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

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
9. Februar 2017 (09.02.2017)

WIPO | PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2017/021499 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
F28F 9/02 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2016/068667

(22) Internationales Anmeldedatum:
4. August 2016 (04.08.2016)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2015 215 045.3
6. August 2015 (06.08.2015) DE

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

(72) Erfinder: **BÖRSMA, Andries**; Im Gaizen 45, 70469 Stuttgart (DE). **SCHIEHLEN, Thomas**; In der Wanne 5, 89174 Altheim (DE). **SCHROTH, Holger**; Lehkammerstr. 44/1, 75433 Maulbronn (DE).

(74) Anwalt: **BRP RENAUD UND PARTNER MBB**; Königstraße 28, 70173 Stuttgart (DE).

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

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

Veröffentlicht:

— *mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)*

(54) Title: METHOD FOR PRODUCING A HEAT EXCHANGER, AND HEAT EXCHANGER

(54) Bezeichnung : VERFAHREN ZUM HERSTELLEN EINES WÄRMEÜBERTRAGERS UND WÄRMEÜBERTRAGER

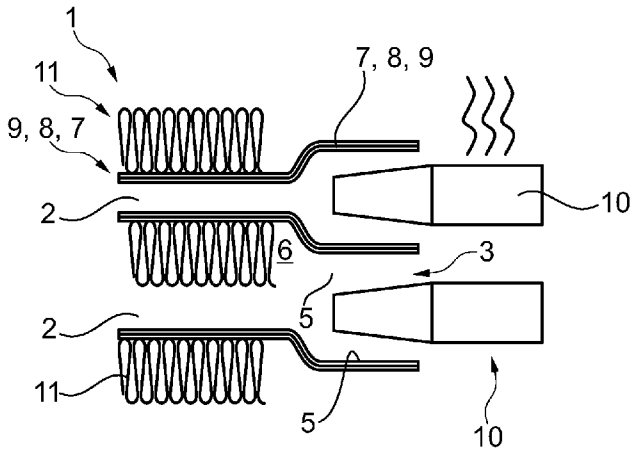

Fig. 1

(57) Abstract: The present invention relates to a method for producing a stacked-plate cooler (1). Here, it is essential to the invention that a) an adhesive layer (7) is applied to an outer side of the tubes (2) by way of a coating of an adhesive foil (8) or of an adhesive film (9), b) the tubes (2) are flared at the longitudinal end side in a connecting region (5) by way of flaring mandrels (10), c) the tubes (2) are arranged parallel to one another such that they bear areally against one another by way of their respective connecting regions (5), d) the adhesive layer (7) for the adhesive bonding of the tubes (2) is heated at least in the connecting regions (5), and the tubes (2) are adhesively bonded to one another by way of their connecting regions (5). The invention furthermore relates to a stacked-plate cooler (1) produced by way of a method of said type.

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2017/021499 A1

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Herstellen eines Stapelscheibenkühlers (1). Erfindungswesentlich ist dabei, dass a) auf einer Außenseite der Rohre (2) eine Klebstoffschicht (7) durch ein Kaschieren einer Klebstofffolie (8) oder eines Klebstofffilms (9) aufgebracht wird, b) die Rohre (2) langsendseitig in einem Verbindungsbereich (5) mittels Aufweitdorne (10) aufgeweitet werden, c) die Rohre (2) parallel zueinander angeordnet werden, sodass sie über ihre jeweiligen Verbindungsbereiche (5) flächig aneinander anliegen, d) die Klebstoffschicht (7) zum Verkleben der Rohre (2) zumindest in den Verbindungsbereichen (5) erhitzt wird und die Rohre (2) über ihre Verbindungsbereiche (5) miteinander verklebt werden. Die Erfindung betrifft des Weiteren einen durch ein solches Verfahren hergestellten Stapelscheibenkühler (1).

Verfahren zum Herstellen eines Wärmeübertragers und Wärmeübertrager

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Herstellen eines Wärmeübertragers mit Rohren gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1. Die Erfindung betrifft des Weiteren einen solchen Wärmeübertrager.

