

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

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
14. Mai 2010 (14.05.2010)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2010/051928 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
B23K 1/00 (2006.01) **B23K 3/06** (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2009/007691

(22) Internationales Anmeldedatum:
28. Oktober 2009 (28.10.2009)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
08168239.5 4. November 2008 (04.11.2008) EP

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **UMICORE AG & CO. KG** [DE/DE]; Rodenbacher Chaussee 4, 63457 Hanau-Wolfgang (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **STROICZEK, Martin** [DE/DE]; Kaethe-Kollwitz-Ring 140, 63486 Bruckhœbel (DE). **KOCH, Juergen** [DE/DE]; Heinrich-Boell-Weg 11, 63457 Hanau (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, 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, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

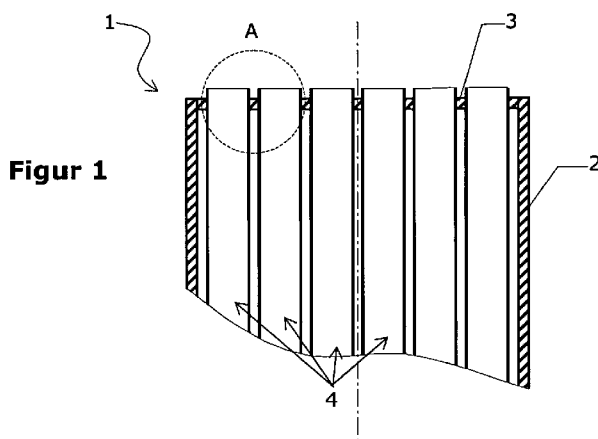
(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE,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

Erklärungen gemäß Regel 4.17:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD FOR COATING THE END PLATES OF A SHELL-AND-TUBE EXHAUST-GAS HEAT EXCHANGER WITH A BRAZING PASTE

(54) Bezeichnung : VERFAHREN ZUM BESCHICHTEN DER STIRNPLATTEN EINES ROHRBÜNDEL-ABGASWÄRME-TAUSCHERS MIT EINER LOTPASTE



Figur 1

(57) Abstract: Shell-and-tube exhaust-gas heat exchangers comprise a cluster of parallel heat exchanger tubes in a cylindrical shell, which is closed off by end plates. The heat exchanger tubes must be brazed at both ends into corresponding openings in the end plates. For this purpose, the end plates are usually coated with a brazing paste. This has previously been performed by means of screen printing. After introducing the heat exchanger tubes into the openings, they are usually permanently connected to the end plates by furnace brazing. When performing this operation, the thickness of the brazing paste coating must ensure that sufficient brazing metal is available for filling the gaps between the openings and the tubes. Modern shell-and-tube heat exchangers are distinguished by a very tight arrangement of the heat exchanger tubes, which leads to irregular coating with brazing paste by means of screen printing. It is proposed to perform the coating of the end plates by means of stencil printing. With stencil printing, the end plates can be coated with brazing paste reliably and to great thicknesses without the applied brazing paste being torn off again from the end plate when the stencil is removed.

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 2010/051928 A1



- hinsichtlich der Identität des Erfinders (Regel 4.17 Ziffer i)
- hinsichtlich der Berechtigung des Anmelders, ein Patent zu beantragen und zu erhalten (Regel 4.17 Ziffer ii)

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

Abgas-Rohrbündelwärmetauscher bestehen aus einem Bündel von parallelen Wärmetauscherrohren in einem zylindrischen Gehäuse, welches durch Stirnplatten abgeschlossen ist. Die Wärmetauscherrohre müssen an beiden Ende in entsprechende Öffnungen der Stirnplatten eingelötet werden. Zu diesem Zweck werden die Stirnplatten gewöhnlich mit einer Lotpaste beschichtet. Dies geschieht bisher mit Hilfe von Siebdruck. Nach Einführen der Wärmetauscherrohre in die Öffnungen werden sie gewöhnlich durch Ofenlöten mit den Stirnplatten dauerhaft verbunden. Dabei muß die Dicke der Lotpasten-Beschichtung sicherstellen, daß genügend Lot für das Füllen der Spalte zwischen den Öffnungen und den Rohren zur Verfügung steht. Moderne Rohrbündelwärmetauscher zeichnen sich durch eine sehr dichte Anordnung der Wärmetauscherrohre aus, was zu unregelmäßigen Beschichtungen mit Lotpaste mittels Siebdruck führt. Es wird vorgeschlagen, die Beschichtung der Stirnplatten mit Hilfe von Schablonendruck vorzunehmen. Mit dem Schablonendruck können die Stirnplatten sicher und in großen Dicken mit Lotpaste beschichtet werden, ohne daß beim Entfernen der Schablone die aufgebrauchte Lotpaste von der Stirnplatte wieder abgerissen wird.

Verfahren zum Beschichten der Stirnplatten eines Rohrbündel-Abgaswärmetauschers mit einer Lotpaste

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Beschichten der Stirnplatten eines
5 Rohrbündel-Abgaswärmetauschers mit einer Lotpaste.

