rohr und Platte und bei entsprechender Schichtdicke auch eine Verbindung zwischen Rohr und Plattenelement ermöglichen.

**[0013]** In einer weiteren Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens, die mit jeder der zuvor beschriebenen oder noch zu beschreibenden Ausführungsformen des Verfahrens kombiniert werden kann, sofern dies nicht widersprüchlich ist, wird in die Platte in einem dem Verbindungsverfahren vorhergehenden Verfahrensschritt eine Positioniernut, dabei bevorzugt mit einer an den Radius des Rohrs angepasste Passung, hergestellt und das Rohr in der Positioniernut der Platte(n) vorläufig fixiert. Die Herstellung der Positioniernut kann dabei durch umformende, bspw. Prägen oder Tiefziehen, oder spanende Bearbeitung, bspw. Schleifen oder Fräsen, vorgenommen werden.

**[0014]** Das die zerstäubten Partikel des Sprühstrahls bildende Beschichtungsmaterial kann je nach Sprühverfahren pulverförmig oder bevorzugt drahtförmig dem Sprühkopf zugeführt werden.

**[0015]** In einer weiteren Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens, die mit jeder der zuvor beschriebenen oder noch zu beschreibenden Ausführungsformen des Verfahrens kombiniert werden kann, sofern dies nicht widersprüchlich ist, werden die metallischen Partikel während des Sprühverfahrens zumindest teilweise angeschmolzen oder vollständig geschmolzen, bspw. durch den Wärmeeintrag von Flamme, Plasma oder Lichtbogen, bspw. um bei Drahtspritzverfahren, bei denen der Beschichtungswerkstoff drahtförmig zugeführt wird, den Draht zu pulverisieren.

**[0016]** Das zur Beschichtung und optionaler Vorbeschichtung verwendete Sprühverfahren kann dabei eines der folgenden Verfahren umfassen:

- Kaltgasspritzen
- Hochgeschwindigkeitsflammspritzen (auch HVOF spray genannt)
- Plasmaspritzen
- Flammspritzen (mit Pulver oder Draht) insbesondere jedoch
- Flammdrahtspritzen und weiters bevorzugt
- Lichtbogenspritzen (auch LDS für Lichtbogendrahtspritzen oder ARC wire spray genannt).

**[0017]** Was das Material betrifft wird grundsätzlich ein metallisches Spritz- und Beschichtungsmaterial bevorzugt da dieses eine bessere Haftung und somit eine bessere mechanische Verbindung zwischen gleichfalls metallischer Platte und Rohr ermöglicht. Insbesondere kann ein, wie unten beschriebenes Platten und/oder Rohrmaterial verwendet werden. Aus Kostengründen werden jedoch entsprechende Al-Legierungen bzw. Aluminium bevorzugt.

**[0018]** Beim Lichtbogendrahtspritzen wird das Material durch die hohe Lichtbogentemperatur von ca. 4.000 °C zerstäubt und mit einer Partikelgeschwindigkeit von ca. 150 m/s auf die zu beschichtende Oberfläche gespritzt. Die Auftragsrate kann in einem weiten Bereich von 15 bis 3.300 g/min, bevorzugt aber in einem Bereich zwischen 100 bis 500 g/min, eingestellt werden.

**[0019]** Die Platte des Wärmeaustauschelements kann aus einem duktilen Metall, insbesondere aus einer Kupferbasislegierung (d.h. zumindest 50 gew% Cu), aus Kupfer, bevorzugt aber aus einem Leichtmetall, bspw. einer Aluminiumbasislegierung (d.h. zumindest 50 gew% Al), aus Aluminium hergestellt sein.

**[0020]** Das Rohr des Wärmeaustauschelements kann gleichfalls aus einem duktilen Metall, insbesondere aus einer Kupferbasislegierung (d.h. zumindest 50 gew% Cu), aus Kupfer, aus Stahl, aus Chromstahl, aus einer Aluminiumbasislegierung, aus Aluminium oder einem mit Aluminium beschichteten Rohr aus Kupferbasislegierung oder Kupfer hergestellt sein.

**[0021]** In einer weiteren Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens, die mit jeder der zuvor beschriebenen oder noch zu beschreibenden Ausführungsformen des Verfahrens kombiniert werden kann, sofern dies nicht widersprüchlich ist, kann die Platte und/oder das Rohr vorbeschichtet sein bzw. werden, bspw. um die Haftung der Beschichtung und die Festigkeit der dadurch gebildeten Platten/Rohrverbindung zu verbessern. Dazu können verschiedene Beschichtungsverfahren (PVD, CVD, Galvanik), bevorzugt jedoch ein Sprühverfahren, insbesondere dasselbe Sprühverfahren mit dem die anschliessende Beschichtung erzeugt wird verwendet werden.

**[0022]** In einer weiteren Ausführungsform der Vorbeschichtung kann die Vorbeschichtung ein textiles Material umfassen. So kann die eine Seite der Platte auf der das Rohr mittels Sprühverfahren befestigt wird mit einem Fasermaterial, insbesondere mit einem Vlies, bspw. durch verkleben, vorbeschichtet sein. Alternativ kann statt eines vliesartigen Fasermaterials auch ein gewobenes Textilmaterial verwendet werden. Auch in diesem Fall kann in einem vorhergehende und/oder nachgeschalteten Verfahrensschritt eine metallische Vorbeschichtung vorgesehen werden. Diese kann auch durch ein einseitig oder beidseitig metallisiertes Vlies ergänzt oder ersetzt werden. Die Fasern des Fasermaterials bzw. des gewebten Textils können aus zumindest einem Kunststoff und/oder zumindest einem natürlichem Faserstoff hergestellt sein.

**[0023]** Das Rohr kann direkt auf das Fasermaterial angepresst oder geklebt werden, alternativ kann jedoch zunächst durch das Fasermaterial und in die Platte hinein mittels eines abtragenden, insbesondere spanenden Verfahrens die Positioniernut gebildet und anschliessend das Rohr in die Positioniernut der Platte(n) angepresst, angeklebt und/oder verlötet werden.

**[0024]** In einer weiteren Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens, die mit jeder der zuvor beschriebenen oder noch zu beschreibenden Ausführungsformen des Verfahrens kombiniert werden kann, sofern dies nicht widersprüchlich ist, kann eine Schichtdicke der Beschichtung im Querschnitt gesehen von einem Bereich in der Nähe der Kontaktlinie, der Kontaktfläche, bzw. in der Nähe der Positioniernut in Richtung des Plattenrandes und/oder in Richtung der Platte abgewandten Rohrseite {hier auch „Rohrseite“ genannt} abnehmend aufgebracht werden.

**[0025]** Die Schichtdicke kann dabei kontinuierlich oder stufenweise abnehmend aufgebracht werden, dies mit in beide Richtungen kontinuierlich oder stufenweise abnehmender Schichtdicke, oder in eine Richtung kontinuierlich und in die andere stufenweise abnehmender Schichtdicke. Die Schichtdicke kann dabei entlang der Linie beispielsweise zwischen 1.0 bis 6.0 mm eingestellt werden und zum Rand der Platte und Richtung Rohr Oberseite auslaufen oder bei vollständiger Beschichtung von Platte und/oder Rohr im Randbereich der Platte bzw. auf der Rohrseite auf 1 oder kleiner 1 mm, bspw. 0.5 mm oder dünner eingestellt werden.

**[0026]** Die Erfindung richtet sich auch auf ein Wärmeaustauschelement für einen Wärmetauscher, umfassend zumindest ein Rohr, das mit zumindest einer Platte wärmeleitend verbunden ist, wobei das Rohr auf der Platte aufliegt und die wärmeleitende Verbindung eine durch ein Aufsprühen metallischer Partikel hergestellte Beschichtung umfasst, die das auf der Platte aufliegende Rohr und die dem Rohr zugewandte Seite der Platte gemeinsam zumindest teilweise überdeckend verbindet.

**[0027]** Rohr und Platte können dabei durch die Beschichtung zumindest entlang eines Abschnitts einer Kontaktlinie, entlang eines Abschnitts einer Kontaktfläche oder entlang eines Abschnitts einer Positioniernut verbunden sein.

**[0028]** In einer weiteren Ausführungsform des erfindungsgemäßen Wärmeaustauschelements, die mit jeder der zuvor beschriebenen oder noch zu beschreibenden Ausführungsformen kombiniert werden kann, sofern dies nicht widersprüchlich ist, kann die Beschichtung entlang beider Seiten der Kontaktlinie, zu beiden Seiten der Kontaktfläche oder zu beiden Seiten der Positioniernut, dabei zumindest auf den dazu angrenzenden Flächenbereichen der Platte und des Rohrs angeordnet sein. Bevorzugt kann die Beschichtung dabei im Wesentlichen symmetrisch zu beiden Seiten der Kontaktlinie, der Kontaktfläche bzw. der Positioniernut vorgesehen sein. Die dem Rohr zugewandte Seite der Platte und das Rohr können dabei im Wesentlichen, bspw. mit Ausnahme eines zum mechanischen Fixieren notwendigen abgedeckten Bereichs und der durch Platte und Rohr gegenseitig abgedeckten Flächenbereiche, aber auch vollständig beschichtet, d.h. durch die Beschichtung gemeinsam und verbindend überdeckt sein. Insbesondere bei kleineren Rohrdurchmessern, bspw. 5 bis 10 mm, und grösseren Schichtdicken, bspw. 3 bis 6 mm, kann dabei auch eine teilweise Einbettung des Rohrs in die Schicht erfolgen. Die Schichtdicke ist im Bereich der Kontaktlinie, bzw. im Bereich der begrenzenden Kontaktlinien im Falle des Vorliegens einer Kontaktfläche oder einer Positioniernut am grössten vorgesehen und kann in Richtung des Plattenrandes, bzw. in Richtung des von der Platte abgewandten Durchmesser des Rohres kontinuierlich oder stufenweise abnehmen.