Bereits seit Jahrzenten werden Kühlmodule für die Kältemittelanwendung und die Kühlmittelanwendung gefertigt, deren Fertigung gemeinhin mit Werkstoffen erfolgt, die sich für eine Verlötung eignen, beispielsweise Edelstahl, Kupfer oder Aluminium. Diese Werkstoffe sind als Halbzeuge mit Lot beschichtet. Die Lotplattierung der Halbzeuge besteht aus einer Materialschicht, die einen niedrigeren Schmelzpunkt, als das Grundmaterial aufweist. Zur Verlötung werden die Teile verspannt und anschließend im Ofen unter einer Temperatur, die nahe an den Schmelzpunkt des Grundmaterials heranreicht, verlötet. Hierzu sind unteranderem beispielsweise Flussmittel von Nöten, die die außen befindliche Oxidschicht aufbrechen bzw. lösen. Flussmittel besitzen jedoch den Nachteil, dass sie gesundheitsschädlich sind; zudem können Rückstände auf den Bauteilen verbleiben, die sich negativ auf die geforderte Bauteilreinheit auswirken. Die Verlötung kann außerdem sinnvollerweise nur artgleiche Materialien miteinander verbinden, um beispielsweise thermische Längendehnungen aufzunehmen oder diese erst gar nicht entstehen zu lassen. Ebenso sollten aus korrosionstechnischer Sicht keine Potentialunterschiede zwischen Bauteilen unterschiedlicher Materialien vorhanden sein. Die Verlötung kann nur dann erfolgreich verlaufen, wenn verschiedene Randbedingungen, wie folgt eingehalten werden: Entfetten der Teile, Stapeln und Verspannen der lotplattierten Halbzeuge mittels Lötgestellen, Löten im Ofen bei um die 650 °C für mehrere Stunden, Dichtprüfen der Teile und ggf.

Nachlöten, wenn die Teile undicht sein sollten. Dieser Prozess ist sehr zeit-, kosten- und ressourcenintensiv, was sich negativ auf die CO2-Bilanz auswirkt.
Beim Verbinden von zwei Fügepartnern aus unterschiedlichen Materialien, müssen unterschiedliche Wärmedehnungen berücksichtigt und ausgeglichen werden, was eine Verlötung nur bedingt sicherstellen kann bzw. nur eine gewisse Zeitstandfestigkeit aufweist.

Nachteilig bei solchen Wärmeübertragern ist also, dass ihre Herstellung sehr kosten- und ressourcenintensiv sowie umweltbelastend ist. Darüber hinaus eignen sich lediglich eine begrenzte Anzahl von Werkstoffen bzw. Materialien zum Verlöten, wobei die Bauteile aus gleichartigen bzw. ähnlichen Materialien hergestellt sein müssen, um eine zuverlässige Verlötung zu erreichen. Insbesondere können Bauteile aus unterschiedlichen Materialien nicht oder nicht in erforderlicher Qualität miteinander verbunden werden.

Die vorliegende Erfindung beschäftigt sich daher mit dem Problem, für ein Verfahren zum Herstellen eines Wärmeübertragers sowie für einen solchen Wärmeübertrager eine verbesserte oder zumindest eine andere Ausführungsform anzugeben, die sich insbesondere durch eine wirtschaftlichere Herstellung auszeichnen.

Dieses Problem wird erfindungsgemäß durch die Gegenstände der unabhängigen Ansprüche gelöst. Vorteilhafte Ausführungsformen sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

Die vorliegende Erfindung beruht auf dem allgemeinen Gedanken, bei einem erfindungsgemäßen Wärmeübertrager mit Rohren erstmals einen Längsendbereich derartiger Rohre mittels eines Aufweitdorns so umzuformen und aufzuweiten, dass eine Verbindung der einzelnen Rohre ausschließlich über die aufgeweiteten, insbesondere planen, Verbindungsbereiche möglich ist, so dass in diesem Fall

auf einen bislang in diesem Bereich eingesetzten Rohrboden gänzlich verzichtet werden kann. Hierdurch lassen sich nicht nur die Teilevielfalt reduzieren, sondern zudem auch die Fertigungskosten verringern. Hergestellt wird der erfindungsgemäße Wärmeübertrager, indem zunächst auf einer Außenseite der einzelnen Rohre eine Klebstoffschicht durch ein Kaschieren einer Klebstofffolie oder eines Klebstofffilms aufgebracht wird. Das Kaschieren der Klebstoffschicht auf die Außenseite der Rohre stellt dabei einen besonders wirtschaftlichen Fertigungsprozess dar, der es zudem erlaubt eine besonders dünne, aber dennoch gleichmäßige Klebstoffschicht aufzubringen. Anschließend werden die Rohre längsendseitig in den jeweiligen Verbindungsbereich mittels des Aufweitdorns aufgeweitet, wodurch sich flächige Verbindungsbereiche ergeben, über welche die einzelnen Rohre später aneinander anliegen und miteinander verklebt werden können. Nun werden die Rohre parallel zueinander angeordnet, so dass sie über ihre jeweiligen Verbindungsbereiche aneinander anliegen und dabei gleichzeitig zwischen den einzelnen Rohren und außerhalb der Verbindungsbereiche Kanäle bilden, durch welche senkrecht zu den Rohren ein Fluid strömen kann. Um die einzelnen Rohre nun miteinander verbinden zu können, wird die Klebstoffschicht zumindest in den Verbindungsbereichen erhitzt, woraufhin die einzelnen Rohre über ihre jeweiligen Verbindungsbereiche miteinander fixiert werden. Durch die aufgeweiteten Verbindungsbereiche werden die einzelnen Rohre bereits auf Abstand zueinander gehalten, so dass ein bislang im Längsendbereich der Rohre eingesetzter Rohrboden nun komplett entfallen kann. Durch die Verwendung einer Klebstoffschicht zum Verbinden der einzelnen Rohre kann zudem auf eine bislang in diesem Bereich eingesetzte Lötverbindung verzichtet werden, wodurch sich wiederum erhebliche Vorteile realisieren lassen. Beispielsweise können nun auch unterschiedliche Materialien, insbesondere Materialien mit unterschiedlichen Wärmeausdehnungskoeffizienten problemlos miteinander verbunden werden, ohne das Spannungen bzw. Risse im Bereich der Verbindung befürchtet werden müssen. Die Klebstoffschicht stellt darüber hinaus einen elektrischen Isolator dar, der