Rohrbündel-Abgaswärmetauscher werden im großen Maßstab zur Kühlung
des Abgases bei der Abgasrückführung von Dieselmotoren eingesetzt. Man
spricht in diesem Zusammenhang von EGR-Kühlern (EGR = Exhaust Gas
Recirculation). Solche Wärmetauscher bestehen aus einem Bündel von pa-
10 rallelen Wärmetauscherrohren in einem zylindrischen oder prismatischen
Gehäuse, welches durch Stirnplatten abgeschlossen ist. Die Wärmetau-
scherrohre sind an beiden Ende in entsprechende Öffnungen der Stirnplat-
ten eingelötet. Die Öffnungen sind in einem definierten Muster auf den
Stirnplatten angeordnet. Zur Verbindung der Wärmetauscherrohre mit den
15 Stirnplatten und weiteren Elementen des EGR-Kühlers wird wegen der ho-
hen Temperaturbelastungen im Betrieb der Kühler das sogenannte Hoch-
temperaturlöten eingesetzt. Beim Verfahren des Hochtemperaturlötens
handelt es sich um flußmittelfreie Lötungen im Schutzgas- oder Vakuum-
ofen mit Löttemperaturen über 900 °C. Typische Hochtemperaturlote sind
20 auf Kupfer- oder Nickelbasislegierungen sowie Edelmetallen aufgebaut.

Zum Einlöten der Wärmetauscherrohre werden die Stirnplatten mit einer
Lotpaste beschichtet. Dies geschieht bei bekannten Verfahren mit Hilfe von
Siebdruck. Das Beschichten der Stirnplatten von EGR-Kühlern mittels Sieb-
druck wird zum Beispiel beschrieben in dem Buch „Hartlöten und Hochtem-
25 peraturlöten: Grundlagen und Anwendung“ von Lutz Dorn, herausgegeben
2007 im Expert-Verlag von W. J. Bartz und E. Wippler (ISBN-10:3-8169-
2545-6).

Beim Siebdruck ist ein Siebgewebe fest in einem Rahmen fixiert. Die Sieb-
druckpaste wird auf das Siebgewebe aufgetragen und mit Hilfe eines elasti-
30 schen Rakels durch die Öffnungen des Siebes auf das Bauteil übertragen.

Ein spezielles Druckbild wird durch die Verwendung einer Maske erreicht. Diese verschließt alle nicht zu druckenden Flächen des Siebgewebes, so daß die Siebdruckpaste an diesen Stellen nicht auf das Werkstück übertragen werden kann. Übliche Schichtdicken liegen im Bereich von 50 bis 100 µm; bis zu 600 µm dicke Schichten sind möglich. Eine typische Anwendung des Siebdruckes ist die Beschichtung der gelochten Stirnplatten von EGR-Kühlern. Die Stirnplatten werden mit Nickelbasislot-Siebdruckpasten selektiv und konturengenau beschichtet. Die benötigte Menge an Lotlegierung kann hierbei ohne Materialverlust aufgetragen werden. Nach dem Trocknen der Pastenschicht werden die Bauteile zusammengesetzt und in einem Ofen gelötet. Die beschichtete Fläche der Stirnplatte dient als Lotdepot und speist beim Löten die Lötspalte zwischen Stirnplatte und Kühlrohren und zwischen Stirnplatte und dem äußeren Gehäuse des Kühlers. Die Dicke der Lotpasten-Beschichtung muß dabei sicherstellen, daß auf der beschichteten Fläche der Stirnplatte genügend Lot für das Füllen der Lötspalte zur Verfügung steht.

Moderne Rohrbündelwärmetauscher zeichnen sich durch eine sehr dichte Anordnung der Wärmetauscherrohre aus. Die Abstände zwischen den Rohren betragen teilweise weniger als 0,5 mm. Diese geringen Abstände führen dazu, daß die für die Lotpasten-Beschichtung vorhandene Fläche der Stirnplatten nicht mehr ausreicht, um bei üblichen Dicken der Beschichtung noch genügend Lotmaterial für das Füllen der Lötspalte zur Verfügung zu stellen. Wie Versuche der Erfinder gezeigt haben, läßt sich das mit dem oben beschriebenen Siebdruckverfahren nicht durch Erhöhen der Schichtdicke kompensieren, da die Lotpaste wegen der geringen Breite der beschichteten Flächen teilweise beim Entfernen des Siebes von den Stirnplatten abgerissen wird.

Der Trend zu immer kleineren Abständen zwischen den Wärmetauscherrohren erhöht die Anforderungen an die Genauigkeit des Druckverfahrens. Zwar wird in dem zitierten Buch von einer konturengenauen Beschichtung mit Siebdruck gesprochen, das gilt jedoch nur im Rahmen der mit Siebdruck erzielbaren Positionsgenauigkeit für die gedruckten Strukturen. Die Genauigkeit liegt nach den Erfahrungen der Erfinder nur bei 10 bis 20 µm. Ursa-

che hierfür ist die Tatsache, daß das Siebgewebe nicht direkt auf das zu bedruckende Werkstück aufgelegt wird, sondern erst durch den Druck des Gummirakels auf das Werkstück aufgedrückt wird und nach dem Lotauftrag wieder in seine Ursprungslage zurückspringt.

