

(19)



(11)

EP 2 792 437 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
22.10.2014 Patentblatt 2014/43

(51) Int Cl.:
B22F 3/11 (2006.01) B22F 5/10 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **14157192.7**

(22) Anmeldetag: **28.02.2014**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME

• **Reul, Benjamin**
33102 Paderborn (DE)
• **Grewe, Dimitra**
33098 Paderborn (DE)

(30) Priorität: **16.04.2013 DE 102013103836**

(74) Vertreter: **Griepenstroh, Jörg**
Bockermann Ksoll
Griepenstroh Osterhoff
Patentanwälte
Bergstrasse 159
44791 Bochum (DE)

(71) Anmelder: **Benteler Automobiltechnik GmbH**
33102 Paderborn (DE)

(72) Erfinder:
• **Rubitschek, Felix**
33104 Paderborn (DE)
• **Düpmeier, Tobias**
33102 Paderborn (DE)

Bemerkungen:
Geänderte Patentansprüche gemäss Regel 137(2) EPÜ.

(54) **Verfahren zum Herstellen eines Verdampferrohres**

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Herstellen eines Verdampferrohres (1), insbesondere für ein Kraftfahrzeugwärmetauscher, wobei das Verdampferrohr (1) ein Innenrohr (2) mit einem ersten Kanal (5) zur Durchleitung eines ersten Mediums und einen das Innenrohr (2) umhüllenden zweiten Kanal zum Verdampfen eines zweiten Mediums aufweist, wobei das Verfahren erfindungsgemäss durch folgende Verfahrensschritte gekennzeichnet ist:

- Bereitstellen des Innenrohres (2),
- Aufbringen eines Platzhaltermaterials auf eine Außenmantelfläche (8) des Innenrohres (2),
- Positionieren einer Außenform über das Innenrohr (2), wobei zwischen Außenmantelfläche (8) des Innenrohres (2) und Innenmantelfläche der Außenform (13) ein Ringspalt entsteht,
- Auffüllen des Ringspalt mit einem Sinterwerkstoff,
- Sintern der Anordnung und gleichzeitiges Austreiben des Platzhaltermaterials.

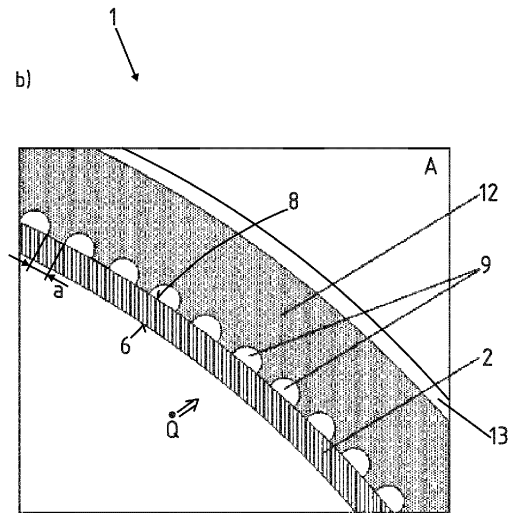


Fig. 2

EP 2 792 437 A1

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Herstellen eines Verdampferrohres gemäß den Merkmalen im Oberbegriff von Patentanspruch 1.

[0002] Kraftfahrzeuge werden heutzutage nach wie vor als Hauptenergiequelle mit fossilen Brennstoffen über eine Verbrennungskraftmaschine angetrieben. Da diese jedoch endlich sind, ist es das Bestreben, die Energieentnahmeeffizienz für einen jeden Brennstoff zu maximieren. Dabei ist der reine Verbrennungsvorgang auf den maximalen Wirkungsgrad von 40 % des ideellen Carnotprozesses naturgesetzlich beschränkt. Dies bedeutet, dass von den 100 % Energie, die im Kraftstoff enthalten sind, maximal 40 % in Bewegungsenergie umsetzbar sind und die restliche Energie über Wärme abgeführt wird. Hierzu ist es aus dem Stand der Technik jedoch bekannt, die beim Verbrennungsvorgang entstehende Wärme mittels Kraftwärmekopplung zu nutzen. So werden Arbeitsmedien über Wärmetauscher erhitzt, wobei die in der Wärme enthaltene Energie ebenfalls dazu genutzt wird, weitere Energie zum Betrieb des Kraftfahrzeugs oder Peripheriekomponenten bereit zu stellen.

[0003] Aus der WO 2009/157611 A1 ist hierzu eine Herstellungsmethode für einen Wärmetauscher bekannt, bei dem in eine Oberfläche Rillen eingebracht werden, diese mit einem temporären Platzhalter gefüllt werden, und im Anschluss daran der Wärmetauscher mit einem Sintermaterial versehen wird, das nach der Zuführung von Wärme eine poröse Struktur beibehält. Ein solches Herstellungsverfahren ist jedoch kostenintensiv, da eine Bearbeitung des Grundkörpers notwendig ist und eine erhöhte Wandstärke benötigt wird. Zudem ist eine solche Fertigung nicht auf ein radiales Design übertragbar.