eine galvanische Korrosion (Kontaktkorrosion) bei Metallen mit unterschiedlichen Potentialen verhindert. Zudem kann ein Entfernen von Flussmittelresten ebenso entfallen, wie ein aufwendiges Vorbereiten der Lötstellen, beispielsweise durch ein Entfetten.

Das Erhitzen der Klebstoffschicht führt vorzugsweise zu einer Formänderung und/oder Strukturänderung der Klebstoffschicht, die ein Verbinden der Rohre ermöglicht und/oder erleichtert. Eine solche Veränderung der Klebstoffschicht ist beispielsweise ein Aufweichen und/oder ein Schmelzen und/oder ein Ausdehnen und/oder eine Härtung der Klebstoffschicht. Die Verbindung zwischen den Bauteilen mittels der Klebstoffschicht erreicht vorzugsweise einen stabilen Zustand, nachdem die Klebstoffschicht im Anschluss an das Erhitzen abkühlt. Dies ist insbesondere dann der Fall sein, wenn die Klebstoffschicht aushärtet.

Das Verbinden der Rohre mittels des thermischen Klebens hat weiterhin den Vorteil, dass diese bei Bedarf einfach und/oder ohne Rückstände der Klebstoffschicht voneinander getrennt werden können. Dies erfolgt vorteilhaft dadurch, dass die Klebstoffschicht erneut erhitzt wird, wobei das Erhitzen der Klebstoffschicht derart erfolgt, dass die Klebstoffschicht von zumindest einem der Bauteile getrennt werden kann. Auf diese Weise ist es insbesondere möglich, den Wärmeübertrager nach Ablauf seiner Lebensdauer einfach und sauber in seine Einzelteile zu zerlegen und dadurch besser zu recyceln.

Die Klebstoffschicht weist zumindest ein Klebemittel auf, das zum Aushärten eine Temperatur zwischen 80 °C und 400 °C erfordert, um die zugehörigen Verbindungsbereiche zu verbinden. Beispiele für solche Klebemittel sind Makrofol®, Bayfol®, Kleberit 701.1 – 701.9 und dergleichen. Die Klebstoffschicht weist vorteilhaft ein Klebemittel auf, das thermoplastische Eigenschaften besitzt. Das heißt, dass das Klebemittel sich oberhalb einer klebemittelspezifischen Tempera-

tur, die vorzugsweise der Temperatur beim Erhitzen der Klebstoffschicht zum Verbinden der Bauteile entspricht, verformen lässt.

Das erfindungsgemäße Verfahren zum Verbinden der Rohre ermöglicht es ferner, die Klebstoffschicht für eine verhältnismäßig kurze Zeit zu erhitzen. Dabei ist die Dauer des Erhitzens vorteilhaft derart gewählt, dass eine ausreichende Verbindung erreicht wird. Insbesondere ist es durch das erfindungsgemäße Verfahren möglich, die Klebstoffschicht für weniger als 10 Minuten zu erhitzen. Eine derartig kurze Dauer des Erhitzens der Klebstoffschicht führt zu reduziertem Energieverbrauch, so dass der Wärmeübertrager kostengünstig und umweltfreundlich hergestellt werden kann. Eine solch kurze Dauer des Erhitzens wird insbesondere durch eine entsprechende Wahl der Klebstoffschicht und/oder der Schichtdicke der Klebstoffschicht erreicht.

Bevorzugt kommen Klebstoffschichten zum Einsatz, die eine verhältnismäßig geringe Schichtdicke aufweisen. Dabei erlaubt es das erfindungsgemäße Verfahren Klebstoffschichten mit einer Schichtdicke von 5 µm oder geringer einzusetzen. Insbesondere kommen Klebstoffschichten mit einer Schichtdicke zwischen 5 µm und 500 µm zum Einsatz.

Um die Verbindung zwischen den Rohren zu verbessern und/oder eine erwünschte relative Positionierung der Rohre relativ zueinander zu erreichen, werden die Rohre über ihre Verbindungsbereiche mit einem Anpressdruck gegeneinandergedrückt. Vorstellbar ist es auch, die Rohre während und/oder nach dem Erhitzen gegeneinander zu drücken.