**[0029]** In einer weiteren Ausführungsform des erfindungsgemäßen Wärmeaustauschelements, die mit jeder der zuvor beschriebenen oder noch zu beschreibenden Ausführungsformen kombiniert werden kann, sofern dies nicht widersprüchlich ist, kann die Platte auf der dem Rohr zugewandten Seite mittels einer Vorbeschichtung vorbeschichtet sein.

**[0030]** Die Vorbeschichtung kann eine metallische Vorbeschichtung umfassen, bzw. sein. Diese kann beispielsweise eine mittels eines Sprühverfahren aufgetragene Vorbeschichtung umfassen, die bevorzugt aus demselben Material wie die Beschichtung besteht.

**[0031]** Alternativ oder die metallische Vorbeschichtung ergänzend kann die Vorbeschichtung eine textile Vorbeschichtung, dabei bevorzugt eine Faserbeschichtung umfassen, bzw. sein.

**[0032]** In einer weiteren Ausführungsform des erfindungsgemäßen Wärmeaustauschelements, die mit jeder der zuvor beschriebenen oder noch zu beschreibenden Ausführungsformen kombiniert werden kann, sofern dies nicht widersprüchlich ist, kann das Wärmeaustauschelement in einer Positioniernut der Platte sitzen. Die Positioniernut kann dabei eine Passung bilden, bspw. im Bereich der zwei Kontaktlinien bei sonst rechteckig ausgeführter Positioniernut oder vollflächig bei einer dem Aussendurchmesser des Rohrs angepassten Positioniernut, wodurch ein besserer Wärmeübergang erzielbar ist.

### Figurenbeschreibung

**[0033]** Im Folgenden wird die Erfindung an Hand von Figuren beispielhaft beschrieben. Die Begriffe „oben“, „unten“, „rechts“ und „links“ werden im Folgenden grundsätzlich der Einfachheit halber auf die jeweilige Figur bezogen verwendet, sind jedoch, wo nicht ausdrücklich darauf hingewiesen, nicht einschränkend gemeint. Dem Fachmann ist völlig klar, dass bspw. ein wie in Fig. 4 dargestellter Wärmetauscher auch in jedem anderen Winkel an oder in einer entsprechend schrägen Decke / Wand, oder bei Bedarf auch um 180° um die Rohrachse R gedreht auf oder im Boden montiert werden kann. Figuren 1 bis 12 zeigen.

|                |                                                                                     |
|----------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| Fig. 1 u. 2    | Wärmeaustauschelement (Stand der Technik)                                           |
| Fig. 3 u. 4    | Wärmetauscher                                                                       |
| Fig. 5 bis 12  | Wärmeaustauschelement gemäss Erfindung                                              |
| Fig. 11 bis 12 | Wärmeaustauschelement / Wärmetauscher gemäss Erfindung                              |
| Fig. 13        | Wärmeaustauschplatte mit unterschiedlichen Wärmeaustauschelementen gemäss Erfindung |
| Fig. 14        | Wärmeaustauschelement gemäss Erfindung                                              |

**[0034]** Figur 1 und Figur 2 zeigen eine aus dem Stand der Technik bekannte Anordnung mehrerer Platten 4, die mittels eines mäandrierenden Rohrs 2 miteinander verbunden sind. Dabei verläuft das Rohr 2 in Figur 1 quer zur Längsrichtung L der Platten 4, während in Figur 2 das Rohr parallel zur Längsrichtung L der Platten verläuft. In beiden Fällen liegen die gekrümmten Rohrabschnitte vorteilhaft ausserhalb der Kontaktflächen. Das Rohr ist dabei im Wesentlichen in einem rechten Winkel, zu einer Querrichtung B oder einer Längsrichtung L der Platte mit dieser wirkverbunden. Durch das Ausrichten quer zur Platte werden die durch Löten oder/und Kleben bzw. Schweißen verbundenen Abschnitte kürzer, womit sich keine so grossen thermischen Spannungen in der Verbindung wie bei einem parallelen Aufbau bilden können, was oft vorteilhaft ist. Trotzdem werden bei Verbindung von mehreren Platten durch ein oder mehrere Rohre häufig Abstandspalte zwischen den Platten vorgesehen. Beispielsweise können bei einer typischen Plattenbreite B von 20 bis 150 mm, Spaltabstände S zwischen 1 bis 2 mm, oder auch weniger, bspw. bis auf Anstoss, gewählt werden. Grössere Spaltabstände sind besonders für Materialien mit sehr unterschiedlichen thermischen Ausdehnungskoeffizienten, wie bspw. bei Verwendung von Aluminiumplatten und Kupferrohren, und grösseren Abmessungen vorteilhaft. Hier können aber auch kleinere Plattengruppen ohne Abstand durch entsprechende Abstände von der nächsten Plattengruppe getrennt sein, so dass auch bei sehr unterschiedlichen Ausdehnungskoeffizienten nicht zwischen jeder Platte ein Spalt vorgesehen sein muss. Die Länge L der Platten liegt dabei üblicherweise zwischen 60 und 400 mm. Die Dicke des Plattenmaterials kann dabei von 0.5 bis 3 mm, insbesondere von 1 bis 2 mm gewählt werden. Die eingesetzten Rohre haben üblicherweise einen Aussendurchmesser D von 5 bis 20 mm, bei einer Wandstärke von 0.3 mm bis 1.5 mm, bspw. 0.6 mm. Dabei wird eine mit einem Rohr einfach oder mehrfach, oder eine einzelne mit mehreren Rohren verbundene Platte als Wärmeaustauschelement bezeichnet. Diese bildet die kleinste thermische Übertragungseinheit eines Wärmetauschers.

**[0035]** Figur 3 zeigt schematisch einen bekannten Wärmetauscher 17 in Aufsicht von der Rückseite her dargestellt, bei dem ein zu Figur 1 analoger Rohr- und Plattenverbund aus mehreren Wärmetauschelementen auf der Rückseite einer Wärmeaustauschplatte 4' des Wärmetauschers aufgebracht ist.

**[0036]** Figur 4 zeigt beispielhaft einen kastenförmigen Wärmetauscher 17 des Standes der Technik im Querschnitt mit einem eingesetzten Wärmeaustauschelement 1 bestehend aus einem Rohr 2 und daran befestigten Platten 4. In der Passung 33 der Platte ist diese durch eine Kleb- und/oder Lötverbindung mit dem Rohr 4 verbunden. Im Gehäuse des Wärmetauschers 17 ist weiters eine Klemmvorrichtung 14 dargestellt, durch welche die Platte 4, zwecks besserem thermischen Austausch, an die das Gehäuse des Wärmetauschers gegen den Raum abschliessende Wärmeaustauschplatte 4' gepresst wird. Dies kann entweder direkt oder in Kombination mit einer unterstützenden beispielsweise auf der Anpressfläche der Plattenelemente 4 vorbeschichteten dünnen Klebeschicht erfolgen. Zur thermischen Dämmung des gegen eine Decke oder Wand (nicht dargestellt) montierbaren Wärmetauschers 17 ist auf der Rückseite des Wärmetauschers thermisches Isolationsmaterial 15 aus üblichen Dämmstoffen vorgesehen. Die Lotebene Es des Rohrs 2 auf die Platte 4, ist in diesem Fall auch die Symmetrieebene des Wärmeaustauschelements 1.

**[0037]** Figuren 5 bis 10 zeigen unterschiedliche Ausführungen eines erfindungsgemässen aus einem Rohr- und Plattenverbund bestehenden Wärmeaustauschelements im Querschnitt. Die Merkmale der unterschiedlichen Ausführungsformen können dabei grundsätzlich miteinander kombiniert werden, sofern ein Merkmal nicht offensichtlich das andere ausschliesst. Ebenso können entsprechende erfindungsgemäss ausgeführte Wärmeaustauschelemente in aus dem Stand der Technik bekannten Wärmetauschern, bspw. statt der in Figuren 3 bis 4 dargestellten bekannten Wärmeaustauschelementen 1' eingesetzt werden oder analog zu Figuren 1 und 2 aus mehreren Platten 4 und/oder Rohren 2 bestehen.

**[0038]** Figur 5 zeigt dabei ein Wärmeaustauschelement bei dem Rohr 2 und Platte 4 durch eine zu beiden Seiten einer zwischen Rohr und Platte gebildeten Kontaktlinie 3, jeweils Rohr und Platte überdeckende Beschichtung aus aufgespritzten metallischen Partikeln miteinander verbunden sind. Die Beschichtung muss dabei nicht unbedingt direkt bis an die Kontaktlinie heranreichen, bspw. kann es auf Grund enger Spaltmasse in unmittelbarer Nähe zur Kontaktlinie zu einer Ausbildung eines Hohlraums 16 und/oder Ausbildung einer gröber porösen Struktur (nicht gezeigt) kommen. Das Freihalten bestimmter Bereiche von Platte und Rohr von der Beschichtung kann durch entsprechende Führung des Spritzkopfs und/oder durch Abdeckung der freizuhaltenden Bereiche vor der Beschichtung erfolgen. Insbesondere bei Rohren mit kleineren Durchmessern, bspw. 5 bis 10 mm, kann das Rohr auch zumindest in einem zur Platte benachbarten Bereich durch eine dickere Beschichtung 6' wie mit strichlierten Linien dargestellt, eingebettet werden. Für einen optimalen Wärmeübergang kann dabei die Beschichtung im Bereich der Kontaktlinie beidseitig bspw. eine Schichtdicke  $s$  von 1 bis 6 mm bevorzugt von 2 bis 5 mm aufweisen. Dieselben Schichtdicken können auch vorteilhaft bei Rohren mit grösserem Durchmesser, etwa von 10 bis 30 mm verwendet werden, wobei die Einbettung entsprechend geringer ausfällt. In Figur 5 ist eine Ausführungsform der Erfindung dargestellt, bei der die Schicht 6, 6' im Gegensatz zu den folgenden Ausführungsformen der Figuren 6 bis 12 nur in einem Bereich beidseits der Kontaktlinie 3 unter Bildung der Hohlräume 16 aufgebracht wurde. Der Randbereich der Platte sowie die Oberseite des Rohrs bleiben in diesem Beispiel frei von einer Beschichtung, was durch eine Abdeckung oder entsprechende Führung und Einstellung (bspw. der Breite des Sprühstrahls) des Sprühkopfs bewirkt werden kann. Siehe auch Figur 9.