[0004] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ausgehend vom Stand der Technik, ein Herstellungsverfahren für ein Verdampferrohr aufzuzeigen, das gegenüber aus dem Stand der Technik bekannten Herstellungsverfahren deutlich einfacher und zugleich kostengünstiger durchführbar ist, wobei das dabei hergestellte Verdampferrohr verbesserte Wärmeübertragungseigenschaften aufweist.

[0005] Die zuvor genannte Aufgabe wird erfindungsgemäß mit einem Verfahren gemäß den Merkmalen im Patentanspruch 1 gelöst.

[0006] Vorteilhafte Ausführungsvarianten des Verfahrens sind Gegenstand der abhängigen Patentansprüche.

[0007] Das erfindungsgemäße Verfahren zum Herstellen eines Verdampferrohres, wobei das Verdampferrohr insbesondere in einem Kraftfahrzeugwärmetauscher eingesetzt wird und das Verdampferrohr ein Innenrohr mit einem ersten Kanal zur Durchleitung eines ersten Mediums und einen das Innenrohr umhüllenden zweiten Kanal zum Verdampfen eines zweiten Mediums aufweist, ist gekennzeichnet durch folgende Verfahrensschritte:

- Bereitstellen des Innenrohres,
- Aufbringen eines Platzhaltermaterials auf eine Außenmantelfläche des Innenrohres,
- Positionieren einer Außenform über das Innenrohr, wobei zwischen Außenmantelfläche des Innenrohres und Innenmantelfläche des Mantelrohres ein Ringspalt entsteht,
- Auffüllen des Ringspalt mit einem Sinterwerkstoff,
- Sintern der Anordnung und gleichzeitiges Austreiben des Platzhaltermaterials.

[0008] Mit dem erfindungsgemäßen Herstellungsverfahren ist es somit möglich, eine Kanalstruktur in der durch den Sinterwerkstoff hergestellten Sinterschicht zu erzeugen, wobei das Platzhaltermaterial zur Herstellung der Kanalstruktur während des Sinterprozesses selber ausgetrieben wird. Insbesondere wird dabei ein Platzhaltermaterial verwendet, das bei den auftretenden Sintertemperaturen aufschmilzt und aus dem Kanalsystem ausfließt oder verdampft. Dort, wo das Platzhaltermaterial angeordnet war, entsteht somit ein Kanalsystem an der Außenmantelfläche des Innenrohres. Bei der Außenform handelt es sich bevorzugt um ein Mantelrohr. Die Außenform kann auch als Drahtgewebe ausgebildet sein. Das Mantelrohr kann im Querschnitt kreisrund oder auch elliptisch ausgebildet sein. In Längsrichtung kann das Mantelrohr auch konisch verlaufen.

[0009] In der Sinterschicht selber wird dabei eine Kapillarstruktur aufgrund einer Porosität des Sintermaterials erzeugt, sodass das zweite Medium durch die entstehenden Kanäle durch den zweiten Kanal fließt und von dem ersten Kanal über das Innenrohr ein Wärmestrom von dem ersten Medium in das zweite Medium eingebracht wird. Hierdurch verdampft das zweite Medium derart, dass der entstehende Dampf über Dampfkanäle abgeführt wird. Der Dampf wird dann an einem Kondensator wiederum in den flüssigen Zustand überführt und hierbei zusätzliche Energie gewonnen, die bei dem ersten Kanal insbesondere in Form eines Abgaskanals dem Abgas entzogen wird. Aufgrund der Kapillarwirkung strömt gleichzeitig mit der Verdampfung flüssiges Medium in die Sinterstruktur nach.

[0010] Der Arbeitskreisprozess kann beispielsweise nach dem Prinzip eines Clausius-Rankine-Prozesses erfolgen. Besonders bevorzugt werden die Verdampferrohre als heat-pipe, mithin als Wärmerohre ausgebildet und besonders bevorzugt als loopheat-pipe.

[0011] Durch das erfindungsgemäße Verfahren entfällt gänzlich ein mechanisches Bearbeiten der hergestellten Rohranordnung. Die notwendigen Arbeitsschritte sind dabei auf ein Minimum begrenzt, wobei aufwendige spanabhebende Vor- oder Nachbearbeitungsverfahren gänzlich entfallen. Gerade unter Verwendung eines derartigen Sinterwerkstoffes, der nicht zusätzlich

verdichtet wird, entsteht durch den Sintervorgang selbst eine hinreichend hohe Porosität in der Sinterschicht, so dass eine optimale Pumpwirkung und mithin ein Abführen des Dampfes ermöglicht ist.