- 5 Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, ein Verfahren zum Beschichten der Stirnplatten eines Rohrbündelwärmetauschers anzugeben, welches die genannten Probleme der bekannten Verfahren vermeidet.

Diese Aufgabe wird durch Anspruch 1 dieser Patentanmeldung gelöst. Bevorzugte Ausführungsformen des Verfahrens werden in den Unteransprüchen beschrieben.

Das Verfahren geht von einer Stirnplatte (3) eines Rohrbündelwärmetauschers (1) aus, die eine bestimmte Form besitzt und in einem definierten Muster angeordnete Öffnungen (5) enthält für das spätere Einlöten von Wärmetauscherrohren (4). Zum Aufbringen der Lotpaste in einer gewünschten Dicke wird erfindungsgemäß auf die Stirnplatte (3) eine zum Muster der Öffnungen (5) komplementäre Schablone (6) aufgelegt. Anschließend wird die Lotpaste mit einem Rakel auf die Stirnplatte (3) aufgebracht und nach Entfernen der Schablone (6) in einem Ofen getrocknet. Die Schablone (6) zum Abdecken der Öffnungen (5) enthält Blenden (10), die durch dünne Stege (8) miteinander verbunden sind. Die Dicke der Schablone entspricht der gewünschten Dicke der Lotpasten-Beschichtung. Die mit den Stegen untereinander verbundenen Blenden (10) sind vorteilhaft durch weitere Stege in einem Rahmen (9) befestigt.

Die Schablonen für das erfindungsgemäße Verfahren werden bevorzugt aus einem Metallblech entsprechender Dicke mit Hilfe von Laserschneidverfahren ausgeschnitten.

Das Verfahren wird an Hand der Figuren 1 bis 6 näher erläutert. Es zeigen:

Figur 1: Längsschnitt durch einen Rohrbündel-Wärmetauscher

Figur 2: Aufsicht auf eine Stirnplatte des Rohrbündel-Wärmetauschers

Figur 3: Schablone für die Beschichtung der Stirnplatte mit einer Lotpaste mittels Schablonendruck

5 **Figur 4:** Einzelheit A von Figur 1 mit Lotbeschichtung vor dem Verlöten der Wärmetauscherrohre mit nicht aufgeweiteten Enden der Rohre

Figur 5: Einzelheit A von Figur 1 mit Lotbeschichtung vor dem Verlöten der Wärmetauscherrohre mit aufgeweiteten Enden der Rohre

10 **Figur 6:** Beispiele für Schablonen mit verschiedenen Blendenquerschnitten:
a) Blenden mit zylindrischen Querschnitt
b) Blenden mit einem Querschnitt in Form eines Kegelstumpfes mit dem Kegelwinkel α
c) Blenden mit gestuftem Querschnitt

15 Figur 1 zeigt einen Längsschnitt durch einen Rohrbündelwärmetauscher (1). Er weist im allgemeinen eine zylindrische oder prismatische Form mit einer Mantelfläche (2) auf, wobei die Querschnittsform kreisförmig oder zum Beispiel rechteckförmig sein kann. Das Gehäuse (2) des Wärmetauschers ist an beiden Enden durch jeweils eine Stirnplatte (3) verschlossen. Beide Stirnplatten weisen Öffnungen (5) in einem definierten Muster auf, durch
20 die die Wärmetauscherrohre hindurchgeführt sind. Stirnplatten (3) und Wärmetauscherrohre (4) sowie das Gehäuse (2) sollen möglichst in einem Arbeitsgang miteinander verlötet werden. Im Betrieb wird das heiße Abgas des Dieselmotors durch die Wärmetauscher geführt. Die Kühlung erfolgt durch Kühlwasser, das gewöhnlich im Kreuz- oder Gegenstrom an den
25 Wärmetauscherrohren vorbeigeführt wird. Die Zu- und Ableitungen für das Kühlwasser sind in Figur 1 nicht gezeigt.

Figur 2 zeigt beispielhaft eine Stirnplatte (3) für einen Rohrbündelwärmetauscher mit rechteckförmigem Querschnitt, in die die Öffnungen (5) für die Wärmetauscherrohre eingebracht sind. In Figur 2 ist angenommen, daß die
30 Wärmetauscherrohre einen runden Querschnitt aufweisen. Das erfindungs-

gemäße Verfahren ist jedoch in gleicher Weise auch für Wärmetauscher mit rechteckförmigen Rohren geeignet. Die Öffnungen (5) der Stirnplatte (3) weisen einen Abstand voneinander zwischen 0,1 und 2 mm auf. Bevorzugt liegt der Abstand zwischen 0,3 und 1 mm.