**[0039]** Figur 6 zeigt ein Wärmeaustauschelement bei dem in der Platte 4 eine durchgängige Positioniernut 8 vorgesehen ist, in der das Rohr entlang der zwei Kontaktlinien 3 zum Beschichten an die Platte gepresst oder zum Aufspritzen der Beschichtung eingeklebt und/oder gelötet werden kann. In diesem Fall ist Platte und Rohr mit einer jeweils durchgehenden beide vollständig überdeckende Beschichtung 6, bzw. analog zu Figur 5 mit einer entsprechend dickeren Beschichtung 6', dargestellt, wobei die Schichtdicke nach aussen auf der Platte bzw. nach oben am Rohr jeweils abnimmt. Die Kontaktlinien 3 können dabei als lokale Passungen für den Aussendurchmesser des Rohrs  $D$  ausgeführt sein. Des Weiteren ist in Figur 6 schematisch der Beschichtungsvorgang mit einem Lichtbogenpitzkopf 11 einer entsprechenden Spritzpistole (nicht dargestellt) mit Zweidrahtzuführung 12 und Druckluftzufuhr 13 dargestellt. Dabei wird nach dem Zünden eines Lichtbogens zwischen mit den zwei einerseits kathodisch (-) andererseits anodisch (+) geschalteten Drähten 12 der Spritzwerkstoff(e) kontinuierlich durch Vorschub der Drähte zugeführt. Die im Lichtbogen abschmelzenden Drahtspitzen werden mittels Druckluft zerstäubt und die Partikel mit hoher Geschwindigkeit durch eine Düse auf die vorgereinigten Oberflächen von Platte und Rohr geblasen. Durch Ausrichten und Führen des Spritzkopfs 11 auf und entlang der Kontaktlinien 3 kann dort eine entsprechend dicke, Platte 4 und Rohr 2 durchgehend überdeckende Schicht, erzeugt werden, um eine gute Haftung und einen optimalen Wärmeaustausch zwischen Platte 4 und Rohr 2 zu ermöglichen. Die Führung des Spritzkopfs, bzw. der Spritzpistole kann dabei manuell, bevorzugt aber mittels eines Spritzroboters erfolgen, bspw. linearer entlang einer Führungsachse  $F$  des Spritzkopfs, parallel zu der bzw. den Kontaktlinien, bei der durch bspw. kontinuierlich oder schrittweise Winkelverstellung (hier in der Schnittebene) auch weiter entfernt von der Kontaktlinie liegende Bereiche beschichtet werden können. Die Schichtdicke der Beschichtungen 6 und 6' nimmt für beide Ausführungsformen von der Rohroberseite Richtung Kontaktlinien 3 kontinuierlich, von der Plattenaussenseite Richtung Kontaktlinie 3 stufenartig zu.

**[0040]** Figur 7 zeigt ein entsprechendes erfindungsgemässes Wärmeaustauschelement mit einer als durchgängige Passung 9 ausgeführten Positioniernut der Platte 4 für den Aussendurchmesser  $D$  des Rohrs 2. Durch den im Bereich der Passung innigen Kontakt oder zumindest sehr geringen Abstand zwischen Platte und Rohr wird hierbei der Wärmeaustausch gegenüber einer einfachen Positioniernut 8, wie in Figur 6 gezeigt, nochmals verbessert. Der Schichtdickenverlauf für die Beschichtungsvariante 6 mit kleinerer Schichtdicke ist analog zur Figur 6 dargestellt. Die Beschichtungsvariante 6' mit einer grösseren Schichtdicke zeigt hier einen stufenartigen Verlauf sowohl von der Rohroberseite als auch vom Rand der Platte in Richtung der Passung 9. Grundsätzlich können für alle Ausführungsformen der Erfindung unterschiedliche kontinuierliche, stufenförmige oder Mischformen der Schichtdickenverteilungen angewendet werden.

**[0041]** Ein ähnlicher Effekt kann durch Verwendung eines an der Unterseite abgeflachten Rohrs 2, wie in Figur 8 dargestellt erzielt werden. Auch dabei entsteht eine durch zwei Kontaktlinien 3 begrenzte Kontaktfläche 5. Die Abflachung des Rohrs 2 kann dabei entweder vor der Befestigung auf der Platte, 4 bspw. durch ein entsprechendes Ziehwerkzeug, oder während der Befestigung, bspw. durch Anquetschen des Rohrs auf die Platte, bspw. mittels eines Werkzeugs mit halbkreisförmiger Rohraufnahme, erfolgen.

**[0042]** Figur 9 zeigt ein Wärmetauschelement dessen Platte 4 mit einer Grundsicht 7 vorbeschichtet wurde, was die Haftung zwischen Platte und Rohr verbessern kann. Alternativ kann statt der Platte auch das Rohr, bspw. nur auf der Unterseite, oder auch beide Elemente des Wärmetauschelements mit einer Grundsicht 7 vorbeschichtet werden (nicht dargestellt). Bevorzugt wird für die Grundsicht dasselbe Beschichtungsverfahren, bspw. eines der oben angeführten Sprühverfahren, wie für die Beschichtung 6 verwendet. Zusätzlich ist in Figur 9 noch schematisch ein Anpresswerkzeug

20 mit halbkreisförmiger innenzyklindrischer Anpressfläche 21 gezeigt, welches das Rohr 2 während des Spritzvorgangs gegen die in diesem Fall vorbeschichtete Platte 4 presst. Ein solches Anpresswerkzeug kann vor und während des Spritzvorgangs zur Erzeugung der Beschichtung 6 von Rohr 2 und Platte 4 im gesamten Bereich des zu bildenden Rohr-/Plattenverbunds mit einer durch den Pfeil dargestellten senkrecht auf das Rohr und damit auf die Platte gerichteten Kraft andrücken. Dabei kann das Rohr so angedrückt werden, dass das Rohr abgeflacht wird und eine Platte/Rohrkontaktfläche 5 entsteht. Diese kann somit unmittelbar vor dem Sprühbeschichten hergestellt werden, wobei das Rohr während des folgenden Beschichtungsvorgangs weiterhin durch das Anpresswerkzeug 20 gegen die Platte gehalten oder gepresst wird. Damit wird ein entsprechend dargestellter Rohr und Platte folgender, beide überdeckender Schichtverlauf entlang der Kontaktlinien 3 zu beiden Seiten der Platte/Rohrkontaktfläche 5 erzielt. Alternativ, insbesondere wenn das Rohr nicht auf der Platte verformt werden soll, kann das Werkzeug, bzw. die Werkzeuge auch nur in Teilbereichen des zu bildenden Rohr-/Plattenverbunds andrückend ausgeführt sein, womit in den Bereichen zwischen zwei Anpressflächen 21 eine das Rohr auch auf der Oberseite abdeckende Beschichtung erzeugt werden kann.

**[0043]** Alternativ oder zusätzlich kann dabei, wie in Figur 10 gezeigt die Platte 4 mit einer Faserschicht 10, wie einer Textilschicht aus gewebten Fasern, bevorzugt aber mit einer Vliesschicht, vorbeschichtet werden. Die Faserschicht und/oder die Platte können dazu in einem vorhergehenden Verfahrensschritt auf der jeweils entsprechenden, dafür vorgesehenen Seite mit Klebstoff benetzt und so miteinander verbunden werden. Anschliessend kann die zweite Seite der Faserschicht optional zusätzlich metallisiert, mit einer ersten oder zweiten zusätzlichen Sprühschicht beschichtet und anschliessend das Rohr angepresst und überdeckend mit einer je nach Verbundaufbau ersten zweiten, oder dritten Sprühschicht mit der Platte mechanisch und thermisch verbunden werden. Figur 10 zeigt hier lediglich die einfachste Ausführung, bei der die Faserschicht 10 auf die Platte 4 geklebt und das Rohr direkt auf der Faserschicht 10 mittels der überdeckenden Beschichtung 6 befestigt ist, die hier die erste und einzige Sprühschicht bildet. Hier nicht näher dargestellte, optional anwendbare zusätzliche Sprühschichten, bzw. andere Metallisierungen zwischen Platte 4, 4' und Faserschicht 10, bzw. zwischen Faserschicht 10 und Rohr 2 sowie überdeckender Sprühschicht 6, 6' können wesentlich dünner, bspw. in einer Schichtstärke zwischen 0.1 bis 1 mm dick aufgebracht werden. Dabei wird vorzugsweise dasselbe Schicht-, bzw. Metallisierungsmaterial gewählt, wie für Beschichtung 6 verwendet.