[0012] Hierzu wird insbesondere für das Platzhaltermaterial selbst ein Kunststoffmaterial verwendet, wobei dies insbesondere ein Polymerwerkstoff ist. Alternativ kann auch ein Amidwachs verwendet werden. Das derartige Platzhaltermaterial wird insbesondere auf die Außenmantelfläche angelegt oder aufgewickelt oder aufgespritzt. Optional wird auf die Außenmantelfläche ein Haftmittel aufgebracht, wobei das Haftmittel eine bessere stoffschlüssige Verbindung zwischen Außenmantelfläche und Platzhaltermaterial und/oder Außenmantelfläche und Sinterwerkstoff erzeugt.

[0013] Besonders bevorzugt wird dabei das Platzhaltermaterial beispielsweise im festen Aggregatzustand bereitgestellt und ganz besonders bevorzugt in Strangform. Die derartigen Stränge des Platzhaltermaterials werden dann auf die Außenmantelfläche aufgelegt bzw. aufgepresst und mit der Außenmantelfläche zumindest temporär verklebt. Im Rahmen der Erfindung sind die Stränge verpresst oder verklebt. Insbesondere wird das Platzhaltermaterial dabei streifenförmig aufgebracht, wobei die Streifen, dargestellt durch die Stränge, bevorzugt parallel zueinander beabstandet sind. Die Streifen wiederum sind insbesondere weiterhin parallel zur Mittellängsachse des Innenrohres verlaufend oder aber die Streifen sind schraubenförmig auf der Außenmantelfläche aufgebracht. Bei letzterer Variante verlaufen die Streifen in einem Winkel zur Mittellängsachse des Innenrohres und winden sich schraubenförmig um die Außenmantelfläche.

[0014] Im Rahmen der Erfindung ist es jedoch auch möglich, dass das Platzhaltermaterial in einem flüssigen, gelförmigen oder pastösen Aggregatzustand auf die Außenmantelfläche aufgespritzt wird. Das Platzhaltermaterial weist in diesem Aggregatzustand eine Eigenklebfunktion auf, so dass ein zusätzlicher Klebevorgang nicht durchgeführt werden muss.

[0015] Ein zwischen Außenform und Innenrohr entstehender Ringspalt wird nunmehr mit Sinterwerkstoff aufgefüllt.

[0016] Während des folgenden Sintervorganges, bei dem unter Umständen ein Vakuumsintervorgang verwendet werden kann, aber auch ein anderweitiger Sintervorgang nicht unter Vakuumatmosphäre durchgeführt werden kann schmilzt das Platzhaltermaterial auf und fließt aus dem Ringspalt aus. Als Temperaturen werden bevorzugt 500° bis 1200° C, insbesondere 900° bis 1100° C verwendet. Hierbei schmilzt das Platzhaltermaterial auf und läuft über die dabei entstehenden Kanäle aus der Anordnung aus. Alternativ kann das Platzhaltermaterial auch bei circa 600° zuvor bei Verfestigung des Sintermaterials ausgetrieben werden und anschließend der eigentliche Sintervorgang durchgeführt werden. Das Platzhaltermaterial selbst fängt in einem Temperaturbereich zwischen 150 °C und 450 °C, insbesondere 200 °C

bis 400 °C an aufzuschmelzen bzw. zu verdampfen. Bis das Platzhaltermaterial vollständig aufgeschmolzen bzw. vollständig verdampft ist, hat die Anordnung weiterhin eine Temperatur erreicht, bei der der Sintervorgang bereits begonnen hat, wodurch sich der Sinterwerkstoff dann beginnt zu verbinden. Durch bevorzugten Einsatz eines nachfolgend erläuterten Sinterwerkstoffes in Form eines spratzigen Metallpulvers, kann jedoch auch sichergestellt werden, dass selbst bei nahezu vollständig ausgeflossenem bzw. verdampftem Platzhaltermaterial zunächst die hergestellte Kanalstruktur erhalten bleibt bei erst danach einsetzendem Sinterprozess.

[0017] Damit der Sinterwerkstoff nicht die durch das ausfließende bzw. verdampfende Platzhaltermaterial entstehenden Hohlräume durch ein eigenes Nachrücken wieder verschließt, wird insbesondere ein spratziges Metallpulver verwendet. Unter spratzigem Metallpulver ist eine eckige und/oder kantige Pulverform zu verstehen, so dass sich die einzelnen Pulverteilchen untereinander verhaken und/oder verkanten und bis zum Abschluss des Sintervorganges formstabil zueinander ausgerichtet bleiben. Die Pulverpartikel sind somit eckig bzw. kantig oder vieleckig derart ausgebildet, dass sie sich untereinander verhaken und/oder verkanten. Durch die dabei entstehenden Kanalstrukturen fließt dann im späteren Einsatz das zweite Medium, insbesondere ein Arbeitsmedium, im gasförmigen Aggregatzustand. Durch die aufgrund des spratzigen Metallpulvers entstehenden rauen Oberflächen innerhalb der Kanalstruktur selber wird dabei eine turbulente Strömung erzeugt, die einen verbesserten Wärmeübergang in das zweite Medium erzeugt, wodurch eine stärkere Überhitzung des Dampfes stattfindet. Die Pumpfunktion ist dabei derart bevorzugt anzusehen, dass eine aktive Pumpe entfallen kann und die Pumpfunktion ausschließlich durch die Kapillarfunktion erfolgt.