- 5 Figur 3 zeigt die Aufsicht auf eine Schablone zur Beschichtung der Stirnplatte von Figur 2 mit Lotpaste. Die Schablone weist einen Rahmen (9) auf, dessen Form mit der Form der Stirnplatte korrespondiert. Im Rahmen sind Blenden (10) im Muster der Öffnungen (5) der Stirnplatte (3) angeordnet. Die Blenden sind untereinander und mit dem Rahmen (9) über dünne Stege
- 10 (8) verbunden. Die Anordnung der Stege (8) zwischen den Blenden (10) und zum Rahmen (9) ist eine Frage der Zweckmäßigkeit. Bevorzugt verbinden die Stege die Blenden (10) an den engsten Stellen zwischen ihnen.

- Die Breite der Stege (8) zwischen den Blenden (10) der Schablone können zwischen 0,1 und 1, bevorzugt zwischen 0,3 und 0,5 mm, betragen. Mit
- 15 diesen Abmessungen der Schablone ist es möglich, konventionelle Lotpasten in einer Dicke zwischen 0,1 und 1, bevorzugt zwischen 0,4 und 0,8 mm, auf die Stirnplatte aufzubringen.

- Die Schablone (6) wird bevorzugt aus Edelstahlblech mittels Laserschneiden hergestellt. Die verwendete Blechdicke bestimmt dabei die Dicke der aufzu-
- 20 bringenden Lotpastenbeschichtung. Die Blenden weisen die gleiche Form wie die Öffnungen (5) in der Stirnplatte (3) auf. Die Genauigkeit der Konturen der Schablone liegt beim Laserschneiden bei $\pm 2 \mu\text{m}$. Beim Drucken wird diese Schablone auf die Stirnplatte aufgelegt und hat somit direkten Kontakt mit der Oberfläche der Stirnplatte. Dadurch ist es möglich, die Lotpaste
- 25 auf die Stirnplatten mit der Genauigkeit von $\pm 2 \mu\text{m}$ aufzubringen. Nach dem Aufbringen der Lotpaste wird die Schablone (6) gemäß der Erfindung entfernt und die Lotpaste getrocknet.

- Figur 4 zeigt einen vergrößerten Ausschnitt A von Figur 1. Es ist die Situation nach dem Aufbringen und Trocknen der Lotpaste (16) auf die Stirnplatte
- 30 (3) gezeigt und vor dem Verlöten mit den durch die Öffnungen in der Stirnplatte hindurchgesteckten Wärmetauscherrohren (4). Die Öffnungen für die

Wärmetauscherrohre sind stets etwas größer als die Querschnittsabmessungen der Rohre, um ein leichtes Einführen der Rohre zu ermöglichen. Die verbleibenden Spalte zwischen den Rohren und den Wänden der Öffnungen müssen beim Verlöten vollständig mit der verwendeten Lotlegierung gefüllt werden.

Figur 4 verdeutlicht die Anforderungen an die Genauigkeit, mit welcher die Lotpaste auf die Stirnplatten aufgebracht werden muß. Wenn die Lotpaste durch ungenauen Auftrag teilweise in die freien Öffnungen hineinragt, besteht die Gefahr, daß die getrocknete Lotpaste beim Einführen der Wärmetauscherrohre zum Teil abgestoßen wird. Wird dagegen die Lotpaste sicherheitshalber mit deutlich größeren Öffnungen aufgebracht, so verbleiben um die Öffnungen in den Stirnplatten herum unbelotete Ring- oder Sichelzonen, die das Fließen der Lotlegierung in die Lotspalte verhindern können.

Figur 6 zeigt drei verschiedene Ausführungsformen der Druckschablone in Detailansicht. Mit der Schablone 6 a) kann ein Lotauftrag entsprechend Figur 4 erhalten werden. Die Blenden (10) weisen einen zylindrischen Querschnitt mit zylindrischen Schnitt- oder Mantelflächen (11) auf. Beim Abheben der Schablone von den Stirnplatten kann es deshalb passieren, daß noch frische Lotpaste von der Schablone mitgerissen wird. Diese Gefahr wird mit den Schablonenformen 6 b) und 6 c) vermindert.

Die Blenden (10) der Schablone 6 b) sind in Form von Kegelstümpfen ausgeführt, wobei die Schnitt- oder Mantelflächen (11) der Kegelstümpfe einen Kegelwinkel α zwischen 0 und 45° zu einer Kegelachse aufweisen. Durch diese Unsymmetrie muß zwischen Oberseite (12) und Unterseite (13) der Schablone unterschieden werden. Die Unterseite (13) der Schablone wird auf die Stirnplatten (3) der Wärmetauscher aufgelegt und muß daher den Abmessungen der Stirnplatten (3) mit ihren Öffnungen (5) entsprechen. Durch die geneigten Mantelflächen (11) kann die Schablone nach dem Beschichten leicht aus der noch feuchten Lotpaste ohne Abrisse der Lotpaste herausgehoben werden. Außerdem wird damit ein weiteres Problem gelöst, das in Figur 5 gezeigt ist: Figur 5 zeigt eine Variante zu Figur 4. In Figur 5 sind die Enden der Wärmetauscherrohre zur Fixierung der Rohre in der

Stirnplatte etwas aufgeweitet. Dieser Vorgang wird auch als Aufkelchen bezeichnet. Hierbei besteht die Gefahr, daß die schon getrocknete Lotpaste abplatzt. Dies geschieht nicht, wenn die Mantelflächen (11) der Blenden (10) gemäß Figur 6 b) geneigt ausgeführt sind.