**[0044]** Durch Vorsehen einer Kontaktfläche 4, einer Positioniernut 8, oder einer Passung 9, wie in verschiedenen Ausführungen des Platten-/Rohrverbundes 1 in Figuren 6 bis 10 ausgeführt, kann die Tiefe des zwischen Platte und Rohr gebildeten Spalts verringert und damit verbunden allzu enge Spaltmasse vermieden werden, womit eine Hohlraumbildung wie beispielhaft in Figur 1 gezeigt verringert oder ganz verhindert werden kann. Dadurch kann auch Wärmeübergang und Haftung noch weiter verbessert werden.

**[0045]** Ein Wärmeaustauschelement bestehende aus jeweils einer Platte 4, bzw. Wärmeaustauschplatte 4', falls das Rohr ohne (Zwischen) Platten 4 direkt mit der Wärmeaustauschplatte 4' eines Wärmetauschers verbunden wird. Platte 4, bzw. Wärmeaustauschplatte 4' sind in diesem Fall mit mehreren Rohren 2, wie in Figure 11 schematisch dargestellt, bzw. mit einem einzelnen mäandrierend gewundenen Rohr verbunden, wie in Figure 12 gezeigt. Die Rohrkrümmungen sind dabei, wie in Figur 12 schematisch (Pfeile) gezeigt, jeweils ausserhalb der Platte 4, 4', in einem diese überragenden Bereich des Rohrs 2 vorgesehen. In Figur 11 ist jedes Rohr beispielhaft mittels einer separaten das Rohr jeweils vollständig überdeckenden Beschichtung 6 mit der Platte 4, 4' verbunden, die Beschichtung kann alternativ in jedem Fall auch die gesamte frei nach oben gerichtete Fläche der Platte 4, 4' umfassen. Zum Aufbringen der Beschichtung 6 können dabei die Rohre im schichtfreien Randbereich von oben gegen die Platte angepresst werden. Dem hingegen sind die durch überdeckenden Beschichtungen 6 mit der Platte 4, 4' verbundenen geraden Abschnitte des mäanderartigen Rohrs 2 in Figur 12 auf ihrer „Oberseite“ schichtfrei dargestellt. Dies kann durch eine Abdeckung, beispielsweise mit einem Anpresswerkzeug wie in Figur 9 gezeigt, bewirkt werden.

**[0046]** Figur 13 zeigt die raumabgewandte Seite einer Wärmeaustauschplatte 4' eines Wärmetauschers mit darauf liegendem Wärmeaustauschelementen 1, 1' welche mehrere im Wesentlichen rautenförmige Platten 4, bzw. trapezförmige Platten 4'' umfassen und erfindungsgemäss mit einem Rohr 2 durch eine Beschichtung 6 verbunden sind. Das Rohr umfasst einen Wasserzulauf 21 und einen Wasserablauf 22. Die Platten sind zu sechs Gruppen zu jeweils vier Platten 4, 4'' angeordnet, können aber alternativ beispielsweise entlang der zwei parallelen geraden Rohrabschnitte auch durchgehend, also Platte an Platte mit oder ohne Spalt zwischen den Platten 4, 4'' angeordnet sein. Die Belegung der Wärmeaustauschplatte 4' mit den Platten 4, 4'' des Wärmeaustauschelements 1, 1' beträgt dabei vorteilhaft zwischen 40 bis 60%, bspw. ca. 50% um einen optimalen Wärmeaustausch zu ermöglichen. Die Plattenbreite B kann hier für rautenförmige Platten 4 von 40 bis 80 mm, für trapezförmige Platten 4'' von 20 bis 80 mm, dabei mit einer Plattenlänge B von 200 bis 300 mm, bzw. 150 bis 400 mm gewählt werden. Die Breite B' der Wärmeaustauschplatte 4' kann dabei vorteilhaft zwischen 400 und 800 mm, bspw. bei ca. 600 mm gewählt werden, die Länge L' kann je nach Bedarf flexibel von einem halben bis mehreren Metern eingestellt werden. Damit sind im Wesentlichen auch die möglichen Flächenmasse eines entsprechenden Wärmetauschers gegeben, siehe bspw. Figur 4. Die Darstellung rautenförmige Platten und trapezförmige Platten 4, 4'' auf der Wärmeaustauschplatte 4' eines Wärmetauschers (in Fig. 13 nicht näher dargestellt) erfolgt hier Zwecks Darstellung unterschiedlicher Ausführungsformen von Platten 4, 4''. Üblicherweise wird in einem Wärmetauscher aus Symmetrieüberlegungen derselbe Plattentyp verwendet.

**[0047]** In Figur 14 wird beispielhaft die dreidimensionale fotografische Abbildung eines aus einem Cu-Rohr 2 und mehreren Al-Platten 4, analog zu Figur 9, hier mittels Lichtbogensspritzens hergestellten Wärmeaustauschelements 1 gezeigt.

Die hier verwendete Al-Beschichtung 6 wurde mit einer kommerziell erhältlichen Lichtbogenspritzvorrichtung der Firma Oerlikon Metco aufgebracht (Lichtbogentemperatur: ca. 4.000 °C, Partikelgeschwindigkeit: ca. 150 m/s). Die Auftragsrate zur Herstellung derartiger Wärmeaustauschelemente wurde in einem Bereich von 180 bis 210 g/min eingestellt, d.h. die Bruttoauftragsrate, die der Drahtzufuhr ohne Streuverlustabzug entspricht.

### Bezugszeichen

#### [0048]

|                |                                                                                  |
|----------------|----------------------------------------------------------------------------------|
| 1              | Wärmeaustauschelement                                                            |
| 2              | Rohr                                                                             |
| 3              | Platte/Rohrkontaktlinie, -kontaktfläche                                          |
| 4, 4''/4'      | (Zwischen) Platten / Wärmeaustauschplatte                                        |
| 5              | Platte/Rohrkontaktfläche                                                         |
| 6, 6'          | Beschichtung                                                                     |
| 7              | Grundsicht                                                                       |
| 8              | Positioniernut / Sicke                                                           |
| 9              | Passung                                                                          |
| 10             | Faserschicht (Vlies oder Textil)                                                 |
| 11             | Sprüh-/Spritzkopf                                                                |
| 12             | Drahtzufuhr                                                                      |
| 13             | Luftzufuhr                                                                       |
| 14             | Klemmvorrichtung                                                                 |
| 15             | Isolation                                                                        |
| 16             | Hohlraum                                                                         |
| 17             | Wärmetauscher                                                                    |
| 18             | Partikel                                                                         |
| 19             | Führungssachse                                                                   |
| 20             | Anpresswerkzeug                                                                  |
| 21             | Wasser Eingang                                                                   |
| 22             | Wasser Ausgang                                                                   |
| B              | Plattenbreite                                                                    |
| D              | Aussendurchmesser des Rohrs                                                      |
| d              | Innendurchmesser des Rohrs                                                       |
| F              | Führungssachse                                                                   |
| L              | Plattenlänge                                                                     |
| S              | Spaltbreite                                                                      |
| E <sub>s</sub> | auf Platte senkrechte und in der Rohrachse laufende Ebene (= Lotebene des Rohrs) |

### Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines Wärmeaustauschelements für Wärmetauscher, wobei ein Rohr zunächst auf eine Seite einer oder mehrerer Platten abgelegt und zumindest vorläufig fixiert wird, dadurch gekennzeichnet, dass das Rohr und die dem Rohr zugewandte Seite der Platte anschließend zumindest entlang eines Abschnitts einer zwischen Rohr und Platte gebildeten Kontaktlinie oder Kontaktfläche oder zumindest entlang eines Abschnitts einer das Rohr aufnehmenden Positioniernut der Platte mittels eines metallische Partikel umfassenden Sprühverfahrens so beschichtet wird, dass eine durchgehende an Rohr und Platte haftende Beschichtung entsteht wodurch eine Verbindung zwischen Rohr und Platte gebildet wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1 dadurch gekennzeichnet, dass das Fixieren des Rohrs auf der Platte ein Anpressen, Ankleben und/oder Verlöten, oder das Anbringen von Schweisspunkten umfasst.
3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Beschichtung entlang beider Seiten der Kontaktlinie, der Kontaktfläche, bzw. entlang beider Seiten der Positioniernut aufgebracht wird.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass in die Platte in einem vorhergehenden Verfahrensschritt eine Positioniernut hergestellt und das Rohr in der Positioniernut der Platte(n) vorläufig fixiert wird.
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass ein die Partikel bildendes Beschichtungsmaterial pulverförmig oder drahtförmig einer Sprühdüse zugeführt wird.
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die metallischen Partikel während des Sprühverfahrens zumindest teilweise angeschmolzen oder vollständig geschmolzen werden.
7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Sprühverfahren eines der folgenden Verfahren umfasst:

- Kaltgasspritzen
  - Hochgeschwindigkeitsflammspritzen (HVOF spray)
  - Plasmaspritzen
  - Flammspritzen (mit Pulver oder Draht)
  - Flammdrahtspritzen
  - Lichtbogenspritzen (auch LDS oder ARC wire spray genannt).
8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Platte aus einer Kupferbasislegierung oder Kupfer, bevorzugt aus einem Leichtmetall, insbesondere einer Aluminiumbasislegierung oder aus Aluminium hergestellt ist.
  9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Rohr aus einer Kupferbasislegierung, Kupfer, Stahl, Chromstahl, einer Aluminiumbasislegierung, Aluminium oder einem mit Aluminium beschichteten Rohr aus Kupferbasislegierung oder Kupfer hergestellt ist.
  10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die eine Seite der Platte mit einem Fasermaterial, insbesondere mit einem Vlies vorbeschichtet ist.
  11. Verfahren nach Anspruch 10 dadurch gekennzeichnet, dass die Fasern des Fasermaterials aus zumindest einem Kunststoff und/oder zumindest einem natürlichem Faserstoff hergestellt sind.
  12. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 und 11, dadurch gekennzeichnet, dass das Rohr direkt auf das Fasermaterial angepresst oder geklebt wird.
  13. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 und 11, dadurch gekennzeichnet, dass zunächst durch das Fasermaterial und in die Platte hinein mittels eines abtragenden, insbesondere spanenden Verfahrens die Positioniernut gebildet und anschliessend das Rohr in die Positioniernut der Platte(n) angepresst, angeklebt und/oder verlötet wird.
  14. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine Schichtdicke der Beschichtung im Querschnitt gesehen von einem Bereich in der Nähe der Kontaktlinie, der Kontaktfläche, bzw. in der Nähe der Führungsnut in Richtung des Plattenrandes und/oder in Richtung der der Platte abgewandten Rohrseite abnimmt.
  15. Verfahren nach Anspruch 14 dadurch gekennzeichnet, dass die Schichtdicke kontinuierlich oder stufenweise abnimmt.
  16. Wärmeaustauschelement für einen Wärmetauscher, umfassend zumindest ein Rohr, das mit zumindest einer Platte wärmeleitend verbunden ist, dadurch gekennzeichnet, dass das Rohr auf der Platte aufliegt und die wärmeleitende Verbindung eine durch ein Aufsprühen metallischer Partikel hergestellte Beschichtung umfasst, die das auf der Platte aufliegende Rohr und die dem Rohr zugewandte Seite der Platte zumindest teilweise überdeckend verbindet.
  17. Wärmeaustauschelement nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, dass Rohr und Platte durch die Beschichtung zumindest entlang eines Abschnitts einer Kontaktlinie, entlang eines Abschnitts einer Kontaktfläche oder entlang eines Abschnitts einer Positioniernut verbunden sind.
  18. Wärmeaustauschelement nach Anspruch 16 oder 17, dadurch gekennzeichnet, dass die Beschichtung entlang beider Seiten der Kontaktlinie, zu beiden Seiten der Kontaktfläche oder zu beiden Seiten der Positioniernut angeordnet ist.
  19. Wärmeaustauschelement nach einem der Ansprüche 16 bis 18, dadurch gekennzeichnet, dass die Platte auf der dem Rohr zugewandten Seite mittels einer Vorbeschichtung vorbeschichtet ist.
  20. Wärmeaustauschelement nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorbeschichtung eine metallische Vorbeschichtung umfasst, bzw. ist.
  21. Wärmeaustauschelement nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorbeschichtung eine mittels Sprühverfahren aufgetragene Vorbeschichtung umfasst und dabei bevorzugt aus demselben Material wie die Beschichtung besteht.
  22. Wärmeaustauschelement nach einem der Ansprüche 19 bis 21, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorbeschichtung eine textile Vorbeschichtung, dabei bevorzugt eine Faserbeschichtung umfasst, bzw. ist.
  23. Wärmeaustauschelement nach einem der Ansprüche 16 bis 22, dadurch gekennzeichnet, dass das Wärmeaustauschelement in einer Positioniernut der Platte sitzt.
  24. Wärmeaustauschelement nach Anspruch 23, dadurch gekennzeichnet, dass die Positioniernut eine Passung ist.
  25. Wärmeaustauschelement nach einem der Ansprüche 16 bis 24, dadurch gekennzeichnet, dass die Platte eine das Gehäuse eines Wärmetauschers gegen den Raum abschliessende Wärmeaustauschplatte ist.

Fig. 1

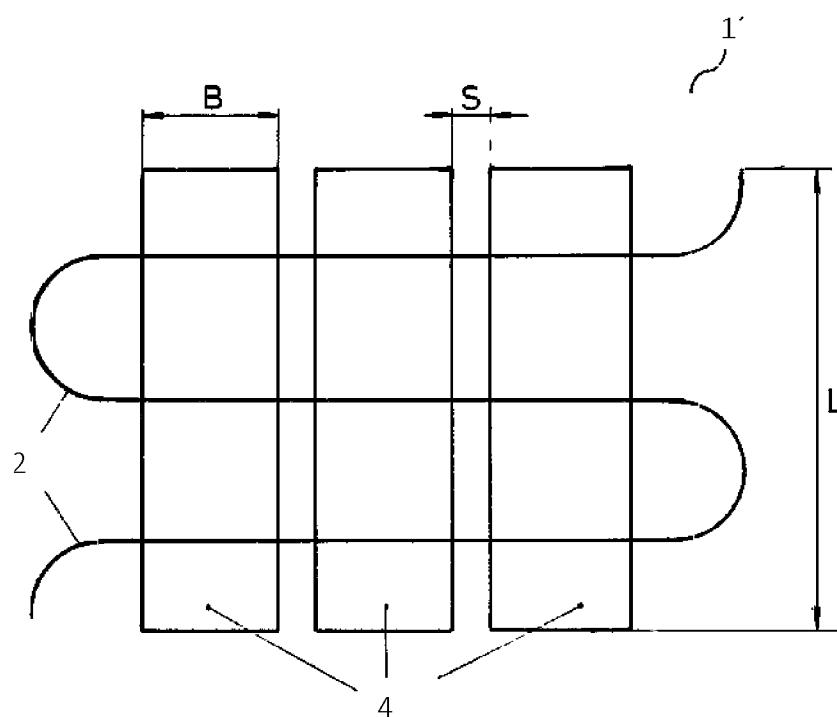


Fig. 2

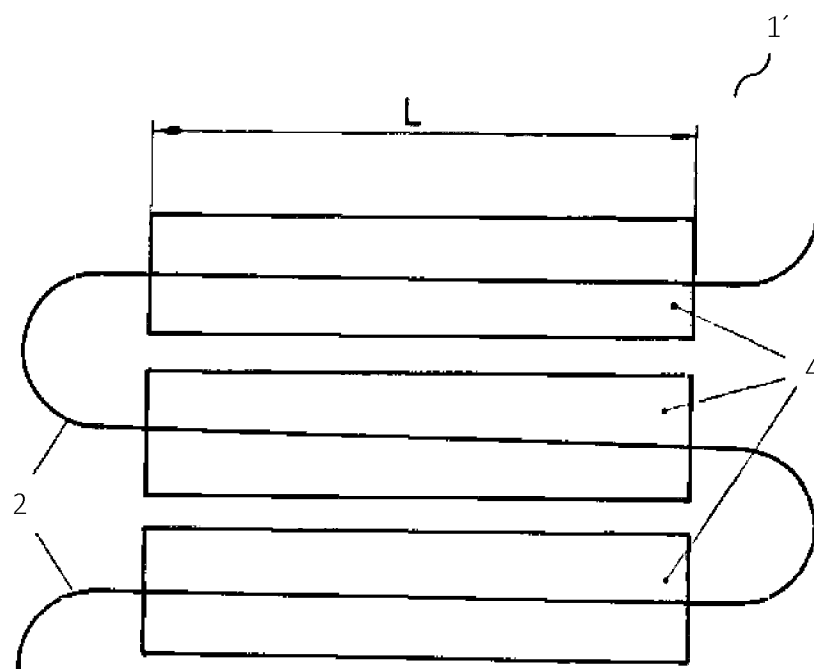
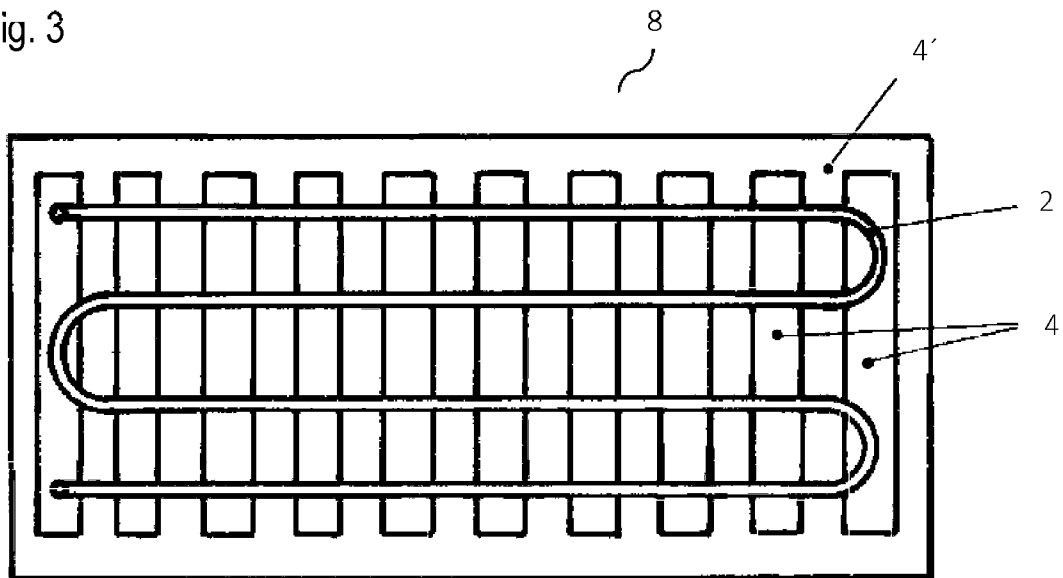


Fig. 3



B \3\_Schutzrechtsverwaltung  
 \34\_Schutzrechtsverwaltung\_Patente\343\_CH-  
 Patent\_und\_CH-ESZ\343-2\_Dossiers\_CH-  
 Patente\_und\_ESZ  
 \343-21\_Einzelne\_Dossiers\_CH-Patente\2023  
 \23-01243