[0018] Weiterhin besonders bevorzugt wird für das Sintermaterial ein Edelstahlwerkstoff verwendet. Insbesondere sind weiterhin das Innenrohr, das Sintermaterial und das optionale Mantelrohr ebenfalls aus einem Edelstahlwerkstoff ausgebildet, da dieser eine besonders gute Resistenz gegen die korrosiven Eigenschaften des Abgases aufweist bei gleichzeitig guter Wärmeleitfähigkeit. Sind alle Bauteilkomponenten aus demselben Werkstoff ausgebildet, so weist der Werkstoff entsprechend gleiche Wärmeausdehnungskoeffizienten auf, so dass die Anordnung insbesondere in Bezug auf die Dauerhaltbarkeit bei thermischen Ausdehnungen keinen Schaden annimmt.

[0019] Insbesondere sind das Innenrohr, der Sinterwerkstoff und optional das Mantelrohr dabei aus einem Edelstahlwerkstoff der 1.4XXX-Gruppe, ganz besonders bevorzugt aus einer Edelstahllegierung 1.4404 hergestellt.

[0020] Die in dem Ringspalt aufgeführte Sinterstruktur wird erfindungsgemäß nicht verdichtet. Optional ergänzend oder aber alternativ weist die aus dem Sinterwerkstoff hergestellte Sinterschicht eine Porosität von mehr

als 50 % auf, insbesondere zwischen 50 % und 80 %, bevorzugt zwischen 50 % und 60 %, wobei zwischen der Sinterschicht und der Außenmantelfläche des Innenrohres eine Kontaktfläche von 40 % bis 60 %, insbesondere 50 % hergestellt ist. Letzteres bedeutet im Rahmen der Erfindung, dass 40 % bis 60 %, insbesondere 50 % der Außenmantelfläche des Innenrohres in Kontakt mit der Sinterschicht steht. Hierdurch wird ein Optimum erreicht zwischen hergestellter Kanalstruktur und direktem Wärmeübergang von erstem in zweites Medium, was zum Verdampfen des zweiten Mediums genutzt wird.

[0021] Damit die Sinterschicht und die Kapillarstruktur ebenfalls eine ausreichende Wärme aus einem Wärmeintrag erlangen, wird dann über die Kontaktfläche zwischen Außenmantelfläche des Innenrohres und Sinterschicht Wärme in die Sinterschicht überführt aufgrund von Wärmeleitung. In der Sinterschicht erfolgt dann aufgrund der Kapillarstruktur eine Pumpfunktion und ein Abführen des verdampften zweiten Mediums.

[0022] Das erfindungsgemäße Verfahren sieht weiterhin vor, dass der Sinterwerkstoff durch den Sintervorgang stoffschlüssig mit der Außenmantelfläche des Innenrohres gekoppelt wird.

[0023] Weiterhin ist es möglich, Anbauteile, beispielsweise Verschlussstopfen oder aber Anschlüsse insbesondere für den zweiten Kanal mit dem Innenrohr und/oder mit dem Mantelrohr stoffschlüssig zu koppeln, insbesondere durch einen Lötvorgang, wobei der Lötvorgang gleichzeitig und parallel mit dem Sintervorgang durchgeführt wird. Beides kann in einer gleichen Erwärmungseinrichtung durchgeführt werden, beispielsweise einem Ofen. Insbesondere wird dies bei Temperaturen von im Wesentlichen 800° bis 1200° und ganz besonders bevorzugt 900° bis 1100° und optional unter Schutzgas durchgeführt.

[0024] Weiterhin besonders bevorzugt ist die Außenform an ihrer Innenmantelfläche mit einem hochtemperaturbeständigen Trennmittel versehen. Hierdurch wird es ermöglicht, nach dem Sintervorgang und einem Aushärten des Sinterwerkstoffes das Mantelrohr abzuziehen.

[0025] Weitere Vorteile, Merkmale, Eigenschaften und Aspekte der vorliegenden Erfindung sind Gegenstand der nachfolgenden Beschreibung. Bevorzugte Ausführungsvarianten werden in den schematischen Figuren dargestellt. Diese dienen dem einfachen Verständnis der Erfindung. Es zeigen:

Figur 1 ein erfindungsgemäßes Verdampferrohr in Längsschnittansicht;

Figur 2a ein erfindungsgemäß hergestelltes Verdampferrohr in Querschnitts-

und b ansicht und vergrößerter Ansicht des Querschnittes.