Der Anpressdruck kann hierbei beliebig groß oder klein sein. Die Grenzen des Anpressdrucks sind dabei einerseits dadurch gegeben, dass der Anpressdruck zu einer verbesserten Verbindung der Rohre führen soll und andererseits keine un-

erwünschten Beschädigungen derselben verursacht werden sollen. Dabei ist das Verfahren vorzugsweise derart ausgestaltet, dass hierzu Anpressdrücke zwischen 0,1 N/mm² und 0,7 N/mm² angewendet werden.

Bei bevorzugten Varianten wird der Anpressdruck durch den bereits zum Aufweiten der Längsendbereiche eingesetzten Aufweitdorne erzeugt, die in die jeweiligen Rohre eingeschoben werden, wobei der Anpressdruck durch das Aufweiten des Rohres realisiert wird. Besonders bevorzugt sind Ausgestaltungen, bei denen der Aufweitdorn zusätzlich zum Erhitzen der Klebstoffschicht verwendet wird. Das heißt, dass der Aufweitdorn beheizbar sein kann, so dass beim bzw. während dem Einschieben des Aufweitdorns in das zugehörige Rohr gleichzeitig ein Erhitzen der Klebstoffschicht und die Realisierung des Anpressdrucks erfolgt. In der Folge wird das Verbinden der Rohre in wenigen Verfahrensschritten und möglichst einfach und effektiv, insbesondere in verkürzter Zeit, realisiert.

Das Erhitzen der Klebstoffschicht kann auch auf eine beliebige andere Weise erfolgen. Möglich ist es beispielsweise, die Klebstoffschicht in einem Ofen zu erhitzen. Das Erhitzen der Klebstoffschicht in einem Ofen erlaubt es insbesondere, andere Verfahrensschritte zur Herstellung des Wärmeübertragers im Ofen durchzuführen.

Zur Verbesserung der Klebeverbindung und/oder zum Verkürzen der zum Herstellen der Klebeverbindung benötigten Zeit, kann die Klebstoffschicht nach dem Erhitzen gekühlt werden. Diese Kühlung kann auf beliebige Weise realisiert sein. So kann beispielsweise eine Kühlung dadurch erreicht werden, dass das Erhitzen der Klebstoffschicht zeitlich begrenzt wird. Die Kühlung kann auch aktiv erfolgen, indem die Bauteile in einer Umgebung mit reduzierter Temperatur geführt bzw. angeordnet werden. Auch kann eine gezielte Kühlung der Klebstoffschicht dadurch

erfolgen, dass eine Kühlvorrichtung mit den Bauteilen bzw. der Klebstoffschicht in Kontakt gebracht wird.

Bei einer vorteilhaften Weiterbildung der erfindungsgemäßen Lösung wird zwischen zwei benachbarte Rohre eine Rippenstruktur, beispielsweise Wellrippen eingebracht, und über die jeweils außen an den Rohren angeordnete Klebstoffschicht mit diesen verklebt. Hierdurch kann ein besonders guter Wärmeübertrag in den durch jeweils zwei benachbarte Rohre gebildeten Strömungskanal erreicht werden.

Zweckmäßig wird zumindest ein Teil eines Sammlers im Bereich der Verbindungsbereiche angeordnet, der die jeweils auf der gleichen Seite angeordneten Verbindungsbereiche umfasst und der mit einem Rand an der Klebstoffschicht eines Verbindungsbereiches eines Rohres anliegt und mit diesem verklebt wird. In diesem Fall ist es somit möglich, nicht nur die einzelnen Rohre über ihre jeweilige Verbindungsbereiche miteinander zu verbinden, das heißt zu verkleben, sondern zusätzlich auch noch einen Sammler, beispielsweise einen Wasserkasten oder zumindest einen Teil desselben mit anzukleben. Hierdurch vereinfacht sich die Herstellung des erfindungsgemäßen Wärmeübertragers nochmals erheblich, wodurch dessen Wirtschaftlichkeit wiederum gesteigert werden kann.

Die Vorteile des erfindungsgemäßen Wärmeübertragers und dessen Herstellungsverfahrens liegen in einer einfacheren und kostengünstigeren Ausführung. Durch dieses Verfahren lassen sich wie beim Kleben allgemein bekannt, unterschiedlichste Materialien, mit unterschiedlichen Wärmeausdehnungskoeffizienten und Korrosionspotential miteinander verbinden, bei gleichzeitig extrem dünnen Schichtdicken. Für die Elektronikkühlung beispielsweise ist immer wieder die Verarbeitung von Kupfermaterial, als Funktionsfläche für die Verlötung oder