Fig. 4

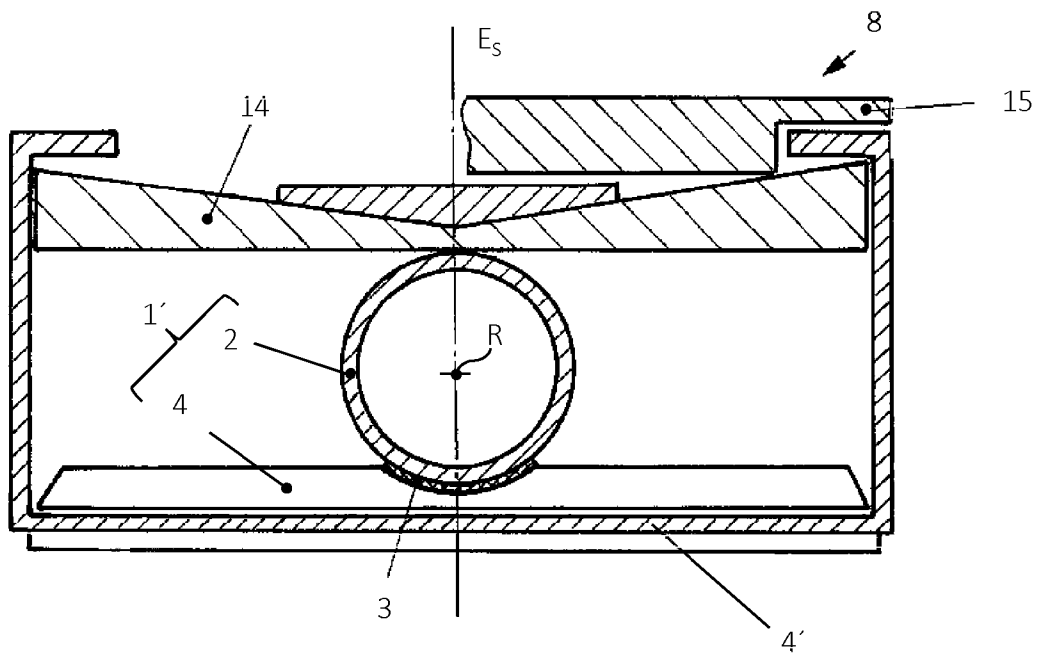


Fig. 5

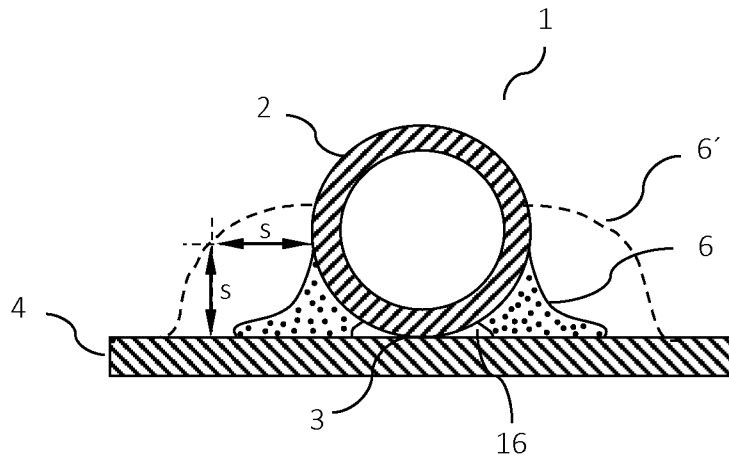


Fig. 6

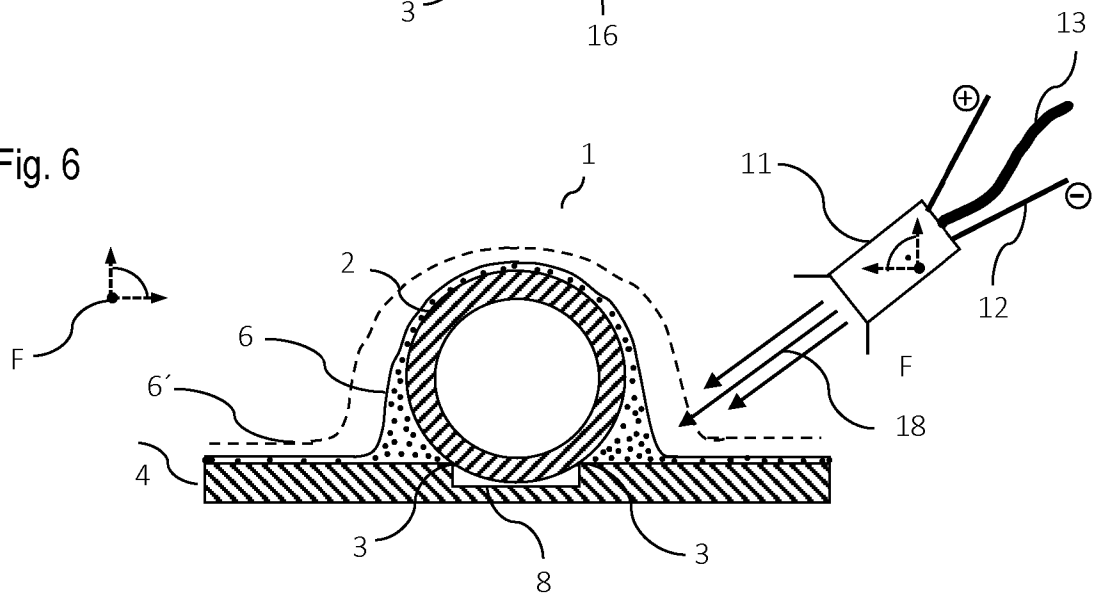


Fig. 7

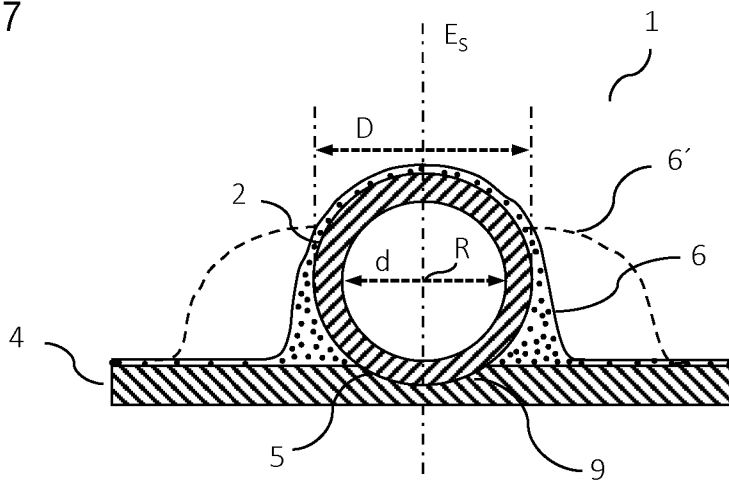


Fig. 8

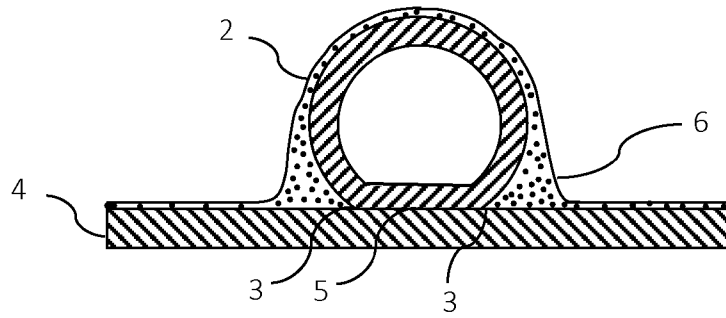


Fig. 9