[0026] In den Figuren werden für gleiche oder ähnliche

Bauteile dieselben Bezugszeichen verwendet, auch wenn eine wiederholte Beschreibung aus Vereinfachungsgründen entfällt.

[0027] Figur 1 zeigt ein erfindungsgemäßes Verdampferrohr 1, aufweisend ein Innenrohr 2 und ein das Innenrohr 2 auf seine Längsrichtung 4 bezogen zumindest abschnittsweise umhüllendes Gehäuserohr 3. Zwischen dem Gehäuserohr 3 und dem Innenrohr 2 ist eine Kapillarstruktur angeordnet, die in Figur 2a und b im Detail näher erläutert wird. In dem Innenrohr 2 selbst ist ein erster Kanal 5 ausgebildet, durch den ein erstes Medium leitbar ist, so dass das erste Medium an eine Innenmantelfläche 6 des Innenrohrs 2 einen Wärmestrom abgibt, der dann durch die Mantelfläche 7 des Innenrohrs 2 hindurchströmt und in die Kapillarstruktur K mittels Wärmeleitung überführt wird. Zwischen der Außenmantelfläche 8 und dem Gehäuserohr 3 selbst ist ein zweiter Kanal 9 in Form eines Verdampferrohres ausgebildet, durch den ein zweites Medium strömt, wobei der Verdampferkanal eine Kapillarstruktur K aufweist. Hierzu sind Verschlüsse 10, 11 jeweils endseitig angesetzt, die den zweiten Kanal 9 abschließen. Die Verschlüsse 10, 11 selber können weitere Anschlüsse aufweisen oder aber als Anschluss selbst ausgebildet sein, um das zweite Medium in den zweiten Kanal 9 einzuleiten.

[0028] Figur 2a zeigt eine Querschnittsansicht des erfindungsgemäßen Verdampferrohres 1 und Figur 2b eine entsprechende Vergrößerung gemäß dem Ausschnitt A aus Figur 2a. In Figur 2 ist gut zu erkennen, dass von einem Innenraum I ein nicht näher dargestellter Abgasstrom einen Wärmestrom \dot{Q} an die Innenmantelfläche 6 des Innenrohrs 2 abgibt. Von dieser erfolgt eine Wärmeleitung an die Außenmantelfläche 8 des Innenrohrs 2, wo dann der Wärmestrom \dot{Q} in den zweiten Kanal, hier dargestellt in Form eines Verdampferkanals 9, übergeht. Der Verdampferkanal 9 ist dabei, hier dargestellt durch im Querschnitt halbrunde Verdampferkanäle 9, ausgebildet. Die Verdampferkanäle 9 selbst stehen in direktem Kontakt mit der Außenmantelfläche 8 des Innenrohrs 2.

[0029] Zwischen den einzelnen Verdampferkanälen 9 ist jeweils ein Abstand a ausgebildet, wobei im Bereich dieses Abstandes die Sinterschicht 12 in direktem Kontakt mit der Außenmantelfläche 8 des Innenrohres 2 steht. Hierdurch erfolgt ein Wärmeeintrag in die Sinterschicht 12 selber, so dass eine nicht näher dargestellte Kapillarstruktur innerhalb der porösen Sinterschicht 12 ebenfalls erwärmt wird. Optional kann dann ein hier schematisch nur angedeutete Außenform 13 von außen an der Sinterschicht 12 angeordnet sein. Die Außenform 13 dient zunächst als Form während des Sintervorganges, wobei insbesondere im Rahmen der Erfindung auch zwischen Außenform 13 und Innenrohr 2 der gesamte zweite Kanal ausgebildet sein kann. Ein entsprechendes Zuführen des zweiten Mediums und ein Abführen des verdampften zweiten Mediums erfolgt dann über die in Figur 1 dargestellten Anschlüsse in den Verschlüssen 11, 12.

[0030] Bezugszeichen:

- 1 - Verdampferrohr
- 2 - Innenrohr
- 3 - Gehäuserohr
- 4 - Längsrichtung zu 2
- 5 - erster Kanal
- 6 - Innenmantelfläche zu 2
- 7 - Mantelfläche zu 2
- 8 - Außenmantelfläche zu 2
- 9 - Verdampfungskanal
- 10 - Verschluss
- 11 - Verschluss
- 12 - Sinterschicht
- 13 - Außenform

- I - Innenraum
- K - Kappilarstruktur
- a - Abstand
- Q - Wärmestrom

Patentansprüche

1. Verfahren zum Herstellen eines Verdampferrohres (1), insbesondere für einen Kraftfahrzeugwärmetauscher, wobei das Verdampferrohr (1) ein Innenrohr (2) mit einem ersten Kanal (5) zur Durchleitung eines ersten Mediums und einen das Innenrohr (2) umhüllenden zweiten Kanal zum Verdampfen eines zweiten Mediums aufweist, **gekennzeichnet durch** folgende Verfahrensschritte:

- Bereitstellen des Innenrohres (2),
- Aufbringen eines Platzhaltermaterials auf eine Außenmantelfläche (8) des Innenrohres (2),
- Positionieren einer Außenform (13) über das Innenrohr (2), wobei zwischen Außenmantelfläche (8) des Innenrohres (2) und Innenmantelfläche (6) der Außenform (13) ein Ringspalt entsteht,
- Auffüllen des Ringspaltes mit einem Sinterwerkstoff,
- Sintern der Anordnung und gleichzeitiges Ausstreuen des Platzhaltermaterials.

2. Verfahren zum Herstellen eines Verdampferrohres nach Patentanspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** als Platzhaltermaterial ein Kunststoffmaterial verwendet wird, insbesondere ein Polymerwerkstoff.

3. Verfahren zum Herstellen eines Verdampferrohres nach Patentanspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Platzhaltermaterial auf die Außenmantelfläche (8) angelegt oder aufgewickelt oder aufgespritzt wird.

4. Verfahren zum Herstellen eines Verdampferrohres nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **da-**

durch gekennzeichnet, dass auf die Außenmantelfläche (8) ein Haftmittel aufgebracht wird.

5. Verfahren zum Herstellen eines Verdampferrohres nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** als Sintermaterial ein spratziges Metallpulver verwendet wird, insbesondere aus einem Edelstahl.

6. Verfahren zum Herstellen eines Verdampferrohres nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Außenform (13) an ihrer Innenmantelfläche (6) mit einem hochtemperaturbeständigen Trennmittel versehen wird.

7. Verfahren zum Herstellen eines Verdampferrohres nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Platzhaltermaterial streifenförmig aufgebracht wird, wobei die Streifen bevorzugt parallel zueinander beabstandet sind.

8. Verfahren zum Herstellen eines Verdampferrohres nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Streifen parallel zur Mittellängsachse des Innenrohres (2) aufgebracht werden oder dass die Streifen schraubenförmig um die Außenmantelfläche (8) verlaufen.

9. Verfahren zum Herstellen eines Verdampferrohres nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Innenrohr (2), der Sinterwerkstoff und optional die Außenform (13) aus dem gleichen Werkstoff ausgebildet sind, insbesondere aus einem Edelstahl.

10. Verfahren zum Herstellen eines Verdampferrohres nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Sinterwerkstoff nicht verdichtet wird und/oder dass die Sinterschicht (12) eine Porosität von mehr als 50% aufweist, insbesondere zwischen 50 und 80%, bevorzugt zwischen 50 und 60% und dass zwischen Sinterschicht (12) und Außenmantelfläche (8) des Innenrohres (2) eine Kontaktfläche von 40 bis 60%, insbesondere 50% hergestellt ist.

11. Verfahren zum Herstellen eines Verdampferrohres nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Sinterwerkstoff durch den Sintervorgang stoffschlüssig mit der Außenmantelfläche (8) des Innenrohres (2) gekoppelt wird und/oder das weitere Anbauteile mit dem Verdampferrohr (1) durch einen Lötprozess gekoppelt werden, wobei der Lötprozess und der Sintervorgang gleichzeitig und in einer gleichen Erwärmungseinrichtung durchgeführt werden.

12. Verfahren zum Herstellen eines Verdampferrohres

nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Platzhaltermaterial durch die Temperatureinwirkung des Sintern aufschmilzt und aus der Anordnung ausfließt oder verdampft.

Geänderte Patentansprüche gemäss Regel 137(2) EPÜ.

1. Verfahren zum Herstellen eines Verdampferrohres (1), insbesondere für einen Kraftfahrzeugwärmetauscher, wobei das Verdampferrohr (1) ein Innenrohr (2) mit einem ersten Kanal (5) zur Durchleitung eines ersten Mediums und einen das Innenrohr (2) umhüllenden zweiten Kanal zum Verdampfen eines zweiten Mediums aufweist, **gekennzeichnet durch** folgende Verfahrensschritte:

- Bereitstellen des Innenrohres (2),
- Aufbringen eines Platzhaltermaterials auf eine Außenmantelfläche (8) des Innenrohres (2),
- Positionieren einer Außenform (13) über das Innenrohr (2), wobei zwischen Außenmantelfläche (8) des Innenrohres (2) und Innenmantelfläche der Außenform (13) ein Ringspalt entsteht,
- Auffüllen des Ringspaltes mit einem spratzigen Metallpulver als Sinterwerkstoff,
- Sintern der Anordnung und gleichzeitiges Austreiben des Platzhaltermaterials.