Sinterung von Elektronikbauteilen gefordert. Diese Verarbeitung ist aber mit derzeitigen Lötöfen nicht möglich, da Verunreinigungen durch das verarbeitete Kupfer zu Korrosion an den Aluminiumbauteilen führt. Aufgrund der dünnen Dicken der Klebstoffschicht ist eine hohe Wärmeleitfähigkeit gewährleistet, was insbesondere bei Stapelscheibenkühlern von großem Vorteil ist. Zudem ist auch die geforderte hohe Dichtigkeit, die sich meist nur bei verschweißten oder verlöteten Bauteilen ergibt, sichergestellt. Durch die geringe Dicke der Klebstoffschicht, insbesondere als Klebstofffolie, ist die Verklebung weitaus kostengünstiger, als beispielsweise Epoxy- oder Silikonkleber. Ein Raupenauftrag des Klebstoffes hätte einen weitaus höheren Materialbedarf, als es notwendig ist. Dies spart somit Material, Ressourcen und damit letzten Endes Kosten. Weiterführend vereinfacht sich die Verarbeitung des Klebstoffes erheblich, da die Verarbeitung des Klebstoffes keine Maschinen (Pumpe, Düse, Ventil) erfordert, lediglich die Verpressung der Teile. Des Weiteren ergeben sich Einsparungen durch eine schnellere und einfachere Verarbeitung der Teile, insbesondere sind Aushärtezeiten im Ofen, von mehreren Stunden, für die Vernetzung, nicht erforderlich. Die kaschierte Klebstoffschicht benötigt nurca. 3 Minuten unter einer entsprechenden beheizten Vorrichtung für die Verklebung der Einzelteile, die den Druck für die genannte Zeit aufbringt.

Weitere wichtige Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen, aus den Zeichnungen und aus der zugehörigen Figurenbeschreibung anhand der Zeichnungen.

Es versteht sich, dass die vorstehend genannten und die nachstehend noch zu erläuternden Merkmale nicht nur in der jeweils angegebenen Kombination, sondern auch in anderen Kombinationen oder in Alleinstellung verwendbar sind, ohne den Rahmen der vorliegenden Erfindung zu verlassen.

Bevorzugte Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Zeichnungen dargestellt und werden in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert, wobei sich gleiche Bezugszeichen auf gleiche oder ähnliche oder funktional gleiche Komponenten beziehen.

Es zeigen, jeweils schematisch:

Fig. 1 eine Schnittdarstellung durch einen erfindungsgemäßen Wärmeübertrager mit Aufweitdornen zum Aufweiten von längsendseitigen Verbindungsbereichen einzelner Rohre,

Fig. 2 eine Darstellung wie in Fig. 1, jedoch ohne Aufweitdorne und mit einem Teil eines Sammlers.

Entsprechend der Fig. 1, weist ein erfindungsgemäßer Wärmeübertrager 1 Rohre 2 auf, deren Längsendbereiche 3 gemäß der Fig. 2 in einen Sammler 4, beispielsweise einen Wasserkasten, von dem lediglich ein Teil dargestellt ist, münden. Die Rohre 2 sind dabei am Längsendbereich 3 aufgeweitet und dadurch mit einem Verbindungsbereich 5 versehen, über welche sie aneinander anliegen und dadurch in Orthogonalrichtung zu den Rohren 2 verlaufende und zwischen den Rohren 2 angeordnete Kanäle 6, die gemäß den Fig. 1 und 2 senkrecht zur Bildebene verlaufen, bilden bzw. begrenzen. Erfindungsgemäß sind dabei die einzelnen Rohre 2 über ihre längsendseitigen Verbindungsbereiche 5 miteinander verklebt, so dass ein in diesem Bereich üblicherweise bislang vorgesehener Rohrboden komplett entfallen kann, wodurch nicht nur die Teilevielfalt, sondern zudem auch ein Gewicht und die Herstellkosten des erfindungsgemäßen Wärmeübertragers 1 reduziert werden können.

Hergestellt wird der erfindungsgemäße Wärmeübertrager 1 dabei wie folgt: Zunächst wird in einem Verfahrensschritt a) auf eine Außenseite der einzelnen Rohre 2 eine Klebstoffschicht 7 durch ein Kaschieren einer Klebstofffolie 8 oder eines Klebstofffilms 9 aufgebracht. Ein derartiges Kaschieren der Klebstoffschicht 7 kann dabei nicht nur wirtschaftlich, sondern auch äußerst präzise und mit einer äußerst geringen Schichtdicke erfolgen. Anschließend werden die Rohre 2 im Verfahrensschritt b) längsendseitig in ihrem jeweiligen Verbindungsbereich 5 mittels eines Aufweitdorns 10 aufgeweitet und zwar derart, dass die Verbindungsbereiche 5 zweier benachbarter Rohre 2 flächig über die dazwischen angeordnete Klebstoffschicht 7 aneinander anliegen. Nun werden die Rohre 2 im Verfahrensschritt c) parallel zueinander angeordnet, so dass sie über ihre jeweiligen Verbindungsbereiche 5 aneinander anliegen. Abschließend wird die Klebstoffschicht 7 im Verfahrensschritt d) zum Verkleben der Rohre 2 zumindest in den Verbindungsbereichen 5 erhitzt und dadurch die Fixierung der einzelnen Rohre 2 zueinander bewirkt.