- 5 Alternativ zu geneigten Mantelflächen kann die Schablone (6) auch aus wenigstens zwei Teilschablonen (14, 15) bestehen, die vorteilhaft aufeinander laminiert sind, wobei die Blenden (10) der Teilschablonen von einer untersten Teilschablone (15) zu einer obersten Teilschablone (14) in Stufen zunehmende Durchmesser aufweisen und wobei die Blendendurchmesser der untersten Teilschablone (15) exakt dem Durchmesser der Blendenöffnungen (5) der Stirnplatten (3) entsprechen. Man erhält dann die in Figur 6 c) dargestellte gestufte Schablone. Diese gestufte Schablone verhält sich in der Anwendung ähnlich positiv wie Schablonen mit geneigten Mantelflächen.

- Sind die Teilschablonen (14, 15) nicht aufeinander laminiert, sondern liegen
15 einzeln vor, dann kann das Aufbringen der Druckpaste auch sequentiell erfolgen. Hierbei wird zunächst die unterste Teilschablone (15) aufgelegt und eine erste Schicht aus Lötpaste aufgebracht, anschließend vorteilhaft die Schablone entfernt und die Lötpaste getrocknet. Danach wird dann die oberste Teilschablone (14) aufgelegt und eine weitere Schicht aus Lötpaste
20 aufgebracht, anschließend vorteilhaft die Schablone entfernt und die Lötpaste getrocknet. Werden mehrere Teilschablonen verwendet, so werden diese entsprechend ihrer Größen sequentiell zum Auftragen der Schichten aus Lötpaste verwendet. Die Zusammensetzungen der Lötpasten in den unterschiedlichen Schichten können gleich oder verschieden sein, vorteilhaft
25 sind diese gleich. Auch die Dicken der Schichten und damit auch der Teilschablonen können gleich oder unterschiedlich sein und sind vorteilhaft gleich. Der Vorteil dieser Vorgehensweise liegt darin, dass an die Viskosität der Lötpasten geringere Anforderungen gestellt werden, so dass auch niedriger viskose Lötpasten verwendet werden können. Nachteilig ist hierbei
30 jedoch, dass beim sequentiellen Aufbringen der Schichten das Auflegen der Teilschablonen und das Aufbringen der Paste mit großer Genauigkeit ausgeführt werden müssen. Werden die Teilschablonen dagegen aufeinander

befestigt und sind aufeinander laminiert, so kann verfahren werden wie mit der in Figur 6 b) abgebildeten Schablone mit einem Querschnitt in Form eines Kegelstumpfes. Schablonen aus laminierten Teilschablonen können leicht erhalten werden, indem die Teilschablonen beispielsweise gestanzt, 5 gefräst oder gesägt und dann aufeinander laminiert werden.

Wie schon ausgeführt, werden die Schablonen für das erfindungsgemäße Verfahren bevorzugt mit Hilfe eines Lasers aus Edelstahlblechen ausgeschnitten. Durch die kegliche Strahlform des Lasers weisen die Schnitt- oder Mantelflächen auch schon bei senkrechtem Strahleinfall einen gewissen 10 Neigungswinkel auf. Dieser Neigungswinkel kann darüber hinaus in gewünschter Weise durch schrägen Einfall des Schneidstrahls bewußt eingestellt werden.

Die EGR-Kühler werden im Betrieb hohen Temperaturen ausgesetzt. Sie müssen daher mit einem hochtemperaturfesten Lot verlötet werden. Geeig- 15 net hierfür sind Nickelbasislote, sogenannte Hochtemperaturlote.

Für die Belotung der Stirnplatten nach dem erfindungsgemäßen Verfahren werden Lotpasten verwendet, die zum Drucken dicker Schichten geeignet sind. Sie bestehen aus einem Lotpulver, einem organischen Bindemittel und einem Lösungsmittel. Bevorzugt weist die Lotpaste ein strukturviskoses 20 Verhalten mit einer geringen Relaxationszeit auf. Durch die beim Druckvorgang wirkenden Scherkräfte verändert sich die Struktur des Bindemittels und die Viskosität der Lotpaste sinkt ab, so dass die Paste auch durch schmale Schablonenöffnungen auf das Bauteil gedruckt werden kann. Nach Ende des Druckvorgangs baut sich in kurzer Zeit die Struktur reversibel 25 wieder auf und verhindert damit das ungewollte Verfließen der Lotpastenschicht. Eine geeignete Lotpaste ist zum Beispiel die kommerzielle Lotpaste P1002 der Anmelderin (siehe BrazeTec's Delivery Programme 999-01-2008, Seite 12). Diese Lotpaste enthält das Lotpulver NI 102-Pulver nach DIN EN 1044 mit folgender Zusammensetzung in Gewichtsprozent