2. Verfahren zum Herstellen eines Verdampferrohres nach Patentanspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** als Platzhaltermaterial ein Kunststoffmaterial verwendet wird, insbesondere ein Polymerwerkstoff.

3. Verfahren zum Herstellen eines Verdampferrohres nach Patentanspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Platzhaltermaterial auf die Außenmantelfläche (8) angelegt oder aufgewickelt oder aufgespritzt wird.

4. Verfahren zum Herstellen eines Verdampferrohres nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** auf die Außenmantelfläche (8) ein Haftmittel aufgebracht wird.

5. Verfahren zum Herstellen eines Verdampferrohres nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** als Sintermaterial ein spratziges Metallpulver aus Edelstahl verwendet wird.

6. Verfahren zum Herstellen eines Verdampferrohres nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Außenform (13)

an ihrer Innenmantelfläche mit einem hochtemperaturbeständigen Trennmittel versehen wird.

7. Verfahren zum Herstellen eines Verdampferrohres nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Platzhaltermaterial streifenförmig aufgebracht wird, wobei die Streifen bevorzugt parallel zueinander beabstandet sind.

8. Verfahren zum Herstellen eines Verdampferrohres nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Streifen parallel zur Mittellängsachse des Innenrohres (2) aufgebracht werden oder dass die Streifen schraubenförmig um die Außenmantelfläche (8) verlaufen.

9. Verfahren zum Herstellen eines Verdampferrohres nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Innenrohr (2), der Sinterwerkstoff und optional die Außenform (13) aus dem gleichen Werkstoff ausgebildet sind, insbesondere aus einem Edelstahl.

10. Verfahren zum Herstellen eines Verdampferrohres nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Sinterwerkstoff nicht verdichtet wird und/oder dass die Sinterschicht (12) eine Porosität von mehr als 50% aufweist, insbesondere zwischen 50 und 80%, bevorzugt zwischen 50 und 60% und dass zwischen Sinterschicht (12) und Außenmantelfläche (8) des Innenrohres (2) eine Kontaktfläche von 40 bis 60%, insbesondere 50% hergestellt ist.

11. Verfahren zum Herstellen eines Verdampferrohres nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Sinterwerkstoff durch den Sintervorgang stoffschlüssig mit der Außenmantelfläche (8) des Innenrohres (2) gekoppelt wird und/oder dass weitere Anbauteile mit dem Verdampferrohr (1) durch einen Lötprozess gekoppelt werden, wobei der Lötprozess und der Sintervorgang gleichzeitig und in einer gleichen Erwärmungseinrichtung durchgeführt werden.

12. Verfahren zum Herstellen eines Verdampferrohres nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Platzhaltermaterial durch die Temperatureinwirkung des Sintern aufschmilzt und aus der Anordnung ausfließt oder verdampft.