Die Klebstoffschicht 7 kann dabei beispielsweise auf eine Temperatur zwischen 80 °C und 400 °C erhitzt werden, wobei das Erwärmen bzw. Erhitzen lediglich für eine geringe Zeit, beispielsweise weniger als 10 Min., insbesondere 2 bis 3 Min. aufgebracht werden muss. Während des Verklebens können die Verbindungsbereiche 5 zudem mit einem Anpressdruck zwischen 0,1 N/mm^2 und 0,7 N/mm^2 gegeneinander gedrückt werden, beispielsweise mittels der einzelnen Aufweitdorne, wodurch eine stabilere Verklebung erreicht werden kann. Üblicherweise wird der Druck jedoch in fertigungstechnischer Hinsicht nicht durch die Aufweitdorne 10 aufgebracht, sondern von oben auf den Stack und anschließend auf Temperatur gebracht (vgl. Fig. 2). Die Aufweitdorne 10 können darüber hinaus über eine Heizeinrichtung verfügen und dadurch erhitzt werden, wodurch die Aufweitdorne 10 neben dem Aufbringen des Anpressdruckes zugleich auch zum lokalen Erhitzen der Klebstoffschicht 7 eingesetzt werden können. Alternativ kann selbstverständ-

lich das Erhitzen der Klebstoffschicht 7 auch in einem Ofen erfolgen. Um eine Taktzeit zur Herstellung des erfindungsgemäßen Wärmeübertragers reduzieren zu können, kann auch vorgesehen sein, die Klebstoffschicht 7 nach dem Erhitzen, das heißt nach dem Verfahrensschritt d), zu kühlen.

Ein Auftrag der Klebesicht 7 erfolgt dabei vorzugsweise mit einer Schichtdicke zwischen 5 µm und 500 µm, das heißt zum Teil mit einer sehr geringen Schichtdicke, welche jedoch sowohl eine elektrische Isolierung, als auch eine zuverlässige Verbindung und eine gewisse Elastizität zwischen den miteinander verklebten Bauteilen erlaubt. Besonders die elektrische Isolierung ist dabei von großem Vorteil, sofern beispielsweise Rohre 2 und/oder andere Komponenten aus unterschiedlichen Materialien, das heißt mit unterschiedlichen elektrischen Potentialen, miteinander verbunden werden soll.

In den Kanälen 6, das heißt zwischen den einzelnen Rohren 2, kann beispielsweise eine Rippenstruktur 11, insbesondere in der Art von Wellrippen eingebracht werden, die ebenfalls über die Klebstoffschicht 7 an den gegenüberliegenden Außenseiten zweier benachbarter Rohre 2 fixiert wird. Das Einbringen der Rippenstruktur 11 kann dabei vor dem miteinander verkleben der Rohre 2 oder nach demselben erfolgen.

Betrachtet man nochmals die Fig. 2, so kann man erkennen, dass zumindest ein Teil des Sammlers 4 im Bereich der Verbindungsbereiche 5 angeordnet wird, der die Verbindungsbereiche 5 umfasst und der mit einem Rand 12 an der Klebstoffschicht 7 eines Verbindungsbereichs 5 eines außenliegenden Rohres 2 anliegt und mit diesem verklebt wird. Der Sammler 4 ist dabei gemäß der Fig. 2 lediglich teilweise dargestellt.

Mit dem erfindungsgemäßen Herstellungsverfahren und dem erfindungsgemäßen Wärmeübertrager 1 kann dieser somit einfach und kostengünstiger hergestellt werden, wobei es zugleich möglich ist, unterschiedlichste Materialien mit unterschiedlichen Wärmeausdehnungskoeffizienten und Korrosionspotential miteinander zu verbinden, mit gleichzeitig minimalem Klebstoffeinsatz. Das Kaschieren der Klebstoffschicht 7 kann zudem auf einen Raupenauftrag eines solchen Klebstoffes verbunden mit einem deutlich erhöhten Materialbedarf, verzichtet werden. Hierdurch vereinfacht sich auch die Verarbeitung des Klebstoffes erheblich, da beispielsweise keine Pumpen, Düsen, Ventile erforderlich sind, die nachträglich aufwendig gereinigt werden müssen. Durch die vergleichsweise schnelle Aushärtezeit der erfindungsgemäßen Klebstoffschicht 7 kann auch die Taktzeit bei der Herstellung des erfindungsgemäßen Wärmeübertragers 1 reduziert werden, was sich ebenfalls vorteilhaft auf die Herstellkosten auswirkt. Im Vergleich zu bislang in diesem Bereich eingesetzten Lötverbindungen, ist die verwendete Klebstoffschicht 7 auch deutlich kostengünstiger als beispielsweise teures Lot und zudem entfällt ein aufwendiges Entfernen von Flussmittelresten. Als weiterer Vorteil der Klebeverbindungen kann auch der deutlich reduzierte Energiebedarf betrachtet werden. Vor allem ist es auch möglich, nicht lötbare Werkstoffe einzusetzen, die jedoch mittels der erfindungsgemäßen Klebeverbindung dicht miteinander verbunden werden können.