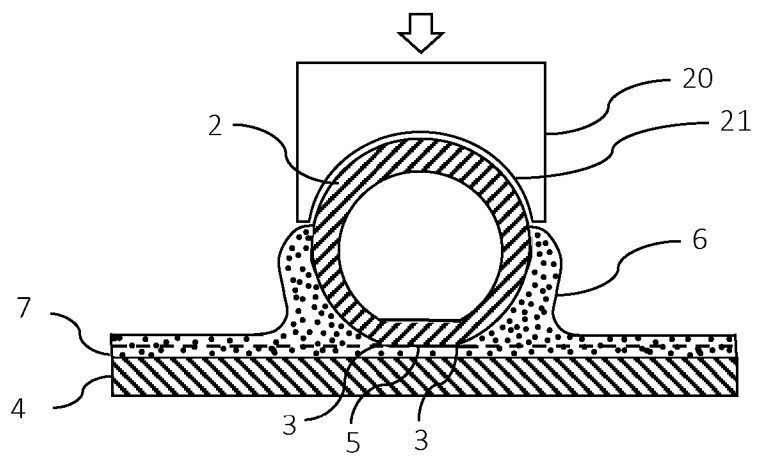


Fig. 10

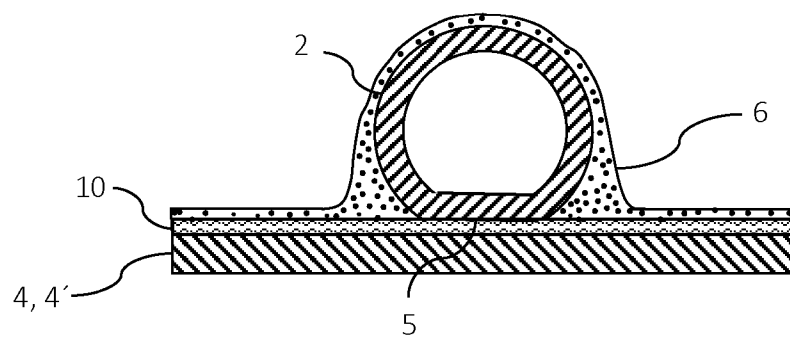


Fig. 11

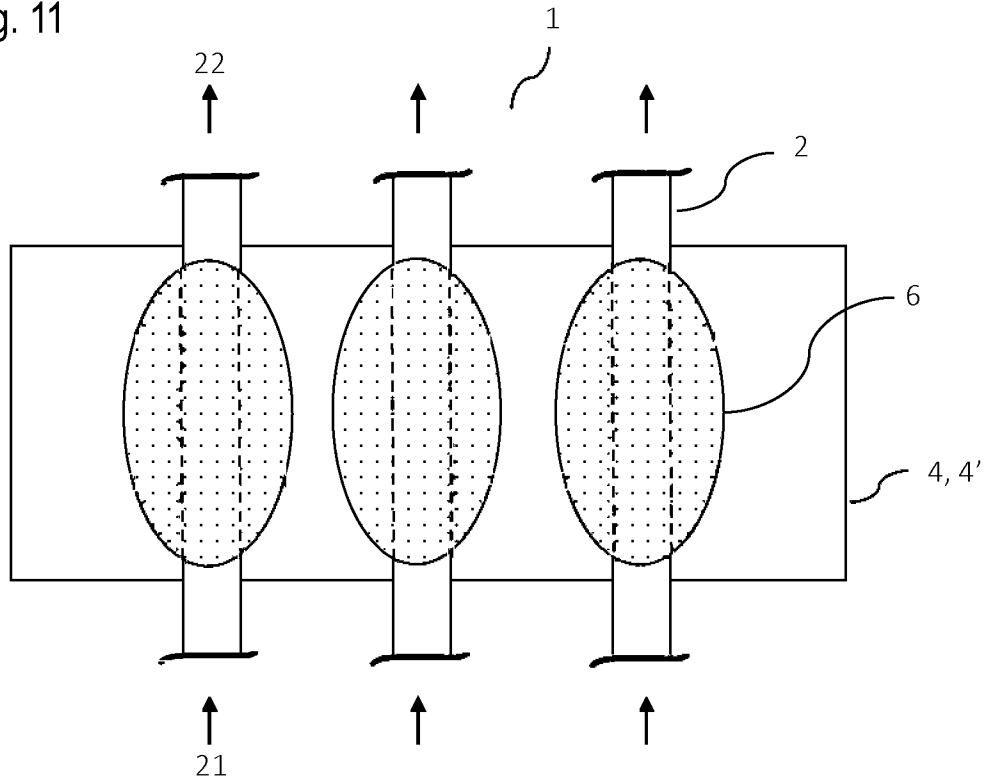


Fig. 12

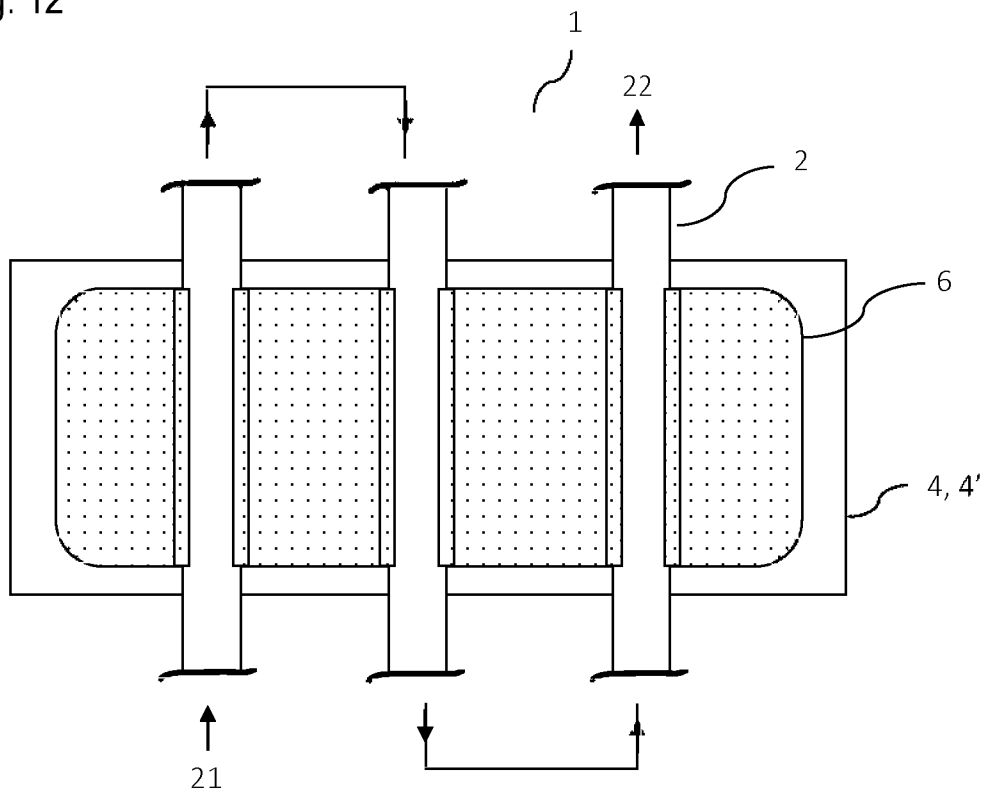


Fig. 13

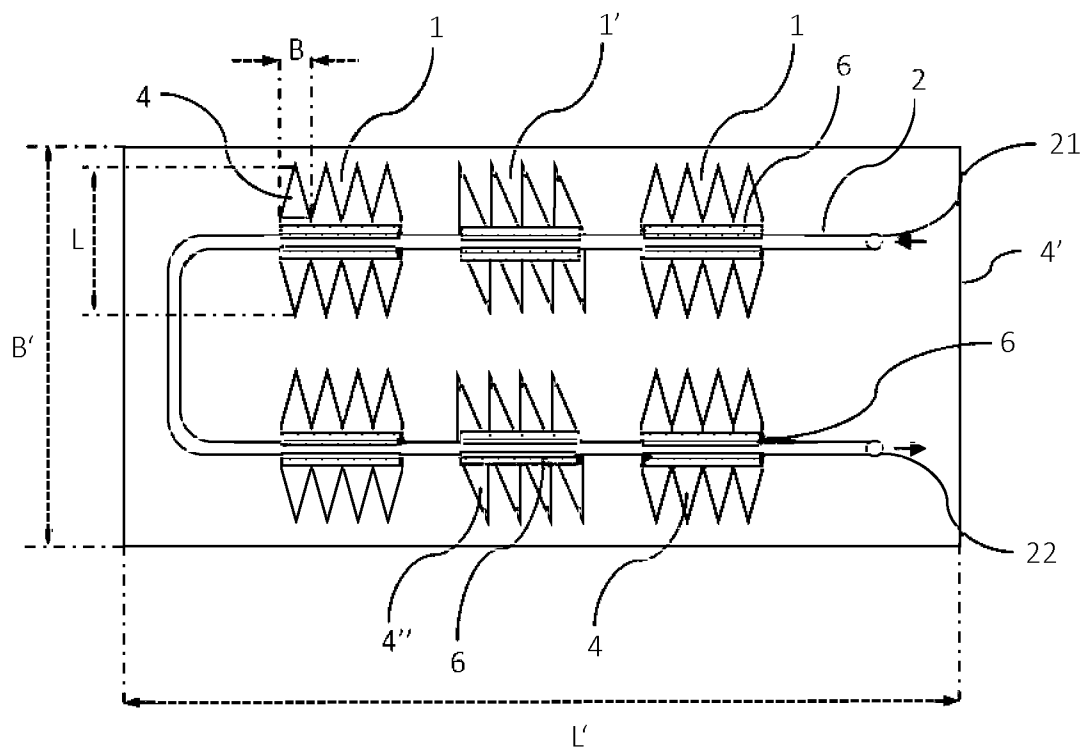
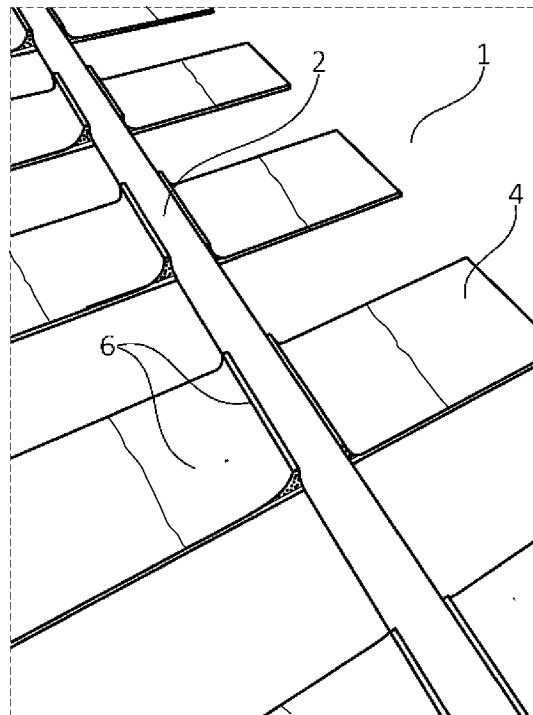