30	Nickel:	Rest
	Chrom:	6.0 – 8.0

Silizium:	4.0 - 5.0
Bor:	2.75 - 3.5
Eisen:	2.5 - 3.5

- Der Schmelzbereich dieses Lotpulvers liegt zwischen 970 und 1000 °C.
- 5 Damit auch feine Strukturen im Schablonendruck aufgetragen werden können, wird Lotpulver einer Korngröße kleiner 63 µm verwendet, das in der Paste in einem Gewichtsanteil von 80 – 95 Gew.-% enthalten ist.

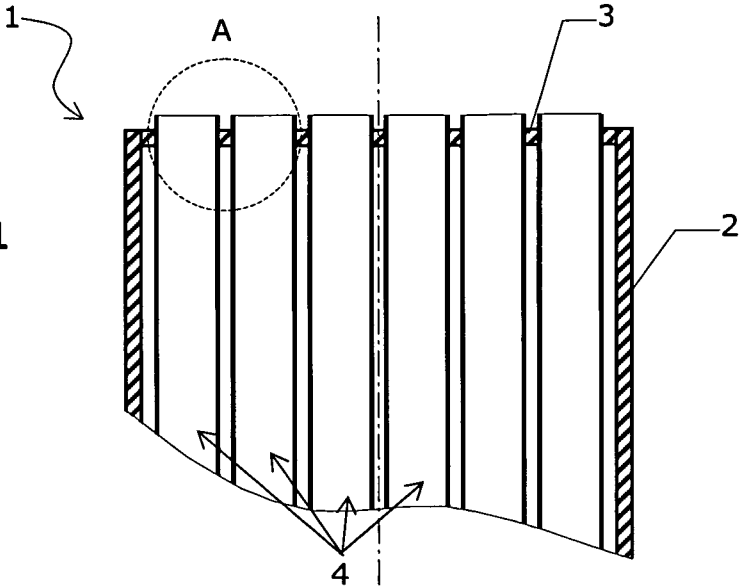
Patentansprüche

1. Verfahren zum Beschichten einer Stirnplatte (3) eines Rohrbündel-
wärmetauschers (1) mit einer Lotpaste in einer gewünschten Dicke,
wobei die Stirnplatte (3) eine vorgegebene Form besitzt und in einem
5 definierten Muster angeordnete Öffnungen (5) enthält für das spätere
Einlöten von Wärmetauscherrohren (4),
dadurch gekennzeichnet,
daß auf die Stirnplatte (3) eine zum Muster der Öffnungen komple-
mentäre Schablone (6) aufgelegt und die Lotpaste mit einem Raketel auf
10 die Stirnplatte aufgebracht und nach Entfernen der Schablone durch
Wärmebehandlung getrocknet wird, wobei die Schablone zum Abde-
cken der Öffnungen (5) Blenden (10) enthält, die durch dünne Stege
(8) miteinander verbunden sind und die Dicke der Schablone der ge-
wünschten Dicke der Lotpasten-Beschichtung entspricht.
- 15 2. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
daß die mit den Stegen (8) untereinander verbundenen Blenden (10)
durch weitere Stege in einem Rahmen (9) befestigt sind.
3. Verfahren nach Anspruch 2,
20 dadurch gekennzeichnet,
daß die Blenden (10) in Form von Kegelstümpfen ausgeführt sind, wo-
bei die Mantelflächen (11) der Kegelstümpfe einen Kegelwinkel α zwi-
schen 0 und 45° zu einer Kegelachse aufweisen.
4. Verfahren nach Anspruch 2,
25 dadurch gekennzeichnet,
daß die Schablone (6) aus wenigstens zwei aufeinander laminierten
Teilschablonen (14, 15) besteht, wobei die Blenden (10) der Teilscha-
blonen von einer untersten Teilschablone (15) zu einer obersten Teil-
schablone (14) in Stufen zunehmende Durchmesser aufweisen.