*****

Ansprüche

1. Verfahren zum Herstellen eines Wärmeübertragers (1) mit Rohren (2), dadurch gekennzeichnet, dass
   a) auf einer Außenseite der Rohre (2) eine Klebstoffschicht (7) durch ein Kaschieren einer Klebstofffolie (8) oder eines Klebstofffilms (9) aufgebracht wird,
   b) die Rohre (2) längsendseitig in einem Verbindungsbereich (5) mittels Aufweitdorne (10) aufgeweitet werden,
   c) die Rohre (2) parallel zueinander angeordnet werden, sodass sie über ihre jeweiligen Verbindungsbereiche (5) flächig aneinander anliegen,
   d) die Klebstoffschicht (7) zum Verkleben der Rohre (2) zumindest in den Verbindungsbereichen (5) erhitzt wird und die Rohre (2) über ihre Verbindungsbereiche (5) miteinander verklebt werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1,
   dadurch gekennzeichnet,
   dass die Klebstoffschicht (7) in Schritt d) auf eine Temperatur zwischen 80 °C und 400 °C erhitzt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,
   dadurch gekennzeichnet,
   dass die Klebstoffschicht (7) in Schritt d) für weniger als 10 Minuten erhitzt wird.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
   dadurch gekennzeichnet,
   dass die Verbindungsbereiche (5) während des Verklebens mit einem An-

pressdruck zwischen 0,1 N/mm^2 und 0,7 N/mm^2 gegeneinander gedrückt werden.

5. Verfahren nach Anspruch 4,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Aufweitdorn (10) zusätzlich zum Erhitzen der Klebstoffschicht (7) verwendet wird.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Erhitzen der Klebstoffschicht (7) in einem Ofen erfolgt.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Klebstoffschicht (7) nach Schritt d) gekühlt wird.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Klebstoffschicht (7) mit einer Schichtdicke zwischen 5 µm und 500 µm aufgetragen wird.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8,
dadurch gekennzeichnet,
dass eine Rippenstruktur (11) zwischen zwei benachbarte Rohre (2) eingebracht und über die Klebstoffschicht (7) mit diesen verklebt wird.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9,
dadurch gekennzeichnet,

zumindest ein Teil eines Sammler (4) im Bereich der Verbindungsbereiche (5) angeordnet wird, der die jeweils auf der gleichen Seite angeordneten Verbindungsbereiche (5) umfasst und der mit einem Rand (12) an der Klebstoffschicht (7) eines Verbindungsbereichs (5) eines Rohres (2) anliegt und mit diesem verklebt wird.

11. Wärmeübertrager (1) mit Rohren (2), hergestellt nach einem nach einem Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 10.

12. Wärmeübertrager nach Anspruch 11,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Klebstoffschicht (7) eine Schichtdicke zwischen 5 µm und 500 µm aufweist.

*****

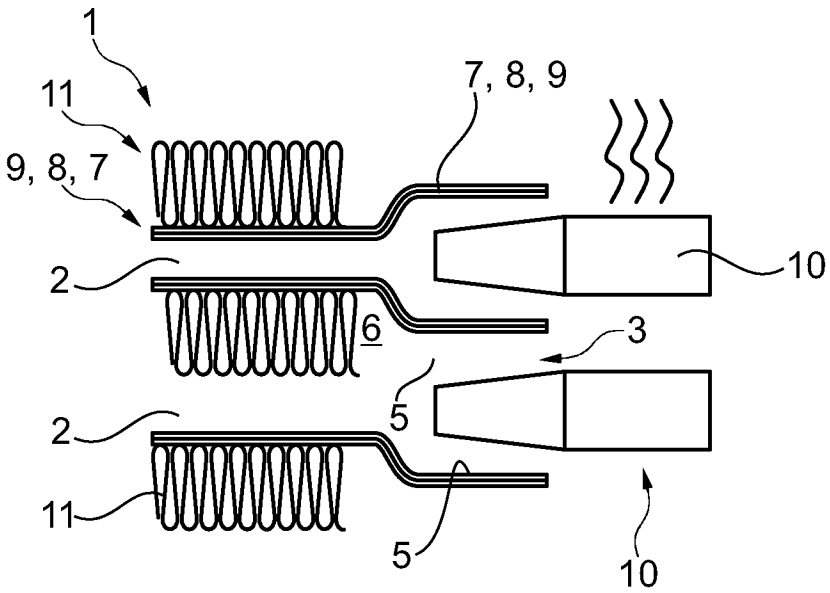
1
11
9, 8, 7
7, 8, 9
10
2
6
3
5
2
11
5
10