Fig. 14



# VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS

## BERICHT ÜBER DIE RECHERCHE INTERNATIONALER ART

|                                                                                                                                                                |                                                                                                                  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| KENNZEICHNUNG DER NATIONALEN ANMELDUNG                                                                                                                         | AKTENZEICHEN DES ANMELDERS ODER ANWALTS                                                                          |
|                                                                                                                                                                | <b>P219966</b>                                                                                                   |
| Nationales Aktenzeichen                                                                                                                                        | Anmeldedatum                                                                                                     |
| <b>12432023</b>                                                                                                                                                | <b>10-11-2023</b>                                                                                                |
| Anmeldeland                                                                                                                                                    | Beanspruchtes Prioritätsdatum                                                                                    |
| <b>CH</b>                                                                                                                                                      |                                                                                                                  |
| Anmelder (Name)                                                                                                                                                |                                                                                                                  |
| <b>kst AG</b>                                                                                                                                                  |                                                                                                                  |
| Datum des Antrags auf eine Recherche Internationaler Art                                                                                                       | Nummer, die die internationale Recherchenbehörde dem Antrag auf eine Recherche internationaler Art zugeteilt hat |
| <b>19-01-2024</b>                                                                                                                                              | <b>SN85546</b>                                                                                                   |
| <b>I. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDS</b> (treffen mehrere Klassifikationssymbole zu, so sind alle anzugeben)                                        |                                                                                                                  |
| Nach der internationalen Patentklassifikation (IPC) oder sowohl nach der nationalen Klassifikation als auch nach der IPC<br><br><b>Siehe Recherchenbericht</b> |                                                                                                                  |
| <b>II. RECHERCHIERTE SACHGEBIETE</b>                                                                                                                           |                                                                                                                  |
| Recherchierter Mindestprüfstoff                                                                                                                                |                                                                                                                  |
| Klassifikationssystem                                                                                                                                          | Klassifikationssymbole                                                                                           |
| <b>IPC</b>                                                                                                                                                     | <b>Siehe Recherchenbericht</b>                                                                                   |
| Recherchierte, nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Sachgebiete fallen                               |                                                                                                                  |
|                                                                                                                                                                |                                                                                                                  |
| <b>III.</b> <input type="checkbox"/> <b>EINIGE ANSPRÜCHE HABEN SICH ALS NICHT RECHERCHIERBAR ERWIESEN</b> (Bemerkungen auf Ergänzungsbogen)                    |                                                                                                                  |
| <b>IV.</b> <input type="checkbox"/> <b>MANGELNDE EINHEITLICHKEIT DER ERFINDUNG</b> (Bemerkungen auf Ergänzungsbogen)                                           |                                                                                                                  |

Formblatt PCT/ISA 201 A (11/2000)

## BERICHT ÜBER DIE RECHERCHE INTERNATIONALER ART

Nr. des Antrags auf Recherche

CH 12432023

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                     |          |                                                                  |                            |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|------------------------------------------------------------------|----------------------------|
| A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                     |          |                                                                  |                            |
| INV.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | C23C24/04                                                                                           | C23C4/02 | C23C4/08                                                         | C23C4/129                  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | C23C4/134                                                                                           | C23C4/14 | C23C4/16                                                         | F28D1/047                  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | F28F1/22                                                                                            |          |                                                                  | F28F1/20                   |
| Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                     |          |                                                                  |                            |
| B. RECHERCHIERTE SACHGEBIETE                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                     |          |                                                                  |                            |
| Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                     |          |                                                                  |                            |
| C23C F28F F28D                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                     |          |                                                                  |                            |
| 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 VERÖFFENTLICHUNGEN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                     |          |                                                                  |                            |
| Kategorie*                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile  |          |                                                                  | Betr. Anspruch Nr.         |
| X                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | DE 100 43 295 C1 (RHEINZINK GMBH [DE])<br>25. April 2002 (2002-04-25)                               |          |                                                                  | 1-9,<br>14-18,<br>23-25    |
| Y                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | * Absatz [0007] *<br>* Absatz [0014] - Absatz [0028] *<br>* Abbildungen 1-7 *<br>* Ansprüche 1-10 * |          |                                                                  | 2, 10-13,<br>19-22         |
| X                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | EP 2 763 166 A1 (NHK SPRING CO LTD [JP])<br>6. August 2014 (2014-08-06)                             |          |                                                                  | 1, 3-9,<br>14-21,<br>23-25 |
| Y                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | * Abbildungen 3-6 *<br>* Absatz [0030] - Absatz [0067] *<br>* Ansprüche 1-16 *                      |          |                                                                  | 2, 10-13,<br>22            |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | -----<br>-/-                                                                                        |          |                                                                  |                            |
| <input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                     |          |                                                                  |                            |
| * Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :<br>"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist<br>"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist<br>"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)<br>"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht<br>"P" Veröffentlichung, die vor dem Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist<br>"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem 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<br>"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung: die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden<br>"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung: die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderscher 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<br>"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist |                                                                                                     |          |                                                                  |                            |
| Datum des tatsächlichen Abschlusses der Recherche internationaler Art                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                     |          | Absendedatum des Berichts über die Recherche internationaler Art |                            |
| 26. März 2024                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                     |          |                                                                  |                            |
| Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde<br>Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2<br>NL - 2280 HV Rijswijk<br>Tel. (+31-70) 340-2040,<br>Fax: (+31-70) 340-3016                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                     |          | Bevollmächtigter Bediensteter<br><br>Neibecker, Pascal           |                            |

2

Formblatt PCT/ISA/201 (Blatt 2) (Januar 2004)

Seite 1 von 2

## BERICHT ÜBER DIE RECHERCHE INTERNATIONALER ART

Nr. des Antrags auf Recherche

CH 12432023

| C.(Fortsetzung). ALS WESENTLICH ANGESEHENE VERÖFFENTLICHUNGEN |                                                                                                                                        |                            |
|---------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|
| Kategorie*                                                    | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile                                     | Betr. Anspruch Nr.         |
| Y                                                             | EP 3 121 548 A1 (KST AG [CH])<br>25. Januar 2017 (2017-01-25)<br>* Absatz [0034] *<br>* Ansprüche 1-23 *<br>-----                      | 10-13,<br>19, 22           |
| Y                                                             | EP 3 121 520 A1 (KST AG [CH])<br>25. Januar 2017 (2017-01-25)<br>* Absatz [0052] *<br>* Abbildung 10a *<br>* Ansprüche 1-15 *<br>----- | 19-21                      |
| X                                                             | DE 10 2009 027883 A1 (BSH BOSCH SIEMENS<br>HAUSGERÄTE [DE])<br>27. Januar 2011 (2011-01-27)                                            | 1, 3, 5-9,<br>14-18, 25    |
| Y                                                             | * Abbildungen 1-8 *<br>* Absatz [0009] - Absatz [0016] *<br>* Absatz [0031] - Absatz [0044] *<br>* Ansprüche 1-17 *<br>-----           | 2, 10-13,<br>19-22         |
| X                                                             | US 9 556 524 B2 (KAYAMOTO TAKASHI [JP];<br>TAKAHARA GOU [JP]; NHK SPRING CO LTD [JP])<br>31. Januar 2017 (2017-01-31)                  | 1, 3-9,<br>14-18,<br>23-25 |
| Y                                                             | * First Embodiment;<br>Spalte 3 - Spalte 7 *<br>* Ansprüche 1-5 *<br>* Abbildungen 2-5 *<br>-----                                      | 2, 10-13,<br>19-22         |

## BERICHT ÜBER DIE RECHERCHE INTERNATIONALER ART

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Nr. des Antrags auf Recherche

CH 12432023

| Im Recherchenbericht<br>angeführtes Patentdokument | Datum der<br>Veröffentlichung | Mitglied(er) der<br>Patentfamilie | Datum der<br>Veröffentlichung |
|----------------------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| DE 10043295                                        | C1                            | 25-04-2002                        | AU 1219202 A 13-03-2002       |
|                                                    |                               | DE 10043295 C1                    | 25-04-2002                    |
|                                                    |                               | WO 0218846 A2                     | 07-03-2002                    |
| EP 2763166                                         | A1                            | 06-08-2014                        | CN 103828040 A 28-05-2014     |
|                                                    |                               | EP 2763166 A1                     | 06-08-2014                    |
|                                                    |                               | JP 5409740 B2                     | 05-02-2014                    |
|                                                    |                               | JP 2013074199 A                   | 22-04-2013                    |
|                                                    |                               | KR 20140064888 A                  | 28-05-2014                    |
|                                                    |                               | TW 201330761 A                    | 16-07-2013                    |
|                                                    |                               | US 2014226284 A1                  | 14-08-2014                    |
|                                                    |                               | WO 2013047329 A1                  | 04-04-2013                    |
| EP 3121548                                         | A1                            | 25-01-2017                        | DK 3121548 T3 26-09-2022      |
|                                                    |                               | EP 3121548 A1                     | 25-01-2017                    |
| EP 3121520                                         | A1                            | 25-01-2017                        | EP 3121520 A1 25-01-2017      |
|                                                    |                               | ES 2702635 T3                     | 04-03-2019                    |
| DE 102009027883 A1                                 |                               | 27-01-2011                        | DE 102009027883 A1 27-01-2011 |
|                                                    |                               | EP 2457052 A2                     | 30-05-2012                    |
|                                                    |                               | WO 2011009785 A2                  | 27-01-2011                    |
| US 9556524                                         | B2                            | 31-01-2017                        | CN 102884620 A 16-01-2013     |
|                                                    |                               | EP 2568497 A1                     | 13-03-2013                    |
|                                                    |                               | JP 5162621 B2                     | 13-03-2013                    |
|                                                    |                               | JP 2011238705 A                   | 24-11-2011                    |
|                                                    |                               | KR 20130045265 A                  | 03-05-2013                    |
|                                                    |                               | US 2013056187 A1                  | 07-03-2013                    |
|                                                    |                               | WO 2011138899 A1                  | 10-11-2011                    |