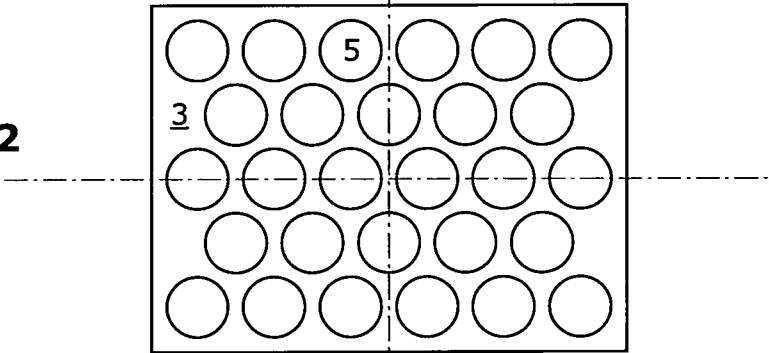
5. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,
daß die Schablone aus wenigstens zwei Teilschablonen (14, 15) besteht, wobei die Blenden (10) der Teilschablonen von einer untersten Teilschablone (15) zu einer obersten Teilschablone (14) in Stufen zunehmende Durchmesser aufweisen und das Aufbringen der Druckpaste in mehreren Schritten erfolgt, wobei wenigstens zwei Schichten aus Druckpaste entsprechend den Dicken der Teilschablonen (14, 15) sequentiell nacheinander aufgebracht werden.
5
6. Verfahren nach Anspruch 5, wobei zwischen dem Aufbringen der Schichten die Lötpaste getrocknet wird.
10
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei das Trocknen der Lötpaste durch Wärmebehandlung in einem Ofen durchgeführt wird.
8. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Öffnungen (5) der Stirnplatte (3) einen Abstand voneinander zwischen 0,1 und 2 mm aufweisen.
15
9. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Stege (8) zwischen den Blenden (10) der Schablone (6) eine Breite zwischen 0,1 und 1 mm aufweisen.
20
10. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Öffnungen (5) kreisförmig oder rechteckförmig sind.
11. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
daß die gewünschte Dicke der Lotpasten-Beschichtung zwischen 0,1 und 1 mm beträgt.
25
12. Lotbeschichtete Stirnplatte eines Wärmetauschers, erhältlich nach einem Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11.

13. Verfahren zur Herstellung eines Rohrbündelwärmetauschers durch
Verlöten einer lotbeschichteten Stirnplatte nach Anspruch 12 mit der
Mantelfläche (2) des Rohrbündelwärmetauschers (1).
 14. Verwendung einer lotbeschichteten Stirnplatte nach Anspruch 12 zur
Herstellung von Rohrbündelwärmetauschern.
- 5

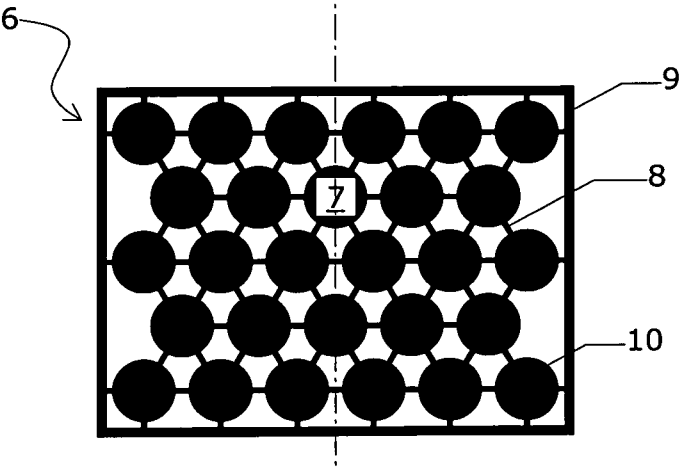
Figur 1

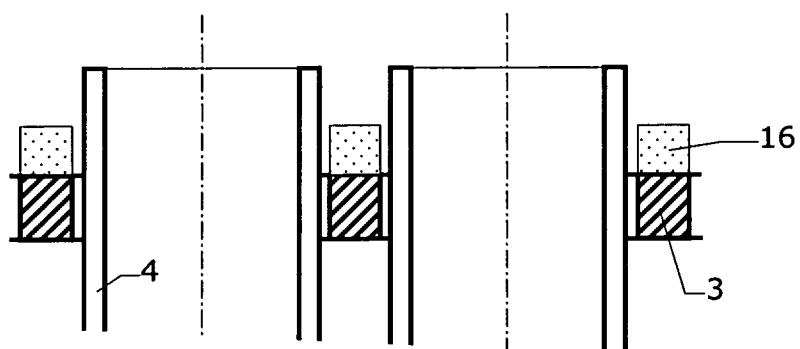
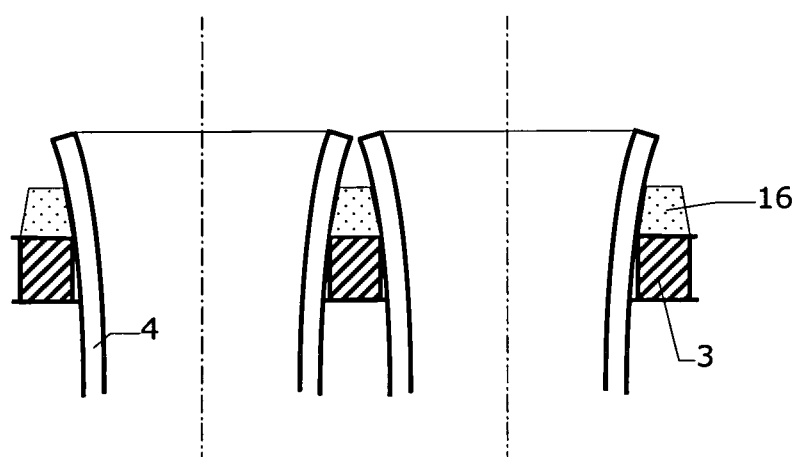