Fig. 1

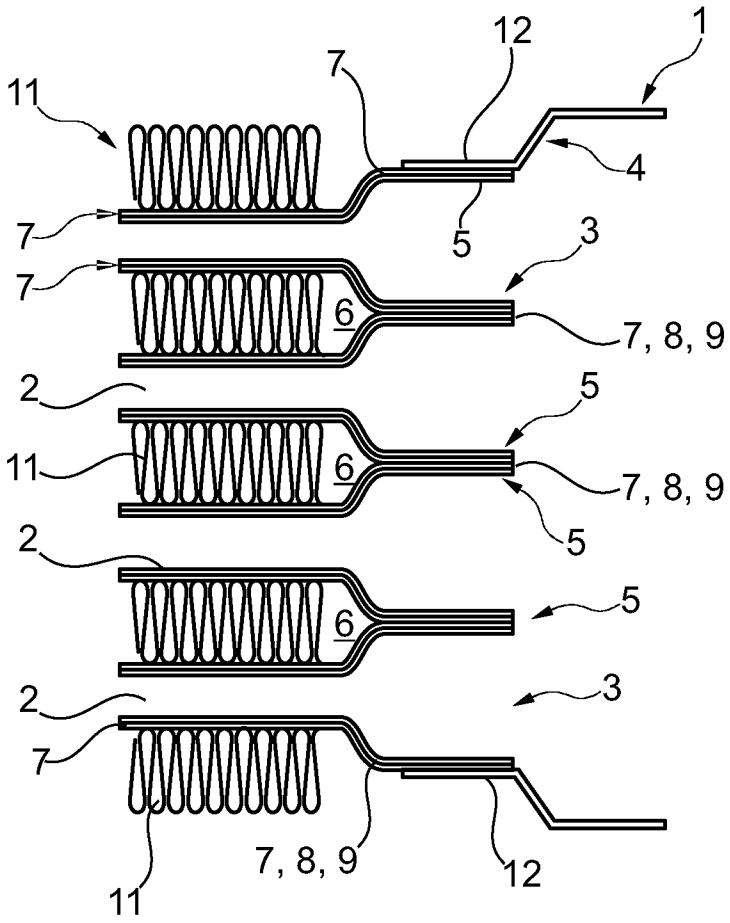
12
1
7
11
4
7
5
3
7
6
7, 8, 9
2
5
11
6
7, 8, 9
5
2
6
5
2
3
7
11
7, 8, 9
12

Fig. 2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2016/068667

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. F28F9/02
ADD.

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
F28F

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

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 4 183 402 A (COTTER RAY W [US]) 15 January 1980 (1980-01-15) figures 6,4,7	1-12
Y	DE 10 2010 051996 A1 (GAB NEUMANN GMBH [DE]) 22 December 2011 (2011-12-22) paragraph [0043] - paragraph [0046]	1-12
Y	US 3 937 641 A (KUSHNER GERALD J ET AL) 10 February 1976 (1976-02-10) claim 1	1-12

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
29 September 2016	13/10/2016

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Bain, David

1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/EP2016/068667

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 4183402 A	15-01-1980	NONE	
DE 102010051996 A1	22-12-2011	NONE	
US 3937641 A	10-02-1976	BR 7505586 A	03-08-1976
		DE 2538061 A1	18-03-1976
		ES 440451 A1	16-02-1977
		GB 1499572 A	01-02-1978
		IT 1042127 B	30-01-1980
		JP S5150018 A	01-05-1976
		JP S5836237 B2	08-08-1983
		US 3937641 A	10-02-1976

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2016/068667

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. F28F9/02
ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
F28F

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

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)
EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	US 4 183 402 A (COTTER RAY W [US]) 15. Januar 1980 (1980-01-15) Abbildungen 6,4,7 -----	1-12
Y	DE 10 2010 051996 A1 (GAB NEUMANN GMBH [DE]) 22. Dezember 2011 (2011-12-22) Absatz [0043] - Absatz [0046] -----	1-12
Y	US 3 937 641 A (KUSHNER GERALD J ET AL) 10. Februar 1976 (1976-02-10) Anspruch 1 -----	1-12

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

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

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

"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

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

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

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

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

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
29. September 2016	13/10/2016

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde	Bevollmächtigter Bediensteter
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Bain, David

1

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2016/068667

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 4183402 A	15-01-1980	KEINE	
DE 102010051996 A1	22-12-2011	KEINE	
US 3937641 A	10-02-1976	BR 7505586 A	03-08-1976
		DE 2538061 A1	18-03-1976
		ES 440451 A1	16-02-1977
		GB 1499572 A	01-02-1978
		IT 1042127 B	30-01-1980
		JP S5150018 A	01-05-1976
		JP S5836237 B2	08-08-1983
		US 3937641 A	10-02-1976