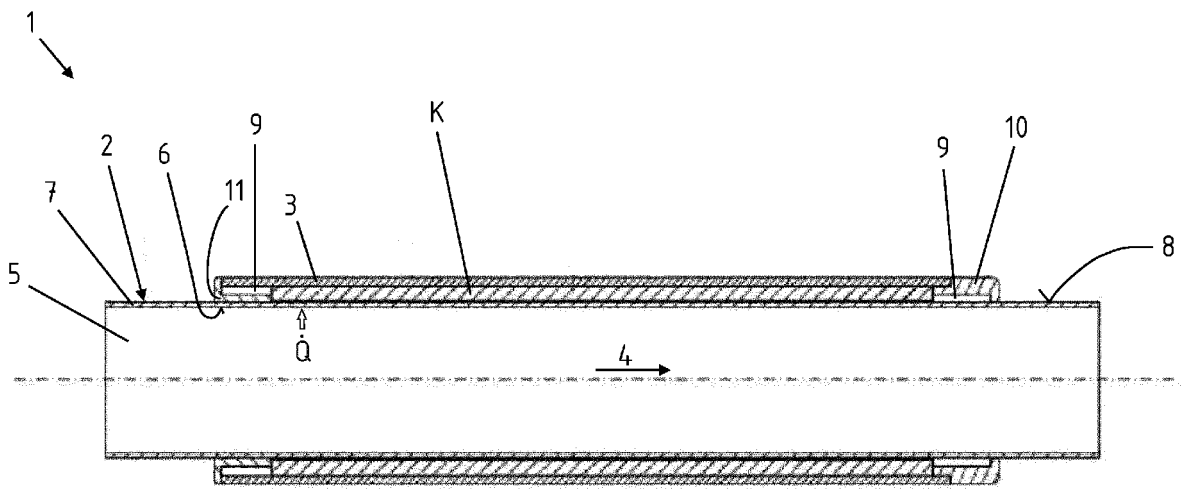


Fig. 1

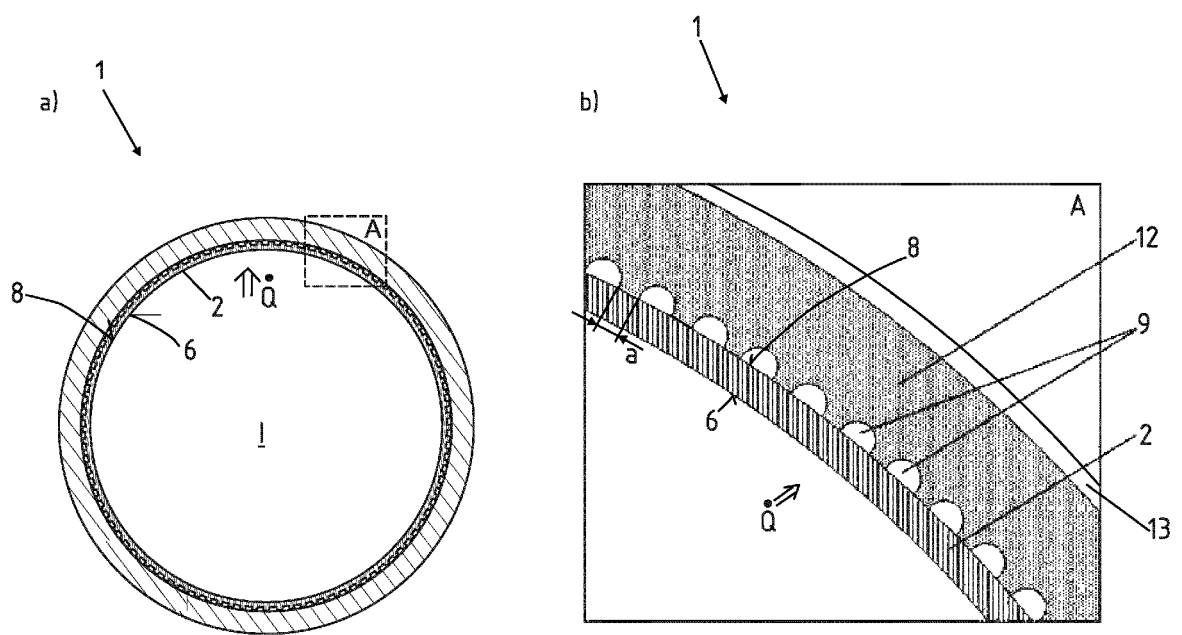


Fig. 2



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 14 15 7192

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
Y A	WO 02/44639 A1 (KHPT CO LTD [KR]; KWON SEUNG AHN [KR]) 6. Juni 2002 (2002-06-06) * Seite 4, Zeilen 8-14 * -----	1-4,6-12 5	INV. B22F3/11 B22F5/10
Y,D A	WO 2009/157611 A1 (ZALMAN TECH CO LTD [KR]; UNIV SUNGKYUNKWAN FOUND [KR]; KIM CHUL-JU [KR]) 30. Dezember 2009 (2009-12-30) * Seite 5, Zeilen 27-30 * * Seite 6, Zeilen 4-9 * * Seite 10, Zeilen 18-20 * -----	1,3,6-12 2,4,5	
Y A	US 3 345 160 A (MICCIOLI BRUNO R) 3. Oktober 1967 (1967-10-03) * Spalte 2, Zeilen 10-21 * -----	1-4,6-12 5	
Y A	US 3 751 271 A (KIMURA T ET AL) 7. August 1973 (1973-08-07) * Spalte 2, Zeilen 25-38 * -----	1,3,4, 6-12 2,5	
A	DE 10 2011 103110 A1 (BENTELER AUTOMOBILTECHNIK GMBH [DE]) 29. November 2012 (2012-11-29) * das ganze Dokument * -----	1-12	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) B22F F28D F02G
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 15. Mai 2014	Prüfer Helgadóttir, Inga
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

3
EPO FORM 1503 03.82 (F04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 14 15 7192

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

15-05-2014

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 0244639 A1	06-06-2002	AU 1854802 A WO 0244639 A1	11-06-2002 06-06-2002
-----	-----	-----	-----
WO 2009157611 A1	30-12-2009	KR 20090132814 A TW 201007110 A WO 2009157611 A1	31-12-2009 16-02-2010 30-12-2009
-----	-----	-----	-----
US 3345160 A	03-10-1967	KEINE	
-----	-----	-----	-----
US 3751271 A	07-08-1973	CA 917966 A1 DE 2123323 A1 GB 1352419 A GB 1358030 A JP S5539601 B1 US 3751271 A	02-01-1973 25-11-1971 08-05-1974 26-06-1974 13-10-1980 07-08-1973
-----	-----	-----	-----
DE 102011103110 A1	29-11-2012	DE 102011103110 A1 US 2013167517 A1	29-11-2012 04-07-2013
-----	-----	-----	-----

EPO FORM P0461

55 Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- WO 2009157611 A1 [0003]