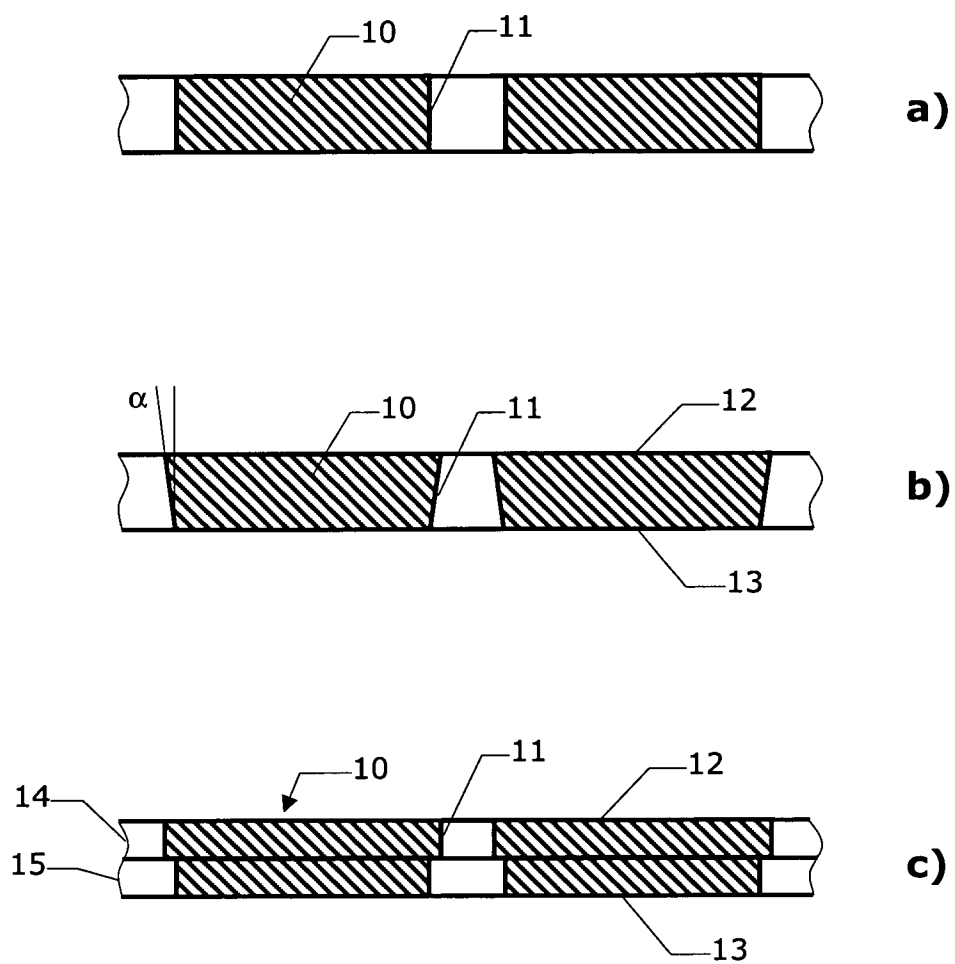
Figur 2



Figur 3



Figur 4**Figur 5**

Figur 6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2009/007691

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. B23K1/00 B23K3/06

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)
B23K 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 practical, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2000 337789 A (NHK SPRING CO LTD) 8 December 2000 (2000-12-08) abstract	1-14
Y	JP 2007 240104 A (NISSAN MOTOR CO LTD) 20 September 2007 (2007-09-20) abstract	1-14
A	DE 198 54 036 A1 (KLATT) 8 December 2000 (2000-12-08) column 2, line 38 - column 3, line 48; figure	1-14

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

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

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

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

Date of the actual completion of the international search

11 Dezember 2009

Date of mailing of the international search report

22/12/2009

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

Authorized officer

Herbreteau, D

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2009/007691

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
JP 2000337789 A	08-12-2000	NONE	
JP 2007240104 A	20-09-2007	NONE	
DE 19854036 A1	18-05-2000	NONE	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2009/007691

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. B23K1/00 B23K3/06

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

B23K 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)

EP0-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	JP 2000 337789 A (NHK SPRING CO LTD) 8. Dezember 2000 (2000-12-08) Zusammenfassung	1-14
Y	JP 2007 240104 A (NISSAN MOTOR CO LTD) 20. September 2007 (2007-09-20) Zusammenfassung	1-14
A	DE 198 54 036 A1 (KLATT) 8. Dezember 2000 (2000-12-08) Spalte 2, Zeile 38 - Spalte 3, Zeile 48; Abbildung	1-14



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

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

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

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

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

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

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

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

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

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

11. Dezember 2009

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

22/12/2009

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Herbreteau, D

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2009/007691

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
JP 2000337789 A	08-12-2000	KEINE	
JP 2007240104 A	20-09-2007	KEINE	
DE 19854036 A1	18-05-2000	KEINE	